

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CA-
BECEO O BLENDING DE LA DENOMINACIÓN
DE ORIGEN "JEREZ-XÉRÈS-SHERRY"

Autor: Leopoldo DEL PRADO GALLO

Fecha: Julio 2009





Documento 1.- ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1.-	ÍNDICE GENERAL	1-1
DOCUMENTO 2.-	MEMORIA DESCRIPTIVA	2-1
2.1.-	ÍNDICE DE LA MEMORIA	2-2
2.2.-	OBJETO DEL PROYECTO	2-14
2.2.1.-	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2-14
2.2.1.1.-	FACTORES QUE FAVORECEN LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS VINOS GENEROSOS DE LICOR.....	2-16
2.3.-	ALCANCE	2-18
2.3.1.-	CONDICIONANTES DEL PROYECTO	2-18
2.4.-	ANTECEDENTES	2-19
2.4.1.-	HISTORIA DEL VINO DE JEREZ.....	2-26
2.4.1.1.-	LOS ORÍGENES DEL VINO DE JEREZ	2-26
2.4.1.2.-	LOS TIEMPOS DE SHERISH.....	2-27
2.4.1.3.-	EL VINO DE JEREZ TRAS LA RECONQUISTA	2-28
2.4.1.4.-	LA EDAD MODERNA; LA EXPANSIÓN EXTERIOR	2-29
2.4.1.5.-	EL SIGLO XIX; EL JEREZ QUE HOY CONOCEMOS	2-31
2.4.2.-	EL CONSEJO REGULADOR.....	2-32
2.4.2.1.-	LOS ORÍGENES DEL CONSEJO REGULADOR	2-32
2.4.2.2.-	LAS FUNCIONES DEL CONSEJO REGULADOR.....	2-34
2.4.2.3.-	CONTROL DE CALIDAD	2-35
2.4.2.4.-	REGISTRO DE VIÑAS	2-36
2.4.2.5.-	VARIETADES	2-36
2.4.2.6.-	CONTROL SOBRE LAS PRÁCTICAS CULTURALES	2-36
2.4.2.7.-	CONTROL DE VENDIMIA.....	2-37
2.4.2.7.1.-	LA ZONA DE CRIANZA	2-37
2.4.2.7.2.-	LA ZONA DE PRODUCCIÓN.....	2-38
2.4.3.-	LA ARQUITECTURA BODEGUERA DEL JEREZ.....	2-39
2.4.3.1.-	LAS BODEGAS MORISCAS	2-40
2.4.3.2.-	LA MEZQUITAS.....	2-41
2.4.3.3.-	LA BAJA EDAD MEDIA Y EL RENACIMIENTO.....	2-41
2.4.3.4.-	LAS BODEGAS DE LOS CONVENTOS.....	2-41
2.4.3.5.-	LOS PALACIOS DE LOS MERCADERES DE LAS INDIAS	2-42
2.4.3.6.-	LAS BODEGAS DE LUJO.....	2-42

2.4.3.7.- LAS BODEGAS CATEDRALES.....	2-43
2.5.- NORMAS Y REFERENCIAS.....	2-44
2.5.1.- DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	2-44
2.5.1.1.- MARCO LEGAL	2-44
2.5.1.1.1.- GENERALIDADES.....	2-44
2.5.1.1.2.- DISPOSICIONES SOBRE HIGIENE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS 2-47	
2.5.1.1.2.1.- Disposiciones Comunitarias.....	2-47
2.5.1.1.2.2.- Disposiciones Nacionales	2-48
2.5.1.1.3.- DISPOSICIONES GENERALES SOBRE BEBIDAS ALCOHÓLICAS 2-48	
2.5.1.1.4.- RELACIÓN DE DISPOSICIONES APLICABLES A LAS DENOMINACIONES GEOGRÁFICAS DE VINOS, VINAGRES DE VINO Y BEBIDAS ESPIRITUOSAS.....	2-49
2.5.1.1.4.1.- Reglamentación española, en materia de vinos, vinagres de vino y bebidas espirituosas con denominación geográfica.....	2-49
2.5.1.1.4.1.1.- Reglamentación general	2-49
2.5.1.1.4.1.2.- Consejos Reguladores	2-50
2.5.1.1.4.2.- Reglamentación de la Unión Europea, en materia de vinos con denominación geográfica	2-51
2.5.1.1.4.2.1.- Reglamentación general	2-51
2.5.1.1.4.2.2.- V.C.P.R.D.	2-51
2.5.1.1.4.2.3.- Vinos aromatizados, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas.....	2-51
2.5.1.1.5.- Métodos De Análisis.....	2-52
2.5.1.1.6.- AROMAS Y ADITIVOS.....	2-52
2.5.1.1.7.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN EL TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS VITIVINÍCOLAS Y A LOS REGISTROS QUE SE DEBEN LLEVAR EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA ..	2-54
2.5.1.1.7.1.- Disposiciones comunitarias.....	2-54
2.5.1.1.7.2.- Disposiciones estatales.....	2-54
2.5.1.1.7.3.- DISPOSICIONES AUTONÓMICAS: ANDALUCÍA	2-55
2.5.1.1.8.- CALIDAD DEL AGUA	2-55
2.5.1.1.9.- ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	2-55
2.5.1.1.10.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	2-55
2.5.1.1.11.- RECIPIENTES A PRESIÓN.....	2-56
2.5.1.1.11.1.- DISPOSICIONES COMUNITARIAS.....	2-56
2.5.1.1.11.2.- DISPOSICIONES ESTATALES.....	2-56
2.5.1.1.12.- RESIDUOS.....	2-56
2.5.1.1.12.1.- DISPOSICIONES ESTATALES.....	2-56

2.5.1.1.12.2.-	DISPOSICIONES AUTONÓMICAS.....	2-57
2.5.1.1.12.3.-	DISPOSICIONES MUNICIPALES	2-58
2.5.1.2.-	NORMAS APLICADAS.....	2-58
2.5.1.3.-	PROGRAMAS DE CÁLCULO	2-59
2.5.2.-	BIBLIOGRAFÍA.....	2-59
2.6.-	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	2-62
2.7.-	REQUISITOS DE DISEÑO	2-79
2.7.1.-	DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ	2-79
2.7.1.1.-	TIPOS DE VINOS DE JEREZ.....	2-79
2.7.1.1.1.-	VINOS GENEROSOS.....	2-80
2.7.1.1.1.1.-	Fino	2-81
2.7.1.1.1.2.-	Amontillado	2-82
2.7.1.1.1.3.-	Oloroso.....	2-83
2.7.1.1.1.4.-	Palo Cortado.....	2-83
2.7.1.1.1.5.-	Manzanilla.....	2-84
2.7.1.1.1.6.-	Raya	2-85
2.7.1.1.2.-	VINO DULCE NATURAL	2-85
2.7.1.1.2.1.-	Moscatel.....	2-86
2.7.1.1.2.2.-	Pedro Ximénez.....	2-86
2.7.1.1.2.3.-	Vinos de Color	2-87
2.7.1.1.3.-	VINOS GENEROSOS DE LICOR (VGL).....	2-87
2.7.1.1.3.1.-	Dry	2-88
2.7.1.1.3.2.-	Medium.....	2-88
2.7.1.1.3.3.-	Pale Cream.....	2-89
2.7.1.1.3.4.-	Cream.....	2-89
2.7.1.2.-	ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ.....	2-90
2.7.1.2.1.-	VARIEDADES DE UVA.....	2-91
2.7.1.2.2.-	PLANTACIÓN DE VIÑAS	2-91
2.7.1.2.3.-	VENDIMIA	2-93
2.7.1.2.4.-	VINIFICACIÓN	2-94
2.7.1.2.5.-	CRIANZA BIOLÓGICA.....	2-99
2.7.1.2.6.-	ENVEJECIMIENTO FÍSICO-QUÍMICO.....	2-101
2.7.1.2.7.-	EL SISTEMA DE CRIADERAS Y SOLERA	2-102
2.7.1.2.8.-	TRATAMIENTOS DE PREPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN	2-
104		
2.7.2.-	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROYECTADO	2-105
2.7.2.1.-	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	2-106
2.7.2.2.-	MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE VGL	2-108
2.7.2.3.-	PRODUCTOS ELABORADOS.....	2-108

2.7.2.4.- IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD.....	2-109
2.7.2.5.- AUTOMATIZACIÓN.....	2-110
2.7.3.- SISTEMA DE CONTROL.....	2-113
2.7.3.1.- INTRODUCCIÓN.....	2-114
2.7.3.1.1.- AUTOMATISMOS ANALÓGICOS Y DIGITALES.....	2-114
2.7.3.1.2.- EL AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	2-116
2.7.3.1.3.- CONTROL POR ORDENADOR.....	2-118
2.7.3.2.- AUTÓMATAS PROGRAMABLES.....	2-120
2.7.3.2.1.- GENERALIDADES.....	2-120
2.7.3.2.2.- ARQUITECTURA INTERNA DE UN PLC.....	2-121
2.7.3.2.2.1.- UNIDAD CENTRAL DE PROCESO, CPU.....	2-124
2.7.3.2.2.2.- MEMORIA DEL AUTÓMATA.....	2-128
2.7.3.2.2.2.1.- Memorias internas.....	2-132
2.7.3.2.2.2.2.- Memoria de programa.....	2-137
2.7.3.2.2.3.- INTERFACES DE ENTRADAS/SALIDAS (E/S).....	2-139
2.7.3.2.2.4.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	2-143
2.7.3.2.3.- CICLO DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC Y CONTROL A TIEMPO REAL	2-146
2.7.3.2.3.1.- CICLO DE FUNCIONAMIENTO.....	2-147
2.7.3.2.3.2.- TIEMPO DE EJECUCIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL	2-149
2.7.3.2.4.- CONFIGURACIÓN DEL AUTÓMATA.....	2-150
2.7.3.2.4.1.- TIPOS DE PROCESADORES EN LA CPU.....	2-151
2.7.3.2.4.2.- CONFIGURACIONES DE LA UNIDAD DE CONTROL...2- 154	
2.7.3.2.4.3.- CONFIGURACIONES DEL SISTEMA DE ENTRADAS/SALIDAS.....	2-155
2.7.3.2.4.3.1.- Entradas/salidas centralizadas.....	2-157
2.7.3.2.4.3.2.- Entradas/salidas distribuidas.....	2-158
2.7.3.2.5.- EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN Y SERVICIO DE LOS PLC'S 2-166	
2.7.3.2.5.1.- EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN.....	2-167
2.7.3.2.5.1.1.- Consolas de programación.....	2-169
2.7.3.2.5.1.2.- Terminales de programación.....	2-171
2.7.3.2.5.2.- TERMINALES DE EXPLOTACIÓN.....	2-172
2.7.3.2.5.2.1.1.- Terminales gráficos.....	2-175
2.7.3.2.5.3.- ETHERNET.....	2-176
2.7.3.2.6.- TIPOS DE INSTRUCCIONES Y PROGRAMACIÓN.....	2-177
2.7.3.2.7.- NORMAS GENERALES PARA LA ELECCIÓN DE UN PLC O AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	2-178
2.7.3.2.7.1.- NÚMERO MÁXIMO DE E/S.....	2-178

2.7.3.2.7.2.-	TIEMPO MEDIO DE EJECUCIÓN DE UN CICLO DE PROGRAMA O DE UNA INSTRUCCIÓN.....	2-179
2.7.3.2.7.3.-	CAPACIDAD MÁXIMA DE LA MEMORIA.....	2-179
2.7.3.2.7.4.-	POTENCIA DE LAS INSTRUCCIONES.....	2-179
2.7.3.2.7.5.-	NÚMERO DE TEMPORIZADORES Y CONTADORES....	2-179
2.7.3.2.8.-	NORMAS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE UN PLC	2-179
2.7.3.2.8.1.-	FIJACIONES Y CONDICIONES MECÁNICAS.....	2-179
2.7.3.2.8.2.-	DISTANCIAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA.....	2-180
2.7.3.2.8.3.-	CONDICIONES AMBIENTALES	2-180
2.7.3.2.8.4.-	CONDICIONES EXTREMAS	2-182
2.7.3.3.-	PLC VERSUS PC INDUSTRIAL.....	2-183
2.7.3.3.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN PC DE APLICACIÓN INDUSTRIAL	2-184
2.7.3.4.-	APLICACIONES PARA LA SUPERVISIÓN Y EL CONTROL DE PRODUCCIÓN	2-184
2.7.3.4.1.-	SCADA.....	2-187
2.7.3.4.2.-	ESTRUCTURA DE UN PAQUETE SCADA.....	2-189
2.7.3.4.2.1.-	CONFIGURACIÓN.....	2-189
2.7.3.4.2.2.-	INTERFAZ GRÁFICO DE OPERADOR.....	2-190
2.7.3.4.2.3.-	MÓDULO DE PROCESO.....	2-190
2.7.3.4.2.4.-	GESTIÓN Y ARCHIVO DE DATOS.....	2-191
2.7.3.4.2.5.-	COMUNICACIONES	2-191
2.7.3.5.-	SENSORES Y ACTUADORES	2-191
2.7.3.5.1.-	SENSORES: CLASIFICACIÓN	2-192
2.7.3.5.1.1.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO SENSOR	2-193
2.7.3.5.1.2.-	CLASIFICACIONES SEGÚN EL TIPO DE SEÑAL DE SALIDA	2-194
2.7.3.5.1.3.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RANGO DE VALORES	2-198
2.7.3.5.1.4.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE INTEGRACIÓN	2-199
2.7.3.5.1.5.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN LA MAGNITUD FÍSICA A DETECTAR	2-201
2.7.3.5.2.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SENSORES	2-202
2.7.3.5.2.1.-	CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS.....	2-203
2.7.3.5.2.2.-	CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS.....	2-205
2.7.3.5.3.-	TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA.....	2-206
2.7.3.5.3.1.-	TERMOSTATOS	2-207

2.7.3.5.3.2.-	TERMOPARES	2-207
2.7.3.5.3.3.-	TERMORRESISTENCIAS Pt100	2-209
2.7.3.5.3.4.-	TERMORRESISTENCIAS PTC Y NTC	2-209
2.7.3.5.3.5.-	PIRÓMETROS DE RADIACIÓN.....	2-210
2.7.3.5.4.-	TRANSDUCTORES DE PRESIÓN	2-210
2.7.3.5.5.-	TRANSDUCTORES DE CAUDAL	2-212
2.7.3.5.5.1.-	MEDIDORES DE CAUDAL	2-212
2.7.3.5.5.1.1.-	Medidores electromagnéticos.....	2-212
2.7.3.5.5.1.2.-	Medidor de tipo turbina.....	2-213
2.7.3.5.5.1.3.-	Medidores de área variable.....	2-213
2.7.3.5.5.1.4.-	Medidores por desplazamiento positivo	2-215
2.7.3.5.5.1.5.-	Medidores máxicos	2-216
2.7.3.5.5.1.6.-	Medidas por presión diferencial	2-216
2.7.3.5.6.-	TRANSDUCTORES DE NIVEL	2-217
2.7.3.5.6.1.-	TRANSDUCTORES TODO O NADA	2-217
2.7.3.5.6.2.-	TRANSDUCTORES POR PRESIÓN	2-217
2.7.3.5.6.3.-	TRANSDUCTORES POR FLOTADOR.....	2-218
2.7.3.5.6.4.-	TRANSDUCTORES ULTRASÓNICOS	2-218
2.7.3.5.7.-	ACCIONAMIENTOS	2-218
2.7.3.5.7.1.-	CLASIFICACIÓN	2-218
2.7.3.5.7.2.-	ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS.....	2-219
2.7.3.5.7.2.1.-	Relés y contactores.....	2-219
2.7.3.5.7.2.2.-	Servomotores de CC.....	2-220
2.7.3.5.7.2.3.-	Servomotores de CA	2-221
2.7.3.5.7.2.4.-	Motores paso a paso	2-221
2.7.3.5.7.3.-	ACCIONAMIENTOS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS. 2-	
221		
2.7.3.5.7.3.1.-	Válvulas.....	2-221
2.7.3.5.7.3.2.-	Servoválvulas	2-222
2.7.3.5.7.3.3.-	Bombas y motores hidráulicos	2-223
2.7.3.6.-	REDES DE SENSORES-ACTUADORES	2-224
2.7.3.6.1.-	CONCEPTOS GENERALES.....	2-224
2.7.3.6.2.-	REDES DE SENSORES-ACTUADORES DE CAPACIDAD FUNCIONAL LIMITADA.....	2-225
2.7.3.6.3.-	REDES DE SENSORES-ACTUADORES DE ELEVADA CAPACIDAD FUNCIONAL	2-225
2.7.3.6.4.-	RED AS-i DE SENSORES ACTUADORES.....	2-226
2.7.3.6.4.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES	2-229
2.7.3.6.4.2.-	COMPONENTES DE UNA RED AS-i.....	2-230
2.7.3.6.4.2.1.-	Fuente de alimentación AS-i.....	2-230
2.7.3.6.4.2.2.-	Módulos de conexión	2-231

2.7.3.6.4.2.3.-	Módulos de usuario	2-231
2.7.3.6.4.2.4.-	Sensores/Actuadores con circuito integrado AS-i	2-233
2.7.3.6.4.2.5.-	Módulo principal	2-233
2.7.3.6.4.2.6.-	Módulos Pasarela AS-i	2-233
2.7.3.7.-	BLENDING	2-234
2.7.3.7.1.-	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MEZCLA	2-236
2.7.4.-	ANÁLISIS DEL VINO	2-238
2.7.4.1.-	RAZONES PARA EL ANÁLISIS	2-238
2.7.4.2.-	COMPONENTES ANÁLITICOS COMUNES	2-238
2.7.4.3.-	TÉCNICAS ANALÍTICAS	2-239
2.7.4.4.-	SUSTANCIAS Y PROPIEDADES ANALIZABLES	2-241
2.7.4.4.1.-	MASA VOLÚMICA Y DENSIDAD RELATIVA A 20°C	2-241
2.7.4.4.1.1.-	DEFINICIONES	2-241
2.7.4.4.1.2.-	FUNDAMENTO DE LOS MÉTODOS	2-242
2.7.4.4.1.3.-	TRATAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA	2-242
2.7.4.4.1.4.-	MÉTODO DE REFERENCIA	2-242
2.7.4.4.1.4.1.-	Material	2-242
2.7.4.4.1.4.2.-	Calibrado del picnómetro	2-243
2.7.4.4.1.4.2.1.-	Utilización de una balanza de dos platos	2-244
2.7.4.4.1.4.2.2.-	Utilización de una balanza monoplato	2-245
2.7.4.4.1.4.3.-	Procedimiento	2-246
2.7.4.4.1.4.3.1.-	Utilización de una balanza de dos platos	2-246
2.7.4.4.1.4.3.2.-	Utilización de una balanza monoplato	2-249
2.7.4.4.1.4.3.3.-	Repetibilidad en la masa volúmica	2-250
2.7.4.4.1.4.3.4.-	Reproductibilidad en la masa volúmica	2-250
2.7.4.4.2.-	MEDIDA DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN EL LABORATORIO	2-250
2.7.4.4.2.1.-	Procedimientos densimétricos	2-250
2.7.4.4.2.1.1.-	Hidrometría	2-250
2.7.4.4.2.1.2.-	Refractometría	2-252
2.7.4.4.3.-	ION HIDRÓGENO (pH) Y ACIDEZ FIJA	2-253
2.7.4.4.3.1.-	Contenido de ácidos orgánicos del vino	2-253
2.7.4.4.3.2.-	Capacidad tamponante	2-255
2.7.4.4.3.3.-	Ajuste de la acidez titulable y el pH	2-255
2.7.4.4.3.3.1.-	Adición de ácidos orgánicos	2-255
2.7.4.4.3.3.2.-	Desacidificación con carbonatos	2-256
2.7.4.4.3.4.-	CONSIDERACIONES SENSORIALES	2-257
2.7.4.4.4.-	ACIDEZ VOLATIL	2-258
2.7.4.4.4.1.-	CONSIDERACIONES SENSORIALES	2-258
2.7.4.4.4.2.-	REDUCCIÓN DE LA ACIDEZ VOLATIL	2-259

2.7.4.4.4.3.- MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA ACIDEZ VOLATIL	259
2.7.4.4.5.- ANÁLISIS DE AZÚCARES REDUCTORES	2-259
2.7.4.4.5.1.- DETERMINACIÓN RÁPIDA DE LOS AZÚCARES REDUCTORES	2-261
2.7.4.4.6.- ALCOHOL Y EXTRACTO	2-261
2.7.4.4.6.1.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALCOHOL	2-261
2.7.4.4.6.1.1.- Métodos físicos	2-262
2.7.4.4.6.1.1.1.- Análisis por ebulloimetría	2-262
2.7.4.4.6.1.1.2.- Hidrometría	2-264
2.7.4.4.6.1.1.3.- Cromatografía de gas	2-264
2.7.4.4.6.1.1.4.- Cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC)	2-265
2.7.4.4.6.1.2.- Métodos químicos	2-265
2.7.4.4.6.1.2.1.- Oxidación por el dicromato	2-265
2.7.4.4.6.1.2.2.- Análisis enzimático	2-266
2.7.4.4.6.2.- EXTRACTO	2-266
2.7.4.4.6.2.1.- Análisis del extracto	2-266
2.7.4.4.6.2.1.1.- Procedimientos densimétricos	2-267
2.7.4.4.6.2.1.2.- Nomografías	2-267
2.7.4.4.7.- EVALUACIÓN DEL COLOR POR ESPECTROMETRÍA	2-267
2.7.4.4.7.1.- COLOR TRISTIMULUS	2-269
2.7.4.4.7.2.- ESTIMACIÓN ESPECTRAL DE LOS FENOLES DE ZUMOS Y VINOS BLANCOS	2-269
2.7.4.4.8.- DIÓXIDO DE AZUFRE	2-271
2.7.4.4.8.1.- EL DIÓXIDO DE AZUFRE COMO INHIBIDOR DE LAS REACCIONES DE OSCURECIMIENTO	2-271
2.7.4.4.8.2.- DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE Y LIGADO	2-272
2.7.4.4.8.3.- FUENTES DE DIÓXIDO DE AZUFRE	2-273
2.7.4.4.8.3.1.- Consideraciones sensoriales	2-273
2.7.4.4.8.4.- ANÁLISIS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE Y TOTAL	2-274
2.7.4.5.- PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO	2-276
2.7.4.5.1.- INFORMACIÓN GENERAL	2-276
2.7.4.5.2.- MÉTODOS NUEVOS FRENTE A LOS TRADICIONALES	2-277
2.7.4.5.2.1.- ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICOS	2-277
2.7.4.5.2.2.- MÉTODOS ENZIMÁTICOS	2-279
2.7.4.5.2.3.- ABSORCIÓN ATÓMICA Y ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN	2-280
2.7.4.5.2.4.- TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS	2-280

2.7.4.5.3.- SOLUCIONES PATRÓN ÁCIDAS Y BÁSICAS	2-282
2.7.4.5.3.1.- SOLUCIONES PATRÓN DE HIDRÓXIDO SÓDICO ..	2-282
2.7.4.5.3.2.- SOLUCIONES PATRÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO	2-283
2.7.4.5.3.3.- SOLUCIÓN PATRÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO.....	2-284
2.7.4.5.4.- ACIDEZ TITULABLE.....	2-284
2.7.4.5.4.1.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO CON NaoH....	2-284
2.7.4.5.4.2.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO SEGÚN LA AOAC	2-285
2.7.4.5.4.2.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO SEGÚN LA AOAC	2-285
2.7.4.5.5.- ACIDEZ VOLÁTIL	2-287
2.7.4.5.5.1.- ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS.....	2-287
2.7.4.5.5.2.- DESTILACIÓN AL VAPOR DE ÁCIDOS VOLÁTILES EN	
ALAMBIQUE CASH O MARKHAM.....	2-289
2.7.4.5.5.3.- MÉTODO ENZIMÁTICO/ESPECTROFOTOMÉTRICO....	2-293
2.7.4.5.5.3.- MÉTODO ENZIMÁTICO/ESPECTROFOTOMÉTRICO....	2-293
2.7.4.5.6.- ÁCIDOS ORGÁNICOS: ANÁLISIS POR HPLC DE LOS	
ÁCIDOS ACÉTICO, CÍTRICO, FUMÁRICO, GLUCÓNICO, LÁCTICO, MÁLICO,	
SUCCÍNICO Y TARTÁRICO	2-294
2.7.4.5.7.- AZÚCARES REDUCTORES	2-297
2.7.4.5.7.1.- ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO ENZIMÁTICO	2-297
2.7.4.5.7.2.- ESTIMACIÓN VISUAL RÁPIDA.....	2-298
2.7.4.5.7.3.- MÉTODO TITULOMÉTRICO DE REBELEIN (GOLD	
COAST)	2-299
2.7.4.5.7.4.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO DE LANE-EYNON	
MODIFICADO	2-302
2.7.4.5.8.- COLOR.....	2-305
2.7.4.5.8.1.- DETERMINACIÓN ESPECTROMÉTRICA DEL MATIZ	
(TONALIDAD) Y LA INTENSIDAD (DENSIDAD)	2-305
2.7.4.5.8.2.- MÉTODO DE LOS 10 ORDINALES PARA ESPECIFICAR	
EL COLOR	2-307
2.7.4.5.9.- CONCENTRACIÓN DE IONES DE HIDRÓGENO: MEDICIÓN	
DEL pH	2-308
2.7.4.5.10.- DIÓXIDO DE AZUFRE	2-310
2.7.4.5.10.1.- DESTILACIÓN CON AIREACIÓN Y PROCEDIMIENTO	
DE TITULACIÓN	2-310
2.7.4.5.10.2.- DETERMINACIÓN ESPECTROMÉTRICA ENZIMÁTICA	
.....	2-315
2.7.4.5.10.3.- ESTIMACIÓN RÁPIDA UTILIZANDO EL MÉTODO DE	
TITRITO	2-316
2.7.4.5.10.4.- MÉTODO TITULOMÉTRICO DE RIPPER UTILIZANDO	
YODO	2-317

2.7.4.5.10.5.-	MÉTODO TITULOMÉTRICO DE RIPPER UTILIZANDO YODATO	2-321
2.7.4.5.10.6.-	PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO MODIFICADO POR MONIER-WILLIAMS	2-322
2.7.4.5.11.-	ETANOL	2-323
2.7.4.5.11.1.-	ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS	2-323
2.7.4.5.11.2.-	DETERMINACIÓN POR EBULLOMETRÍA	2-326
2.7.4.5.11.3.-	DETERMINACIÓN POR HIDROMETRÍA	2-329
2.7.4.5.11.4.-	DETERMINACIÓN POR TITULOMETRÍA (DICROMATO)	2-331
2.7.4.5.11.5.-	ESPECTROMETRÍA VISIBLE-OXIDACIÓN DEL DICROMATO	2-335
2.7.4.5.12.-	EXTRACTO	2-336
2.7.4.5.12.1.-	DETERMINACIÓN CON HIDRÓMETRO BRIX	2-336
2.7.4.5.12.2.-	DETERMINACIÓN POR GRAVEDAD ESPECÍFICA	2-337
2.7.4.5.12.3.-	MÉTODOS NOMOGRÁFICOS	2-340
2.7.4.5.13.-	OXÍGENO: DETERMINACIÓN CON MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO	2-340
2.7.4.5.14.-	SÓLIDOS SOLUBLES	2-342
2.7.4.5.14.1.-	DETERMINACIÓN DE °BRIX, °BALLING, °BAUMÉ U °ÖECHSLE POR HIDROMETRÍA	2-342
2.7.4.5.14.2.-	DETERMINACIÓN POR REFRACTOMETRÍA	2-344
2.7.4.6.-	CONTROL DE EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	2-346
2.7.4.6.1.-	CALIBRACIÓN / VERIFICACIÓN INTERNA	2-347
2.7.4.6.2.-	CALIBRACIÓN / VERIFICACIÓN EXTERNA	2-347
2.7.4.7.-	DEGUSTACIÓN Y CATA	2-348
2.7.4.7.1.-	COMITÉ DE CATA	2-348
2.7.4.7.2.-	EL ANÁLISIS SENSORIAL. CONCEPTOS BÁSICOS	2-349
2.7.4.7.2.1.-	LA NITIDEZ	2-349
2.7.4.7.2.2.-	EL COLOR	2-349
2.7.4.7.2.3.-	EL OLOR	2-350
2.7.4.7.2.4.-	EL SABOR	2-350
2.7.4.7.3.-	METODOLOGÍA BÁSICA	2-350
2.7.4.7.4.-	CUALIDADES DEL CATADOR	2-351
2.7.4.7.5.-	CARACTERÍSTICAS DE LAS COPAS	2-352
2.7.4.7.6.-	OLER CORRECTAMENTE	2-353
2.7.4.7.7.-	DEGUSTAR CORRECTAMENTE	2-355
2.7.4.7.8.-	SALA DE CATAS	2-358
2.7.4.7.9.-	VALORACIÓN DEL EXAMEN SENSORIAL	2-358
2.7.4.7.10.-	PREPARACIÓN DE UNA CATA	2-359

2.7.5.-	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA	2-360
2.7.5.1.-	PRINCIPIOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-360
2.7.5.1.1.-	NATURALEZA DE LAS SUPEFICIES A LIMPIAR.....	2-361
2.7.5.1.2.-	ORIGEN DE LA SUCIEDAD.....	2-362
2.7.5.1.3.-	CALIDAD DEL AGUA	2-364
2.7.5.1.4.-	MECANISMOS DE LA LIMPIEZA.....	2-368
2.7.5.1.5.-	PRINCIPIOS DE LA DESINFECCIÓN	2-369
2.7.5.2.-	PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-370
2.7.5.2.1.-	DETERGENTES	2-371
2.7.5.2.2.-	DESINFECTANTES	2-374
2.7.5.2.3.-	INCOMPATIBILIDADES Y ELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-379
2.7.5.3.-	PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-382
2.7.5.3.1.-	MÉTODOS DE HIGIENIZACIÓN	2-382
2.7.5.3.2.-	OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA	2-387
2.7.5.3.3.-	CONTROLES SANITARIOS	2-393
2.7.5.3.4.-	PLAGAS DE LAS BODEGAS	2-394
2.7.6.-	AGUA Y VERTIDOS ENOLÓGICOS	2-396
2.7.6.1.-	CALIDAD Y CONSUMO DE AGUA EN LAS BODEGAS	2-397
2.7.6.1.1.-	CALIDAD DEL AGUA ENOLÓGICA	2-397
2.7.6.1.2.-	CONSUMO DE AGUA EN LAS BODEGAS	2-400
2.7.6.1.3.-	EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS	2-402
2.7.6.2.-	CARGA CONTAMINANTE DE LOS EFLUENTES ENOLÓGICOS- 403	
2.7.6.2.1.-	PARÁMETROS DE LA CONTAMINACIÓN Y SU TOMA DE MUESTRAS	2-403
2.7.6.2.2.-	CARGA CONTAMINANTE Y VARIABILIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS BODEGAS	2-408
2.7.6.2.3.-	REGLAMENTACIÓN DE LOS VERTIDOS.....	2-411
2.7.6.2.4.-	MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL VOLUMEN Y LA CARGA CONTAMINANTE DE LOS EFLUENTES	2-413
2.8.-	RESULTADOS FINALES.....	2-419
2.8.1.-	ELECCIÓN DE MATERIALES.....	2-419
2.8.2.-	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS.....	2-421
2.8.2.1.-	SISTEMA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS INOXIDABLES....	2-421
2.8.2.2.-	DEPÓSITOS	2-425
2.8.2.2.1.-	CARACTERÍSTICAS.....	2-429
2.8.2.2.2.-	DISTANCIA ENTRE RECIPIENTES	2-430

2.8.2.3.- EQUIPOS DE IMPULSIÓN	2-433
2.8.2.3.1.- BOMBA SELECCIONADA	2-433
2.8.2.3.2.- BOMBAS CENTRÍFUGAS	2-435
2.8.2.3.3.- ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSTALACIÓN DE UNA BOMBA	2-436
2.8.2.4.- HOMOGENIZACIÓN DE LOS VGL	2-437
2.8.2.4.1.- NITRÓGENO	2-439
2.8.2.4.2.- REDUCTOR DE PRESIÓN	2-440
2.8.2.5.- INERTIZACIÓN DEL SISTEMA	2-442
2.8.2.5.1.- EQUIPOS DE CONTROL DE PRESIÓN.....	2-443
2.8.2.6.- ELEMENTOS DE CONTROL	2-444
2.8.2.6.1.- SENSORES EN LA PLANTA	2-445
2.8.2.6.1.1.- SENSOR DE NIVEL	2-445
2.8.2.6.1.2.- SENSOR DE TEMPERATURA.....	2-446
2.8.2.6.1.3.- SENSOR DE PRESIÓN	2-447
2.8.2.6.2.- ELECTROVÁLVULAS DE CONTROL.....	2-447
2.8.2.6.3.- SISTEMA DE CONTROL	2-447
2.8.2.6.3.1.- Configuración	2-448
2.8.2.6.3.1.1.- PLC	2-449
2.8.2.6.3.1.2.- Maestro AS-Interface	2-449
2.8.2.6.3.1.3.- Cable de AS-Interface	2-450
2.8.2.6.3.1.4.- Fuentes de alimentación de AS-Interface.....	2-450
2.8.2.6.3.1.5.- Esclavos AS-Interface	2-450
2.8.2.6.3.1.6.- Ventajas.....	2-451
2.8.2.6.3.2.- SOFTWARE DE SIMATIC BATCH.....	2-452
2.8.2.6.3.2.1.- SIMATIC Route Control.....	2-453
2.8.2.7.- SISTEMA DE LIMPIEZA C.I.P.	2-454
2.8.2.7.1.- DISEÑO DEL CIP FIJO DE UNA LINEA	2-454
2.8.2.8.- ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA	2-455

DOCUMENTO 3.- ANEXOS..... 3-1

3.1.- ÍNDICE DE LOS ANEXOS.....3-2

3.2.- EMPLAZAMIENTO DE LA BODEGA3-8

3.2.1.- EL MARCO DEL JEREZ.....	3-9
3.2.2.- EL CLIMA.....	3-10
3.2.3.- EL SUELO.....	3-11
3.2.3.1.- VARIEDADES DE UVA.....	3-12
3.2.3.2.- PALOMINO FINO.....	3-13
3.2.3.3.- PALOMINO DE JEREZ	3-14

3.2.3.4.-	PEDRO XIMÉNEZ	3-14
3.2.3.5.-	MOSCATEL	3-15
3.3.-	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	3-17
3.3.1.-	ESTUDIO DE MERCADO DE LOS VINOS DE JEREZ.....	3-17
3.3.1.1.-	EXISTENCIAS	3-17
3.3.1.2.-	PRINCIPALES MERCADOS.....	3-18
3.3.1.3.-	VENTAS POR TIPOS DE VINO	3-19
3.3.1.4.-	MERCADOS EXTERIORES.....	3-20
3.3.1.5.-	MERCADO NACIONAL	3-21
3.3.1.6.-	ESTACIONALIDAD DE LAS VENTAS.....	3-23
3.3.1.7.-	EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS	3-23
3.3.1.8.-	ESTIMACIÓN DE LAS VENTAS	3-25
3.3.1.9.-	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	3-28
3.3.2.-	BALANCE DE MATERIA	3-30
3.3.3.-	DISEÑO DE LOS DEPÓSITOS.....	3-33
3.3.3.1.-	DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS.....	3-33
3.3.3.2.-	DISEÑO MECANICO DE LOS DEPÓSITOS	3-35
3.3.3.2.1.-	PRESIÓN DE PROYECTO, P_p	3-36
3.3.3.2.2.-	Temperatura de Proyecto, T_p	3-36
3.3.3.2.3.-	Velocidad del viento	3-37
3.3.3.2.4.-	Tipo de material.....	3-37
3.3.3.2.5.-	Margen de sobreespesor de corrosión (c)	3-38
3.3.3.2.6.-	Tensión máxima admisible, σ	3-38
3.3.3.2.7.-	Prueba hidráulica	3-39
3.3.3.2.8.-	Eficiencia de soldadura, E	3-40
3.3.3.2.9.-	Espesor mínimo de pared, $e_{\text{mínimo}}$	3-41
3.3.3.2.10.-	Espesor de la envolvente cilíndrica, e.....	3-42
3.3.3.2.11.-	Espesor de los fondos, e_f	3-44
3.3.3.2.12.-	Altura de la pestaña, h.....	3-46
3.3.3.2.13.-	TUBULADURAS DE CONDUCCIONES	3-47
3.3.3.2.14.-	COMPROBACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA	3-49
3.3.3.2.14.1.-	PRESIÓN EXTERNA	3-49
3.3.3.2.14.2.-	ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LOS RECIPIENTES.....	3-52
3.3.3.2.14.3.-	EFECTO SÍSMICO	3-53
3.3.3.2.14.3.1.-	Determinación del coeficiente sísmico, S.....	3-54
3.3.3.2.14.3.2.-	Esfuerzos cortantes.....	3-57
3.3.3.2.14.3.3.-	Momentos flectores	3-58
3.3.3.2.14.4.-	Comprobación de un recipiente sometido a esfuerzos combinados	3-59
3.3.4.-	DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS	3-61

3.3.4.1.-	RED DE TUBERÍAS	3-61
3.3.4.2.-	CAUDALES MÁXIMOS QUE CIRCULARÁN POR LAS TUBERÍAS 3-62	
3.3.4.3.-	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LAS TUBERÍAS	3-62
3.3.4.4.-	CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS TUBERÍAS	3-64
3.3.4.5.-	PÉRDIDAS DE CARGA	3-67
3.3.4.5.1.-	PÉRDIDAS PRIMARIAS	3-67
3.3.4.5.2.-	PÉRDIDAS SECUNDARIAS.....	3-69
3.3.4.5.3.-	PÉRDIDAS TOTALES	3-70
3.3.5.-	CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE IMPULSIÓN	3-70
3.3.5.1.-	CÁLCULO DE LA ALTURA ÚTIL	3-70
3.3.5.2.-	CÁLCULO DE LA ALTURA DE ASPIRACIÓN	3-72
3.3.5.3.-	CÁLCULO DE LA POTENCIA	3-76
3.3.5.3.1.-	POTENCIA ÚTIL	3-76
3.3.5.3.2.-	POTENCIA DE ACCIONAMIENTO.....	3-77
3.3.5.4.-	ELECCIÓN DE LA BOMBA	3-77
3.3.6.-	CÁLCULO DEL NITRÓGENO NECESARIO.....	3-79
3.3.6.1.-	INERTIZACIÓN.....	3-79
3.3.6.2.-	HOMOGENIZACIÓN	3-79
3.4.-	GRÁFICAS Y TABLAS	3-81
3.4.1.-	CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE	3-81
3.4.2.-	NOMOGRAFÍA DE VINOS DE MESA	3-83
3.4.3.-	NOMOGRAFÍA DE VINOS DE POSTRE	3-84
3.4.4.-	CORRECCIONES DE TEMPERATURA DE LOS HIDRÓMETROS DE ALCOHOL 3-85	
3.4.5.-	FACTORES DE CORRECCIÓN PARA LAS MEDICIONES DEL HIDRÓMETRO BRIX TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 68°F (20°C) ..	3-87
3.4.6.-	FACTORES DE CORRECCIÓN DE LAS MEDICIONES DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 20°C (68°F).....	3-88
3.4.7.-	ESCALA INTERNACIONAL DE LOS ÍNDICES DE REFRACCIÓN DE SOLUCIONES DE SACAROSA A 20°C (68°F).....	3-89
3.4.8.-	DIAGRAMA PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD RELATIVA DE TUBERÍAS 3-90	
3.4.9.-	GRÁFICA DE MOODY	3-91
3.4.10.-	LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCIDENTES.....	3-92
3.4.11.-	FACTOR “A” PARA DEPÓSITOS CILÍNDRICOS	3-93
3.4.12.-	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS ISA-S 5.1 ...	3-95
3.4.13.-	CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACERO	3-96

3.4.14.-	DIÁMETROS NOMINALES. TUBOS REUNIDOS	3-97
3.5.-	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	3-99
3.5.1.-	EQUIPOS DE IMPULSIÓN	3-99
3.5.2.-	LANZA DIFUSIÓN/AGITACIÓN	3-101
3.5.3.-	REGULADOR DE NITRÓGENO.....	3-102
3.5.4.-	SENSOR DE TEMPERATURA.....	3-104
3.5.5.-	SENSOR DE PRESIÓN.....	3-106
3.5.6.-	SENSOR DE NIVEL	3-108
3.5.7.-	ELECTROVÁLVULA.....	3-109
3.5.8.-	VÁLVULA DE RETENCIÓN.....	3-109
3.5.9.-	MANGUERA ENOLÓGICA.....	3-110
3.5.10.-	EQUIPO CIP.....	3-111
3.5.11.-	RED AS-i.....	3-112
3.5.11.1.-	PLC: CPU 226 (REF.: 6ES7 216-2AD23-0XB0)	3-112
3.5.11.2.-	MAESTRO CP 243-2.....	3-118
3.5.11.3.-	MÓDULO DIGITAL: EM 222 (REF. 6ES7 222-1BF22-0XA0)..	3-119
3.5.11.4.-	FUENTE DE ALIMENTACIÓN: SITOP SMART 10A (REF.: 6EP1 334-2BA01)	3-120
3.5.11.5.-	CABLE AS-i PERFILADO.....	3-123
3.5.11.6.-	CONECTOR DE UNIÓN AS-i.....	3-124
3.6.-	SEGURIDAD E HIGIENE	3-125
3.6.1.-	INTRODUCCIÓN	3-125
3.6.2.-	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	3-126
3.6.2.1.-	OBJETO	3-126
3.6.2.2.-	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN.....	3-127
3.6.2.2.1.-	LAS BOMBAS	3-127
3.6.2.2.2.-	INSTRUMENTACIÓN EN GENERAL	3-128
3.6.2.2.3.-	DEPÓSITOS DE LA PLANTA.....	3-128
3.6.2.2.3.1.-	Limpieza y cuidados de los tanques metálicos.....	3-128
3.6.2.2.3.2.-	Esterilización de los tanques	3-132
3.6.2.3.-	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	3-134
3.6.2.4.-	COSTES DIRECTOS DEL MANTENIMIENTO	3-139
3.6.3.-	ANÁLISIS DE RIESGO Y PUNTOS DE CONTROL.....	3-140
3.6.3.1.-	INTRODUCCIÓN.....	3-141
3.6.3.2.-	PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA ARCPC	3-142
3.6.3.3.-	METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA ARCPC....	3-143
3.6.3.3.1.-	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O TEMA A ANALIZAR..	3-143
3.6.3.3.2.-	FORMACIÓN DEL EQUIPO	3-143

3.6.3.3.3.- RECOPIACIÓN DE LOS DATOS RELATIVOS AL PRODUCTO Y SU UTILIZACIÓN.....	3-144
3.6.3.3.4.- ANÁLISIS DEL PROCESO DESDE LA RECEPCIÓN HASTA LA EXPEDICIÓN	3-144
3.6.3.3.5.- CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO Y DESPUÉS COMPROBACIÓN DEL MISMO	3-144
3.6.3.3.6.- DETERMINACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO POR CADA FASE U OPERACIÓN.....	3-144
3.6.3.3.7.- DETERMINACIÓN DEL EFECTO QUE PRODUCE EL FALLO (RIESGO)	3-145
3.6.3.3.8.- ESTABLECIMIENTO DE LOS CONTROLES A REALIZAR...	3-145
3.6.3.3.9.- ELABORACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES Y MÉTODOS ANALÍTICOS CORRESPONDIENTES A LOS CONTROLES ESTABLECIDOS	3-146
3.6.3.3.10.- ESTABLECIMIENTO DE LOS LÍMITES CRÍTICOS	3-148
3.6.3.3.11.- ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES PREVENTIVAS.	3-148
3.6.3.3.12.- ESTABLECIMIENTO DE LA ACCIÓN A TOMAR	3-148
3.6.3.3.13.- ESTABLECIMIENTO DE REGISTROS	3-148
3.6.3.3.14.- ESTABLECIMIENTO DE LA SISTEMÁTICA PARA VERIFICAR Y REVISAR EL ARCPC.....	3-149
3.6.3.3.15.- FORMACIÓN	3-149
3.6.3.4.- DEFINICIONES.....	3-149
3.6.3.5.- DIAGRAMA DE FLUJO.....	3-150
3.6.3.6.- CUADRO DE GESTIÓN: ARCPC PROCESO VINO.....	3-151
3.6.3.7.- GUÍA PARA LA APLICACIÓN	3-153
3.6.3.7.1.- ELABORACIÓN.....	3-153
3.6.3.7.1.1.- Presencia de etilenglicol, dietilenglicol, propilenglicol ...	3-153
3.6.3.7.2.- ESTABILIZACIÓN Y CORRECCIONES	3-154
3.6.3.7.2.1.- Presencia de etilenglicol, dietilenglicol, propilenglicol ...	3-154
3.6.3.7.2.2.- Restos de ferrocianuro	3-154
3.6.3.7.2.3.- Incorporación al vino de productos tóxicos por equivocación	3-155
3.6.3.7.3.- EMBOTELLADO	3-155
3.6.3.7.3.1.- Contaminación microbiológica	3-155
3.6.3.7.3.2.- Presencia de cristales u otros cuerpos extraños en el vino	3-156
3.6.3.7.3.3.- Vidrios en el exterior de la botella	3-156
3.6.3.7.3.4.- Aparición de residuos de productos de limpieza de máquinas	3-157
3.6.3.7.3.5.- Incorporación al vino de productos tóxicos por equivocación	3-157

3.6.4.-	EVALUACION DE RIESGOS.....	3-157
3.6.4.1.-	CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE TRABAJO	3-157
3.6.4.2.-	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.....	3-158
3.6.4.3.-	ESTIMACIÓN DE RIESGOS.....	3-158
3.6.4.4.-	VALORACIÓN DE RIESGOS.....	3-160
3.6.5.-	MEDIDAS ADOPTADAS	3-160
3.6.5.1.-	DESARROLLO DE LA LEY DE PREVENCION DE RIESGOS	
LABORALES	3-161	
3.6.5.1.1.-	SEÑALIZACIÓN.....	3-161
3.6.5.1.1.1.-	Distribución de la señalización	3-162
3.6.5.2.-	LUGARES DE TRABAJO	3-164
3.6.5.3.-	PROCESOS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	3-167
3.6.5.4.-	SEGURIDAD ALIMENTARIA	3-168
3.6.5.5.-	FICHAS DE SEGURIDAD.....	3-169
3.6.6.-	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y EXPLOSIONES	3-169
3.6.6.1.-	INTRODUCCIÓN.....	3-169
3.6.6.2.-	FUENTES DE PELIGRO DE INCENDIO	3-170
3.6.6.3.-	ANALISIS DEL GRADO DE RIESGO DE INCENDIO	3-175
3.6.6.4.-	MEDIDAS PREVENTIVAS ADOPTADAS.....	3-178
3.6.6.5.-	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	3-179
3.6.6.6.-	PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES.....	3-183
3.6.7.-	cubetos de retención.....	3-184
3.6.8.-	VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	3-187
3.6.8.1.-	DEFINICIONES.....	3-187
3.6.8.2.-	TIPOS DE VÁLVULAS	3-189
3.6.8.2.1.-	SEGÚN SU ELEVACIÓN	3-189
3.6.8.2.2.-	SEGÚN SU ACTUACIÓN	3-189
3.6.8.2.3.-	SEGÚN SU AGRUPACIÓN.....	3-189
3.6.8.2.4.-	SEGÚN SU CONEXIÓN	3-189
3.6.8.3.-	ELEMENTOS	3-190
3.6.8.4.-	FUNCIONAMIENTO.....	3-190
3.6.8.5.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	3-196
3.6.8.6.-	MONTAJE	3-197
3.6.8.7.-	INSTALACIÓN	3-199
3.6.8.8.-	MANTENIMIENTO	3-203
3.6.8.9.-	NÚMERO DE VÁLVULAS Y CAPACIDAD DE ALIVIO	3-205
3.6.9.-	VENTEOS.....	3-209
3.6.9.1.-	VENTEOS NORMALES.....	3-209
3.6.9.2.-	VENTEOS DE EMERGENCIA	3-210
3.6.9.3.-	TUBERÍAS DE VENTEO	3-211
3.6.10.-	BOTELLAS DE NITRÓGENO.....	3-211

3.6.11.-	PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS.....	3-214
3.6.12.-	ILUMINACIÓN.....	3-217
3.6.13.-	PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.....	3-218
3.7.-	IMPACTO MEDIO AMBIENTAL	3-219
3.8.-	CONTROL DE CALIDAD.....	3-220
3.8.1.-	CONCEPTO DE CALIDAD.....	3-220
3.8.1.1.-	DISTINTIVOS DE CALIDAD	3-222
DOCUMENTO 4.-	PLIEGO DE CONDICIONES.....	4-1
CAPÍTULO I:	ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.....	4-2
CAPÍTULO II:	DISPOSICIONES GENERALES.....	4-6
Artículo 1º -	OBJETO	4-6
Artículo 2º -	DEFINICIONES.....	4-6
Artículo 3º -	NORMAS LEGALES DE APLICACIÓN	4-7
Artículo 4º -	ORDEN DE PRELACIÓN.....	4-8
Artículo 5º -	CÓMPUTO DE PLAZOS	4-8
Artículo 6º -	DISCRETIONALIDAD DEL PROMOTOR	4-9
Artículo 7º -	ÚNICO OFERENTE	4-9
Artículo 8º -	MODIFICACIONES AL PLIEGO.....	4-9
CAPÍTULO III:	DEL LLAMADO.....	4-10
Artículo 9º -	CONSULTAS PREVIAS	4-10
Artículo 10º -	ALCANCE DE LAS CIRCULARES.....	4-10
CAPÍTULO IV:	DE LOS POSTULANTES	4-11
Artículo 11º -	REQUISITOS GENERALES.....	4-11
Artículo 12º -	REQUISITOS ECONÓMICOS.....	4-11
Artículo 13º -	RESPONSABILIDAD SOLIDARIA	4-12
Artículo 14º -	UNIFICACIÓN DE PERSONERÍA.....	4-12
Artículo 15º -	INCOMPATIBILIDADES	4-12
Artículo 16º -	OBLIGACIONES DE LOS POSTULANTES U OFERENTES...	4-14
Artículo 17º -	CARÁCTER DE LAS OFERTAS.....	4-14
CAPÍTULO V:	DEL CONTENIDO DE LAS OFERTAS.....	4-16
Artículo 18º -	REQUISITOS GENERALES.....	4-16
Artículo 19º -	CONTENIDO DEL SOBRE N° 1	4-17
Artículo 20º -	GARANTÍA DE MANTENIMIENTO DE OFERTA.....	4-25
Artículo 21º -	CONTENIDO DEL SOBRE N° 2	4-27

Artículo 22° -	VARIANTES.....	4-28
Artículo 23° -	MANTENIMIENTO DE OFERTAS	4-28
CAPÍTULO VI : DE LA PRESENTACIÓN Y APERTURA DE LAS OFERTAS		
4-30		
Artículo 24° -	PRESENTACIÓN ANTICIPADA DEL SOBRE N° 1 – PARTE A .4-	
30		
Artículo 25° -	PRESENTACIÓN DE LAS OFERTAS	4-30
Artículo 26° -	ACTO DE APERTURA DE LOS SOBRES N° 1	4-31
Artículo 27° -	PRESENTACIONES DEFECTUOSAS.....	4-32
Artículo 28° -	RECHAZOS DE OFERTAS	4-33
Artículo 29° -	CONSULTA DE LAS DOCUMENTACIONES.....	4-34
Artículo 30° -	ESTUDIO DE LAS OFERTAS	4-35
Artículo 31° -	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	4-35
Artículo 32° -	CALIFICACIÓN Y PUNTUACIÓN	4-37
Artículo 33° -	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	4-39
Artículo 34° -	TRAMITACIÓN POSTERIOR.....	4-40
Artículo 35° -	NOTIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN .4-41	
Artículo 36° -	ACTO DE APERTURA DE LOS SOBRES N° 2	4-41
Artículo 37° -	CONSULTA DE LAS ACTUACIONES	4-41
Artículo 38° -	DESESTIMACIÓN DE LAS OFERTAS.....	4-42
Artículo 39° -	DEVOLUCIÓN DE SOBRES	4-42
CAPÍTULO VII : DE LA ADJUDICACIÓN		
4-44		
Artículo 40° -	INFORME DE PREADJUDICACIÓN	4-44
Artículo 41° -	RESOLUCIÓN DE ADJUDICACIÓN	4-44
CAPÍTULO VIII : DE LAS IMPUGNACIONES		
4-45		
Artículo 42° -	ACTOS IMPUGNABLES	4-45
Artículo 43° -	REQUISITOS PARA EFECTUAR IMPUGNACIONES	4-45
Artículo 44° -	TRAMITACIÓN	4-45
CAPÍTULO IX : DEL CONTRATO.....		
4-47		
Artículo 45° -	FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	4-47
Artículo 46° -	GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	4-47
Artículo 47° -	CONSTANCIAS PREVIAS.....	4-47
Artículo 48° -	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	4-48
Artículo 49° -	DOCUMENTOS DEL CONTRATO	4-48
Artículo 50° -	SELLADO DEL CONTRATO.....	4-48
Artículo 51° -	INCOMPARENCIA DEL CONTRATISTA.....	4-49
Artículo 52° -	APROBACIÓN Y VIGENCIA DEL CONTRATO	4-49
Artículo 53° -	CESIÓN DEL CONTRATO.....	4-49

CAPÍTULO X :	DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS	4-51
Artículo 54° -	INICIACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-51
Artículo 55° -	NIVEL DE NECESIDADES DE PERSONAL	4-51
Artículo 56° -	AFECTACIÓN DEL PERSONAL	4-54
Artículo 57° -	OFICINA Y MOVILIDAD	4-55
Artículo 58° -	REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA	4-56
Artículo 59° -	SUSTITUCIÓN DEL PERSONAL	4-57
CAPÍTULO XI :	DE LA COMISIÓN	4-59
Artículo 60° -	REPRESENTACIÓN DEL PROMOTOR.....	4-59
Artículo 61° -	ATRIBUCIONES DE LA COMISIÓN	4-59
Artículo 62° -	INFORMACIÓN A LA COMISIÓN	4-59
Artículo 63° -	COMUNICACIONES CON LA COMISIÓN	4-60
Artículo 64° -	DIVERGENCIA EN LA PRESTACIÓN DE LOS SEVICIOS	4-60
CAPÍTULO XII :	DE LAS OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	4-62
Artículo 65° -	OBLIGACIONES CONTABLES	4-62
Artículo 66° -	CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN LABORAL Y PREVISIONAL	4-62
Artículo 67° -	SEGUROS	4-62
Artículo 68° -	COBERTURAS A TOMAR.....	4-63
CAPÍTULO XIII :	DE LOS PLAZOS.....	4-65
Artículo 69° -	PLAZO TOTAL DE LAS PRESTACIONES	4-65
CAPÍTULO XIV :	DE LA ENTREGA Y RECEPCIÓN DE INFORMES.....	4-66
Artículo 70° -	DE LOS INFORMES EN GENERAL.....	4-66
Artículo 71° -	INFORMES MENSUALES	4-66
Artículo 72° -	INFORME FINAL.....	4-67
Artículo 73° -	ACTA DE FINALIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-67
Artículo 74° -	CONSULTAS POSTERIORES AL ACTA DE FINALIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-68
Artículo 75° -	RESPONSABILIDAD ULTERIOR DEL CONTRATISTA.....	4-68
Artículo 76° -	PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS	4-68
CAPÍTULO XV :	DE LA REVISIÓN, CERTIFICACIÓN Y PAGO.....	4-69
Artículo 77° -	REVISIÓN DE LOS INFORMES.....	4-69
Artículo 78° -	CERTIFICACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-69
Artículo 79° -	CONFECCIÓN DE LAS FACTURAS DE PAGO	4-69
Artículo 80° -	FONDO DE REPARO.....	4-69
Artículo 81° -	PAGO DE LOS CERTIFICADOS	4-69
Artículo 82° -	DEVOLUCIÓN DE GARANTÍAS.....	4-70

Artículo 83° - OBLIGACIONES INCUMPLIDAS POR EL CONTRATISTA...	4-70
Artículo 84° - OTRAS DISPOSICIONES	4-70
Artículo 85° - ACTUALIZACIONES	4-71
CAPÍTULO XVI : DE LAS SANCIONES.....	4-72
Artículo 86° - POR FALTAS E INFRACCIONES	4-72
Artículo 87° - PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE MULTAS	4-72
CAPÍTULO XVII : DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS.....	4-74
Artículo 88° - ASOCIACIÓN DE LOS INTEGRANTES DE UN POSTULANTE	4-74
Artículo 89° - SOCIEDADES	4-74
Artículo 90° - UNIONES TRANSITORIAS DE EMPRESAS	4-74
CAPÍTULO XVIII : FORMULARIOS.....	4-77
DOCUMENTO 5.- PRESUPUESTO	5-1
5.1.- ÍNDICE DEL PRESUPUESTO.....	5-2
5.2.- MEDICIONES.....	5-3
5.2.1.- TUBERÍAS Y ACCESORIOS INOXIDABLES; MANGUERAS.....	5-3
5.2.2.- EQUIPOS DE IMPULSIÓN	5-3
5.2.3.- EQUIPO DE LIMPIEZA	5-3
5.2.4.- SISTEMA DE DIFUSIÓN / MEZCLA	5-3
5.2.5.- DEPÓSITOS	5-4
5.2.6.- VÁLVULAS	5-4
5.2.7.- RED AS-i.....	5-4
5.2.8.- ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA	5-4
5.3.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	5-6
5.4.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	5-7
DOCUMENTO 6.- PLANOS	6-1
6.1.- ÍNDICE DE PLANOS.....	6-2
6.2.- ESQUEMA GENERAL DE ELABORACIÓN DEL VINO DE JEREZ...6-3	
6.3.- REPRESENTACIÓN EN PLANTA.....	6-4
6.4.- P & ID.....	6-5

6.5.-	DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO DE 10.000L Y 20.000L,
ALZADO	6-6

Documento 2.- MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1.- ÍNDICE DE LA MEMORIA

DOCUMENTO 2.- MEMORIA DESCRIPTIVA	2-1
2.1.- ÍNDICE DE LA MEMORIA	2-2
2.2.- OBJETO DEL PROYECTO	2-14
2.2.1.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2-14
2.2.1.1.- FACTORES QUE FAVORECEN LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS VINOS GENEROSOS DE LICOR.....	2-16
2.3.- ALCANCE	2-18
2.3.1.- CONDICIONANTES DEL PROYECTO	2-18
2.4.- ANTECEDENTES	2-19
2.4.1.- HISTORIA DEL VINO DE JEREZ.....	2-26
2.4.1.1.- LOS ORÍGENES DEL VINO DE JEREZ	2-26
2.4.1.2.- LOS TIEMPOS DE SHERISH.....	2-27
2.4.1.3.- EL VINO DE JEREZ TRAS LA RECONQUISTA	2-28
2.4.1.4.- LA EDAD MODERNA; LA EXPANSIÓN EXTERIOR	2-29
2.4.1.5.- EL SIGLO XIX; EL JEREZ QUE HOY CONOCEMOS	2-31
2.4.2.- EL CONSEJO REGULADOR.....	2-32
2.4.2.1.- LOS ORÍGENES DEL CONSEJO REGULADOR	2-32
2.4.2.2.- LAS FUNCIONES DEL CONSEJO REGULADOR.....	2-34
2.4.2.3.- CONTROL DE CALIDAD	2-35
2.4.2.4.- REGISTRO DE VIÑAS	2-36
2.4.2.5.- VARIEDADES	2-36
2.4.2.6.- CONTROL SOBRE LAS PRÁCTICAS CULTURALES	2-36
2.4.2.7.- CONTROL DE VENDIMIA.....	2-37
2.4.2.7.1.- LA ZONA DE CRIANZA.....	2-37
2.4.2.7.2.- LA ZONA DE PRODUCCIÓN.....	2-38
2.4.3.- LA ARQUITECTURA BODEGUERA DEL JEREZ.....	2-39
2.4.3.1.- LAS BODEGAS MORISCAS	2-40
2.4.3.2.- LA MEZQUITAS.....	2-41
2.4.3.3.- LA BAJA EDAD MEDIA Y EL RENACIMIENTO	2-41
2.4.3.4.- LAS BODEGAS DE LOS CONVENTOS.....	2-41
2.4.3.5.- LOS PALACIOS DE LOS MERCADERES DE LAS INDIAS	2-42
2.4.3.6.- LAS BODEGAS DE LUJO.....	2-42
2.4.3.7.- LAS BODEGAS CATEDRALES.....	2-43

2.5.-	NORMAS Y REFERENCIAS.....	2-44
2.5.1.-	DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	2-44
2.5.1.1.-	MARCO LEGAL	2-44
2.5.1.1.1.-	GENERALIDADES	2-44
2.5.1.1.2.-	DISPOSICIONES SOBRE HIGIENE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	2-47
2.5.1.1.2.1.-	Disposiciones Comunitarias.....	2-47
2.5.1.1.2.2.-	Disposiciones Nacionales	2-48
2.5.1.1.3.-	DISPOSICIONES GENERALES SOBRE BEBIDAS ALCOHÓLICAS	2-48
2.5.1.1.4.-	RELACIÓN DE DISPOSICIONES APLICABLES A LAS DENOMINACIONES GEOGRÁFICAS DE VINOS, VINAGRES DE VINO Y BEBIDAS ESPIRITUOSAS.....	2-49
2.5.1.1.4.1.-	Reglamentación española, en materia de vinos, vinagres de vino y bebidas espirituosas con denominación geográfica.....	2-49
2.5.1.1.4.1.1.-	Reglamentación general	2-49
2.5.1.1.4.1.2.-	Consejos Reguladores	2-50
2.5.1.1.4.2.-	Reglamentación de la Unión Europea, en materia de vinos con denominación geográfica	2-51
2.5.1.1.4.2.1.-	Reglamentación general	2-51
2.5.1.1.4.2.2.-	V.C.P.R.D.	2-51
2.5.1.1.4.2.3.-	Vinos aromatizados, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas.....	2-51
2.5.1.1.5.-	Métodos De Análisis.....	2-52
2.5.1.1.6.-	AROMAS Y ADITIVOS.....	2-52
2.5.1.1.7.-	DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN EL TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS VITIVINÍCOLAS Y A LOS REGISTROS QUE SE DEBEN LLEVAR EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA ..	2-54
2.5.1.1.7.1.-	Disposiciones comunitarias.....	2-54
2.5.1.1.7.2.-	Disposiciones estatales.....	2-54
2.5.1.1.7.3.-	DISPOSICIONES AUTONÓMICAS: ANDALUCÍA	2-55
2.5.1.1.8.-	CALIDAD DEL AGUA	2-55
2.5.1.1.9.-	ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	2-55
2.5.1.1.10.-	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	2-55
2.5.1.1.11.-	RECIPIENTES A PRESIÓN.....	2-56
2.5.1.1.11.1.-	DISPOSICIONES COMUNITARIAS.....	2-56
2.5.1.1.11.2.-	DISPOSICIONES ESTATALES.....	2-56
2.5.1.1.12.-	RESIDUOS.....	2-56
2.5.1.1.12.1.-	DISPOSICIONES ESTATALES.....	2-56
2.5.1.1.12.2.-	DISPOSICIONES AUTONÓMICAS.....	2-57

2.5.1.1.12.3.-	DISPOSICIONES MUNICIPALES	2-58
2.5.1.2.-	NORMAS APLICADAS.....	2-58
2.5.1.3.-	PROGRAMAS DE CÁLCULO	2-59
2.5.2.-	BIBLIOGRAFÍA.....	2-59
2.6.-	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	2-62
2.7.-	REQUISITOS DE DISEÑO	2-79
2.7.1.-	DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ	2-79
2.7.1.1.-	TIPOS DE VINOS DE JEREZ.....	2-79
2.7.1.1.1.-	VINOS GENEROSOS.....	2-80
2.7.1.1.1.1.-	Fino	2-81
2.7.1.1.1.2.-	Amontillado	2-82
2.7.1.1.1.3.-	Oloroso.....	2-83
2.7.1.1.1.4.-	Palo Cortado.....	2-83
2.7.1.1.1.5.-	Manzanilla.....	2-84
2.7.1.1.1.6.-	Raya	2-85
2.7.1.1.2.-	VINO DULCE NATURAL	2-85
2.7.1.1.2.1.-	Moscatel.....	2-86
2.7.1.1.2.2.-	Pedro Ximénez.....	2-86
2.7.1.1.2.3.-	Vinos de Color	2-87
2.7.1.1.3.-	VINOS GENEROSOS DE LICOR (VGL).....	2-87
2.7.1.1.3.1.-	Dry	2-88
2.7.1.1.3.2.-	Medium.....	2-88
2.7.1.1.3.3.-	Pale Cream.....	2-89
2.7.1.1.3.4.-	Cream.....	2-89
2.7.1.2.-	ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ.....	2-90
2.7.1.2.1.-	VARIEDADES DE UVA	2-91
2.7.1.2.2.-	PLANTACIÓN DE VIÑAS	2-91
2.7.1.2.3.-	VENDIMIA	2-93
2.7.1.2.4.-	VINIFICACIÓN	2-94
2.7.1.2.5.-	CRIANZA BIOLÓGICA.....	2-99
2.7.1.2.6.-	ENVEJECIMIENTO FÍSICO-QUÍMICO.....	2-101
2.7.1.2.7.-	EL SISTEMA DE CRIADERAS Y SOLERA	2-102
2.7.1.2.8.-	TRATAMIENTOS DE PREPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN	2-
104		
2.7.2.-	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROYECTADO	2-105
2.7.2.1.-	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	2-106
2.7.2.2.-	MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE VGL	2-108
2.7.2.3.-	PRODUCTOS ELABORADOS.....	2-108

2.7.2.4.- IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD.....	2-109
2.7.2.5.- AUTOMATIZACIÓN.....	2-110
2.7.3.- SISTEMA DE CONTROL.....	2-113
2.7.3.1.- INTRODUCCIÓN.....	2-114
2.7.3.1.1.- AUTOMATISMOS ANALÓGICOS Y DIGITALES.....	2-114
2.7.3.1.2.- EL AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	2-116
2.7.3.1.3.- CONTROL POR ORDENADOR.....	2-118
2.7.3.2.- AUTÓMATAS PROGRAMABLES.....	2-120
2.7.3.2.1.- GENERALIDADES.....	2-120
2.7.3.2.2.- ARQUITECTURA INTERNA DE UN PLC.....	2-121
2.7.3.2.2.1.- UNIDAD CENTRAL DE PROCESO, CPU.....	2-124
2.7.3.2.2.2.- MEMORIA DEL AUTÓMATA.....	2-128
2.7.3.2.2.2.1.- Memorias internas.....	2-132
2.7.3.2.2.2.2.- Memoria de programa.....	2-137
2.7.3.2.2.3.- INTERFACES DE ENTRADAS/SALIDAS (E/S).....	2-139
2.7.3.2.2.4.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	2-143
2.7.3.2.3.- CICLO DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC Y CONTROL A TIEMPO REAL	2-146
2.7.3.2.3.1.- CICLO DE FUNCIONAMIENTO.....	2-147
2.7.3.2.3.2.- TIEMPO DE EJECUCIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL	2-149
2.7.3.2.4.- CONFIGURACIÓN DEL AUTÓMATA.....	2-150
2.7.3.2.4.1.- TIPOS DE PROCESADORES EN LA CPU.....	2-151
2.7.3.2.4.2.- CONFIGURACIONES DE LA UNIDAD DE CONTROL...2- 154	
2.7.3.2.4.3.- CONFIGURACIONES DEL SISTEMA DE ENTRADAS/SALIDAS.....	2-155
2.7.3.2.4.3.1.- Entradas/salidas centralizadas.....	2-157
2.7.3.2.4.3.2.- Entradas/salidas distribuidas.....	2-158
2.7.3.2.5.- EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN Y SERVICIO DE LOS PLC'S 2-166	
2.7.3.2.5.1.- EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN.....	2-167
2.7.3.2.5.1.1.- Consolas de programación.....	2-169
2.7.3.2.5.1.2.- Terminales de programación.....	2-171
2.7.3.2.5.2.- TERMINALES DE EXPLOTACIÓN.....	2-172
2.7.3.2.5.2.1.1.- Terminales gráficos.....	2-175
2.7.3.2.5.3.- ETHERNET.....	2-176
2.7.3.2.6.- TIPOS DE INSTRUCCIONES Y PROGRAMACIÓN.....	2-177
2.7.3.2.7.- NORMAS GENERALES PARA LA ELECCIÓN DE UN PLC O AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	2-178

2.7.3.2.7.1.-	NÚMERO MÁXIMO DE E/S	2-178
2.7.3.2.7.2.-	TIEMPO MEDIO DE EJECUCIÓN DE UN CICLO DE PROGRAMA O DE UNA INSTRUCCIÓN.....	2-179
2.7.3.2.7.3.-	CAPACIDAD MÁXIMA DE LA MEMORIA.....	2-179
2.7.3.2.7.4.-	POTENCIA DE LAS INSTRUCCIONES.....	2-179
2.7.3.2.7.5.-	NÚMERO DE TEMPORIZADORES Y CONTADORES....	2-179
2.7.3.2.8.-	NORMAS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE UN PLC	2-179
2.7.3.2.8.1.-	FIJACIONES Y CONDICIONES MECÁNICAS	2-179
2.7.3.2.8.2.-	DISTANCIAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA.....	2-180
2.7.3.2.8.3.-	CONDICIONES AMBIENTALES	2-180
2.7.3.2.8.4.-	CONDICIONES EXTREMAS	2-182
2.7.3.3.-	PLC VERSUS PC INDUSTRIAL.....	2-183
2.7.3.3.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN PC DE APLICACIÓN INDUSTRIAL	2-184
2.7.3.4.-	APLICACIONES PARA LA SUPERVISIÓN Y EL CONTROL DE PRODUCCIÓN	2-184
2.7.3.4.1.-	SCADA.....	2-187
2.7.3.4.2.-	ESTRUCTURA DE UN PAQUETE SCADA.....	2-189
2.7.3.4.2.1.-	CONFIGURACIÓN.....	2-189
2.7.3.4.2.2.-	INTERFAZ GRÁFICO DE OPERADOR.....	2-190
2.7.3.4.2.3.-	MÓDULO DE PROCESO.....	2-190
2.7.3.4.2.4.-	GESTIÓN Y ARCHIVO DE DATOS.....	2-191
2.7.3.4.2.5.-	COMUNICACIONES	2-191
2.7.3.5.-	SENSORES Y ACTUADORES	2-191
2.7.3.5.1.-	SENSORES: CLASIFICACIÓN.....	2-192
2.7.3.5.1.1.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO SENSOR.....	2-193
2.7.3.5.1.2.-	CLASIFICACIONES SEGÚN EL TIPO DE SEÑAL DE SALIDA	2-194
2.7.3.5.1.3.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RANGO DE VALORES	2-198
2.7.3.5.1.4.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE INTEGRACIÓN	2-199
2.7.3.5.1.5.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN LA MAGNITUD FÍSICA A DETECTAR	2-201
2.7.3.5.2.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SENSORES	2-202
2.7.3.5.2.1.-	CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS.....	2-203
2.7.3.5.2.2.-	CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS.....	2-205

2.7.3.5.3.-	TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA.....	2-206
2.7.3.5.3.1.-	TERMOSTATOS	2-207
2.7.3.5.3.2.-	TERMOPARES	2-207
2.7.3.5.3.3.-	TERMORRESISTENCIAS Pt100.....	2-209
2.7.3.5.3.4.-	TERMORRESISTENCIAS PTC Y NTC	2-209
2.7.3.5.3.5.-	PIRÓMETROS DE RADIACIÓN.....	2-210
2.7.3.5.4.-	TRANSDUCTORES DE PRESIÓN	2-210
2.7.3.5.5.-	TRANSDUCTORES DE CAUDAL	2-212
2.7.3.5.5.1.-	MEDIDORES DE CAUDAL	2-212
2.7.3.5.5.1.1.-	Medidores electromagnéticos.....	2-212
2.7.3.5.5.1.2.-	Medidor de tipo turbina.....	2-213
2.7.3.5.5.1.3.-	Medidores de área variable.....	2-213
2.7.3.5.5.1.4.-	Medidores por desplazamiento positivo	2-215
2.7.3.5.5.1.5.-	Medidores máscos.....	2-216
2.7.3.5.5.1.6.-	Medidas por presión diferencial.....	2-216
2.7.3.5.6.-	TRANSDUCTORES DE NIVEL.....	2-217
2.7.3.5.6.1.-	TRANSDUCTORES TODO O NADA	2-217
2.7.3.5.6.2.-	TRANSDUCTORES POR PRESIÓN	2-217
2.7.3.5.6.3.-	TRANSDUCTORES POR FLOTADOR.....	2-218
2.7.3.5.6.4.-	TRANSDUCTORES ULTRASÓNICOS	2-218
2.7.3.5.7.-	ACCIONAMIENTOS	2-218
2.7.3.5.7.1.-	CLASIFICACIÓN	2-218
2.7.3.5.7.2.-	ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS.....	2-219
2.7.3.5.7.2.1.-	Relés y contactores.....	2-219
2.7.3.5.7.2.2.-	Servomotores de CC.....	2-220
2.7.3.5.7.2.3.-	Servomotores de CA	2-221
2.7.3.5.7.2.4.-	Motores paso a paso	2-221
2.7.3.5.7.3.-	ACCIONAMIENTOS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS 2-	
221		
2.7.3.5.7.3.1.-	Válvulas.....	2-221
2.7.3.5.7.3.2.-	Servoválvulas	2-222
2.7.3.5.7.3.3.-	Bombas y motores hidráulicos	2-223
2.7.3.6.-	REDES DE SENSORES-ACTUADORES	2-224
2.7.3.6.1.-	CONCEPTOS GENERALES.....	2-224
2.7.3.6.2.-	REDES DE SENSORES-ACTUADORES DE CAPACIDAD FUNCIONAL LIMITADA.....	2-225
2.7.3.6.3.-	REDES DE SENSORES-ACTUADORES DE ELEVADA CAPACIDAD FUNCIONAL	2-225
2.7.3.6.4.-	RED AS-i DE SENSORES ACTUADORES.....	2-226
2.7.3.6.4.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES	2-229

2.7.3.6.4.2.-	COMPONENTES DE UNA RED AS-i.....	2-230
2.7.3.6.4.2.1.-	Fuente de alimentación AS-i.....	2-230
2.7.3.6.4.2.2.-	Módulos de conexión.....	2-231
2.7.3.6.4.2.3.-	Módulos de usuario.....	2-231
2.7.3.6.4.2.4.-	Sensores/Actuadores con circuito integrado AS-i.....	2-233
2.7.3.6.4.2.5.-	Módulo principal.....	2-233
2.7.3.6.4.2.6.-	Módulos Pasarela AS-i.....	2-233
2.7.3.7.-	BLENDING.....	2-234
2.7.3.7.1.-	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MEZCLA.....	2-236
2.7.4.-	ANÁLISIS DEL VINO.....	2-238
2.7.4.1.-	RAZONES PARA EL ANÁLISIS.....	2-238
2.7.4.2.-	COMPONENTES ANALÍTICOS COMUNES.....	2-238
2.7.4.3.-	TÉCNICAS ANALÍTICAS.....	2-239
2.7.4.4.-	SUSTANCIAS Y PROPIEDADES ANALIZABLES.....	2-241
2.7.4.4.1.-	MASA VOLÚMICA Y DENSIDAD RELATIVA A 20°C.....	2-241
2.7.4.4.1.1.-	DEFINICIONES.....	2-241
2.7.4.4.1.2.-	FUNDAMENTO DE LOS MÉTODOS.....	2-242
2.7.4.4.1.3.-	TRATAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA.....	2-242
2.7.4.4.1.4.-	MÉTODO DE REFERENCIA.....	2-242
2.7.4.4.1.4.1.-	Material.....	2-242
2.7.4.4.1.4.2.-	Calibrado del picnómetro.....	2-243
2.7.4.4.1.4.2.1.-	Utilización de una balanza de dos platos.....	2-244
2.7.4.4.1.4.2.2.-	Utilización de una balanza monoplateo.....	2-245
2.7.4.4.1.4.3.-	Procedimiento.....	2-246
2.7.4.4.1.4.3.1.-	Utilización de una balanza de dos platos.....	2-246
2.7.4.4.1.4.3.2.-	Utilización de una balanza monoplateo.....	2-249
2.7.4.4.1.4.3.3.-	Repetibilidad en la masa volúmica.....	2-250
2.7.4.4.1.4.3.4.-	Reproductibilidad en la masa volúmica.....	2-250
2.7.4.4.2.-	MEDIDA DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN EL LABORATORIO	2-250
2.7.4.4.2.1.-	Procedimientos densimétricos.....	2-250
2.7.4.4.2.1.1.-	Hidrometría.....	2-250
2.7.4.4.2.1.2.-	Refractometría.....	2-252
2.7.4.4.3.-	ION HIDRÓGENO (pH) Y ACIDEZ FIJA.....	2-253
2.7.4.4.3.1.-	Contenido de ácidos orgánicos del vino.....	2-253
2.7.4.4.3.2.-	Capacidad tamponante.....	2-255
2.7.4.4.3.3.-	Ajuste de la acidez titulable y el pH.....	2-255
2.7.4.4.3.3.1.-	Adición de ácidos orgánicos.....	2-255
2.7.4.4.3.3.2.-	Desacidificación con carbonatos.....	2-256
2.7.4.4.3.4.-	CONSIDERACIONES SENSORIALES.....	2-257

2.7.4.4.4.-	ACIDEZ VOLATIL	2-258
2.7.4.4.4.1.-	CONSIDERACIONES SENSORIALES	2-258
2.7.4.4.4.2.-	REDUCCIÓN DE LA ACIDEZ VOLATIL	2-259
2.7.4.4.4.3.-	MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA ACIDEZ VOLATIL 2-259	
2.7.4.4.5.-	ANÁLISIS DE AZÚCARES REDUCTORES	2-259
2.7.4.4.5.1.-	DETERMINACIÓN RÁPIDA DE LOS AZÚCARES REDUCTORES	2-261
2.7.4.4.6.-	ALCOHOL Y EXTRACTO	2-261
2.7.4.4.6.1.-	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALCOHOL ...2-261	
2.7.4.4.6.1.1.-	Métodos físicos	2-262
2.7.4.4.6.1.1.1.-	Análisis por ebulometría.....	2-262
2.7.4.4.6.1.1.2.-	Hidrometría	2-264
2.7.4.4.6.1.1.3.-	Cromatografía de gas.....	2-264
2.7.4.4.6.1.1.4.-	Cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC)	2-265
2.7.4.4.6.1.2.-	Métodos químicos	2-265
2.7.4.4.6.1.2.1.-	Oxidación por el dicromato	2-265
2.7.4.4.6.1.2.2.-	Análisis enzimático	2-266
2.7.4.4.6.2.-	EXTRACTO	2-266
2.7.4.4.6.2.1.-	Análisis del extracto	2-266
2.7.4.4.6.2.1.1.-	Procedimientos densimétricos	2-267
2.7.4.4.6.2.1.2.-	Nomografías	2-267
2.7.4.4.7.-	EVALUACIÓN DEL COLOR POR ESPECTROMETRÍA ...2-267	
2.7.4.4.7.1.-	COLOR TRISTIMULUS.....	2-269
2.7.4.4.7.2.-	ESTIMACIÓN ESPECTRAL DE LOS FENOLES DE ZUMOS Y VINOS BLANCOS	2-269
2.7.4.4.8.-	DIÓXIDO DE AZUFRE	2-271
2.7.4.4.8.1.-	EL DIÓXIDO DE AZUFRE COMO INHIBIDOR DE LAS REACCIONES DE OSCURECIMIENTO	2-271
2.7.4.4.8.2.-	DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE Y LIGADO	2-272
2.7.4.4.8.3.-	FUENTES DE DIÓXIDO DE AZUFRE	2-273
2.7.4.4.8.3.1.-	Consideraciones sensoriales	2-273
2.7.4.4.8.4.-	ANÁLISIS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE Y TOTAL	2-274
2.7.4.5.-	PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO.....	2-276
2.7.4.5.1.-	INFORMACIÓN GENERAL.....	2-276
2.7.4.5.2.-	MÉTODOS NUEVOS FRENTE A LOS TRADICIONALES	2-277
2.7.4.5.2.1.-	ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICOS	2-277

2.7.4.5.2.2.-	MÉTODOS ENZIMÁTICOS	2-279
2.7.4.5.2.3.-	ABSORCIÓN ATÓMICA Y ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN	2-280
2.7.4.5.2.4.-	TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS	2-280
2.7.4.5.3.-	SOLUCIONES PATRÓN ÁCIDAS Y BÁSICAS	2-282
2.7.4.5.3.1.-	SOLUCIONES PATRÓN DE HIDRÓXIDO SÓDICO ..	2-282
2.7.4.5.3.2.-	SOLUCIONES PATRÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO	2-283
2.7.4.5.3.3.-	SOLUCIÓN PATRÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO.....	2-284
2.7.4.5.4.-	ACIDEZ TITULABLE.....	2-284
2.7.4.5.4.1.-	PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO CON NaoH....	2-284
2.7.4.5.4.2.-	PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO SEGÚN LA AOAC 2-285	
2.7.4.5.5.-	ACIDEZ VOLÁTIL	2-287
2.7.4.5.5.1.-	ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS.....	2-287
2.7.4.5.5.2.-	DESTILACIÓN AL VAPOR DE ÁCIDOS VOLÁTILES EN ALAMBIQUE CASH O MARKHAM.....	2-289
2.7.4.5.5.3.-	MÉTODO ENZIMÁTICO/ESPECTROFOTOMÉTRICO....	2-293
2.7.4.5.6.-	ÁCIDOS ORGÁNICOS: ANÁLISIS POR HPLC DE LOS ÁCIDOS ACÉTICO, CÍTRICO, FUMÁRICO, GLUCÓNICO, LÁCTICO, MÁLICO, SUCCÍNICO Y TARTÁRICO	2-294
2.7.4.5.7.-	AZÚCARES REDUCTORES	2-297
2.7.4.5.7.1.-	ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO ENZIMÁTICO	2-297
2.7.4.5.7.2.-	ESTIMACIÓN VISUAL RÁPIDA.....	2-298
2.7.4.5.7.3.-	MÉTODO TITULOMÉTRICO DE REBELEIN (GOLD COAST)	2-299
2.7.4.5.7.4.-	PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO DE LANE-EYNON MODIFICADO	2-302
2.7.4.5.8.-	COLOR.....	2-305
2.7.4.5.8.1.-	DETERMINACIÓN ESPECTROMÉTRICA DEL MATIZ (TONALIDAD) Y LA INTENSIDAD (DENSIDAD)	2-305
2.7.4.5.8.2.-	MÉTODO DE LOS 10 ORDINALES PARA ESPECIFICAR EL COLOR	2-307
2.7.4.5.9.-	CONCENTRACIÓN DE IONES DE HIDRÓGENO: MEDICIÓN DEL pH	2-308
2.7.4.5.10.-	DIÓXIDO DE AZUFRE	2-310
2.7.4.5.10.1.-	DESTILACIÓN CON AIREACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE TITULACIÓN	2-310
2.7.4.5.10.2.-	DETERMINACIÓN ESPECTROMÉTRICA ENZIMÁTICA	2-315

2.7.4.5.10.3.-	ESTIMACIÓN RÁPIDA UTILIZANDO EL MÉTODO DE TITRITO	2-316
2.7.4.5.10.4.-	MÉTODO TITULOMÉTRICO DE RIPPER UTILIZANDO YODO	2-317
2.7.4.5.10.5.-	MÉTODO TITULOMÉTRICO DE RIPPER UTILIZANDO YODATO	2-321
2.7.4.5.10.6.-	PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO MODIFICADO POR MONIER-WILLIAMS	2-322
2.7.4.5.11.-	ETANOL	2-323
2.7.4.5.11.1.-	ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS	2-323
2.7.4.5.11.2.-	DETERMINACIÓN POR EBULLOMETRÍA	2-326
2.7.4.5.11.3.-	DETERMINACIÓN POR HIDROMETRÍA	2-329
2.7.4.5.11.4.-	DETERMINACIÓN POR TITULOMETRÍA (DICROMATO)	2-331
2.7.4.5.11.5.-	ESPECTROMETRÍA VISIBLE-OXIDACIÓN DEL DICROMATO	2-335
2.7.4.5.12.-	EXTRACTO	2-336
2.7.4.5.12.1.-	DETERMINACIÓN CON HIDRÓMETRO BRIX	2-336
2.7.4.5.12.2.-	DETERMINACIÓN POR GRAVEDAD ESPECÍFICA	2-337
2.7.4.5.12.3.-	MÉTODOS NOMOGRÁFICOS	2-340
2.7.4.5.13.-	OXÍGENO: DETERMINACIÓN CON MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO	2-340
2.7.4.5.14.-	SÓLIDOS SOLUBLES	2-342
2.7.4.5.14.1.-	DETERMINACIÓN DE °BRIX, ° BALLING, °BAUMÉ U °ÖECHSLE POR HIDROMETRÍA	2-342
2.7.4.5.14.2.-	DETERMINACIÓN POR REFRACTOMETRÍA	2-344
2.7.4.6.-	CONTROL DE EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	2-346
2.7.4.6.1.-	CALIBRACIÓN / VERIFICACIÓN INTERNA	2-347
2.7.4.6.2.-	CALIBRACIÓN / VERIFICACIÓN EXTERNA	2-347
2.7.4.7.-	DEGUSTACIÓN Y CATA	2-348
2.7.4.7.1.-	COMITÉ DE CATA	2-348
2.7.4.7.2.-	EL ANÁLISIS SENSORIAL. CONCEPTOS BÁSICOS	2-349
2.7.4.7.2.1.-	LA NITIDEZ	2-349
2.7.4.7.2.2.-	EL COLOR	2-349
2.7.4.7.2.3.-	EL OLOR	2-350
2.7.4.7.2.4.-	EL SABOR	2-350
2.7.4.7.3.-	METODOLOGÍA BÁSICA	2-350
2.7.4.7.4.-	CUALIDADES DEL CATADOR	2-351
2.7.4.7.5.-	CARACTERÍSTICAS DE LAS COPAS	2-352

2.7.4.7.6.-	OLER CORRECTAMENTE	2-353
2.7.4.7.7.-	DEGUSTAR CORRECTAMENTE	2-355
2.7.4.7.8.-	SALA DE CATAS	2-358
2.7.4.7.9.-	VALORACIÓN DEL EXAMEN SENSORIAL	2-358
2.7.4.7.10.-	PREPARACIÓN DE UNA CATA	2-359
2.7.5.-	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA	2-360
2.7.5.1.-	PRINCIPIOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-360
2.7.5.1.1.-	NATURALEZA DE LAS SUPEFIAS A LIMPIAR.....	2-361
2.7.5.1.2.-	ORIGEN DE LA SUCIEDAD.....	2-362
2.7.5.1.3.-	CALIDAD DEL AGUA	2-364
2.7.5.1.4.-	MECANISMOS DE LA LIMPIEZA.....	2-368
2.7.5.1.5.-	PRINCIPIOS DE LA DESINFECCIÓN	2-369
2.7.5.2.-	PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-370
2.7.5.2.1.-	DETERGENTES	2-371
2.7.5.2.2.-	DESINFECTANTES.....	2-374
2.7.5.2.3.-	INCOMPATIBILIDADES Y ELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-379
2.7.5.3.-	PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	2-382
2.7.5.3.1.-	MÉTODOS DE HIGIENIZACIÓN.....	2-382
2.7.5.3.2.-	OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA	2-387
2.7.5.3.3.-	CONTROLES SANITARIOS	2-393
2.7.5.3.4.-	PLAGAS DE LAS BODEGAS	2-394
2.7.6.-	AGUA Y VERTIDOS ENOLÓGICOS	2-396
2.7.6.1.-	CALIDAD Y CONSUMO DE AGUA EN LAS BODEGAS	2-397
2.7.6.1.1.-	CALIDAD DEL AGUA ENOLÓGICA	2-397
2.7.6.1.2.-	CONSUMO DE AGUA EN LAS BODEGAS	2-400
2.7.6.1.3.-	EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS	2-402
2.7.6.2.-	CARGA CONTAMINANTE DE LOS EFLUENTES ENOLÓGICOS	2-403
2.7.6.2.1.-	PARÁMETROS DE LA CONTAMINACIÓN Y SU TOMA DE MUESTRAS	2-403
2.7.6.2.2.-	CARGA CONTAMINANTE Y VARIABILIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS BODEGAS	2-408
2.7.6.2.3.-	REGLAMENTACIÓN DE LOS VERTIDOS.....	2-411
2.7.6.2.4.-	MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL VOLUMEN Y LA CARGA CONTAMINANTE DE LOS EFLUENTES	2-413
2.8.-	RESULTADOS FINALES.....	2-419

2.8.1.- ELECCIÓN DE MATERIALES.....	2-419
2.8.2.- DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS.....	2-421
2.8.2.1.- SISTEMA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS INOXIDABLES....	2-421
2.8.2.2.- DEPÓSITOS	2-425
2.8.2.2.1.- CARACTERÍSTICAS.....	2-429
2.8.2.2.2.- DISTANCIA ENTRE RECIPIENTES	2-430
2.8.2.3.- EQUIPOS DE IMPULSIÓN	2-433
2.8.2.3.1.- BOMBA SELECCIONADA	2-433
2.8.2.3.2.- BOMBAS CENTRÍFUGAS	2-435
2.8.2.3.3.- ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSTALACIÓN DE UNA BOMBA	2-436
2.8.2.4.- HOMOGENIZACIÓN DE LOS VGL	2-437
2.8.2.4.1.- NITRÓGENO.....	2-439
2.8.2.4.2.- REDUCTOR DE PRESIÓN.....	2-440
2.8.2.5.- INERTIZACIÓN DEL SISTEMA	2-442
2.8.2.5.1.- EQUIPOS DE CONTROL DE PRESIÓN.....	2-443
2.8.2.6.- ELEMENTOS DE CONTROL	2-444
2.8.2.6.1.- SENSORES EN LA PLANTA	2-445
2.8.2.6.1.1.- SENSOR DE NIVEL.....	2-445
2.8.2.6.1.2.- SENSOR DE TEMPERATURA.....	2-446
2.8.2.6.1.3.- SENSOR DE PRESIÓN	2-447
2.8.2.6.2.- ELECTROVÁLVULAS DE CONTROL.....	2-447
2.8.2.6.3.- SISTEMA DE CONTROL	2-447
2.8.2.6.3.1.- Configuración	2-448
2.8.2.6.3.1.1.- PLC	2-449
2.8.2.6.3.1.2.- Maestro AS-Interface	2-449
2.8.2.6.3.1.3.- Cable de AS-Interface	2-450
2.8.2.6.3.1.4.- Fuentes de alimentación de AS-Interface.....	2-450
2.8.2.6.3.1.5.- Esclavos AS-Interface	2-450
2.8.2.6.3.1.6.- Ventajas.....	2-451
2.8.2.6.3.2.- SOFTWARE DE SIMATIC BATCH.....	2-452
2.8.2.6.3.2.1.- SIMATIC Route Control.....	2-453
2.8.2.7.- SISTEMA DE LIMPIEZA C.I.P.	2-454
2.8.2.7.1.- DISEÑO DEL CIP FIJO DE UNA LINEA	2-454
2.8.2.8.- ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA	2-455

2.2.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de un proceso de “Blending”, “Coupage” o cabeceo para obtener Vinos Generosos de Licor de la Denominación de Origen de "Jerez-Xérès-Sherry" con la ingeniería básica necesaria.

Mediante este proceso se obtendrá una producción anual de treinta y seis mil hectolitros de vino mediante un sistema automatizado con un PLC y se ubicará en la localidad de Jerez de la Frontera, provincia de Cádiz.

2.2.1.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto nace de la necesidad de una bodega del marco de Jerez de:

- Aumentar la diversidad de sus productos para poder satisfacer las necesidades del mercado, sobre todo extranjero, que demanda Vinos Generosos de Licor principalmente.
- Aumentar la producción global garantizando la calidad del producto final.
- Aumentar la versatilidad de las instalaciones.
- Optimizar los costes.

Este proceso permitirá a la bodega disponer de una instalación versátil en la que se puedan fabricar otros productos, además de aumentar la capacidad de producción de los actualmente fabricados, en caso de que el mercado lo demande.

El vino de la región de Jerez es conocido mundialmente como Sherry, transliteración inglesa de Seris, durante siglos nombre árabe de la ciudad que los griegos llamaron Xera, los romanos Ceret, los visigodos Ceritium, los castellanos Xeres y luego Xerez, y que, finalmente, desde la segunda mitad del siglo XIX, se denomina Jerez. Su Consejo Regulador, que, bajo la tutela de la Junta de Andalucía, controla todos y cada uno de los procesos de producción, elaboración, crianza y comercialización de estos vinos, y es el ente responsable de la defensa de las Denominaciones de Origen Jerez-Xérès-Sherry y Manzanilla - Sanlúcar de Barrameda, fue creado por Orden Ministerial de 9 de Enero de 1935.

La elaboración de estos vinos se basa en el sistema de Criaderas y Soleras, único en su género, y su comercialización, fundamentalmente, en la mezcla de tipos de vino seco y dulce.

La tipología de estos vinos es muy variada; la versatilidad de los mismos surge, fundamentalmente, de las posibilidades, casi ilimitadas, que ofrecen, por un lado, el método de crianza de mezcla fraccionada y, por otro, el empleo de tres componentes de base, dos de ellos secos, el Fino (color amarillo muy pálido) y el Oloroso (color ámbar a caoba), y el tercero muy dulce, el PX (color muy oscuro). En la D.O. Jerez-Xérès-Sherry, los tipos de vino generoso son los siguientes: Fino, Amontillado, Oloroso y Palo Cortado; entre los vinos generosos de licor se encuentran los siguientes: Cream, Dry, Medium y Pale Cream, empleándose, para determinados mercados, términos como Abocado, Amoroso, Brown, Golden, Milk, Pale, Pale Dry y Rich; y entre los vinos dulces naturales, destaca el PX o Pedro Ximénez. En la D.O. Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda, cuyo vino es conocido tradicionalmente como Manzanilla, se distinguen las especialidades Manzanilla Fina, Manzanilla Olorosa y Manzanilla Pasada.

El consumo anual de Sherry (y Manzanilla) viene siendo del orden de 125 millones de botellas en más de 100 países; la mayor parte de este consumo es de los tipos Cream, Dry y Medium, cuyo grado alcohólico volumétrico (GAV) adquirido es de hasta 17 y 18% Vol. El consumo de Fino y Manzanilla, básicamente con un GAV adquirido de 15% Vol., va en aumento.

2.2.1.1.- FACTORES QUE FAVORECEN LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS VINOS GENEROSOS DE LICOR

- Los Vinos Generosos de Licor son los que tienen una mayor venta en el mercado extranjero de los pertenecientes a la Denominación de Origen del Jerez.
- Los efectos beneficiosos del consumo sensato de bebidas alcohólicas vuelven a ser tenidos en cuenta por la sociedad; es algo que la industria debe perseguir sin descanso.
- La tendencia generalizada a consumir menos volumen y más calidad, y el nuevo concepto de beber con sabiduría.
- La variedad de los tipos del Jerez le confiere una gran versatilidad.
- El Jerez y la Manzanilla se han convertido en productos escasos como consecuencia del Plan de Reconversión 1991-95 (tenía como objetivo principal dimensionar la oferta y la demanda de la zona).
- La vuelta que se está produciendo a los valores básicos (back to basis).
- La desaparición del término "british sherry" en el mercado británico desde enero de 1996 permite un reposicionamiento del producto (Sherry) en solitario en el Reino Unido.
- La adaptación del reglamento del Jerez y la Manzanilla a la normativa UE sobre los vinos de licor, situando en 15% Vol. el grado alcohólico volumétrico adquirido (el que figura en las etiquetas) mínimo permite a determinados tipos de estos vinos beneficiarse de una menor fiscalidad en sus mercados principales: España, Alemania, Holanda y Reino Unido, así como en Bélgica y Dinamarca.
- El alto grado de internacionalización de la Empresa bodeguera tipo, que asegura su capacidad de participación en el comercio exterior a todos los niveles.

- La participación de compañías globales en Jerez garantiza la presencia de sus productos en los nuevos canales de distribución.
- La acción de la OMC en favor de la apertura de mercados, que puede facilitar el acceso del Vino y Brandy de Jerez a buen número de mercados de exportación fuera de Europa.

2.3.- ALCANCE

El proceso que se va a diseñar se basa en la utilización de Vinos de Calidad Producidos en Región Determinada (V.C.P.R.D.) de la Denominación de Origen de "Jerez-Xérès-Sherry" para obtener Vinos Generosos de Licor que cumplan con la normativa propia de dicha Denominación de Origen.

Este proceso se implantará en una bodega existente, por lo que tendremos que diseñar únicamente el equipamiento necesario para que se pueda llevar a cabo este nuevo proceso y podremos hacer uso tanto de las materias primas existentes en la bodega como de su actual equipamiento.

El proceso y el equipamiento se diseñarán en función de la producción que estimemos oportuna establecer. Dicha producción no será arbitraria, sino que se basará en la estimación obtenida en el estudio de mercado que se puede ver en el Anexo 3.3.1.-ESTUDIO DE MERCADO DE LOS VINOS DE JEREZ.

2.3.1.- CONDICIONANTES DEL PROYECTO

La realización de este proyecto se ve sujeta a una serie de condicionantes. Estos condicionantes serán de tipo técnico, legislativo y cualitativo.

Los condicionantes legislativos quedan circunscritos, por una parte, a la legislación vigente a la que deben acogerse las instalaciones proyectadas, y por otra parte a la legislación acerca del vino.

En lo que a condicionantes técnicos se refiere, estos vienen dados principalmente por la disponibilidad en el mercado actual de distintos equipos técnicos necesarios para la correcta elaboración de un vino de calidad.

Desde el punto de vista de la calidad se desea obtener por un lado unos vinos que, por su procedencia, elaboración y características, cumplan los requisitos necesarios para ser comercializados. Por otro lado se desea obtener unos caldos que adquieran un buen prestigio en el mercado por su calidad.

2.4.- ANTECEDENTES

Los vinos españoles han adelantado muchísimo terreno en las dos últimas décadas por lo que respecta a su calidad, situándose sin complejos a la altura de la vanguardia mundial, que conducen franceses, californianos o neocelandeses.

Este proceso de puesta al día quizá no ha sido valorado, o simplemente reconocido en su justa medida, por los especialistas y consumidores extranjeros.

La moderna doctrina enológica ha penetrado lenta pero inexorablemente en el tejido vitivinícola de la península ibérica, inyectándole conceptos como el control efectivo de las vendimias, la vigilancia de los aromas primarios del fruto, el orden en las bodegas y la pulcritud en las elaboraciones.

El principal reclamo de los vinos españoles en los mercados exteriores es su estupenda relación precio/calidad.

Es habitual hallar los recuadros que las revistas brindan a las "oportunidades de compra" ocupados por vinos españoles. Esta ventaja inicial no debe comprometer, sin embargo, las posibilidades comerciales más amplias de otros vinos originales.

España tiene la mayor superficie de viñedos del mundo, pero muchos de ellos son escasamente productivos, lo que explica su tercer puesto tras Italia y Francia en el escalafón de la producción vinícola mundial. España posee una gran tradición vitivinícola. La diversidad de terrenos y climas, el cultivo minucioso del viñedo y las técnicas empleadas en su elaboración, ha generado una amplia gama de vinos con características personales.

Para salvaguardar y proteger su calidad, se ha creado un régimen de protección basado en las denominaciones de origen. Una denominación de origen es el nombre geográfico de la región, comarca o localidad donde se elaboran productos (ya sean vinos u otros alimentos) que por sus características meritorias y específicas se diferencian claramente de los demás.

En la actualidad hay 65 zonas vitivinícolas que tienen denominación de origen. En la siguiente tabla aparecen algunos datos sobre las distintas denominaciones de origen de vinos españoles.

DENOMINACIONES DE ORIGEN O INDICACIONES GEOGRÁFICAS			
D.O. O I.G.	CONSEJO REGULADOR	COMUNIDAD AUTÓNOMA	TIPO DE PRODUCTO
ABONA	Consejo Regulador de la D.O. "ABONA"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
ALELLA	Consejo Regulador de la D.O. "ALELLA"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
ALICANTE	Consejo Regulador de la D.O. "ALICANTE"	COMUNIDAD VALENCIANA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
ALMANSA	Consejo Regulador de la D.O. "ALMANSA"	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
AMPURDÁN-COSTA BRAVA	Consejo Regulador de la D.O. "AMPURDÁN-COSTA BRAVA"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
ARABAKO TXAKOLINA-TXAKOLÍ DE ÁLAVA	Consejo Regulador de la D.O. "ARABAKO TXAKOLINA-TXACOLÍ DE ÁLAVA"	PAÍS VASCO	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
ARLANZA	Asociación "Vino de Calidad del Arlanza"	CASTILLA Y LEÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
ARRIBES	Asociación "Vino de Calidad de Arribes"	CASTILLA Y LEÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
BIERZO	Consejo Regulador de la D.O. "BIERZO"	CASTILLA Y LEÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
BINISALEM-MALLORCA	Consejo Regulador de la D.O. "BINISALEM-MALLORCA"	ISLAS BALEARES	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
BULLAS	Consejo Regulador de la D.O. "BULLAS"	REGIÓN DE MURCIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CALATAYUD	Consejo Regulador de la D.O. "CALATAYUD"	ARAGÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CAMPO DE BORJA	Consejo Regulador de la D.O. "CAMPO DE BORJA"	ARAGÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)

DENOMINACIONES DE ORIGEN O INDICACIONES GEOGRÁFICAS			
D.O. O I.G.	CONSEJO REGULADOR	COMUNIDAD AUTÓNOMA	TIPO DE PRODUCTO
CARIÑENA	Consejo Regulador de la D.O. "CARIÑENA"	ARAGÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CATALUÑA	Consejo Regulador de la D.O. "CATALUÑA"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CAVA	Consejo Regulador de la Denominación "CAVA"	PLURICOMUNITARIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CHACOLÍ DE BIZCAIA-BIZKAIKO TXAKOLINA	Consejo Regulador de la D.O. "CHACOLÍ DE BIZCAIA-BIZKAIKO TXAKOLINA"	PAÍS VASCO	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CHACOLÍ DE GETARIA-GETARIAKO TXAKOLINA	Consejo Regulador de la D.O. "CHACOLÍ DE GETARIA-GETARIAKO TXAKOLINA"	PAÍS VASCO	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CIGALES	Consejo Regulador de la D.O. "CIGALES"	CASTILLA Y LEÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CONCA DE BARBERÁ	Consejo Regulador de la D.O. "CONCA DE BARBERÁ"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
CONDADO DE HUELVA	Consejo Regulador de la D.O. "CONDADO DE HUELVA"	ANDALUCÍA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
COSTERS DEL SEGRE	Consejo Regulador de la D.O. "COSTERS DEL SEGRE"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
DOMINIO DE VALDEPUSA	No tiene	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
EL HIERRO	Consejo Regulador de la D.O. "EL HIERRO"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
JEREZ-XERES-SHERRY Y MANZANILLA SANLÚCAR DE BARRAMEDA	Consejo Regulador de las DD.OO. "JEREZ-XERES-SHERRY y MANZANILLA SANLUCAR DE BARRAMEDA"	ANDALUCÍA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
JUMILLA	Consejo Regulador de la D.O. "JUMILLA"	PLURICOMUNITARIA	VINOS CON DENOMINACION

DENOMINACIONES DE ORIGEN O INDICACIONES GEOGRÁFICAS			
D.O. O I.G.	CONSEJO REGULADOR	COMUNIDAD AUTÓNOMA	TIPO DE PRODUCTO
			(V.C.P.R.D)
LA MANCHA	Consejo Regulador de la D.O. "LA MANCHA"	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
LA PALMA	Consejo Regulador de la D.O. "LA PALMA"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
LANZAROTE	Consejo Regulador de la D.O. "LANZAROTE"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
MÁLAGA	Consejo Regulador de las DD.OO. "MÁLAGA" y "SIERRAS DE MÁLAGA"	ANDALUCÍA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
MANCHUELA	Consejo Regulador de la D.O. "MANCHUELA"	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
MÉNTRIDA	Consejo Regulador de la D.O. "MÉNTRIDA"	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
MONDÉJAR	Consejo Regulador de la D.O. "MONDÉJAR"	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
MONTERREI	Consejo Regulador de la D.O. "MONTERREI"	GALICIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
MONTILLA-MORILES	Consejo Regulador de la D.O. "MONTILLA-MORILES"	ANDALUCÍA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
MONTSANT	Consejo Regulador de la D.O. "MONTSANT"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
NAVARRA	Consejo Regulador de la D.O. "NAVARRA"	COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
PAGO GUIJOSO		CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
PENEDÉS	Consejo Regulador de la D.O. "PENEDÉS"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
PLA DE BAGES	Consejo Regulador de la D.O. "PLA DE BAGES"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)

DENOMINACIONES DE ORIGEN O INDICACIONES GEOGRÁFICAS			
D.O. O I.G.	CONSEJO REGULADOR	COMUNIDAD AUTÓNOMA	TIPO DE PRODUCTO
PLA I LLEVANT	Consejo Regulador de la D.O. "PLA I LLEVANT"	ISLAS BALEARES	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
PRIORATO	Consejo Regulador de la D.O. "PRIORATO"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
RIAS BAIXAS	Consejo Regulador de la D.O. "RIAS BAIXAS"	GALICIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
RIBEIRA SACRA	Consejo Regulador de la D.O. "RIBEIRA SACRA"	GALICIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
RIBEIRO	Consejo Regulador de la D.O. "RIBEIRO"	GALICIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
RIBERA DEL DUERO	Consejo Regulador de la D.O. "RIBERA DEL DUERO"	CASTILLA Y LEÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
RIBERA DEL GUADIANA	Consejo Regulador de la D.O. "RIBERA DEL GUADIANA"	EXTREMADURA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
Ribera del Júcar	Consejo Regulador de la D.O. "Ribera del Júcar"	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
RIOJA	Consejo Regulador de la D.O.Ca. "RIOJA"	PLURICOMUNITARIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
RUEDA	Consejo Regulador de la D.O. "RUEDA"	CASTILLA Y LEÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
SIERRAS DE MÁLAGA	Consejo Regulador de las DD.OO. "MÁLAGA" y "SIERRAS DE MÁLAGA"	ANDALUCÍA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
SOMONTANO	Consejo Regulador de la D.O. "SOMONTANO"	ARAGÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
TACORONTE-ACENTEJO	Consejo Regulador de la D.O. "TACORONTE-ACENTEJO"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
TARRAGONA	Consejo Regulador de la D.O. "TARRAGONA"	CATALUÑA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
TERRA ALTA	Consejo Regulador de la	CATALUÑA	VINOS CON

DENOMINACIONES DE ORIGEN O INDICACIONES GEOGRÁFICAS			
D.O. O I.G.	CONSEJO REGULADOR	COMUNIDAD AUTÓNOMA	TIPO DE PRODUCTO
	D.O. "TERRA ALTA"		DENOMINACION (V.C.P.R.D)
TORO	Consejo Regulador de la D.O. "TORO"	CASTILLA Y LEÓN	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
UTIEL-REQUENA	Consejo Regulador de la D.O. "UTIEL-REQUENA"	COMUNIDAD VALENCIANA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
VALDEORRAS	Consejo Regulador de la D.O. "VALDEORRAS"	GALICIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
VALDEPEÑAS	Consejo Regulador de la D.O. "VALDEPEÑAS"	CASTILLA-LA MANCHA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
VALENCIA	Consejo Regulador de la D.O. "VALENCIA"	COMUNIDAD VALENCIANA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
VALLE DE GÜIMAR	Consejo Regulador de la D.O. "VALLE DE GÜIMAR"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
VALLE DE LA OROTAVA	Consejo Regulador de la D.O. "VALLE DE LA OROTAVA"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
VINOS DE MADRID	Consejo Regulador de la D.O. "VINOS DE MADRID"	MADRID	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
YCODEN-DAUTE-ISORA	Consejo Regulador de la D.O. "YCODEN-DAUTE-ISORA"	CANARIAS	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)
YECLA	Consejo Regulador de la D.O. "YECLA"	REGIÓN DE MURCIA	VINOS CON DENOMINACION (V.C.P.R.D)

Tabla 1. Denominaciones de Origen en España.

Entre los mejores vinos de España destacan los de Jerez, producidos por endulzamiento, envejecimiento oxidativo y combinación fraccionada en la zona de Jerez; el vino jerezano necesita, para su crianza, reposar y envejecer en las barricas de roble: son las famosas soleras. Hay distintos tipos de vinos jerezanos, como el Fino, Amontillado, Moscatel y Oloroso, entre otros.

Los vinos del Penedés se reparten en numerosas variedades de viñedos con los que se elaboran excelentes blancos y espumosos naturales de gran prestigio.

Los ribeiros son vinos blancos ligeros, ácidos, afrutados y de poca graduación alcohólica. Usa las variedades Treixadura y Godello. Los tintos, a base de las variedades Caiño y Broncellao son igualmente muy ácidos y dejan su característica mancha rojiza en las tazas donde se consumen.

Los tintos de la Ribera del Duero son de gran calidad, de color rubí intenso y aroma penetrante. Se han introducido algunas variedades foráneas que han dado excelentes resultados, como lo demuestra la fama alcanzada por vinos como el Vega Sicilia.

Los vinos tintos de la Rioja son ricos en taninos y con favorable evolución de ácidos tartárico y málico, lo que los convierte en óptimos para el envejecimiento. Se distinguen tres áreas bien definidas según las condiciones naturales del suelo y del clima: Rioja Alta, Rioja Baja y Rioja Alavesa. Las variedades empleadas en la elaboración de sus vinos son: Malvasía Riojana, Garnacha Blanca y Viura (blancas); y Tempranillo, Garnacha, Graciano y Mazuela (tintas).

Entre los vinos de Montilla-Moriles destacan: los finos de color pálido, secos y algo amargos, con elevada graduación alcohólica; los amontillados, secos y de aroma intenso, color ámbar u ocre viejo y los olorosos, color caoba, vinos aterciopelados y muy aromáticos y con alta graduación.

Los más importantes entre los vinos de Valdepeñas son los blancos de la variedad Airén, que son frescos, con poca graduación, poco ácidos y algo aromáticos; los tintos de la variedad Cencibel, son vinos neutros y de aroma delicado.

Dentro de la amplia variedad de vinos de España podemos citar también los de Cariñena, Ampurdán, Rueda, Navarra y Jumilla, entre muchos otros.

2.4.1.- HISTORIA DEL VINO DE JEREZ

2.4.1.1.- LOS ORÍGENES DEL VINO DE JEREZ

Las primeras noticias del vino de Jerez nos las proporciona Estrabón, geógrafo griego del siglo I a.C. En su libro Geografía (Libro III) escribía Estrabón que las vides jerezanas fueron traídas a la región por los fenicios alrededor del año 1100 a.C.

Recientemente han sido encontrados dos lagares en el yacimiento fenicio del Castillo de Doña Blanca, a 4km de Jerez, que datan del siglo IV a.C.

Ello confirma que fueron los mismos fundadores de la antigua Gades (Cádiz) los que trajeron hasta nuestras tierras, desde el lejano Líbano, el arte de cultivar la vid y elaborar el vino.

Desde Xera, nombre que dieron los fenicios a la región donde hoy se ubica Jerez, este pueblo de comerciantes producía vinos que luego eran distribuidos por todo el Mediterráneo, especialmente en Roma.

Griegos y cartagineses también escribieron páginas importantes en la historia de la región, que hunde así sus raíces en lo más profundo de la cultura mediterránea, la cultura del vino y de la moderación.

Hacia el año 138 a.C. Escipión Emiliano pacificó la Bética, dando comienzo a la dominación romana, e iniciándose una corriente comercial muy importante de productos de esa región hacia la metrópoli. Los gaditanos vendían a Roma aceite de oliva, vino de la región de Ceret y Garum, una especie de salsa escabeche.

Ya por aquel entonces la fama del "Vinum Ceretensis" traspasaba nuestras fronteras y era apreciado no sólo en Roma, sino en otros muchos rincones del Imperio, como lo prueban numerosos restos arqueológicos, en forma de ánforas, las cuales se marcaban según su contenido por razones fiscales.

2.4.1.2.- LOS TIEMPOS DE SHERISH

En el año 711 da comienzo la dominación árabe en España, que en el caso de Jerez habría de durar más de cinco siglos. Durante todo este tiempo, Jerez siguió siendo un importante centro de elaboración de vinos, a pesar de la prohibición coránica.

La producción de pasas y la obtención de alcohol con fines medicinales actuaban en cierta forma como excusas para el mantenimiento del cultivo de la vid y de la elaboración de vino.

Sin embargo, en el año 966 el Califa Alhaken II decidió, por razones religiosas, arrancar el viñedo jerezano. Alhaken II fue un monarca extraordinariamente culto que formó en su palacio de Córdoba una biblioteca de 400.000 volúmenes, e impuso la educación obligatoria para todos los niños de Al-Andalus, ya en el siglo X.

Hay que decir además en su descargo que el "desliz" del arranque de las viñas no fue decidido por él sino por Almanzor, su visir; un árabe descreído ávido de poder del que curiosamente se conservan poesías en honor del vino. A este anuncio contestaron los jerezanos que las uvas se dedicaban a elaborar pasas para alimentar a las tropas en su Guerra Santa, lo cual era parcialmente cierto, y consiguieron que sólo se descepara un tercio del viñedo.

De 1150 data el mapa de la región diseñado por el geógrafo árabe Al Idrisi para el rey Roger II de Sicilia, que se conserva en la Bodleian Library de Oxford. Presenta este mapa la curiosidad de que está diseñado con el norte en la parte inferior y el sur en la superior. En el mismo puede apreciarse claramente el nombre que los árabes dieron a la ciudad de Jerez, y que no es otro que Šeriš (pronunciado "Sherish"). El Šeriš de los árabes derivaría posteriormente en "Sherry" para los ingleses y "Xeres" en castellano.

Este mapa fue la clave para resolver el primer pleito que los jerezanos mantuvieron contra el llamado "British Sherry" (1967), producto elaborado en el Reino Unido y que utilizaba indebidamente, uno de los nombres de nuestra Denominación de Origen. El mapa es la prueba de que el nombre "Sherry", con el que son conocidos nuestros vinos en el mundo anglosajón, nos es sino una derivación del antiguo nombre árabe de la ciudad de Jerez.

2.4.1.3.- EL VINO DE JEREZ TRAS LA RECONQUISTA

La conquista de Jerez por Alfonso X el Sabio en 1264 supuso un giro de 180° para nuestros vinos. El propio Rey tuvo sus viñedos en Jerez y los cuidaba personalmente. Durante los dos siglos y medio posteriores, la ciudad reconquistada a los árabes formó parte del territorio fronterizo con el Reino árabe de Granada, por lo que al igual que otras ciudades de la zona, pasó a añadir a su nombre el calificativo " de la Frontera": Xeres de la Frontera.

Para entonces, e incluso ya en el siglo XII, los vinos de Jerez eran comercializados y apreciados en Inglaterra, donde eran conocidos con el nombre árabe de la ciudad, "Sherish".

Sin embargo, nuestros vinos se popularizan en este país cuando Enrique I propuso a los jerezanos una operación de trueque, lana inglesa por vino de Jerez, al objeto de desarrollar las manufacturas nacionales.

Las viñas de Jerez se convierten entonces en una fuente de riqueza para el Reino, de modo que Enrique III de Castilla, por una Real Provisión de 1402, prohíbe que se arranque una sola cepa, e incluso se llega a prohibir la instalación de colmenas cerca de las viñas para que las abejas no dañen el fruto.

La creciente demanda de Vinos de Jerez por parte de comerciantes ingleses, franceses y flamencos, obliga al Cabildo de la ciudad a promulgar el 12 de Agosto de 1483 las Ordenanzas del gremio de la Pasa y la Vendimia del Jerez, primer Reglamento de la Denominación de Origen, que regula los pormenores de la vendimia, las características de las "botas" (barricas), el sistema de crianza y los usos comerciales.

2.4.1.4.- LA EDAD MODERNA; LA EXPANSIÓN EXTERIOR

El descubrimiento de América iba a abrir nuevos mercados y con ellos un floreciente negocio.

Era la época de los grandes viajes y los descubrimientos geográficos. Una serie de hitos históricos que fueron compartidos con vino de Jerez, como lo atestigua la compra de 417 odres y 253 toneles de vino de Jerez por parte de Magallanes para su largo viaje, que convirtió a nuestro vino en el primero en dar la vuelta al mundo, suponiendo que quedara algún resto cuando la Nao Victoria con Juan Sebastián Elcano volvió a Sanlúcar.

El comercio con las Indias transformó los pequeños negocios familiares en una auténtica industria vinatera, a la que se sumaron numerosos inversores italianos que se "nacionalizaron" en el Marco, tales como Lila, Maldonado, Spínola, Conti, Colarte, Bozzano.

El vino contaba con el privilegio de la reserva de un tercio de la carga de los buques que comerciaban con América, lo que fue aprovechado por los cosecheros del Marco de Jerez; sobre todo a partir de 1680, cuando la cabecera de la flota pasó a Cádiz y desapareció el monopolio del Puerto de Sevilla sobre el comercio con las Indias.

La Venta de vino de Jerez en las Indias se ve entorpecida por la acción de piratas que se hacen con los cargamentos de la flota y los venden en Londres. El botín más importante lo consiguió Sir Martin Frobisher, de la flota de Sir Francis Drake, que en 1587 atacó Cádiz, y llevó consigo 3.000 botas de Jerez. La llegada de ese botín a Londres puso de moda el Jerez en la Corte Inglesa; la propia Reina Isabel I se lo recomienda al II Conde de Essex como el vino ideal. Ante el fuerte tirón del consumo del Jerez y lo limitado del suministro, el rey Jaime decide dar ejemplo ordenando que de las Bodegas Reales sólo se suban a su mesa 12 galones (48 litros) de Jerez al día.

De la popularidad del vino de Jerez en aquellos días dan una idea las obras de William Shakespeare, quién en compañía de su amigo Ben Johnson daba cuenta diariamente de una buena cantidad de botellas de Jerez en la Bear Head Tavern. Y así nuestro vino aparece citado frecuentemente en muchas de sus obras: Ricardo III, Enrique VI, las noches de Epifanía, Las Alegres Comadres de Windsor, Enrique IV...

La demanda del Jerez se dispara y los ingleses deciden hacerse con nuestro vino incluso de forma no pacífica. En 1625 Lord Wimbledon intenta de nuevo un ataque a Cádiz, pero sin éxito.

Este fracaso llevó probablemente a los ingleses (y también a escoceses e irlandeses) a asegurarse el abastecimiento de Jerez por los usos habituales del comercio, estableciendo sus propios negocios en el Marco: Fitz-Gerald, O'Neale, Gordon, Garvey o Mackenzie son apellidos ingleses, irlandeses o escoceses que se establecen en la zona durante los siglos XVII y XVIII. Más adelante vendrían los Wisdom, Warter, Williams, Humbert o Sandeman.

Su condición de nacionales británicos permite a algunos bodegueros jerezanos presionar al gobierno Británico para que baje los derechos de accisas, lo que consiguen en 1825 (una rebaja de dos duros por bota), y las ventas del Jerez se multiplican por cuatro entre 1825 y 1840.

La inversión en el Marco es muy rentable, y atrae también capitales españoles, sobre todo los "capitales de regreso" tras el proceso de emancipación de las colonias americanas. Llegan en aquella época los González (1835), los Misa (1844), y un verdadero batallón de vascos: Goytia, Muriel, Goñi, Aizpitarte y Otaolauruchi.

Pero este despegue comercial del siglo XIX no fue posible sin una serie de condiciones previas.

2.4.1.5.- EL SIGLO XIX; EL JEREZ QUE HOY CONOCEMOS

Tras tan larga e intensa historia, a finales del siglo XVIII los vinos que se producían en la región eran aún muy diferentes de los que hoy conocemos como Jerez. Durante aquellos años, la pugna entre los "productores" (viticultores) y los "extractores" (comercializadores) se había decantado claramente a favor de los primeros. El Gremio de la Vinatería prohibía expresamente en sus ordenanzas la posibilidad de envejecer los vinos, por considerarlo una práctica "especulativa". En consecuencia, los caldos que se exportaban eran siempre vinos jóvenes del año, fuertemente fortificados al objeto de preservarlos para el viaje.

En 1775 da comienzo el llamado "pleito de los extractores", que concluye tras varias décadas con la definitiva abolición del Gremio de la Vinatería. La desaparición de las restrictivas reglas de funcionamiento del Gremio suponen un fuerte impulso para la producción el comercio de vinos y, lo que es más importante, una conformación definitiva de la identidad de los vinos del Marco.

La posibilidad de almacenar vinos de diferentes cosechas y la necesidad de abastecer al mercado con una calidad estable da lugar a una de las aportaciones fundamentales de la vinatería jerezana: el sistema de criaderas y soleras. Por otra parte, al prolongarse el tiempo en el que el vino se mantenía en las barricas o botas, la fortificación pasa de ser un mero medio de estabilización a convertirse en una práctica enológica; la adición de aguardiente vínico en distintas proporciones da lugar así a la amplia tipología de vinos de Jerez que hoy conocemos.

En definitiva, las distintas circunstancias históricas han ido moldeando la identidad de estos vinos, del mismo modo que el vino en sí, su producción, su comercio y su disfrute, han supuesto un factor determinante en la historia de esta región y en la identidad cultural de sus habitantes.

2.4.2.- EL CONSEJO REGULADOR

2.4.2.1.- LOS ORÍGENES DEL CONSEJO REGULADOR

El Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen "Jerez-Xérès-Sherry" - "Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda" y "Vinagre de Jerez" fue el primero en constituirse con arreglo a lo dispuesto en el Estatuto del Vino español del año 1933, lo que supone que estamos hablando del Consejo más antiguo de España.

A lo largo de la historia, la industria vitivinícola local ha buscado siempre fórmulas de defensa, control y promoción de la calidad de sus caldos.

Una preocupación que siempre pasaba por la distinción de su origen. Ya las ánforas romanas de vino "ceretano" que eran enviadas a Roma o a cualquier otro lugar del Imperio contaban con un sello de origen. En realidad, según los historiadores, Ceret no era una ciudad como tal, sino una amplia comarca agrícola y vinatera que se correspondía aproximadamente con lo que es hoy el Marco del Jerez y cuyo enclave principal lo constituía la ciudad de Asta Regia, cercana a la actual Jerez.

Pasado el tiempo, los jerezanos marcaron otro hito histórico el 12 de agosto de 1483 al promulgar en el Cabildo de Jerez las Ordenanzas del Gremio de la Pasa y la Vendimia de Jerez, que regulaban los pormenores de la vendimia, las características de las botas, el sistema de crianza y los usos comerciales.

El siglo XIX constituyó la consagración definitiva del Sherry como un vino universal. Pero su fama atrajo inevitablemente a especuladores y gente sin escrúpulo; comenzaron las falsificaciones e imitaciones, los usos fraudulentos, y la utilización indebida del nombre Sherry o Jerez para calificar vinos que no estaban producidos en el Marco de Jerez.

Este mal no era privativo del Jerez, sino que afectaba por igual a otros productos de calidad elaborados en distintas regiones de Europa, lo que llevó a los principales industriales del viejo continente a celebrar en 1878 el Congreso Internacional de Marcas de Fábrica, en el que participó un nutrido grupo de bodegueros jerezanos. Una de las ponencias de este Congreso propició la constitución de la Liga Internacional para la Propiedad Mutua de la Propiedad Industrial.

Pocos años después, en 1883 se celebra la primera reunión de la Liga en París. Allí, un buen número de países europeos llegaron a acuerdos concretos por los que se protegían determinados nombres geográficos de los productos, en lo que se puede decir que fue el nacimiento del concepto de Denominación de Origen.

Pero aún tendrán que pasar varios años más, hasta 1891, para que la Denominación de Origen Jerez comenzara a ser realmente protegida. Fue, concretamente, el 14 de abril de ese año, cuando los acuerdos e intenciones declaradas en la reunión de París se plasmaron en norma de rango internacional, por medio del Convenio de Madrid.

Este concepto de Denominación de Origen aún era muy incipiente en el derecho internacional, por lo que su eficacia y aplicación dejaban mucho que desear. Es por ello que los bodegueros jerezanos no descansaron en su propósito de preservar el nombre y origen de sus productos.

Así, en 1924 el Gobierno presidido por el General Primo de Rivera concedió al Ayuntamiento de Jerez la propiedad de la marca colectiva JEREZ, a favor de cosecheros, industriales y comerciantes de vinos generosos residentes en nuestra ciudad.

Finalmente, la Ley 26 de mayo de 1.933, al promulgar la II República el Estatuto del Vino, en su artículo 34 dio rango legal, a lo que desde hacía muchos siglos era una realidad en el Marco del Jerez: la Denominación de Origen Jerez-Xérès-Sherry. Tan anhelada Ley puso inmediatamente a trabajar a los bodegueros y viticultores del Marco de Jerez que consiguieron constituir el Consejo Regulador de la Denominación de Origen por Orden de 15 de septiembre de 1.933, celebrándose su primera sesión el 3 de agosto de 1.934.

El buen hacer de los jerezanos y sus conocimientos en la materia se plasmaron en el primer reglamento de esta Denominación que fue publicado el 19 de Enero de 1935. Este texto legal sirvió como base a otras muchas denominaciones que surgieron en España durante los años posteriores. Además, como recoge explícitamente la Gaceta de Madrid de 29 de abril de 1935 (nº 119) el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Jerez-Xérès-Sherry "es el primero en constituirse con arreglo a lo dispuesto en el Estatuto del Vino", lo que le confiere la categoría de Consejo Más Antiguo de España.

2.4.2.2.- LAS FUNCIONES DEL CONSEJO REGULADOR

El Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen "Jerez-Xérès-Sherry", "Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda" y "Vinagre de Jerez" es una Corporación de Derecho Público que en el ejercicio de sus funciones administrativas actúa como órgano desconcentrado de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

En esencia, el Consejo encarna la representación más pura de todas las personas y empresas que conforman la Denominación de Origen. El Pleno de la Institución está compuesto por un total de 21 personas, de las que 18 son elegidos democráticamente cada cuatro años.

Mediante este proceso electoral se eligen nueve vocales representantes del sector productor (de los que tres deben necesariamente proceder de las organizaciones cooperativistas) y nueve del sector comercializador (8 correspondientes a Bodegas de Crianza y Expedición y 1 correspondiente a Bodegas de Crianza y Almacenado).

Una vez proclamados, los 18 vocales del Consejo eligen un Presidente, cuya nominación oficial es hecha por la Junta de Andalucía. En sus deliberaciones en el Pleno, los vocales electos cuentan además con la participación de un representante de la Junta de Andalucía, así como del Secretario General del Consejo Regulador.

Las distintas funciones que cumple el Consejo Regulador, y que se encuentran recogidas en el Reglamento de las Denominaciones, se pueden resumir en tres áreas fundamentales:

- El control del origen y la calidad de los productos amparados.
- La defensa del patrimonio común que suponen las Denominaciones.
- La promoción y difusión de los productos protegidos por las mismas.

2.4.2.3.- CONTROL DE CALIDAD

Una de las funciones propias de cualquier Consejo Regulador es la de controlar la calidad y garantizar el origen de los productos amparados. Por ello, el de Jerez contempla en su Reglamento una serie de normas de obligado cumplimiento en todo lo referente a la cadena de producción que comienza en la viña y finaliza cuando nuestro vino es adquirido por el consumidor.

Para garantizar el origen y la calidad del producto, el Consejo dispone de un sistema de controles escalonados.

En primer lugar, toda una serie de controles sobre el viñedo y sus prácticas culturales.

En segundo, existen unos sistemas de control que afectan a las bodegas de producción, de crianza y expedición.

Finalmente, existen una serie de controles sobre el propio producto amparado.

La primera parte de nuestra cadena productiva es la tierra, el viñedo y sus prácticas culturales.

2.4.2.4.- REGISTRO DE VIÑAS

La inscripción de las viñas en el Registro del Consejo Regulador es imprescindible para que la uva y el mosto resultante puedan ser calificados para la producción de Vino de Jerez.

Este registro subdivide la Zona de Producción en dos subzonas, en función a la ubicación de los viñedos, la constitución físico-química del suelo y las características climatológicas.

Así aquellos pagos en los que las características son las idóneas para la producción de los vinos de calidad superior constituyen el llamado "Jerez Superior", constituido en la actualidad por aproximadamente el 80% del viñedo inscrito total.

2.4.2.5.- VARIEDADES

Por su parte las variedades de uva serán Palomino de Jerez, Palomino Fino y Pedro Ximénez. Admitiéndose la Moscatel, sólo para la elaboración del vino de ese nombre.

2.4.2.6.- CONTROL SOBRE LAS PRÁCTICAS CULTURALES

Además del establecimiento de las variedades admitidas para la elaboración de Jerez y Manzanilla, el Reglamento especifica que las prácticas del cultivo "serán las tradicionales que tienden a conseguir las mejores calidades".

Estas prácticas determinan que la poda se efectuará por el sistema tradicional jerezano de vara y pulgar. Además, se especifican y controlan la vendimia, para la que se dictan una serie de normas específicas ("Normas de Campaña") en las que se establecen desde los parámetros químicos que debe presentar la uva para ser vendimiada, hasta la forma de recogerla, transportara y prensarla; así como la producción máxima por hectárea. Estas normas garantizan no solamente el origen de la uva, sino también la calidad de la misma y del mosto resultante.

2.4.2.7.- CONTROL DE VENDIMIA

Durante los días de vendimia, el Consejo Regulador establece un amplio dispositivo de control y vigilancia, que incluye el control de todos y cada uno de los transportes de uva con destino a los lagares inscritos en la Denominación.

Las entregas de uva son cuantificadas, velándose además por que el grado de madurez y sanidad de las mismas cumpla con los requisitos reglamentarios, así como con las normas de campaña.

Finalizada la vendimia, se realizan además los oportunos aspillados previos a la calificación de los mostos como aptos para la crianza de Vinos de Jerez.

Por lo que se refiere a la crianza de los vinos, en la Denominación de Origen se distinguen, al igual que ocurría en las viñas, dos zonas diferenciadas:

2.4.2.7.1.- LA ZONA DE CRIANZA

Está circunscrita a las ciudades de Jerez de la Frontera, El Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda para la Denominación de Origen "Jerez-Xérès-Sherry", y sólo a esta última localidad para la Denominación de Origen "Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda". En esta zona se encuentran las llamadas Bodegas de Crianza y Expedición, dedicadas a las actividades de crianza y envejecimiento de vinos y que por su volumen de existencias y especiales características están autorizadas para la venta directa y la exportación.

Además, hay otras bodegas cuya única actividad es la de crianza y envejecimiento de Vinos de Jerez para su posterior venta a una bodega de expedición y que se denominan Bodegas de Crianza y Almacenado.

Sólo el vino procedente de la zona de Crianza tiene derecho al uso de la Denominación "Jerez-Xérès-Sherry".

2.4.2.7.2.- LA ZONA DE PRODUCCIÓN

La restante porción territorial del Marco del Jerez no incluida en la Zona de Crianza se denomina Zona de Producción, y en ella se encuentran ubicadas una serie de bodegas cuya principal función es la de producir mostos o incluso vinos con distintos grados de envejecimiento, que serán posteriormente transferidos a las bodegas de la Zona de Crianza para el rocío de sus criaderas. Ahora bien, las bodegas de la Zona de Producción también pueden vender directamente sus vinos, los cuales se comercializan en cada caso bajo el nombre de cada una de las localidades de la Zona.

El Servicio de Control y Vigilancia del Consejo Regulador mantiene un control permanente sobre los movimientos de mosto y vinos entre las bodegas, así como del alcohol vínico y otros productos enológicos que eventualmente utilicen las firmas inscritas.

Además, todas y cada una de las bodegas son objeto de aspillados periódicos, de forma que se garantice la correspondencia entre las declaraciones de existencias de las firmas y los volúmenes reales de vino en crianza.

Finalmente, el Consejo Regulador actúa nuevamente al final del proceso, como garante de la calidad de los productos amparados que se expiden al mercado consumidor.

Para ello, los inspectores del Consejo toman muestras de vinos y vinagres expedidos por cada una de las bodegas inscritas, para su análisis en el laboratorio de la Estación de Viticultura y Enología de Jerez, así como para el examen organoléptico que a diario se realiza en la sala de catas del Consejo Regulador.

Sólo tras este exhaustivo control es posible garantizar el origen que acredita el sello de garantía del Consejo Regulador.

2.4.3.- LA ARQUITECTURA BODEGUERA DEL JEREZ

Si contemplamos las bodegas del Marco del Jerez podremos concluir en una primera aproximación que son hermosísimas desde el punto de vista "estético", pero si las analizamos en función de las necesidades que plantea la crianza de los Vinos de Jerez deduciremos que son además extremadamente funcionales.

Existen muchos tipos diferentes de bodega en el Marco de Jerez. Antiguas o modernas, de dimensiones más o menos espectaculares y diferentes estilos arquitectónicos. Sin embargo, todas tienen algunos aspectos en común.

Son bodegas con techos altos, con ventanas orientadas al poniente y suelos de una arena amarillenta llamada "albero"...

El objetivo es siempre el mismo, crear unas condiciones microclimáticas lo más estables posible, y sobre todo, que los cambios en temperatura y humedad se produzcan de la forma más lenta posible, no poniendo en peligro ni la existencia de la flor ni los procesos físico-químicos que van lentamente produciéndose en el interior de las botas.

El clima del Marco, meridional cálido pero con fuerte influencia del Océano Atlántico, determina importantes oscilaciones de temperaturas, cambios en el nivel de humedad en función de los vientos dominantes, etc. Ello ha obligado a los bodegueros de Jerez a adecuar las condiciones arquitectónicas de las bodegas, para paliar los factores negativos y aprovechar los positivos.

Las bodegas suelen estar situadas cerca del mar, o bien en terrenos relativamente altos, para que los vinos que almacenan puedan recibir las brisas marinas de la mañana y los vientos húmedos provenientes del océano. Además, la orientación de los edificios suele ser noroeste-sureste, lo que asegura el mínimo de horas de sol y el máximo de humedad.

Las levaduras que forman la flor viven mejor en la oscuridad y en silencio; por eso los bodegueros construyen ventanas altas y de forma apaisada de modo que los rayos de sol no lleguen a las botas. Además cubren los huecos de las ventanas con celosías o persianas de esparto para que entren las brisas del mar, pero no la luz.

Las bodegas de Jerez son más altas que las de otras regiones vitivinícolas, pues pueden llegar a tener una altura de hasta 14,5m en su arco central. Con ello los bodegueros intentan crear un gran volumen de aire para cada bota, ya que la ventilación es una exigencia de la crianza bajo velo de flor.

Las paredes laterales de las bodegas tienen un espesor nunca inferior a 60 cm. para soportar la altura de sus paredes externas y producir un gran aislamiento térmico. Los muros están hechos con materiales de gran higroscopicidad para que las bodegas mantengan un grado de humedad muy alto. Por su parte, los pavimentos de las bodegas de Jerez están fabricados con arena, cal y óxido de hierro para mantener la humedad interior; en verano se riegan hasta dos veces por semana para que las bodegas se mantengan frescas.

A lo largo de la larga y convulsa historia del Marco del Jerez, los vinateros han ido adaptando sus edificios y perfeccionando sus bodegas, buscando siempre el equilibrio entre la funcionalidad y la belleza.

2.4.3.1.- LAS BODEGAS MORISCAS

En el momento de la conquista del Alcázar de Jerez por las tropas de Alfonso X El Sabio en 1264 existía en el poblado árabe, según el Libro de Repartimientos Urbanos de Jerez, veintiún cascos de bodega, a los que se añadieron dos de las siete mezquitas, que se convirtieron asimismo en bodegas. Las bodegas moriscas eran de dimensiones muy reducidas, techadas con teja árabe, a una sola vertiente, y con vigas cortas, lo que limitaba la capacidad de los edificios a menos de veinte barricas.

En el Marco existen todavía bodegas moriscas en Sanlúcar de Barrameda y Trebujena.

2.4.3.2.- LA MEZQUITAS

Tras la entrada de las tropas cristianas en Jerez en 1264, sus cuatro grandes mezquitas fueron convertidas en las cuatro parroquias principales de la ciudad, dedicada a los cuatro evangelistas (San Mateo, San Marcos, San Lucas y San Juan), y la mezquita principal se convirtió en la Iglesia Mayor dedicada al Salvador. Las dos más pequeñas fueron convertidas en bodegas.

Existe también una mezquita que sirvió para fines bodegueros en el Palacio de La Almona en Sanlúcar de Barrameda.

Los vinos que se guardaban en estas bodegas eran tintos dulzones, arropados o acaramelados y vinos dulces de uvas pasas, endulzados con miel.

2.4.3.3.- LA BAJA EDAD MEDIA Y EL RENACIMIENTO

Durante esta época, se emplearon en la construcción maderas de los abetos de Suecia, Letonia e incluso Rusia, que llegaron hasta el Marco de Jerez gracias a los acuerdos comerciales existentes.

El empleo de estas maderas, cuya gran longitud de fibra y práctica ausencia de nudos le confiere una gran elasticidad y resistencia, permitió ampliar los vanos de los edificios y construir bodegas más grandes. En el Marco existen numerosos edificios de esta época.

Los tintos arropados y los vinos licorosos seguían constituyendo en esta época la parte del león de los vinos de Jerez.

2.4.3.4.- LAS BODEGAS DE LOS CONVENTOS

Tras el descubrimiento de América, la mayoría de las Órdenes religiosas fundaron conventos en Sevilla, Cádiz, El Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda, para albergar a los misioneros que partían hacia las Indias. En estos conventos se impartían a los religiosos clases de lenguas indígenas, conocimientos de medicina, etc.

Todos los conventos tenían una bodega en su planta baja, que eran locales pequeños situados debajo del piso principal, con techo abovedado y de ladrillo; su escasa ventilación no permitía la crianza de vino bajo velo, sino simples añejamientos, fundamentalmente de vinos olorosos para Misa.

Tras la desamortización de Mendizábal algunos de estos conventos pasaron a manos de particulares, que los dedicaron asimismo a bodegas.

2.4.3.5.- LOS PALACIOS DE LOS MERCADERES DE LAS INDIAS

A lo largo del Siglo XVI se establecieron en Sevilla mercaderes genoveses y alemanes para comerciar con las colonias americanas. A finales del siglo XVII, cuando la cabecera de la flota se trasladó a Cádiz (1680) y sobre todo cuando la Casa de Contratación pasó de Sevilla a Cádiz en 1717 esos mercaderes se desplazaron a Cádiz, El Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda, y construyeron palacios espléndidos, cuyo viguetaje estaba formado por maderas preciosas (caoba, ébano, etc.), que venían como lastre de los galeones.

Los palacios de los mercaderes de Indias contaban con una bodega en su planta baja, dotada de un gran aislamiento térmico, en donde los mercaderes guardaban vinos olorosos de añadas.

2.4.3.6.- LAS BODEGAS DE LUJO

Son edificios cuyas características constructivas son singulares y no se ajustan a los esquemas de construcción del Marco.

Como ejemplo de este grupo contamos con la bodega de Bertemati, edificio de gran lujo, situada en la calle Porvenir de Jerez, construida con materiales ricos y elementos arquitectónicos como bóvedas y cúpulas.

También merece mención la bodega de La Concha edificada por Eiffel de París, que se construyó con ocasión de la visita a Jerez de la Reina Isabel II en 1862.

2.4.3.7.- LAS BODEGAS CATEDRALES

Las bodegas-catedrales, así descritas por el escritor y viajero británico Richard Ford, son bodegas de añejamiento y crianza de vinos que no disponen de lagares y reciben el vino para su crianza, una vez fermentado, es decir convertido de mosto en vino. Tienen tejado a dos aguas y una cubierta muy alta soportada por altos pilares y arquerías donde se almacenan las botas asentadas en tres o cuatros hiladas superpuestas.

Aunque la construcción de este tipo de bodegas se inició a finales del siglo XVIII, su generalización se produjo con el inicio de la crianza de los Finos y Manzanillas bajo velo de flor a finales del primer cuarto del siglo XIX, porque esta crianza exige edificios muy altos que provoquen condiciones microclimáticas especiales, en particular un gran aislamiento térmico.

Su financiación corrió a cargo en muchos casos de los "capitales de regreso" de los empresarios españoles que volvían de América tras la independencia de las Colonias.

2.5.- NORMAS Y REFERENCIAS

2.5.1.- DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

2.5.1.1.- MARCO LEGAL

2.5.1.1.1.- GENERALIDADES

En realidad vamos a tratar la legislación vitivinícola, puesto que no pueden escindirse las reglamentaciones del vino y la ordenación de la viña. La legislación vitivinícola es extensa y casuística en España y otros países productores, y en la propia Unión Europea, por la diversidad de productos que encierra el concepto de vino con situaciones económicas y sociales distintas, todo ello para una ordenación de la producción y del comercio, respetando los intereses de la viticultura, la industria, el comercio y el consumo.

Para demostrar la antigüedad de nuestra legislación y el interés del Estado en este sector, podríamos citar como antecedentes el Auto del Concejo de 22 de junio de 1.694 y el Real Decreto de 11 de marzo de 1.892. En 1.924 se creó la Oficina Internacional del Vino (O.I.V.), siendo España uno de los Estados fundadores, que hoy día incorpora la palabra "viña" en su nominación.

La primera ordenación del sector vitivinícola de ámbito nacional y con rango de Ley fue el Estatuto del Vino de 1.933 que definió los tipos de vinos, estableció el régimen de plantaciones de viñedo, unificó las prácticas enológicas y estableció normas sobre circulación, control y mercado del vino. Creó el Servicio de Defensa contra Fraudes así como Estaciones de Viticultura y Enología en zonas vitícolas que carecían de este Servicio. El Estatuto de 1.933 implantó el régimen de Denominaciones de Origen y definió la figura del Consejo Regulador.

La Ley 25/70 aprobó el Estatuto de la Viña, del Vino y de los Alcoholes que actualizó la legislación anterior adaptándola a los avances tecnológicos y a la realidad del proceso económico, prestando especial atención a la protección de la calidad a través de un régimen perfeccionado de Denominaciones de Origen. Asimismo estableció un sistema sancionador, tanto en la materia general del Estatuto como en la particular de las D.O. como paso necesario para el buen funcionamiento de todo el sistema.

El Estatuto creó el Instituto Nacional de Denominaciones de Origen (INDO) que desde 1.972 hasta 1.985 realizó una importante labor en su campo específico de homologación de las D.O. y en estrecho contacto con los Consejos Reguladores.

El Instituto realizó el Catastro Vitícola y Vinícola por encargo de la Ley en el decenio 1.972-1.982, como fuente de datos para el conocimiento más perfecto del viñedo del Estatuto también parte la creación del Fondo de Ordenación y Regulación de Productos y Precios Agrarios (FORPPA) para dar unidad y coherencia a la ordenación de los mercados agrarios y en particular el vitivinícola.

La nueva Constitución española de 1.978, con sus disposiciones complementarias, ha transferido la competencia en materia vitivinícola a las Comunidades Autónomas.

La incorporación de España a la Unión Europea el 1 de enero de 1.986 ha llevado consigo la adopción de la legislación comunitaria, de rango superior a la nacional. Debe señalarse que en lo que respecta a las Denominaciones de Origen está vigente el sistema español que data de 1.970, dadas las competencias que atribuye la legislación comunitaria a los Estados miembros en esta materia.

El Reglamento comunitario R. (CE) 1493/99, que en parte codifica los anteriores Reglamentos 822/87 y 823/87 y sus disposiciones complementarias, constituye el Reglamento de base, es decir el que regula la política agrícola común (PAC) en el sector vitivinícola.

En lo que respecta a los excedentes de vino se sustituye el sistema de las destilaciones obligatorias de la antigua Organización Común de Mercado (OCM) por posibles destilaciones de crisis en momentos determinados. Esta flexibilización es debida a un mejor equilibrio de la producción y el mercado de los vinos europeos como consecuencia de las normas restrictivas de producción y las medidas disuasorias aplicadas anteriormente a la formación de excedentes de vinos.

El nuevo reglamento incorpora los acuerdos de la Ronda Uruguay, tanto en lo que respecta a los aranceles del antiguo GATT –hoy día transformado en la Organización Común de Mercado (OCM) - como en lo relativo a los aspectos de Propiedad Intelectual en el Comercio a que se refiere el Acuerdo ADPIC.

La nueva OCM conlleva una gran libertad de comercio, con la consiguiente apertura al mercado internacional, desmantelando gran parte de las barreras con que la Unión Europea se protegía de la competencia de los vinos extranjeros en territorio comunitario.

El nuevo Reglamento contempla la situación de las plantaciones ilegales en los países miembros y mantiene las primas para fomentar el abandono definitivo del cultivo de la vid en ciertas zonas; por el contrario contempla la posibilidad de reestructuración del viñedo. Una de las novedades del Reglamento consiste en el régimen de plantaciones con cargo a la reserva nacional y el nuevo sistema de replantaciones.

Se mantienen otros aspectos básicos como el registro vitícola comunitario, que parece necesario para realizar el inventario del potencial vitícola, así como la entrega vínica, es decir la destilación obligatoria de los subproductos de vinificación.

Lamentablemente se conserva, aunque con ligeras modificaciones, la chaptalización entre los procedimientos autorizados de enriquecimiento, con las nefastas consecuencias que conlleva.

Aunque prestemos la mayor atención a la reglamentación vigente, sin embargo nos parece necesario referirnos a la anterior legislación española para comprender mejor la evolución hacia la situación actual del sector y las posiciones que desde 1.986 ha venido presentando la delegación española en el seno de la Comisión y del Consejo en Bruselas.

2.5.1.1.2.- DISPOSICIONES SOBRE HIGIENE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

2.5.1.1.2.1.- DISPOSICIONES COMUNITARIAS

- REGLAMENTO (CE) nº 2073/2005 DE LA COMISIÓN de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.
- REGLAMENTO (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- REGLAMENTO (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.
- REGLAMENTO (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.

2.5.1.1.2.2.- DISPOSICIONES NACIONALES

- REAL DECRETO 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios.
- REAL DECRETO 2207/1995, de 28 diciembre Normas de higiene de productos alimenticios.

2.5.1.1.3.- DISPOSICIONES GENERALES SOBRE BEBIDAS ALCOHÓLICAS

- 1) LEY 25/1970, de 2 de diciembre (BOE de 5 de diciembre). Estatuto de la Viña, del Vino y de los Alcoholes.
- 2) REAL DECRETO 835/1972, de 23 de marzo (BOE de 11 de abril), por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 25/1970, Estatuto de la Viña, del Vino y de los Alcoholes.
- 3) REAL DECRETO 612/1985, de 6 de marzo (BOE de 6 de mayo), por el que se adapta el Decreto 835/1972, en materia de replantación y riego de la vid en situaciones excepcionales.
- 4) REAL DECRETO 1129/1985, de 5 de junio (BOE de 10 de julio), por el que se actualizan las sanciones previstas en el Decreto 835/1972.
- 5) REAL DECRETO 1195/1985, de 5 de junio (BOE de 20 de julio), sobre calificación de variedades de la vid.
- 6) REAL DECRETO 1045/1990, de 27 de julio (BOE de 10 de agosto), por el que se regulan las tolerancias admitidas para la indicación del grado alcohólico volumétrico en el etiquetado de las bebidas alcohólicas destinadas al consumidor final.

- 7) REAL DECRETO 322/2000, de 3 de marzo (BOE de 17 de marzo), por el que se modifican las cuantías establecidas en el apartado 2 del artículo 131 de la Ley 25/1970, de 2 de diciembre, Estatuto de la Viña, el Vino y los Alcoholes.
- 8) LEY 24/2003, de 10 de julio (BOE de 11 de julio), de la Viña y del Vino.
- 9) Real Decreto 1472/2000, de 4 de agosto, por el que se regula el potencial de producción vitícola.

2.5.1.1.4.- RELACIÓN DE DISPOSICIONES APLICABLES A LAS DENOMINACIONES GEOGRÁFICAS DE VINOS, VINAGRES DE VINO Y BEBIDAS ESPIRITUOSAS

2.5.1.1.4.1.- REGLAMENTACIÓN ESPAÑOLA, EN MATERIA DE VINOS, VINAGRES DE VINO Y BEBIDAS ESPIRITUOSAS CON DENOMINACIÓN GEOGRÁFICA

2.5.1.1.4.1.1.- Reglamentación general

- 1) Ley 24/2003, de 10 de julio, de la Viña y el Vino. (B.O.E. de 11 de julio de 2003). Ha sido modificada parcialmente mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (disposición adicional vigésima séptima y disposición transitoria sexta). (B.O.E. de 31 de diciembre de 2003).
- 2) Real Decreto 1651/2004, de 9 de julio, por el que se establecen normas de desarrollo para la adaptación de los reglamentos y órganos de gestión de los vinos de calidad producidos en regiones determinadas a la Ley 24/2003, de 10 de julio, de la Viña y el Vino (B.O.E. de 10 de julio de 2004).
- 3) Real Decreto 1573/1985, de 1 de agosto, por el que se regulan las Denominaciones Genéricas y Específicas de productos alimentarios. (B.O.E. de 6 de septiembre de 1985).

4) Real Decreto 157/1988, de 22 de febrero, por el que se establece la normativa a que deben ajustarse las Denominaciones de Origen y las Denominaciones de Origen Calificadas de vinos y sus respectivos Reglamentos. (B.O.E. de 24 de febrero de 1988).

5) Real Decreto 322/2000, de 3 de marzo, por el que se modifican las cuantías establecidas en el apartado 2 de artículo 131 de la Ley 25/1970, de 2 de diciembre, Estatuto de la Viña, el Vino y los Alcoholes (B.O.E. de 17 de marzo de 2000).

6) Real Decreto 3479/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 322/2000, de 3 de marzo que, a su vez, modificó el artículo 131 del Estatuto de la Viña, el Vino y los Alcoholes (B.O.E. de 19 de enero de 2001).

2.5.1.1.4.1.2.- Consejos Reguladores

1) Orden de 6 de septiembre de 1991, por la que se establecen ayudas para puesta en funcionamiento y desarrollo de las funciones de los Consejos Reguladores de las Denominaciones de Origen, Específicas y Genéricas.(B.O.E. de 21 de septiembre de 1991).

Esta Orden ha sido modificada en dos ocasiones mediante las Ordenes de: 1 de marzo de 1994 (B.O.E. de 9 de marzo de 1994) y de 13 de diciembre de 1996 (B.O.E. de 3 de enero de 1997).

2) Orden de 2 de mayo de 1977 por la que se reglamentan las Denominaciones de Origen Jerez-Xérès-Sherry y Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda y de su Consejo Regulador.

3) Orden de 5 de mayo de 1997, por la que se modifica el Reglamento de las Denominaciones de Origen Jerez-Xérès-Sherry y Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda y de su Consejo Regulador.

4) Orden de 26 de diciembre de 2000 por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen "Vinagre de Jerez" y la modificación del Reglamento de las Denominaciones de Origen "Jerez-Xérès-Sherry" y "Manzanilla Sanlúcar de Barrameda" y de su Consejo Regulador.

5) Ley 10/2007, de 26 de noviembre, de Protección del Origen y la Calidad de los Vinos de Andalucía.

2.5.1.1.4.2.- REGLAMENTACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA, EN MATERIA DE VINOS CON DENOMINACIÓN GEOGRÁFICA

2.5.1.1.4.2.1.- Reglamentación general

- REGLAMENTO (CE) N° 479/2008 DEL CONSEJO de 29 de abril de 2008 por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola, se modifican los Reglamentos (CE) n° 1493/1999, (CE) n° 1782/2003, (CE) n° 1290/2005 y (CE) n° 3/2008 y se derogan los Reglamentos (CEE) n° 2392/86 y (CE) n° 1493/1999.

2.5.1.1.4.2.2.- V.C.P.R.D.

- Reglamento (CE) N° 1607/2000 de la Comisión, de 24 de julio, por el que se fijan las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 1493/89 del Consejo, por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola, en lo relativo a los vinos de calidad producidos en regiones determinadas (D.O.C.E. N° L 185, de 25 de julio de 2000, Pág. 17).

2.5.1.1.4.2.3.- Vinos aromatizados, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas

1) Reglamento (CEE) N° 1601/91 del Consejo de 10 de junio de 1991, por el que se establecen las reglas generales relativas a la definición, designación y presentación de los vinos aromatizados, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas. (D.O.C.E. N° L 149 de 14 de junio de 1991, Pág. 1).

2) Este Reglamento ha sido modificado por última vez por el Reglamento (CE) N° 2061/96, de 8 de octubre de 1996 (D.O.C.E. N° L 277, de 30 de octubre de 1996, Pág. 1) y que ha tenido una rectificación publicada en el D.O.C.E. N° L 152, de 11 de junio de 1997, Pág. 35.

3) Reglamento (CE) N° 122/94 de la Comisión de 25 de enero de 1994, por el que se establecen determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) N° 1601/91 del Consejo por el que se establecen las reglas generales relativas a la definición, designación y presentación de los vinos aromatizados, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas. (D.O.C.E. N° L 21, de 26 de enero de 1994, Pág. 7).

2.5.1.1.5.- MÉTODOS DE ANÁLISIS

- Reglamento (CEE) n° 2676/90 de la Comisión, de 17 de septiembre de 1990, por el que se determinan los métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector del vino.

2.5.1.1.6.- AROMAS Y ADITIVOS

- 1) RESOLUCIÓN DE 18 DE OCTUBRE DE 1982 (BOE de 4 de noviembre), por la que se aprueba la lista positiva de aditivos autorizados para uso en la elaboración de aguardientes compuestos, licores, aperitivos sin vino base y otras bebidas derivadas de alcoholes naturales.
- 2) REAL DECRETO 1477/1990, de 2 de noviembre (BOE de 22 de noviembre), por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria de los aromas que se utilizan en los productos alimenticios y de los materiales de base para su producción.
- 3) REAL DECRETO 1320/1992, de 30 de octubre (BOE de 20 de noviembre), por el que se modifica la reglamentación técnico-sanitaria de los aromas que se utilizan en los productos alimenticios y de los materiales de base para su producción, aprobada por Real Decreto 1477/1990.

- 4) REAL DECRETO 2027/1997, de 26 de diciembre (BOE de 17 de enero de 1998), por el que se modifica el Real Decreto 2002/1995, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.
- 5) REAL DECRETO 485/2001, de 4 de mayo (BOE de 22 de mayo), por el que se modifica el Real Decreto 2001/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos colorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.
- 6) REAL DECRETO 4/2004, de 9 de enero (BOE de 16 de enero), por el que se modifica la Reglamentación Técnico-Sanitaria de los aromas que se utilizan en los productos alimenticios, y de los materiales de base para su producción, aprobada por Real Decreto 1477/1990 de 2 de noviembre.
- 7) REAL DECRETO 2196/2004, de 25 de noviembre (BOE de 3 de diciembre), por el que se modifica el Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.
- 8) REAL DECRETO 2197/2004, de 25 de noviembre (BOE de 3 de diciembre), por el que se modifica el Real Decreto 2002/1995, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.

2.5.1.1.7.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN EL TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS VITIVINÍCOLAS Y A LOS REGISTROS QUE SE DEBEN LLEVAR EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA

2.5.1.1.7.1.- DISPOSICIONES COMUNITARIAS

- 1) REGLAMENTO (CE) n° 2729/2000 de la Comisión, de 14 de diciembre de 2000, que establece disposiciones de aplicación relativas a los controles en el sector vitivinícola.
- 2) REGLAMENTO (CE) 884/2001, de la Comisión, de 24 de abril de 2001 (DOCE L 128 de 10 de mayo), por el que se establecen disposiciones de aplicación para los documentos que acompañan al transporte de productos del sector vitivinícola y para los registros que se han de llevar en dicho sector.
- 3) REGLAMENTO (CE) 1782/2002, de la Comisión, de 7 de octubre de 2002 (DOCE L 270 de 8 de octubre), que modifica el Reglamento (CE) 884/2001, por el que se establecen disposiciones de aplicación para los documentos que acompañan al transporte de productos del sector vitivinícola y para los registros que se han de llevar en dicho sector.

2.5.1.1.7.2.- DISPOSICIONES ESTATALES

- 1) REAL DECRETO 323/1994, de 28 de febrero (BOE de 7 de mayo), sobre los documentos que acompañan el transporte de productos vitivinícolas y los registros que se deben llevar en el sector vitivinícola.
- 2) ORDEN DE 20 DE MAYO DE 1994 (BOE de 15 de junio), por la que se dictan normas de desarrollo del Real Decreto 323/1994, sobre documentos que acompañan el transporte de productos vitivinícolas y los registros que se deben llevar en el sector vitivinícola.

2.5.1.1.7.3.- DISPOSICIONES AUTONÓMICAS: ANDALUCÍA

- ORDEN DE 17 DE JULIO DE 1995 (BOJA de 22 de julio de 1995), por la que se dictan normas sobre los documentos que acompañan el transporte de productos vitivinícolas y los registros que se deben llevar en el sector vitivinícola.

2.5.1.1.8.- CALIDAD DEL AGUA

- Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público. (BOE 226/1990 de 20-09-1990, Pág. 27488)

2.5.1.1.9.- ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

- REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.
- REAL DECRETO 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

2.5.1.1.10.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

- 1) Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- 2) Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- 3) REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- 4) REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

2.5.1.1.11.- RECIPIENTES A PRESIÓN

2.5.1.1.11.1.- DISPOSICIONES COMUNITARIAS

- DIRECTIVA 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de mayo de 1997 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión.

2.5.1.1.11.2.- DISPOSICIONES ESTATALES

- Real Decreto 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión. (BOE núm. 128, de 29 de mayo de 1979).
- REAL DECRETO 769/1999, de 7 de mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el REAL DECRETO 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión. (BOE núm. 129 de 31 de mayo de 1999)

2.5.1.1.12.- RESIDUOS

2.5.1.1.12.1.- DISPOSICIONES ESTATALES

- 1) Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas.
- 2) Real Decreto 927/88, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.

- 3) REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 (DEROGADA POR Ley 10/1998), básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- 4) REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986 (DEROGADA POR Ley 10/1998), de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- 5) LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- 6) Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- 7) REAL DECRETO 1/2001, de 20 de julio (Medio Ambiente), por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- 8) REAL DECRETO 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- 9) Real Decreto-Ley 4/07, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto legislativo 1/01, de 20 de julio.

2.5.1.1.12.2.- DISPOSICIONES AUTONÓMICAS

- 1) Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- 2) Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de residuos de la C.A. de Andalucía.

- 3) DECRETO 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad de las aguas litorales.
- 4) Acuerdo de 17 de junio de 1997, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación del Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.
- 5) Acuerdo de 9 de diciembre de 1997, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos de Andalucía (BOJA nº 144, de 13.12.97).
- 6) Decreto 134/1998, de 23 de junio, por el que se aprueba el Plan de Gestión de Residuos tóxicos y peligrosos.
- 7) Decreto Nº 16/1999, de 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado.
- 8) Decreto 218/1999, de 26 de octubre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía.
- 9) Decreto 104/2000, de 21 de marzo, por el que se regulan las autorizaciones administrativas de las actividades de valorización y eliminación de residuos y la gestión de residuos plásticos agrícolas.
- 10) Decreto 99/2004, de 9 de marzo, por el que se aprueba la revisión del Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.

2.5.1.1.12.3.- DISPOSICIONES MUNICIPALES

- Ordenanzas Municipales de Medio Ambiente en el término municipal de Jerez de la Frontera, de noviembre de 1.998, publicadas en el B.O.P. nº 48 de Cádiz, de 27/02/99.

2.5.1.2.- NORMAS APLICADAS

- Norma UNE 157001: Criterios Generales para la elaboración de proyectos.

- Norma ASME (American Society of Mechanical Engineers), Sección VIII (reglas para la construcción de recipientes sujetos a presión), División 1 (que son las vigentes en Estados Unidos), y 2.

En la práctica habitual, tanto técnica como comercial, de los equipos utilizados en este proyecto se emplea este código para su diseño.

2.5.1.3.- PROGRAMAS DE CÁLCULO

- Microsoft Excel

2.5.2.- BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla-Sanlúcar De Barrameda” y de su Consejo Regulador.
- “Equipos para la industria química y alimentaria”. J. Baquero Franco, V. Llorente Martínez. Editorial Alambra, S.A.
- “Análisis y producción de vino”. Bruce W. Zoecklein, Kenneth C. Fugelsang, Barry H. Gump, Fred S. Nury. Editorial Acribia, S.A.
- “Tecnología del vino”, Gerhard Troost. Editorial Omega.
- “Enología práctica. Conocimiento y elaboración del vino”. Jacques Blouin, Émile Peynaud. Ediciones Mundi-Prensa.
- “Curso de Química Técnica: Introducción a los procesos, las operaciones unitarias y los fenómenos de transporte en la Ingeniería Química”. J. Costa López, S. Cervera March, F. Cunill García, S. Esplugas Vidal, C. Mans Teixidó, J. Mata Álvarez. Editorial Reverté, S.A.
- “Válvulas: Selección, uso y mantenimiento”. Richard W. Greene. Editorial McGraw-Hill.
- “Reglamentos de aparatos a presión e Instrucciones Técnicas Complementarias”. Ministerio de Industria y Energía. Editorial Miner.

- “Diseño de tuberías para plantas de proceso”. Howard F. Rase, Versión española Juan Pérez Peces.
- “Diseño mecánico de recipientes a presión y torres altas”. P. A. Q. Hernández...[et al.]
- “Tuberías Industriales. Diseño, selección, cálculo y accesorios”. D. N. W. Kentish.
- “Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas”. Claudio Mataix. Ediciones del Castillo, S.A.
- “Manual de bombas para fluidos”. Manuel. A. Soler.
- “Manual de recipientes a presión. Diseño y cálculo”. Eugene F. Megyesy. Limusa, Noriega Editores.
- “Manual del Ingeniero Químico”, Perry, McGraw – Hill.
- “El mantenimiento: fuente de beneficios”, Jean-Paul Souris. Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- “Tratado de Enología. Tomos I y II”, José Hidalgo Togores. Ediciones Mundi – Prensa.
- “Instrumentación Industrial”, Antonio Creus Solé. Ed. Marcombo.
- “Simulación y control de Procesos por ordenador”, Antonio Creus. Marcombo – Boixareu Editores.
- “Automatismo y control en máquinas y mecanismos”, Tomás López Navarro. Editorial Gustavo Gili, S.A.
- “Automatismo mediante PLC”, Isidoro Ramos Barbadillo. Servicio de Publicaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Cádiz.

- “Autómatas Programables”, Joseph Balcells, José Luis Romeral. Boixareu Editores.
- “Autómatas Programables. Entorno y Aplicaciones”, Enrique Mandado Pérez, Jorge Marcos Acevedo, Celso Fernández Silva, José I. Armesto Quiroga, Serafin Pérez López. Thomson Editores.
- “Instrumentación y Control Avanzado de Procesos”, José Acedo Sánchez. Ediciones Díaz de Santos.
- “El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos. Su aplicación a las industrias de alimentos”, ICMSF. Editorial Acribia, S.A.
- “Análisis y reducción de riesgos en la industria química”, J. M. Santamaría Ramiro, P. A. Braña Aísa. Editorial MAPFRE, S.A.

2.6.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- AISI :American Iron and Steel Institute

AISI es una asociación de compañías norteamericanas que extraen mineral de hierro y producen productos de acero. Esta asociación rige las características de los distintos tipos de aceros.

- ANSI: American National Standards Institute

Esta organización fue originalmente la American Standards Association (ASA). El ANSI es el organismo que promulga los códigos de tuberías utilizados en las industrias de procesos químicos.

Las normas ANSI rigen el diseño de las tuberías, en lo que se refiere exclusivamente al dimensionado geométrico y las clasifica, así como también a las válvulas, bridas y accesorios.

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists)

Asociación científica de Estados Unidos dedicada a la elaboración y desarrollo de procedimientos analíticos.

- ARCPC: Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos

Es un sistema de autocontrol lógico, organizado y sistemático basado en la adopción de medidas preventivas para minimizar riesgos y garantizar la seguridad de los alimentos que llegan a los consumidores, proporcionándoles además una mayor confianza.

- ASME: American Society of Mechanical Engineers.

Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos que genera los códigos para el diseño de calderas y recipientes a presión (Boiler and Pressure Vessel Codes) de uso común para el resto del mundo.

- ASTM: American Society for Testing and Materials

Esta sociedad genera las especificaciones para la mayor parte de los materiales utilizados de acuerdo con el código para tuberías de ANSI, Piping Codes, y para el Código de calderas y recipientes a presión de ASME, Boiler and Pressure Vessel Codes.

- Blending

El “blending” consiste en la realización de “cabeceos o mezclas” para conseguir las características propias de los vinos de cada bodega. Estos vinos adquieren diferentes denominaciones, en función del contenido en azúcar final de los mismos, por ejemplo Pale Cream, Dry, etc.

Tras realizar este “blending”, los vinos permanecen un tiempo en reposo en la bodega antes de pasar a las etapas siguientes. Determinadas bodegas realizan este reposo de nuevo en botas de roble, redondeándose antes de pasar a los tratamientos finales.

- Coupage

Término francés que define la práctica de mezclar vinos de la misma o de diferente partida o cosecha con el fin de unificar sus cualidades o de compensar con las cualidades de unos los defectos de otros.

Así, el vino de coupage es el producto de la mezcla de vinos de diferentes características con el fin de conseguir otro que participe de las virtudes de los que intervienen en la mezcla.

- DN: Diámetro Nominal

Con la denominación de diámetro nominal se expresa un diámetro convencional que no representa una dimensión física; no obstante, en la norma americana ANSI, a partir de 14", el diámetro nominal coincide con el diámetro exterior del tubo.

El diámetro nominal es el nombre genérico de las tuberías que son fabricadas comúnmente, ya que no se fabrican todos los diámetros, sino que se han normalizado una serie de diámetros por ser los más empleados. Son los diámetros normalizados de tuberías que podemos encontrar en el mercado. Si nos salimos de estos estándares, el precio de la tubería se elevará considerablemente.

- DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno expresada en miligramos, necesaria para degradar la materia orgánica contenida en un litro de agua a 20°C y durante 5 días.

- D.O.: Denominación de Origen

Nombre de una región, de un lugar determinado o, en casos excepcionales, de un país que sirve para designar un producto agrícola o un producto alimenticio: originario de dicha región, de dicho lugar determinado o de dicho país, y cuya calidad o características se deban fundamental o exclusivamente al medio geográfico con sus factores naturales y humanos, y cuya producción, transformación y elaboración se realicen en la zona geográfica delimitada

- DQO: Demanda Química de Oxígeno

La demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno expresada en miligramos, consumida por la materia oxidable contenida en un litro de agua, siendo ésta de origen orgánico o también mineral.

- Filtros EK

Capas ricas en asbestos empleadas para filtrar y estabilizar los vinos.

El filtrado EK no es un filtrado clarificador en el sentido habitual de la palabra, sino un seguro contra los enturbiamientos biológicos posteriores, las fermentaciones y otras alteraciones biológicas. Esto se debe a que las placas EK tienen los poros demasiado finos y son también demasiado caras. Esto quiere decir que los vinos que van a ser esterilizados deben ser ya claros. Si no lo son, se deberá proceder a una preclarificación.

- GAV: Grado alcohólico volumétrico adquirido

Número de volúmenes de alcohol puro, a la temperatura de 20°C, contenidos en 100 volúmenes de producto considerado a dicha temperatura.

- Grado alcohólico volumétrico en potencia

Número de volúmenes de alcohol puro, a la temperatura de 20°C, que pueden obtenerse por fermentación total de los azúcares contenidos en 100 volúmenes del producto considerado a dicha temperatura.

- Grado alcohólico volumétrico total

Suma de los grados alcohólicos volumétricos adquirido y en potencia.

- Grado alcohólico volumétrico natural

Grado alcohólico volumétrico total del producto considerado antes de cualquier aumento artificial del grado alcohólico.

- Grado alcohólico adquirido expresado en masa

Número de kilogramos de alcohol puro que pueden obtenerse por fermentación total de los azúcares contenidos en 100 kilogramos de producto.

- Grado alcohólico total expresado en masa

Suma de grado alcohólico adquirido expresado en masa y del grado alcohólico en potencia expresado en masa.

$$^{\circ} A \text{ Total} = ^{\circ} A \text{ Adquirido} + ^{\circ} A \text{ Potencial}$$

$$^{\circ} A \text{ Adquirido} = ^{\circ} A \text{ Natural} + ^{\circ} A \text{ Añadido}$$

$$^{\circ} A \text{ Total} = (^{\circ} A \text{ Natural} + ^{\circ} A \text{ Añadido}) + ^{\circ} A \text{ Potencial}$$

- Higiene de los productos alimenticios

En adelante “higiene”, es el conjunto de las medidas necesarias para garantizar la seguridad y salubridad de los productos alimenticios. Dichas medidas abarcan todas las fases posteriores a la producción primaria (entendiéndose por producción primaria los procesos de recolección, sacrificio, ordeño y similares) e incluyen preparación, fabricación, transformación, envasado, almacenamiento, transporte, distribución, manipulación y venta o suministro al consumidor.

- ISA: Asociación de Instrumentación, Sistemas y Automatización

Asociación profesional sin ánimo de lucro, a la que pueden pertenecer todas aquellas personas que lo deseen y que se encuentren interesadas en la medida, automatización y gestión de procesos. Su misión consiste en el fomento del progreso de las ciencias y tecnologías relacionadas con el diseño, fabricación, suministro y uso de los equipos, sistemas y procedimientos relacionados con esta actividad; la difusión de su conocimiento y el intercambio de informaciones de interés para los profesionales del sector.

- ITC: Instrucción Técnica Complementaria

Con el objeto de establecer las prescripciones técnicas de seguridad a las que han de ajustarse las instalaciones de almacenamiento de productos químicos, se han elaborado una serie de Instrucciones Técnicas Complementarias en función del producto químico a almacenar.

- MCR: Mosto de uva Concentrado Rectificado

Obtenido de uvas frescas (la procedencia geográfica es irrelevante), a través de un proceso de filtrado y posterior rectificado mediante resinas decolorantes e intercambio iónico. Se trata de un líquido incoloro, inodoro y extremadamente dulce: agua biológica + glucosa + fructosa.

Definido en el Reglamento (CE) N° 1493/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999, por el que se establece la Organización Común del Mercado Vitivinícola, como el producto líquido sin caramelizar:

- obtenido por deshidratación parcial del mosto de uva, efectuada por cualquier método autorizado, excepto el fuego directo, de modo que el valor numérico indicado por el refractómetro, utilizado según un método que se determinará, a la temperatura de 20 °C no sea inferior al 61,7 %;
- que haya sido sometido a tratamientos autorizados de desacidificación y de eliminación de componentes distintos del azúcar;
- que tenga las siguientes características:
 - pH no superior a 5 a 25° Brix,
 - densidad óptica, a 425 nanómetros bajo un espesor de 1cm, no superior a 0,100 en mosto de uva concentrado a 25° Brix,
 - contenido en sacarosa no detectable por el método de análisis que se determine,
 - índice Folin-Ciocalteu no superior a 6 a 25° Brix,
 - acidez de grado no superior a 15 miliequivalentes por kilogramo de azúcares totales,
 - contenido en anhídrido sulfuroso no superior a 25 miligramos por kilogramo de azúcares totales,

- contenido en cationes totales no superior a 8 miliequivalentes por kilogramo de azúcares totales,
- conductividad a 25° Brix y a 20 °C no superior a 120 micro-siemens por centímetro,
- contenido en hidroximetilfurfural no superior a 25 miligramos por kilogramo de azúcares totales,
- presencia de mesoinositol;
- procedente exclusivamente de las variedades de vid indicadas en el apartado 5 del artículo 42;
- procedente de mosto de uva que tenga al menos el grado alcohólico volumétrico natural mínimo fijado para la zona vitícola en que se haya cosechado la uva.

Se admite un grado alcohólico volumétrico adquirido en el mosto de uva concentrado rectificado que no exceda del 1 % Vol.

- MISTELAS

Según la definición española, “Mistela” es el producto obtenido exclusivamente por adición al mosto natural de alcohol vínico autorizado, en la proporción suficiente para impedir su fermentación. Se denomina “Tierno” a la mistela obtenida de mosto de uva soleada. Las “Bebidas Amisteladas” son las elaboradas con vino, mosto concentrado de uva y alcohol vínico autorizado, con graduación alcohólica adquirida superior a 13,0% Vol. y más de 100g/L de materias reductoras.

- OIV (Organización Internacional de la Viña y el Vino)

La «Organización Internacional de la Viña y el Vino» (O.I.V.), que reemplaza a la Oficina Internacional de la Viña y el Vino, fue creada por el Acuerdo del 3 de Abril de 2001.

La OIV se define en dicho Acuerdo como un organismo intergubernamental de carácter científico y técnico, con una competencia reconocida en el campo de la viña, el vino, las bebidas a base de vino, las uvas de mesa, las uvas pasas y otros productos derivados de la vid.

Dentro del campo de sus competencias, sus objetivos son los siguientes:

- a) Indicar a sus miembros las medidas que permitan tener en cuenta las preocupaciones de los productores, de los consumidores y de los otros actores del sector vitivinícola.
- b) Asistir a las otras organizaciones internacionales intergubernamentales y no gubernamentales, especialmente a aquellas que ejercen actividades normativas.
- c) Contribuir a la armonización internacional de las prácticas y normas existentes y, cuando sea necesario, a la elaboración de nuevas normas internacionales a fin de mejorar las condiciones de elaboración y comercialización de los productos vitivinícolas, tomando en cuenta los intereses de los consumidores.

- PCC: Punto Crítico de Control

Es el punto dentro del proceso en el que se puede aplicar un control, para eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo que pueda afectar a la salubridad de un alimento.

- PLC / API

Un autómata programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

- RAP: Reglamento de Aparatos a Presión

Este Reglamento fue aprobado inicialmente por el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril. No obstante ha ido sufriendo modificaciones para adaptarlo a las exigencias actuales.

El presente Reglamento tiene por objeto dictar las normas necesarias para la debida protección de las personas y sus bienes y para la salvaguardia de la seguridad e intereses de los usuarios, así como el establecimiento de las condiciones de seguridad de los aparatos a presión.

- RAPQ: Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos

Este Reglamento fue aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril y tiene por objeto establecer las condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento, carga, descarga y trasiego de productos químicos peligrosos.

Se entiende como productos químicos peligrosos las sustancias o preparados considerados como peligrosos en el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, modificado por el Real Decreto 700/1998, de 24 de abril, y el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 1078/1993, de 2 de julio, modificado por el Real Decreto 1425/1998, de 3 de julio, tanto en estado sólido como líquido o gaseoso, y sus servicios auxiliares en toda clase de establecimientos y almacenes, incluidos los recintos, comerciales y de servicios.

- Recipiente a presión

Según el código ASME, sección VIII, División 1, se definen los recipientes a presión como envases para la contención de la presión. Se excluyen en forma específica los recipientes que tienen una presión interna que no supera el valor de 103KPa (15lbf/in²) y establece que las reglas se aplican para presiones que no sean superiores al valor de 20.670KPa (3000lbf/in²).

- SCADA

Acrónimo de Supervisory Control and Data Acquisition (en español, Control supervisor y adquisición de datos).

Comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial (aunque no es absolutamente necesario que pertenezca a este ámbito), para que, con esta información, sea posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso, tales como:

- Indicadores sin retroalimentación inherente (no afectan al proceso, sólo al operador):
 - Estado actual del proceso. Valores instantáneos;
 - Desviación o deriva del proceso. Evolución histórica y acumulada;
- Indicadores con retroalimentación inherente (afectan al proceso, después al operador):
- Generación de alarmas;
- HMI Human Machine Interface (Interfaces hombre-máquina);
- Toma de decisiones:
 - Mediante operatoria humana;
 - Automática (mediante la utilización de sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos).
 - Etc.

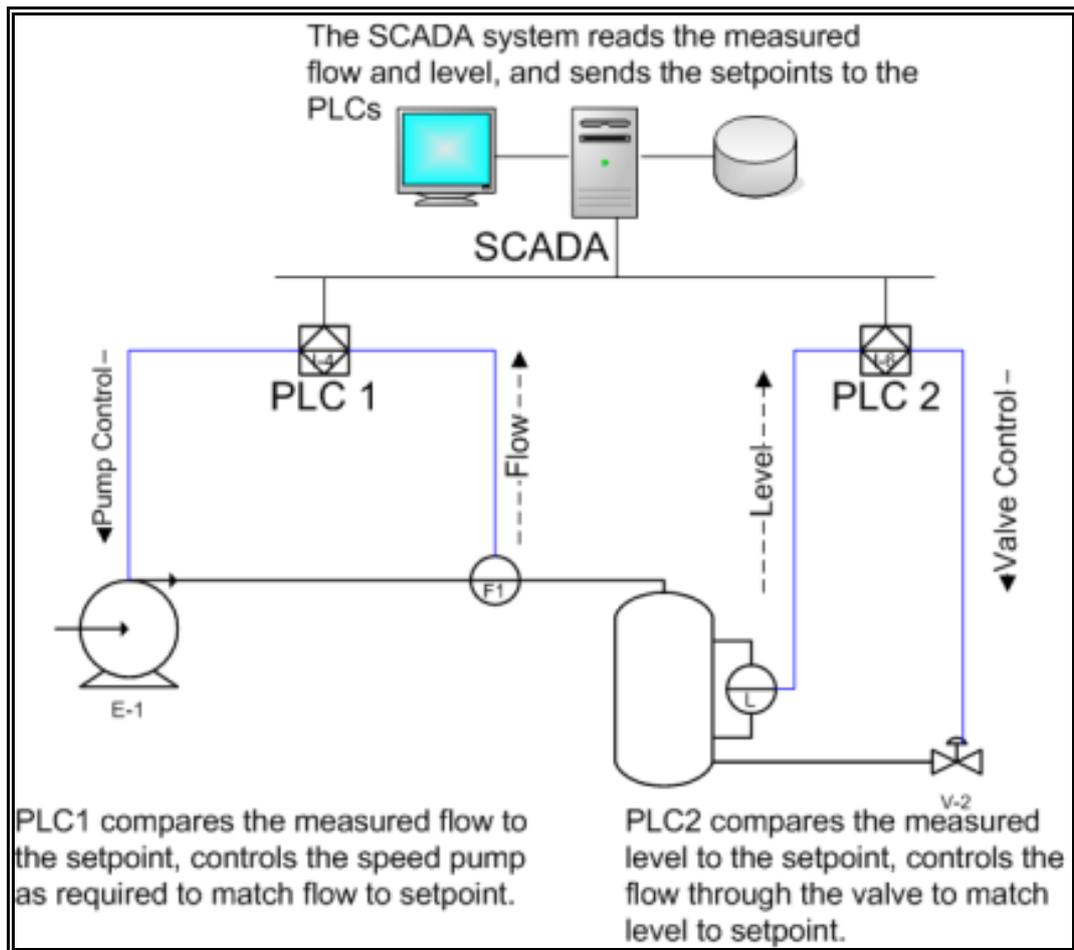


Fig. 1. Esquema de una aplicación de un SCADA.

Este gráfico es un ejemplo de la aplicación del sistema SCADA en áreas industriales. Estas áreas pueden ser:

- Monitorizar procesos químicos, físicos o de transporte en sistemas de suministro de agua, para controlar la generación y distribución de energía eléctrica, de gas o en oleoductos y otros procesos de distribución.
- Gestión de la producción (facilita la programación de la fabricación).
- Mantenimiento (proporciona magnitudes de interés tales para evaluar y determinar modos de fallo, MTBF, índices de Fiabilidad, entre otros).

- Control de Calidad (proporciona de manera automatizada los datos necesarios para calcular índices de estabilidad de la producción CP y CPk, tolerancias, índice de piezas NOK/OK, etc);
 - Administración (actualmente pueden enlazarse estos datos del SCADA con un servidor ERP (Enterprise Resource Planning o sistema de planificación de recursos empresariales), e integrarse como un módulo más);
 - Tratamiento histórico de información (mediante su incorporación en bases de datos).
- VGL: Vinos Generosos de Licor

La mención específica tradicional de VGL queda reservada a los VLCPRD obtenidos a partir de “Vinos Generosos”, que hayan sido objeto de una adición bien de mosto de uva parcialmente fermentado procedente de uvas pasificadas, o bien de mosto de uva concentrado, y puestos en consumo después de dos años de edad media de maduración en toneles de roble.

Según la definición española, los VGL son los elaborados a partir de variedades adecuadas, con la adición de alcohol vínico autorizado, vinos dulces naturales, o de mostos o mistelas; su graduación alcohólica adquirida estará entre 13,5% Vol. y 23,0% Vol., y su contenido en materias reductoras será superior a 100g/L, debiendo proceder la mayor parte de su grado de la fermentación del mosto inicial.

Según el Reglamento de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla-Sanlúcar De Barrameda” y de su Consejo Regulador, Vino Generoso de Licor es el vino obtenido a partir de Vino Generoso o de vino apto para producir Vino Generoso con un grado alcohólico volumétrico total no inferior a 17,5% Vol., un grado alcohólico volumétrico adquirido no superior a 22% Vol. y un contenido en materias reductoras no inferior a 5gr/l.

Dentro de los tipos de Vino Generoso de Licor de la Denominación de Origen “Jerez-Xérès-Sherry”, dependiendo del contenido en materias reductoras, entre 5gr/l y 140gr/l., del color y demás características, se encuentran los siguientes: Dry, Medium, Cream y Pale Cream.

- Vino de Licor o Licoroso

Según la definición española los “Vinos Licorosos” son los elaborados a partir de variedades de uva adecuadas, con la adición e alcohol vínico autorizado, vinos dulces naturales, o de mostos o mistelas; su graduación alcohólica adquirida estará entre 13,5% Vol. y 23,0% Vol., y su contenido en materias reductoras será superior a 50g/L, debiendo proceder la mayor parte de su grado de la fermentación del mosto inicial.

Definido en el Reglamento (CE) N° 1493/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999, por el que se establece la Organización Común del Mercado Vitivinícola, como el producto:

- que tenga:
 - un grado alcohólico volumétrico adquirido no inferior al 15% Vol. ni superior al 22% Vol.,
 - un grado alcohólico volumétrico total no inferior al 17,5% Vol., con la excepción de determinados vinos de licor de calidad producidos en regiones determinadas (VLCPRD) que figuren en la lista que se adopte;
- u obtenido:
 - a) a partir de:
 - mosto de uva parcialmente fermentado,
 - vino,
 - una mezcla de ambos productos,

- en el caso de algunos VLCPRD a determinar, mosto de uva o mezcla de este producto con vino; todos estos productos deberán, para los vinos de licor y los VLCPRD:
 - proceder de variedades de vid que se elegirán de entre las indicadas en el apartado 5 del artículo 42, y
 - tener un grado alcohólico volumétrico natural inicial no inferior al 12% Vol., con la excepción de determinados VLCPRD que figuren en la lista que se adopte;
- b) y mediante adición:
 - i) solos o mezclados:
 - de alcohol neutro de origen vitícola, incluido el alcohol producido por destilación de pasas, con un grado alcohólico volumétrico adquirido no inferior al 96% Vol.,
 - de destilado de vino o de pasas, con un grado alcohólico volumétrico adquirido no inferior al 52% Vol. ni superior al 86% Vol.;
 - ii) así como, en su caso, de uno o varios de los productos siguientes:
 - mosto de uva concentrado,
 - una mezcla de uno de los productos señalados en el inciso i) con uno de los mostos de uva señalados en el primer y cuarto guiones de la letra a);
 - iii) para determinados VLCPRD que figuren en la lista que se adopte:
 - bien de los productos enunciados en el inciso i), solos o mezclados,
 - bien de uno o varios de los productos siguientes:

- alcohol de vino o alcohol de pasas, con un grado alcohólico volumétrico adquirido que no sea inferior al 95% Vol. ni superior al 96% Vol.,
- aguardiente de vino o de orujo de uva, con un grado alcohólico volumétrico adquirido que no sea inferior al 52% Vol. ni superior al 86% Vol.,
- aguardiente de pasas con un grado alcohólico volumétrico adquirido que no sea inferior al 52% Vol. e inferior al 94,5% Vol.,
- así como, en su caso, de uno o varios de los productos siguientes:
 - mosto de uva parcialmente fermentado obtenido a partir de uvas pasificadas,
 - mosto de uva concentrado obtenido por aplicación directa de fuego que se ajuste, exceptuando para esta operación, a la definición de mosto de uva concentrado,
 - mosto de uva concentrado,
 - una mezcla de uno de los productos señalados en el segundo guión con uno de los mostos de uva señalados en el primer y cuarto guiones de la letra a).
- VLCPRD: Vinos de Licor Calidad Producidos en Región Determinada.

Los “Vinos de Licor Calidad Producidos en Región Determinada (VLPRD)” se definen de una manera análoga a los “Vinos de Licor”, donde el grado alcohólico natural del vino o mosto de uva parcialmente fermentado principal no será inferior a 12,0% Vol., salvo en los siguientes casos:

- Mosto de uva de grado alcohólico natural no inferior a 10,0% Vol., cuando se trate de VLCPRD obtenidos con adición de aguardientes de vino o de orujo de uva de denominación de origen.
- Mosto de uva en proceso de fermentación o de vino cuyo grado alcohólico natural sea al menos igual a:
 - 11,0% Vol. para los VLCPRD obtenidos por adición de alcohol neutro, de un destilado de vino cuyo grado alcohólico adquirido no sea inferior a 70,0% Vol. o de aguardiente de origen vitícola.
 - 10,5% Vol. para determinados vinos elaborados a partir de mosto de uva blanca.
 - 9,0% Vol. para los VLCPRD de producción tradicional.

Dentro de los VLCPRD se distinguen además los siguientes tipos: “Vinos Dulces Naturales”, “Vinos Generosos” y “VGL”.

Este término queda definido en el Artículo 54 del Reglamento (CE) N° 1493/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999, por el que se establece la Organización Común del Mercado Vitivinícola:

1. Se entenderá por «vinos de calidad producidos en regiones determinadas» o « VLCPRD » los vinos que cumplan las disposiciones del presente título y las disposiciones comunitarias y nacionales adoptadas al respecto.
2. Los VLCPRD comprenden las categorías siguientes:
 - a) los vinos de licor de calidad producidos en regiones determinadas, en adelante denominados « VLCPRD », que se ajusten a la definición de vino de licor;

- b) los vinos espumosos de calidad producidos en regiones determinadas, en adelante denominados «VECPRD», que se ajusten a la definición de vino espumoso, incluidos los VECPRD de tipo aromático;
 - c) los vinos de aguja de calidad producidos en regiones determinadas, en adelante denominados «VACPRD», que se ajusten a la definición de vino de aguja;
 - d) los VCPRD distintos de los indicados en las letras a), b) y c).
3. Los productos aptos para dar un VCPRD son los siguientes:
- a) las uvas frescas;
 - b) los mostos de uva;
 - c) los mostos de uva parcialmente fermentados;
 - d) los vinos nuevos aún en fermentación;
 - e) los vinos.
4. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión la lista de VCPRD que hayan reconocido y facilitarán información acerca de las disposiciones nacionales relativas a la producción y elaboración de cada uno de los VCPRD.
5. La Comisión publicará dicha lista en la serie C del Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

2.7.- REQUISITOS DE DISEÑO

2.7.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ

2.7.1.1.- TIPOS DE VINOS DE JEREZ

La variedad de los vinos de Jerez es extraordinaria. La paleta de colores, aromas y sabores va desde vinos absolutamente pálidos, de sabor muy seco y aroma punzante, hasta otros vinos de color caoba oscura, de textura aterciopelada y extraordinario grado de dulzor.

El Reglamento agrupa los distintos tipos de Jerez en tres grupos fundamentales:

- Los Vinos Generosos, vinos totalmente secos, es decir, aquellos en los que se ha producido una fermentación completa.
- Los Vinos Dulces Naturales son aquellos en los que, mediante la detención de la fermentación, aseguramos un alto grado de azúcares residuales, provenientes de la parte del zumo de uva que no llegó a fermentar.
- Finalmente, existe un tercer grupo, los Vinos Generosos de Licor, obtenidos mediante la mezcla o "cabeceo" de vinos Generosos y Vinos Dulces Naturales. Obviamente, se trata de vinos con un cierto grado de dulzor.

Los distintos tipos de vino de Jerez son en definitiva el resultado de distintas variedades de uva, diferentes métodos de vinificación y procesos de envejecimiento.

El resultado es una paleta de sensaciones extraordinariamente rica en colores, aromas y sabores. Todo un festival para los amantes del vino, un vino para cada momento y una oportunidad de maridaje para cada plato.

A pesar de su complejidad, el amplio espectro de los distintos vinos de Jerez podría encuadrarse en un mapa de doble eje. En el primero de ellos situaríamos el grado de coloración que, como ya sabemos, dependerá del nivel de oxidación producido a lo largo del proceso de crianza. En el segundo situaríamos el mayor o menor grado de dulzor, que dependerá en definitiva de la riqueza del vino en azúcares residuales, como consecuencia del tipo de fermentación a que haya sido sometido el mosto original.

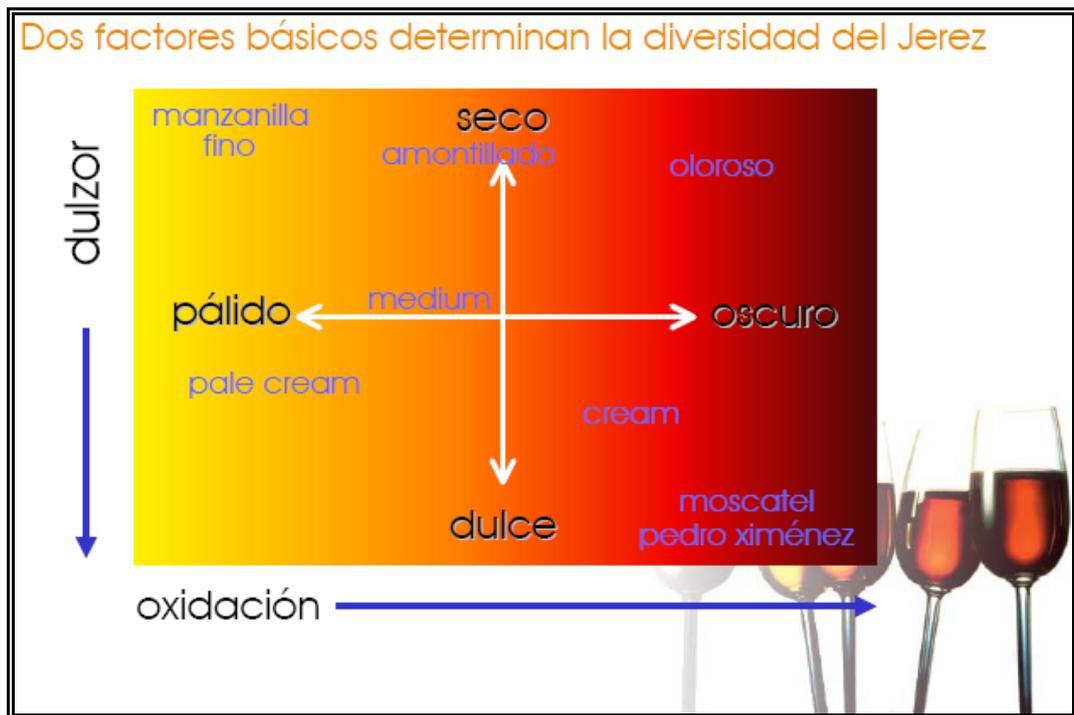


Fig. 2. Factores determinantes de la variedad de vinos de Jerez.

2.7.1.1.1.- VINOS GENEROSOS

Vino Generoso es el vino de licor de calidad producido en región determinada (VCPRD) elaborado durante toda o parte de su crianza bajo velo de flor, proceso biológico que, realizándose durante el desarrollo espontáneo de un velo de levaduras típicas sobre la superficie libre del vino tras la fermentación alcohólica total del mosto, confiere al producto determinadas características analíticas y organolépticas específicas, con un grado alcohólico volumétrico adquirido no inferior a 15% Vol., un grado alcohólico volumétrico adquirido no superior a 22% Vol. y un contenido en materias reductoras inferior a 5g/L

Los distintos Vinos Generosos o secos tan sólo difieren entre sí en función del tipo de envejecimiento al que sean sometidos.

Así, si durante todo el proceso de crianza los vinos se encuentran protegidos de la oxidación por el velo de levaduras o "flor"; es decir, si son vinos en crianza biológica, obtendremos los finos o manzanillas. Son vinos que conservan el color pálido y adquieren características organolépticas derivadas del envejecimiento en presencia de las levaduras.

Si, en cambio, son vinos en los que tras la primera clasificación, se optó por clasificarlos como olorosos y envejecerlos a 17°, sin flor, la oxidación habrá hecho que el vino pálido original se vaya tornando oscuro, hasta adquirir un color caoba intenso.

Ahora bien, pudiera ocurrir que algunos vinos clasificados como finos, tras unos años en crianza biológica, perdieran la flor de forma natural o mediante un cambio en la graduación alcohólica. Obtenemos así los amontillados; vinos que presentan algunas de las características de la crianza biológica, pero en los que la posterior oxidación les confiere mayor cuerpo, suavidad y un bello color que puede ir desde los tonos ambarinos al caoba pálido.

Los tipos de vino generoso o tipos primarios de la Denominación de Origen Jerez-Xérès-Sherry son los siguientes:

2.7.1.1.1.1.- FINO

Vino de color amarillo pajizo pálido, con reflejos verdosos en ocasiones, de aroma almendrado característico, punzante y delicado, ligero al paladar, seco y almendrado y cuyas especiales características son resultado de su proceso particular de crianza exclusivamente bajo velo de flor, con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 17% Vol.

Otras características:

- Menos de 1 gramo de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico) <3,5g/L.

- Acidez volátil (acético) <0,2 g/L.
- Bajo contenido en glicerina

2.7.1.1.1.2.- AMONTILLADO

La existencia de dos fases distintas en la crianza de los amontillados hace que se trate de vinos extraordinariamente complejos e interesantes.

La paleta de colores de los amontillados puede ser muy amplia, siempre dentro de la tonalidad ambarina.

Su proceso particular de crianza incluye una fase inicial bajo velo de flor, equivalente, al menos en lo que a duración se refiere a la del fino, seguida de una fase de crianza oxidativa. Dependiendo de la edad del vino y de la distinta relación entre la fase de crianza biológica y oxidativa, predominarán más o menos las notas punzantes de las levaduras. En todo caso, éstas se encuentran ya suavizadas por aromas avellanados.

En boca son ligeros y suaves, redondos, con larga permanencia en boca y complejas notas retronasales.

La graduación alcohólica de los amontillados puede variar entre los 16 y los 22°.

Otras propiedades:

- Menos de 5 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico) <5g/L.
- Acidez volátil (acético) <0,8g/L.

2.7.1.1.1.3.- OLOROSO

Los olorosos son vinos en los que la totalidad de la crianza se ha producido en contacto directo con el aire. La prolongada oxidación ha provocado que el color inicial del vino base se haya convertido en un bello color caoba, que será más oscuro cuanto más prolongada sea la crianza.

La crianza oxidativa provoca una importante pérdida de volumen por evaporación (entre el 3 y el 4% anual) sobre todo del agua contenida en el vino. Como consecuencia, se produce una importante concentración de aromas que recuerda a la nuez, así como un incremento del grado alcohólico.

Son vinos muy potentes, redondos, suaves y con mucho cuerpo, con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 17% y 22% Vol.

Otras propiedades:

- Menos de 5 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico) <5g/L.
- Acidez volátil (acético) <g/L.

2.7.1.1.1.4.- PALO CORTADO

Los palos cortados son vinos excepcionalmente raros, elaborados a partir de vinos con crianza oxidativa, lo que hace que tengan color caoba, como si de olorosos se tratase.

Sin embargo, son vinos que desarrollan aromas de gran finura, más característica de los amontillados, vinos que han tenido una fase previa de crianza biológica. Por tanto, en cata combinan la delicadeza y finura a la nariz de los amontillados con la estructura y redondez de los olorosos, lo que los hace vinos auténticamente excepcionales.

Como en el caso de los olorosos, su contenido alcohólico puede variar entre 17 y 22%.

Otras propiedades:

- Menos de 5 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico) <5g/L.
- Acidez volátil (acético) <0,8g/L.

2.7.1.1.1.5.- MANZANILLA

El sistema de elaboración de la Manzanilla es idéntico al del Fino, si bien la fase de crianza debe realizarse en bodegas situadas en Sanlúcar de Barrameda.

Las especialísimas condiciones microclimáticas de esta ciudad, situada en la costa atlántica, en la desembocadura del río Guadalquivir y mirando al Parque Nacional de Doñana, hacen que el velo de flor que protege los vinos en crianza biológica tenga una naturaleza muy peculiar.

Como consecuencia de ello, los vinos de crianza biológica obtenidos en Sanlúcar, denominados Manzanillas, tienen un mayor grado de ligereza al paladar, un cierto tono salino, y un aroma característico, en el que se aprecian notas de camomila.

Todos estos factores justifican la existencia de una Denominación de Origen diferenciada para estos vinos, llamada Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda.

La manzanilla es un vino de color pajizo a dorado, aroma punzante (levaduras) con toques salinos, seco y ligero al paladar, poco ácido, con un grado alcohólico entre 15 y 17% Vol. Tradicionalmente y según su crianza y envejecimiento se conocen las especialidades Manzanilla Fina, Manzanilla Pasada y Manzanilla Olorosa.

Otras propiedades:

- Contenido alcohólico entre 15 y 17%.
- Menos de 1 gramo de azúcar por litro.

- Acidez total (tartárico) <3,5g/L.
- Acidez volátil (acético) <0,2g/L.
- Bajo contenido en glicerina

2.7.1.1.1.6.- RAYA

Vino de características parecidas al oloroso, aunque de aroma menos delicado.

2.7.1.1.2.- VINO DULCE NATURAL

A diferencia de los vinos generosos, en el caso de los Vinos Dulces Naturales el objetivo es conseguir vinos con un alto contenido en azúcares residuales.

Para ello, se parte de variedades de uva especialmente ricas en glucosa; en concreto Pedro Ximénez y Moscatel.

Además, a diferencia de la uva palomino, en la que la obtención del mosto se hace rápidamente, las uvas destinadas a la elaboración de vinos dulces naturales se dejan solear durante unos días, de forma que se pasifiquen.

Un vez obtenido el mosto de las uvas pasificadas, muy rico en glucosa, éste se somete a una fermentación parcial. Para ello, se añade alcohol de vino, lo que detiene la acción de las levaduras.

Terminada la fermentación parcial, el vino está listo para su envejecimiento, mediante el sistema de criaderas y solera.

Desparecidas las levaduras, el vino resultante envejece en contacto con el oxígeno, por lo que adquiere tonos cada vez más oscuros.

La oxidación y la riqueza en azúcares residuales hacen que el vino vaya adquiriendo una textura cada vez más densa, con el clásico "lagrimeo" apreciable en las paredes del catavinos.

Los aromas a fruta pasificada originales van redondeándose y haciéndose más complejos con el paso del tiempo. En la boca son vinos aterciopelados, de sabor dulce y postgusto muy prolongado. Tienen un contenido alcohólico entre 15 y 22% Vol.

Dentro de esta categoría se encuentran las siguientes denominaciones:

2.7.1.1.2.1.- MOSCATEL

Vino dulce natural obtenido mediante el “soleado” previo de las uvas de la variedad de su mismo nombre, ostenta un color que va desde oro a caoba, según el tiempo de envejecimiento.

Propiedades:

- Contenido alcohólico entre 15 y 22%.
- Entre 400 y 500 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico): 4-5g/L.
- Acidez volátil (acético): $\pm 0,4$ g/L.

2.7.1.1.2.2.- PEDRO XIMÉNEZ

Procedente de la variedad de uva de su mismo nombre. De color caoba oscura con dulces aromas de pasificación, fruto del alto contenido en azúcares de la uva de la que procede.

Propiedades:

- Contenido alcohólico entre 15 y 22%.
- Entre 400 y 500 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico): 4-5g/L.
- Acidez volátil (acético): $\pm 0,4$ g/L.

2.7.1.1.2.3.- VINOS DE COLOR

Obtenido por la fermentación del mosto fresco, adicionándole el producto resultante de la concentración del mosto por calefacción hasta el tostado o quemado de los azúcares.

Estos productos junto a las “mistelas” se denominan tipos secundarios, pudiendo ser mezclados con los tipos primarios, mediante una operación conocida como “cabeceo”, obteniéndose unos vinos secos, dulces o abocados conocidos como VGL y son los productos a los que van encaminado el proceso productivo de este proyecto.

2.7.1.1.3.- VINOS GENEROSOS DE LICOR (VGL)

Vino Generoso de Licor es el vino obtenido a partir de Vino Generoso o de vino apto para producir Vino Generoso con un grado alcohólico volumétrico total no inferior a 17,5% Vol., un grado alcohólico volumétrico adquirido no superior a 22% Vol. y un contenido en materias reductoras no inferior a 5g/L.

Los VGL son los procedentes de la mezcla o "cabeceo" de vinos generosos con vinos dulces naturales, si bien también pueden obtenerse mediante la adición de mosto de uva concentrado a los finos, amontillados u olorosos.

Se encuadran en este grupo algunos de los vinos de Jerez más tradicionales, siendo el cabeceo de vinos uno de los aspectos más interesantes y complejos de las disciplinas bodegueras.

Dentro de los tipos de Vino Generoso de Licor de la Denominación de Origen “Jerez-Xérès-Sherry”, dependiendo del contenido en materias reductoras, entre 5g/L y 140g/L, del color y demás características, se encuentran los siguientes:

2.7.1.1.3.1.- DRY

Vino de color amarillo pálido o dorado, con un grado alcohólico adquirido no inferior a 15% Vol. y un contenido en materias reductoras no superior a 45 g/L. En atención a las características de determinados mercados, se pueden utilizar términos tradicionales como “Pale” o “Pale Dry”.

El Dry es un vino elaborado en base a vinos finos, con la adición de MCR.

2.7.1.1.3.2.- MEDIUM

Vino de color ámbar o caoba, con un grado alcohólico adquirido no inferior a 15% Vol. y un contenido en materias reductoras no superior a 115 g/L. En atención a las características de determinados mercados, se pueden utilizar términos tradicionales como “Golden”, “Abocado”, “Amoroso”, “Brown”, “Milk” o “Rich”.

Los vinos de Jerez del tipo Medium se obtienen mediante el cabeceo de vinos amontillados con Pedro Ximénez o bien con Mosto de uva Concentrado Rectificado (MCR). Son vinos de color ámbar, ligeramente punzantes, suaves y algo dulces.

Los vinos del tipo Golden utilizan como base vinos más oxidados, lo que les confiere un color más oscuro y más estructura; estos vinos se cabecean con proporciones más generosas de Pedro Ximénez o MCR, lo que los hace más dulces que los mediums.

Propiedades:

- Contenido alcohólico entre 15 y 22%.
- Menos de 115 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico) <3,5g/L.
- Acidez volátil (acético) <0,6g/L.

2.7.1.1.3.3.- PALE CREAM

Vino de color amarillo pálido, de aroma punzante y delicado, con un grado alcohólico adquirido no inferior a 15,5% Vol. y un contenido en materias reductoras no superior a 115 g/L.

El Pale Cream es un vino elaborado en base a vinos finos, a los que la adición de MCR o vinos dulces sin envejecer confiere un cierto dulzor, sin perder los matices típicos de la crianza biológica.

Propiedades:

- Entre 45 y 115 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico) <3,5g/L.
- Acidez volátil (acético) <0,2g/L.

2.7.1.1.3.4.- CREAM

Vino de cuerpo, de color ámbar a caoba oscuro, de aroma punzante y atenuado. Con graduación alcohólica adquirida no inferior a 15% Vol. y un contenido en materias reductoras oscila entre 115 g/L y 140 g/L. Es el producto de ensolerar unidos al oloroso junto con una proporción adecuada de vino dulce.

Los vinos del tipo Cream se elaboran a base de olorosos, lo que les hace especialmente intensos de color y profundos a la nariz. Son vinos de paladar aterciopelado y con mucho cuerpo.

Propiedades:

- Contenido alcohólico entre 15,5 y 22%.
- Más de 115 gramos de azúcar por litro.
- Acidez total (tartárico) <3,5g/L.
- Acidez volátil (acético) <0,6g/L.

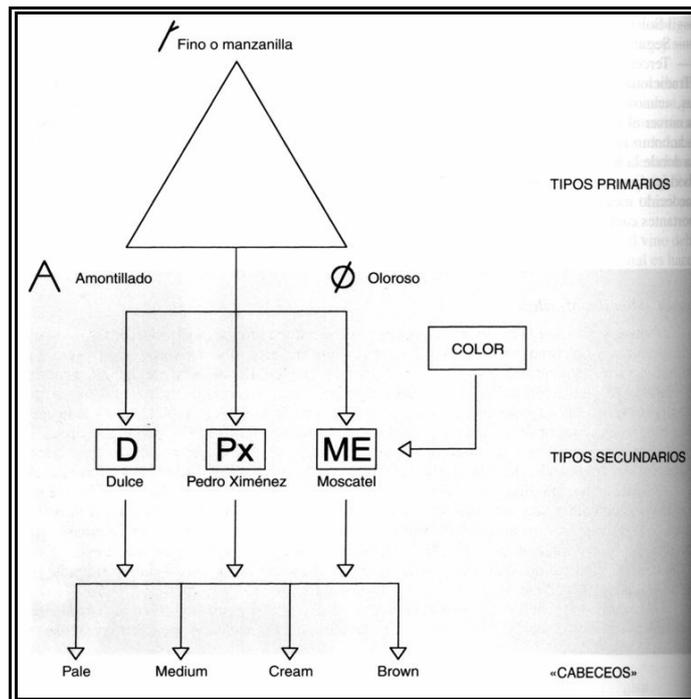


Fig. 3 Vinos de Jerez.

2.7.1.2.- ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ

Los vinos de base de Jerez se pueden clasificar por su elaboración en vinos secos y vinos dulces. Los vinos dulces de Jerez se pueden consumir como tales (Pedro Ximénez o Moscatel) o mezclar en diferentes proporciones con vinos secos (olorosos, amontillados, etc.) para obtener los vinos con un grado intermedio de dulzor (mediums, creams, etc.).

La elaboración de esos distintos tipos de vinos se resume en el siguiente esquema (Ver Plano 6.2.-ESQUEMA GENERAL DE ELABORACIÓN DEL VINO DE JEREZ).

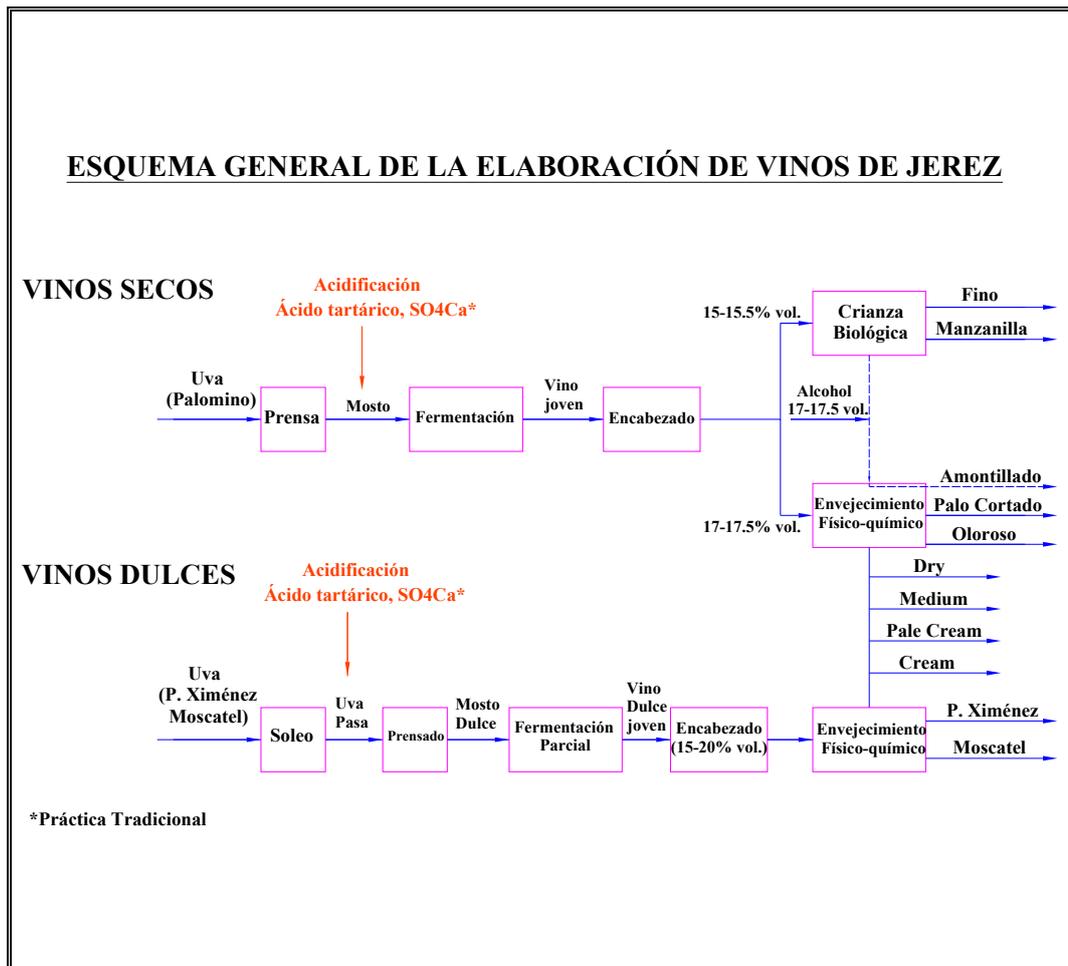


Fig. 4. Esquema de la elaboración del Jerez.

2.7.1.2.1.- VARIEDADES DE UVA

El Reglamento del Consejo Regulador señala las siguientes variedades autorizadas para la elaboración del vino de Jerez: Palomino fino, Palomino de Jerez, Pedro Ximénez y Moscatel. La mayoría de la superficie cultivada corresponde a la variedad Palomino fino.

2.7.1.2.2.- PLANTACIÓN DE VIÑAS

El proceso de la plantación consta de los siguientes pasos:

- Período de reposo (barbecho) mínimo de 3 años.
- Noviembre: allanado del suelo.
- Diciembre: marcado del viñedo.

- Enero: plantación de los portainjertos.
- Septiembre: injertado de la vinífera.

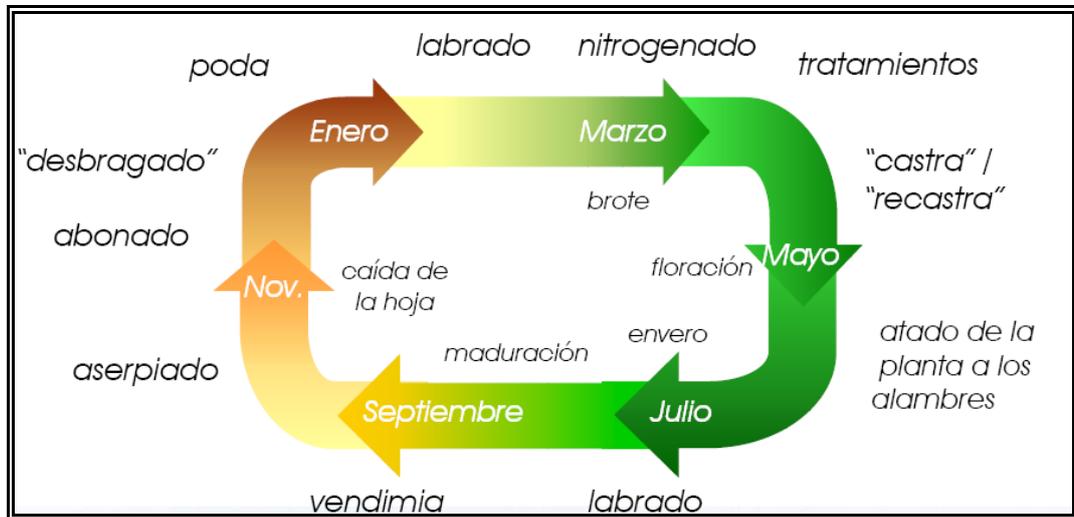


Fig. 5. Ciclo anual de plantación.

Los portainjertos (vid americana resistente a la filoxera) suelen plantarse en enero. Posteriormente, en agosto, una vez que se han desarrollado convenientemente las raíces, se procede a injertar manualmente una yema de la variedad de vinífera (palomino).

Durante los primeros años, la poda se dirige a conducir el crecimiento de la planta, de manera que ésta alcance la altura deseada -unos 60 cm.- para su fase de producción (a partir del cuarto año).

Una vez que la planta ha alcanzado la altura deseada y se encuentra en fase de producción, comienza un sistema de poda genuino del Marco de Jerez, denominado de "Vara y Pulgar". La planta, tras la fase de formación, ha quedado dividida en dos partes o brazos, formándose así los "lineos" (liños) típicos del Marco de Jerez.

Cada año, se dejará desarrollar en uno de los extremos una "vara" con ocho yemas, mientras que en el otro brazo tan sólo se dejará un "pulgar" con una (o dos) yemas. Al año siguiente, la yema del pulgar dará lugar a la nueva vara mientras que la vara de año anterior se podará dejando tan sólo una yema. De esta forma, la producción se va obteniendo de forma alternativa en una u otra parte de la planta.

Otra labor tradicional en el Marco de Jerez es el "aserpiado" o "alumbra"; preparación de la tierra para maximizar la captación del agua de lluvia, a base de crear una barreras alrededor de las cepas.

Las cepas se utilizan en el Marco de Jerez durante unos 35 años. Pasado este período, las vides son arrancadas y, tras un año de descanso de la tierra, vuelve a plantarse.

Una cepa en producción produce ocho racimos en la vara correspondiente, lo que da aproximadamente entre tres y cuatro kilos de uva en cada cosecha.

Dependiendo del marco de plantación, en cada hectárea de viñedo jerezano encontramos entre 3.500 y 3.800 cepas. El marco típico de Jerez es el de 230 x 115 cm.

Cada año, el Consejo Regulador establece la producción máxima en kilos por hectárea de viñedo. Durante los últimos años, dicho tope máximo se ha establecido en 11.428 kilos.

A lo largo del año, las viñas de Jerez reciben hasta 46 labores distintas, lo que da una idea del cuidado extraordinario con que las cepas son tratadas en el Marco. La inmensa mayoría de estas labores se realizan aún a mano.

2.7.1.2.3.- VENDIMIA

Se entiende por vendimia la recolección de la uva y su traslado al lagar. La vendimia tiene lugar en Jerez normalmente durante el comienzo de septiembre, si bien, dependiendo de las condiciones climáticas del verano, puede llegar a empezar incluso en el mes de agosto.

El comienzo de la recolección no se produce hasta que la madurez de la uva -en términos de contenido en glucosa- no alcanza un mínimo de 10,5° Baumé. Ello no quiere decir que sea esa la graduación media de recolección de la uva, pues en ocasiones ésta alcanza los 11,5° o hasta los 12°.

En la mayoría de los viñedos, la vendimia se realiza de forma manual, si bien algunas explotaciones han comenzado a utilizar maquinaria para la recolección en los últimos años. Se prevé que en el futuro irá progresivamente aumentando el porcentaje de vendimia mecanizada.

Las altas temperaturas que se registran en la zona en el momento de la vendimia, que pueden llegar a alcanzar los 40 grados centígrados, obligan a realizar la vendimia de forma rápida. Se intenta hacer llegar la uva cortada a los lagares de la forma más rápida e higiénica posible, de manera que no se produzcan roturas del grano y fermentaciones no controladas. Para ello, en numerosas explotaciones se utilizan cajas de plástico de unos 14 kilos de capacidad. También se puede realizar el transporte a granel, aunque siempre es aconsejable el transporte en cajas para la elaboración de los mejores vinos finos.

Una vez en el lagar, la vendimia se deposita sobre unos discos de esparto llamados “redores”, dejándola expuesta al sol durante un período de 12 a 24 horas o más conocido como “soleo”, donde sufre una concentración de azúcares del orden del 10 al 20% y reduciéndose la cosecha en un 15%. Por la noche la vendimia se tapa doblando el mismo “redor”, para evitar las condensaciones de agua sobre la vendimia procedente del rocío.

2.7.1.2.4.- VINIFICACIÓN

La primera parte del proceso de vinificación es similar al que podemos encontrar en otras zonas donde se elaboran vinos blancos.

La uva que llega al lagar se moltura en trituradoras de rodillo de caucho y se prensa. Se utilizan prensas discontinuas de platos, o más modernamente, prensas neumáticas o continuas de husillo. El volumen de mosto obtenido de cada 100kg de uva oscila entre 80 y 82L. Este mosto obtenido se clasifica según la presión a la que se obtiene en Mosto Yema (85-87%), obtenido por debajo de 4kg/cm^2 , y Mosto Prensa (13-15%), obtenido a presiones mayores de 4kg/cm^2 que se destina a la obtención de alcohol vínico y otros derivados. Frecuentemente el Mosto Yema se clasifica a su vez en Mosto de 1ª Yema (70-71%), obtenido a menos de $1,5\text{kg/cm}^2$ y Mosto de 2ª Yema (14-15%), obtenido a más de $1,5\text{kg/cm}^2$. El mosto de 1ª yema es el más adecuado para elaborar los vinos que van a ser dirigidos a una crianza biológica.

Estos mostos pasarán posteriormente a los depósitos de fermentación, en los que se obtendrá el vino base para la elaboración del Jerez.

Este vino base o vino del año a veces se comercializa como tal, bajo la denominación "Vino de la Tierra de Cádiz".

Una vez obtenidos los mostos, éstos se acidifican hasta pH 3,2-3,3 con ácido tartárico y se sulfitan hasta niveles entre 60-100mg/L de SO_2 , lo que facilita la operación opcional de desfangado. El desfangado suele realizarse por decantación en depósitos de acero inoxidable durante un tiempo aproximado de 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo se separan las burbas y se adiciona un "pie de cuba" o inóculo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), constituido aproximadamente por un 4% de mosto en plena fermentación, iniciándose dicho proceso.

Los residuos obtenidos a lo largo de todo este proceso son:

- El orujo formado por el hollejo, pepitas, palillo,... destinado a la extracción de alcohol.
- Fracción turbia obtenida en el desfangado del mosto, que se suele destinar a la producción de vinagre o utilizar para fabricar vino de calidad inferior.

Durante el proceso de vinificación convencional es, prácticamente, imposible impedir que el mosto y el vino entren en contacto con el aire. Para evitar estas oxidaciones perjudiciales, las bodegas del marco de Jerez optan por la adición de anhídrido sulfuroso en dosis adecuadas al mosto antes del desfangado, como se mencionó anteriormente.

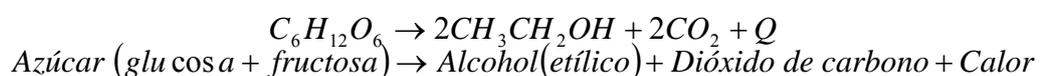
Esta adición de sulfuroso se puede realizar en la conducción que lleva el mosto hasta los depósitos de sedimentación o sobre los propios depósitos. La dosificación de sulfuroso puede ser automática o manual. Las razones en base a las cuales se utiliza esta técnica se justifican en función de las propiedades que este compuesto presenta, y que pueden quedar resumidas como:

- Antioxidante: evita la oxidación de los polifenoles. Dentro de la misma línea, es capaz de inactivar las enzimas que provocan el pardeamiento enzimático, las polifenoloxidasas, pardeamiento éste que es el que se produce en mayor medida sobre el mosto.
- Antiséptica: ejerce una acción destructora de microorganismos y bacterias perjudiciales para la correcta evolución del mosto durante el proceso fermentativo, evitando así desarrollos bacterianos no deseados.

El pH que debe alcanzar el mosto es una característica de cada vino en particular y cada bodega fija una cantidad. Los motivos por los que se lleva a cabo la corrección del pH son los siguientes:

- Evitar la oxidación del mosto.
- Impedir el crecimiento de bacterias en el mosto.
- Conseguir que el futuro vino posea las características organolépticas que se le exigen.

La fermentación es el proceso natural por el que la glucosa contenida en el mosto se convierte en etanol, dando así lugar al vino.



Aunque aún hay bodegas que utilizan otro tipo de depósitos e incluso botas de madera, en la mayor parte de los casos la fermentación del mosto tiene lugar en depósitos de acero inoxidable, y en muchos de ellos con distintas técnicas de control de temperatura. El mantenimiento de la temperatura de fermentación en unos niveles entre 22 y 26 grados centígrados asegura la actividad de las levaduras -necesarias para que la fermentación tenga lugar- y evita la pérdida de componentes aromáticos que, por ser en algunos casos muy volátiles, podrían desaparecer a altas temperaturas.

La fermentación tiene en el vino de Jerez dos fases claramente diferenciadas: en la primera, muy tumultuosa, se produce la transformación de más del 90% de la glucosa de forma muy rápida, en dos o tres días. El resto de la fermentación tomará sin embargo de tres a cuatro semanas para completarse, en un proceso mucho más largo y tranquilo.

Durante la fermentación es necesario realizar un control de la temperatura, para lograr un buen rendimiento fermentativo y conseguir una evolución biológica y físico-química específica.

Tras la fermentación, el vino nuevo se deja reposar durante dos o tres meses para que se produzca la sedimentación de las lías. Hacia noviembre, con la llegada de temperaturas más suaves, las materias sólidas que se han ido produciendo en el vino nuevo (las lías) van decantando en el fondo del depósito, quedando el vino transparente o "en claro".

Se trata de un vino blanco totalmente seco, de una graduación de entre 11,5 y 12,5 grados, en el que observamos una peculiaridad importante: en cada uno de los depósitos en los que ha tenido lugar la fermentación, sea éste un tanque de acero inoxidable o una bota de madera, aparece una especie de nata que cubre en su totalidad la superficie de vino, aislándolo del contacto con el aire. Se trata de la flor del vino de Jerez.

Después de unos meses de terminada la fermentación alcohólica y con los vinos (“mostos”) sobre sus lías, se procede a realizar sobre los meses de febrero a marzo una primera clasificación. Los catadores tomarán entonces una muestra de cada uno de los depósitos en los que se ha producido la fermentación y, guiados fundamentalmente por su nariz, clasificarán el vino base en dos grupos diferentes.

Los vinos más pálidos y ligeros recibirán el nombre de "finos", y los de más estructura y color, el de "olorosos".

Para unos y otros ha llegado el momento del primer "encabezado" o fortificación.

Una de las características esenciales del Jerez es que se trata de un vino "generoso" o fortificado; es decir, que su graduación alcohólica natural tras la fermentación es incrementada mediante la adición de una cierta cantidad de alcohol, siempre de origen vínico.

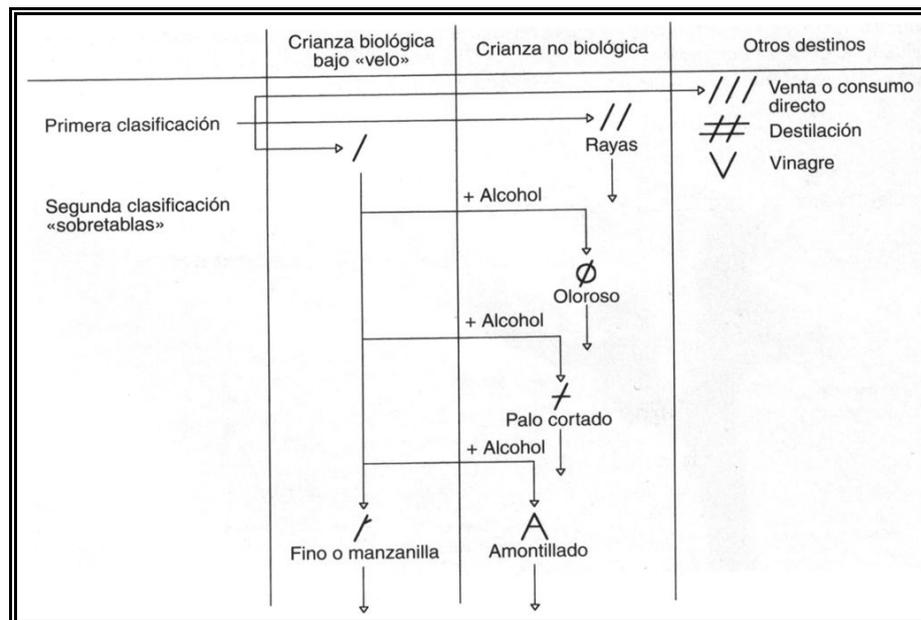


Fig. 6 Clasificaciones de los mostos.

El vino nuevo se separa de las lías, operación denominada “deslío”, y se adiciona alcohol de vino (fortificación o encabezado). Desde los originales 12 grados aproximados del vino base, se incrementará la graduación hasta una graduación de 15-15,5% Vol. para los vinos destinados a crianza biológica (finos, manzanillas y amontillados) y 18% Vol. para los destinados a envejecimiento físico-químico (olorosos, palos cortados, etc.). La inestabilidad provocada por la fortificación o encabezado produce un precipitado, opcionalmente se realiza la operación de desferrización mediante el empleo de ferrocianuro potásico y una filtración de desbaste. El mosto fermentado o vino joven ya limpio, es trasegado y almacenado en una primera etapa en botas de roble. El vino en este estado se denomina “sobretabla” cuando va destinado a los solerajes de crianza biológica y “añada” cuando se destina a solerajes de envejecimiento físico-químico.

¿Cual es la razón de la fortificación? Como ya se ha dicho, la flor del vino, esa película que protege al vino de la oxidación, está formada por una multitud de levaduras; microorganismos que como todos los seres vivos precisa de unas circunstancias ambientales determinadas.

En un medio a 15° de alcohol, la flor se encuentra en su hábitat ideal. El velo de levaduras no sólo se mantiene cubriendo toda la superficie del vino, sino que se desarrolla con más fuerza y así se mantendrá durante toda la crianza o envejecimiento dentro de las botas, evitando por tanto la oxidación del vino y confiriéndoles características muy especiales.

Por encima de ese nivel de alcohol, a 17° o más, las levaduras mueren, y al desaparecer la película de protección, el vino entra en contacto con el aire. Comienza entonces un proceso irreversible de oxidación, que da lugar a una evolución totalmente diferente del vino.

2.7.1.2.5.- CRIANZA BIOLÓGICA

La crianza biológica se realiza por la acción metabólica de las levaduras que constituyen el denominado “velo de flor” sobre la superficie del vino. La flor es una película de microorganismos constituida por las mismas levaduras autóctonas que posibilitaron la fermentación alcohólica.

Una vez transformada la totalidad de la glucosa del zumo de la uva, estas levaduras -del tipo *Saccharomyces*- entran en una fase aeróbica, por lo que suben a la superficie del vino en busca de oxígeno de la atmósfera interna de la bota. Las levaduras responsables de esta etapa se dividen en cuatro especies: *Saccharomyces beticus*, *S. cheresiensis*, *S. montuliensis* y *S. rouxii*. Estas levaduras tienen una tolerancia al etanol muy elevada y, en las condiciones de crianza en bodega, llega hasta una graduación alcohólica próxima a 16% Vol.

Estas levaduras forman así una película que en determinados momentos del año -sobre todo en primavera y otoño- se desarrolla con mayor fuerza, razón por la que se le conoce como "Flor".

La flor no sólo aísla el vino del aire, evitando su oxidación, sino que se alimenta de algunos de los componentes naturales del vino, como son el alcohol, el azúcar residual, la glicerina, etc. por lo que se encuentra en permanente interacción con el vino, aportándole componentes aromáticos muy especiales.

Uno de los factores que condiciona en mayor medida el desarrollo de la crianza biológica es la temperatura, la temperatura óptima de desarrollo de la levadura de velo oscila en torno a 18°C.

Durante la crianza biológica el vino está bajo la continua acción metabólica de estas levaduras, que van cambiando profundamente su composición. Estas levaduras se desarrollan sobre vinos con pH comprendido entre 3,1 a 3,4 utilizando como principales fuentes de carbono: glucosa, fructosa, glicerol y ácido succínico. Las necesidades en sustancias nitrogenadas son cubiertas por las sales amoniacales, sulfatos y fosfatos de amonio, así como la de determinados aminoácidos como la prolina que se transforma en ácido glutamínico que favorece el crecimiento y la persistencia del velo. Durante el proceso se produce una disminución de la glicerina, así como de alcohol por las evaporaciones y por su transformación en etanal ($\text{CH}_3\text{-CHO}$) hasta alcanzar niveles de 200 a 400mg/L, además de formarse numerosos aldehídos y otros acetales: ácido etanal-sulfónico, dietil-acetal, dietoxi-1,1-etano, trimetil-2,4,5-dioxolano-1,3, etc., de aromas refrescantes y con notas a manzana verde. La acidez volátil disminuye hasta 0,1-0,2 g/L (H_2SO_4).

Los ácidos orgánicos también disminuyen, especialmente los ligados al metabolismo de las levaduras de “flor” como los ácidos pirúvico y láctico. Se han identificado en estos vinos determinadas lactosas, que también participan en el aroma de estos vinos, tales como la “solerona” o sobre todo el “sotolón” (hidroxi-3-dimetil-4,5-(5H)-furanona-2) que presenta un aroma a nuez o curry con un umbral de percepción de 15µg/L, encontrándose en los vinos en cantidades variables entre 80 µg/L hasta 1mg/L. La formación de esta sustancia está ligada a la autólisis de las levaduras, viéndose favorecida por la graduación alcohólica elevada y sintetizada a partir de la treonina.

La crianza de los vinos bajo levaduras de “flor” induce a un potencial redox bastante reducido del orden de 280 a 320mV, a pesar de encontrarse dentro de un recipiente de madera y con un importante hueco ocupado por el aire. Sin embargo, el metabolismo aerobio de la levadura produce un consumo muy elevado de oxígeno en la bota, provocando que las concentraciones de éste en la cámara vacía sean menores del 5%, y en el seno del vino sean del orden de 0,1-0,2ppm. En estas condiciones el vino se encuentra bastante protegido de la oxidación y no incrementa su color a pesar de su larga permanencia en bota.

2.7.1.2.6.- ENVEJECIMIENTO FÍSICO-QUÍMICO

El envejecimiento físico-químico tiene lugar en los vinos encabezados a 18% Vol., pues al no desarrollarse en ellos el velo de flor, por superarse el nivel de tolerancia alcohólica de la levadura, tienen lugar unos fenómenos muy diferentes a los que actúan durante la crianza biológica.

En el envejecimiento físico-químico se precisan períodos del orden de 10 años para que los vinos adquieran plena madurez. Por el contrario, en la crianza biológica bastan períodos de 3-5 años.

2.7.1.2.7.- EL SISTEMA DE CRIADERAS Y SOLERA

La crianza o envejecimiento del vino de Jerez tiene lugar en botas o barricas de madera, mediante un procedimiento genuino llamado de "criaderas y solera". Este sistema supone una mezcla sistemática de todas las añadas, lo que garantiza la constancia de las características del vino de un año a otro.

Las normas de la Denominación de Origen establecen un sistema de cuotas de venta, que garantiza una vejez media del vino mínima de tres años, aunque con frecuencia los vinos de Jerez superan esta edad.

La "bota" es la vasija de madera utilizada generalmente en Jerez. Suele estar hecha de roble americano, pues es el tipo de madera que, por su porosidad, garantiza una mejor transpiración del vino a través de sus poros. La madera de las botas debe ser lo más neutra posible, para no añadir olores ni sabores propios al vino. Para ello, antes de utilizar una bota para la crianza de vino de Jerez, se utiliza repetidas veces para fermentar vinos más bastos con destino a destilación.

Estas botas son pintadas de negro mate, de forma que se identifiquen fácilmente los salideros. Tienen una duración "ilimitada", con sustituciones eventuales de duelas en mal estado. Se produce intercambio de elementos mediante ósmosis, a través de las distintas capas de la madera.

Anualmente se produce una merma por evaporación del 3 al 4% del volumen del vino de la bota. Casi toda la pérdida es agua, por lo que se produce una concentración del vino.

Aunque la capacidad de la bota jerezana es de 600 litros, sólo se llenan hasta los 500 litros. De esta forma se deja un espacio lleno de aire en el interior, que servirá en el caso de la crianza biológica para que la flor respire, así como para que los vinos en crianza oxidativa vayan adquiriendo sus características, en contacto con el oxígeno.

En el sistema de criaderas y solera, llamado también de forma global “soleraje”, el conjunto de botas está dividido en varias escalas o niveles de envejecimiento. Se trata de un proceso dinámico de envejecimiento, mediante el que se van mezclando metódicamente los vinos de todas y cada una de las vendimias. La escala o “andana” que contiene el vino de mayor vejez se llama “solera”, porque normalmente se sitúa sobre el suelo. De esta solera se saca el vino para embotellar, generalmente entre 1/4 y 1/3 del contenido de cada bota. El vacío parcial que se produce se repone con vino procedente de la escala que le sigue en vejez, denominada 1ª criadera, situada y alineada normalmente encima de la solera, y a su vez, el vacío originado en ésta es repuesto con vino de la 2ª criadera, y así hasta llegar a la escala de menor envejecimiento que se rellena con vino procedente del sistema de añadas. Así, una vez estabilizado el sistema, permanece constante a lo largo de los años, teniendo poca influencia las oscilaciones que se puedan producir entre las distintas añadas.

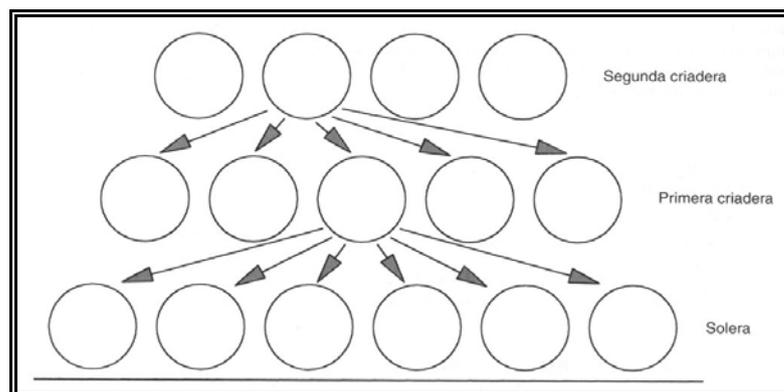


Fig. 7. Sistema de criaderas y solera.

Con el número de botas disminuye la altura, la cantidad de vino extraído de cada recipiente es mayor a medida que la escala es más elevada. Así por ejemplo, de una “solera” de 6 botas se sacan 720L o 120L/bota, de la siguiente escala se extraen para reponer la anterior con los mismos 720L o 144L/bota, y de la tercera escala también otros 720L o 180L/bota:

- “Solera” o primera escala: $720L/6 \text{ botas} = 120L/bota$.
- Segunda escala o primera “criadera”: $720L/5 \text{ botas} = 144L/bota$.

- Tercera escala o segunda “criadera”: 720L/4 botas = 180L/bota.

Tradicionalmente estos movimientos se realizaban con un instrumental específico: sifones, jarras, “canoas”, “rociadores”, etc. y aprovechando la acción de la gravedad como instrumento para mover el vino en las diferentes escalas desde arriba y hacia abajo. La “solera” está considerada como la fracción de vino más antigua y de mayor calidad, y además corresponde a la zona donde la temperatura de la bodega es más baja, debido a la gran altura de los edificios de las bodegas jerezanas y también a la proximidad del suelo de tierra de “albero”, que permanece humedecido mediante frecuentes riegos, y donde el agua al evaporarse absorbe del ambiente importantes cantidades de calor.

2.7.1.2.8.- TRATAMIENTOS DE PREPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN

Una vez terminado el envejecimiento o crianza, los vinos necesitan una estabilización final antes de ser embotellados. El proceso de estabilización se realiza para evitar tanto las alteraciones físico-químicas como las microbiológicas. La estabilización físico-química va encaminada a evitar turbiedad, normalmente debida a sustancias en estado coloidal, así como a cristales de bitartrato potásico y tartrato cálcico, en las botellas durante su almacenamiento y el previsible enfriamiento del vino antes de ser servido. La estabilización microbiológica va encaminada a evitar el crecimiento y proliferación de levaduras y bacterias en el vino embotellado.

Los vinos una vez que salen de la solera son clarificados. La clarificación con cola y bentonita se lleva a cabo para lograr la estabilización coloidal, y el tratamiento por frío para estabilizar el vino de precipitaciones de sales tartáricas. Según la naturaleza o tipo de vino, serán necesarias diversas operaciones de filtración por tierras de diatomeas o por placas. Para evitar la migración de tierras de diatomeas se hace una filtración de seguridad adicional por placas de celulosa o material polimérico.

Una vez estabilizado el vino, se almacena en depósitos asépticos antes de su embotellado. En el proceso de embotellado y previo al lleno de la botella el vino es sometido en línea a una prefiltración y una filtración amicrobica a través de membranas de 0,45µm de tamaño de poro. La prefiltración se utiliza para alargar la duración de los filtros finales.

Tanto en los depósitos como en las botellas, el vino se debe conservar en atmósferas gaseosa de nitrógeno con cierre estanco para evitar la pronta oxidación de vinos finos y manzanillas.

Tan importante como esterilizar el vino es hacerlo también con toda la línea de embotellado, que debe ser desinfectada con calor y agentes químicos adecuados al principio y al final de cada jornada de trabajo.

Las etapas de la elaboración de los vinos de Jerez se representan gráficamente en el Plano 6.2.-ESQUEMA GENERAL DE ELABORACIÓN DEL VINO DE JEREZ.

2.7.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROYECTADO

El proceso está orientado para la producción de VGL de Jerez, pero se pueden adaptar los programas de producción para obtener otro tipo de producto. Esto se debe al uso de un sistema automatizado donde se establecen los parámetros del producto requerido y en función de las características de las materias primas existentes en la planta, el sistema realiza la mezcla pertinente.

Los depósitos empleados en el proceso están interconectados por conducciones para trasiego de líquidos, operaciones de mezclado y recirculaciones. La planta, además, consta de las válvulas y equipos descritos en la memoria.

Se opta por una automatización con autómatas programables (PLCs), controladores externos, sensores y actuadores. Todos estos elementos se interconectan en lazo cerrado y ciclo continuo de scan, de manera que los sensores detectan y miden variables, los controladores y el PLC las gestionan, toman decisiones y secuencian maniobras, y ordenan a los actuadores operar sobre el sistema.

El diseño de la automatización de un proceso se nutre del mismo proceso, es decir, las maniobras necesarias para la producción de VGL dictan criterios importantes en la selección del tipo de control y regulación a instaurar y consecuentemente, los elementos e instrumentación que deben integrar el sistema de automatización, ya sean electroválvulas, sensores, etc. A su vez, estos elementos definen el tipo de autómata con el número de entradas y salidas que debe poseer.

Tanto el autómata, como los controladores y los demás elementos de control y alimentación y protección eléctrica, se sitúan en el cuadro de control dentro de un armario estanco y conectado con un ordenador mediante el cual el operador puede interactuar con el proceso. Desde él salen conductores de acometida a todos los sensores y actuadores del sistema.

2.7.2.1.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

Para la elaboración de los distintos productos se parte de una serie de materias primas que se almacenan en diferentes depósitos. Cada una de estas materias primas o componentes se trasiega mediante los equipos de impulsión y los medidores de nivel, hacia uno de los depósitos de formulación de 10.000L, donde se recogen y se mezclan mediante una corriente de nitrógeno gaseoso a presión (5 ciclos de bazuqueos de 30 segundos y 90 segundos de reposo).

Con las bombas utilizadas, conseguimos trasegar 20m³/h de fluido a 1,49m/s. Por lo que los tiempos de trasiego de los distintos componentes en los casos en los que se necesiten una mayor proporción de los mismos son:

COMPONENTE	V _{máx} (L) ¹	%	V _{formulación} (L)	t (min) ²
FINO	2.603,44	16,27%	1.627,15	4,88

OLOROSO	3.375,89	21,10%	2.109,93	6,33
AMONTILLADO	6.149,04	38,43%	3.843,15	11,53
PEDRO XIMÉNEZ	398,97	2,49%	249,36	0,75
MCR	1.638,19	10,24%	1.023,87	3,07
ALCOHOL DE VINO	1.570,36	9,81%	981,48	2,94
VINO DE COLOR	264,11	1,65%	165,07	0,50
TOTAL	16.000,00	100,00%	10.000,00	30,00

¹ Caso más desfavorable = Volumen total en un día de producción.

² No se considera el tiempo transcurrido desde que el fluido sale del depósito de origen hasta la llegada al depósito de formulación. Este tiempo es de unos 40s.

Tabla 2. Tiempos de trasiego de las distintas materias primas.

Si se aportan de forma simultánea todos los componentes el tiempo total de preparación de la formulación se establece en función del componente mayoritario. Esto dependerá del VGL que estemos produciendo en cada momento.

No obstante, podemos ir introduciendo los distintos componentes secuencialmente. El orden lo marcará la densidad de dichos componentes, ya que al introducirlos por la parte inferior de los depósitos de formulación, es conveniente que las distintas materias primas entren en orden creciente de densidades, para que antes de que se comience con el bazuqueo, ya se haya producido una mezcla parcial entre los distintos componentes al ir ascendiendo las sustancias menos densas y descendiendo las más densas.

Una vez realizada la aportación de todos los componentes al depósito de formulación, se produce la mezcla de estos. La mezcla se llevará a cabo mediante ciclos de bazuqueo utilizando como agente mezclador una corriente de nitrógeno (Biogón: 80% N₂ / 20% CO₂) a presión que fluirá a través de una lanza de agitación introducida por una de las válvulas de mariposa de las que dispone el tanque. Esta mezcla se realizará durante unos quince minutos aproximadamente.

Para evitar una demora en la producción, se dispone de otro depósito de formulación, al que podrán aportarse nuevos componentes mientras se procede a la mezcla en el primero. Además, esta duplicidad de equipos permitirá seguir con la producción del proceso en el caso de originarse una avería en alguno de los depósitos de formulación. Esto también se ha contemplado a la hora de instalar los equipos de impulsión.

Con este planteamiento y sabiendo que el tiempo de llenado y vaciado del depósito de formulación vendrá condicionado por el caudal de la bomba que se destine para dicho trabajo (unos 30 minutos), conseguimos producir 10.000L de VGL en unos 75 minutos.

El programa informático y el PLC permiten realizar aportaciones individuales al depósito de formulación para realizar correcciones del producto final si fuese necesario.

2.7.2.2.- MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE VGL

La materia prima son los vinos bases de Jerez (Vinos Generosos y Vinos Dulces Naturales) que se elaboran en la bodega para la que se proyecta este proceso (Ver 2.7.1.1.-TIPOS DE VINOS DE JEREZ). También se suele emplear MCR, alcohol de vino y vino de color como aditivos para modificar algunas de las propiedades físico-químicas de los VGL que se obtienen como productos (Ver 2.7.1.1.-TIPOS DE VINOS DE JEREZ).

Los distintos componentes y vinos se analizan en el laboratorio para identificar las propiedades físico-químicas de cada uno de ellos (Ver 2.7.4.-ANÁLISIS DEL VINO), así como se someten a los análisis organolépticos correspondientes en la sala de catas. En ocasiones puede realizarse alguna corrección de algún parámetro como por ejemplo adición de alcohol, corrección del pH, de la acidez, de la densidad, del color, etc.

El vino será almacenado en los depósitos destinados a tal fin y se dispondrá de un control automatizado y actualizado de las características de los distintos vinos almacenados en cada depósito para asegurar una correcta trazabilidad en el proceso.

2.7.2.3.- PRODUCTOS ELABORADOS

Los distintos VGL producidos (Pale Cream, Medium, Cream, Dry, etc.) se obtienen mediante blending o cabeceo de las distintas materias primas en los depósitos de formulación destinados para ello.

Para realizar esto, el sistema de control (Ver 2.7.3.-SISTEMA DE CONTROL) procede al trasiego de los distintos componentes mediante el uso de bombas a través de la red de tuberías hacia los depósitos de formulación donde se procederá a la mezcla de los mismos mediante un sistema de homogenización.

Una vez realizada la mezcla, se les practicarán los análisis pertinentes para contrastar que las características físico-químicas y organolépticas cumplen con los requerimientos establecidos por la D.O. de Jerez y las características demandadas por el cliente. Mediante el sistema informático se imputarán los resultados obtenidos y éste procederá a la corrección de las desviaciones producidas. Los parámetros fundamentales a corregir serán graduación alcohólica, densidad, azúcares reductores y color.

Una vez que las características del producto se ajustan a los requerimientos se producirá al vaciado del depósito de formulación con la ayuda de los equipos de impulsión y una corriente de nitrógeno que desplazará el líquido e irá inertizando el depósito. Este producto final será trasegado a los depósitos destinados a su almacenamiento.

2.7.2.4.- IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD

Todos los materiales y productos deben estar perfectamente identificados para evitar su uso incorrecto o indebido y deben estar totalmente relacionados con la documentación referente a ellos para mantener su trazabilidad.

Con el fin de identificar y permitir la trazabilidad del producto en todos sus componentes y poder analizar cualquier incidencia de nuestro producto ante un cliente, cualquier incorporación durante el proceso de elaboración del producto debe quedar controlada y archivada adecuadamente. En el proceso se tienen dos componentes fundamentales, el contenido y el continente, que deberán ser en todo momento controlados.

Este control se debe hacer automáticamente mediante el sistema informático del proceso. Una vez conocida la composición y características de cada sustancia que participa o surge como producto en el proceso, ésta es archivada en la base de datos del ordenador. El sistema de control utilizará esta información para realizar las modificaciones pertinentes para obtener la producción deseada.

Como resultado final del proceso de producción, el sistema asignará automáticamente un número de lote a cada faena que se realiza a las materias primas y que por tanto cambie su estado.

Tras cada uno de los productos finales obtenidos, se archivará una muestra de cada uno de ellos en lugar de acceso restringido en el laboratorio y que se numera con el número de lote.

Todos los registros relacionados con la trazabilidad de los productos son informáticos, ya que se realizan en el programa informático de gestión. A través de este programa se pueden identificar todo tipo de productos (ya sea materia prima, producto terminado, etc.) y puede saberse las etapas por las que ha pasado, la fecha de cada una, los productos que se han incorporado, las mezclas y cualquier tipo de actividad relacionada con cada materia.

2.7.2.5.- AUTOMATIZACIÓN

Actualmente, el tipo de automatización industrial más implementada, robusta y sencilla es la basada en los autómatas programables o popularmente llamados PLC (Programming Logic Control). Estos dispositivos están basados en un ordenador industrial con lenguajes propios de programación, adaptados para trabajar en ambientes industriales y, por tanto, resistentes a la humedad, choques, vibraciones, etc.

El PLC está equipado con una CPU y un programa de control en su memoria, y dispone de unidades de entrada y salidas orientadas al control de procesos. Su instalación, junto con la instrumentación pertinente, forma un bucle cerrado con el proceso donde el PLC lee información de los sensores o introducida en el sistema, calcula las salidas de control y gobierna sobre los actuadores del sistema, en un continuo ciclo de vigilancia o de scan. Respecto a la comunicación con el operador de planta, existen elementos periféricos especializados que facilitan la lectura y las órdenes de control.

A lo largo de los últimos años, los avances en técnicas de automatización han sido espectaculares. Sobre el lazo de control básico antes mencionado, han ido apareciendo niveles superiores de automatización, que son: el de planta, el supervisor de subprocesos, el de monitorización general, el de gestión y, últimamente, el control remoto a distancia tanto por MODEM como por red Internet. Éstos establecen lo que se ha venido a llamar la red integrada, jerarquizada y distribuida de control. Por ello, a lo largo de los últimos años los técnicos especializados han organizado la automatización en niveles jerarquizados e integrados mediante red Ethernet. Cada nivel tiene una misión y unos equipos, con una determinada potencia en prestaciones, que se coordinan con los demás a través de comunicaciones.

El proceso de blending sobre el que aplicaremos el sistema consta de una serie de variables que son fundamentalmente niveles, caudales y tiempos, mientras que las maniobras que se llevan a cabo son trasiegos y descargas de líquidos y agitación por difusión de nitrógeno en los mismos.

Definida la estrategia y en íntima relación con ella, se debe adoptar un esquema general para el control y la regulación del proceso de acuerdo con las características del sistema. Este combina software, hardware e instrumentación. Consta de los siguientes elementos:

- **El autómata programable o PLC:** Constituye la piedra angular del sistema de automatización. Está integrado con el proceso en un bucle cerrado. Debe programarse para que tenga capacidad de decisión en función de los datos recibidos desde el cuadro de control a los sensores.

- **Sensores:** Captan y miden los cambios en las variables a controlar y las transmiten al PLC.
- **Actuadores:** Materializan las decisiones del PLC actuando sobre el proceso.
- **El cuadro de mando, señalización y control:** Constituye la interfaz de diálogo del operador-proceso y una puerta para transferir los programas al PLC. Está abierto a posibles expansiones como pantallas táctiles de control SCADA.
- **Un PC** equipado con software de programación de PLCs para la modificación y elaboración de programas.

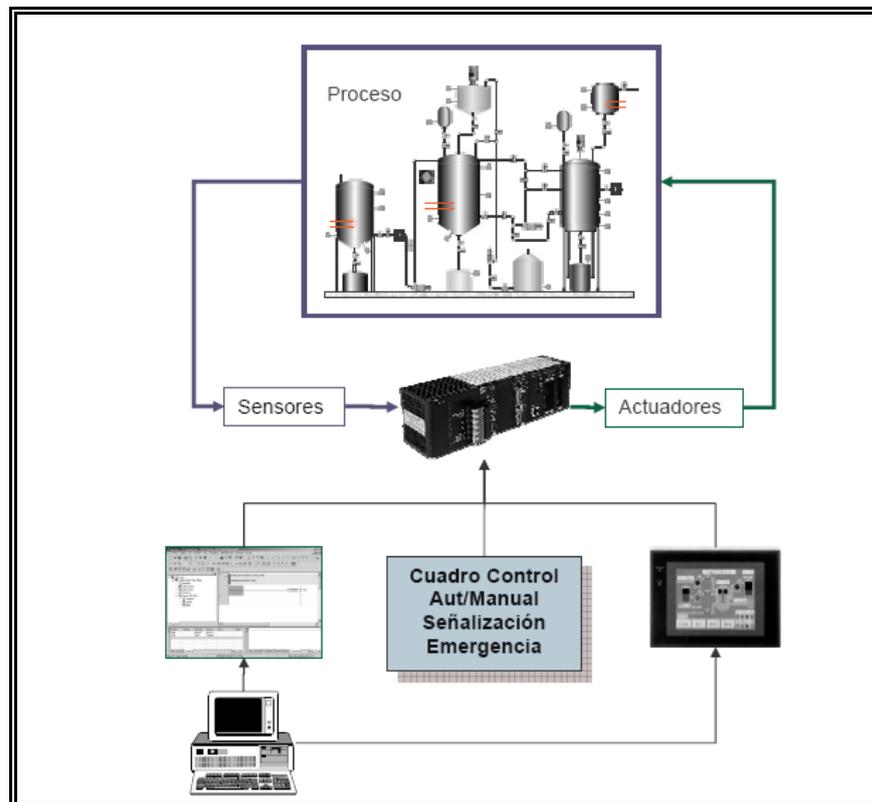


Fig. 8. Esquema de sistema de automatización.

2.7.3.- SISTEMA DE CONTROL

El objetivo de un sistema de control es el de gobernar la respuesta de una planta, sin que el operador intervenga directamente sobre sus elementos de salida. Dicho operador manipula únicamente las magnitudes denominadas de consigna y el sistema de control se encarga de gobernar dicha salida a través de los accionamientos.

El concepto lleva de alguna forma implícito que el sistema de control opera, en general, con magnitudes de baja potencia, llamadas genéricamente “señales”, y gobierna unos accionamientos que son los que realmente modulan la potencia entregada a la planta. Esta idea se refleja en la Fig. 9.

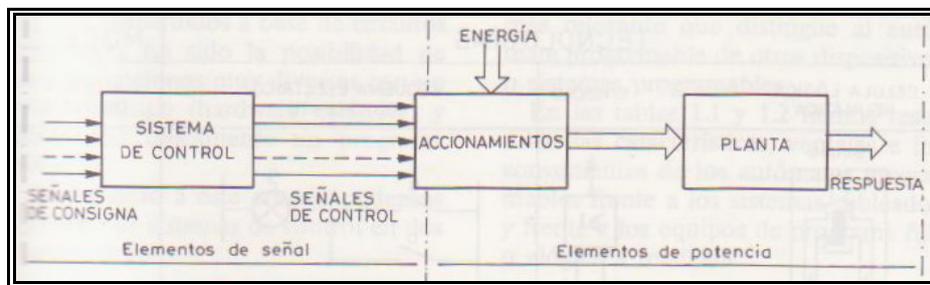


Fig. 9. Sistema de control en lazo abierto.

Según la definición anterior, el conjunto de sistema de control y accionamientos se limitaría a ser un convertidor amplificador de potencia que ejecuta las órdenes dadas a través de las magnitudes de consigna. Este tipo de sistema de control se denomina en lazo abierto, por el hecho que no recibe ningún tipo de información del comportamiento de la planta.

Lo habitual, sin embargo, es que el sistema de control se encargue de la toma de ciertas decisiones ante determinados comportamientos de la planta, hablándose entonces de sistemas automáticos de control. Para ello se requiere la existencia de unos sensores que detecten el comportamiento de dicha planta y de unas interfaces para adaptar las señales de los sensores a las entradas del sistema de control. El diagrama de bloques será, en este caso, el de la Fig. 10. Este tipo de sistemas se denominan en lazo cerrado, ya que su diagrama muestra claramente una estructura con una cadena directa y un retorno o realimentación, formando un lazo de control.

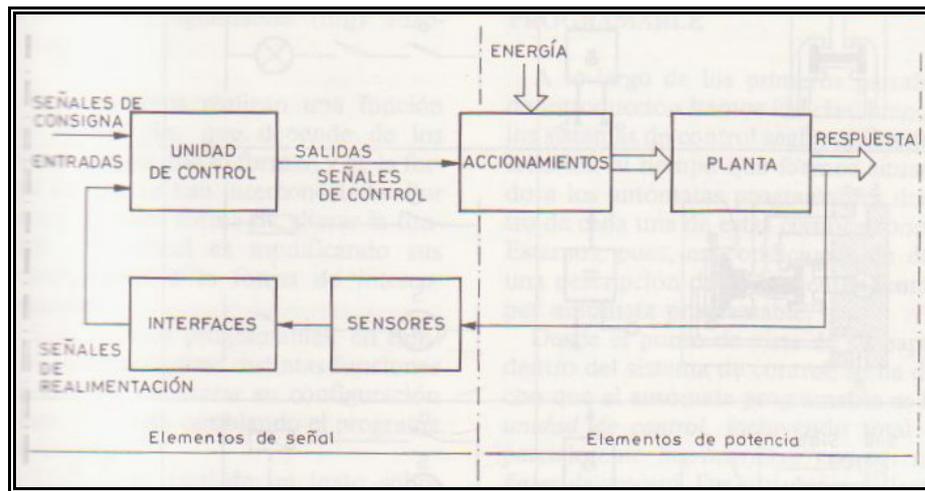


Fig. 10. Sistema de control en lazo cerrado.

Así pues, en el caso más general, podremos dividir el sistema de control en los siguientes bloques:

- Unidad de control.
- Accionamiento.
- Sensores.
- Interfaces.

Cabe indicar aquí que el papel del autómatas programable dentro del sistema de control es el de unidad de control, aunque suele incluir también, totalmente o en parte, las interfaces con las señales de proceso.

Al conjunto de señales de consigna y de realimentación que entran a la unidad de control se les denomina genéricamente entradas y al conjunto de señales de control obtenidas salidas.

2.7.3.1.- INTRODUCCIÓN

2.7.3.1.1.- AUTOMATISMOS ANALÓGICOS Y DIGITALES

Según la naturaleza de las señales que intervienen en el proceso, los sistemas de control pueden dividirse en los siguientes grupos:

- Sistemas analógicos.
- Sistemas digitales.
- Sistemas híbridos analógico-digitales.

Los sistemas analógicos trabajan con señales de tipo continuo, con un margen de variación determinado. Dichas señales suelen representar magnitudes físicas del proceso, tales como presión, temperatura, velocidad, etc., mediante una tensión o corriente proporcionales a su valor (0 a 10v, 4 a 20mA, etc.).

Los sistemas digitales, en cambio, trabajan con señales todo o nada, llamadas también binarias, que sólo pueden presentar dos estados o niveles: abierto o cerrado, conduce o no conduce, mayor o menor, etc. estos niveles o estados se suelen representar por variables lógicas, cuyo valor puede ser sólo 1 ó 0, empleando la notación binaria del álgebra de Boole.

Dentro de los sistemas digitales cabe distinguir dos grupos: los que trabajan con variables de un solo bit, denominados habitualmente automatismos lógicos y aquellos que procesan señales de varios bits, para representar, por ejemplo, valores numéricos de variables o contenido de temporizadores, contadores, etc. a estos últimos se les denomina genéricamente automatismos digitales.

Los sistemas de control actuales con un cierto grado de complejidad, y en particular los autómatas programables, son casi siempre híbridos, es decir, sistemas que procesan a la vez señales analógicas y digitales. No obstante, se tiende a que la unidad de control sea totalmente digital y basada en un microprocesador, que aporta la capacidad de cálculo necesaria para tratar las señales todo o nada en forma de bits y las señales analógicas numéricamente.

Dado que muchos de los sensores habitualmente empleados suministran señales de tipo analógico, las interfaces de estas señales deben realizar una conversión analógico-numérica, llamada habitualmente analógico-digital (A/D), para que puedan ser tratadas por la unidad de control. Puede ser necesario también disponer de señales analógicas de salida, para ciertos indicadores o para control de ciertos servosistemas externos. En tal caso el sistema de control debe disponer también de interfaces para la conversión digital-analógica (D/A), capaces de suministrar dichas señales a partir de los valores numéricos obtenidos por la unidad de control.

La muestra la estructura de la unidad de control, resaltando las interfaces necesarias para el tratamiento de las señales de entrada y salida comúnmente empleadas en controles industriales.

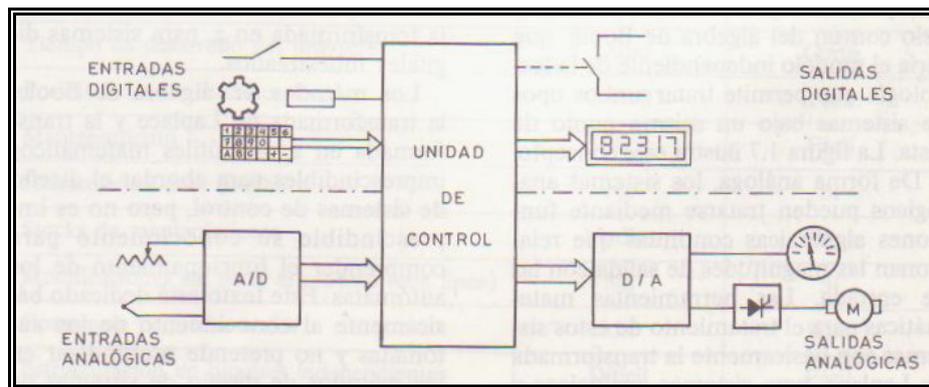


Fig. 11. Señales de E/S de la unidad de control.

2.7.3.1.2.- EL AUTÓMATA PROGRAMABLE

Los sistemas programables pueden realizar distintas funciones de control sin alterar su configuración física, sino sólo cambiando el programa de control.

Cualquier equipo basado en un microprocesador es en principio programable, pero para ello se requiere personal altamente especializado y equipos de desarrollo de cierta complejidad. En definitiva, del atributo programable se beneficia en este caso el fabricante del equipo, para el cual supone que con un hardware estándar puede variar dentro de ciertos límites la función del equipo; pero normalmente no está en la mano del usuario el poder alterar sus funciones, por lo que para este último el equipo es de programa fijo o adaptado a medida.

En el autómata el, el atributo programable hay que interpretarlo como programable por el usuario, con lo cual éste obtiene los beneficios de un equipo multifunción con un hardware fijo. La base sigue siendo un equipo con un microprocesador, al cual se ha incorporado un programa intérprete, capaz de alterar la función de transferencia salida/entrada en razón de un programa de usuario.

El autómata programable es la unidad de control, incluyendo total o parcialmente las interfaces con las señales de proceso. Por otro lado, se trata de un hardware estándar, con capacidad de conexión directa a las señales de campo (niveles de tensión y corriente industriales, transductores y periféricos electrónicos) y programable por el usuario.

Al conjunto de señales de consigna y de realimentación que entran en el autómata se les denomina genéricamente entradas y al conjunto de señales de control obtenidas salidas, pudiendo ser ambas analógicas o digitales.

El concepto de hardware estándar se complementa con el de modularidad, entendiendo como tal el hecho de que este hardware está fragmentado en partes interconectables que permiten configurar un sistema a la medida de las necesidades.

Así pues, encontramos autómatas compactos que incluyen una unidad de control y un mínimo de entradas y salidas y luego tienen previstas una serie de unidades de expansión que les permiten llegar hasta 128 ó 256 entradas/salidas. Para aplicaciones más complejas se dispone de autómatas montados en rack con posibilidad hasta unas 2.000 entradas/salidas controladas por una única unidad central (CPU). La Tabla 3 resume a grandes rasgos las características de los autómatas actuales desde el punto de vista de modularidad.

AUTÓMATAS	COMPACTOS	MODULARES	
		CPU ÚNICA	VARIAS CPU
NÚMERO DE CPU	1 Central	1 Central	1 Central + x Dedicadas
Nº ENTRADAS/SALIDAS	8 a 256	128 a 1.024	>1.024
JUEGO INSTRUCCIONES	<100	<100	>100
PASOS DE PROGRAMA	<2.000	<2.000	2.000 a 40.000
UNIDADES EXPANSIÓN	Digitales + Analógicas	Digitales + Analógicas	Digitales + Analógicas + Reguladores
FUNCIÓN EN RED	Esclavo	Esclavo	Maestro o Esclavo

Tabla 3. Características de los autómatas atendiendo a su modularidad.

Existe también la posibilidad, en autómatas grandes, de elección entre varios tipos de CPU, adaptados a la tarea que deba realizarse o incluso de múltiples CPU trabajando en paralelo en tareas distintas.

Esta adaptabilidad ha progresado últimamente hacia el concepto de inteligencia distribuida, gracias a las comunicaciones entre autómatas y a las redes autómatas-ordenador. Esta técnica sustituye el gran autómata, con muchas entradas/salidas controladas por una única CPU, por varios autómatas, con un número menor de E/S, conectados en red y controlando cada punto o sección de una planta bajo el control de una CPU central.

2.7.3.1.3.- CONTROL POR ORDENADOR

Algunos procesos complejos requieren sistemas de control con una gran capacidad de cálculo, conexión a estaciones gráficas, múltiples canales de comunicación, facilidad de adaptación, capacidad de multiproceso, etc.

La frontera entre un autómata de gama alta y un ordenador es cada vez más difusa, ya que dichos autómatas incorporan funciones de cálculo potentes, capacidad de programación en alto nivel, herramientas de gestión de la producción, etc., y, por otro lado, permiten fácilmente comunicarse entre sí o con un ordenador central.

Así pues, la tendencia actual en el control de procesos complejos es utilizar los autómatas en red o como periféricos de un ordenador, con lo cual se combinan la potencia de cálculo del ordenador y la facilidad de interfaces estándar que ofrece el autómata. El sistema de control resultante de esta combinación ofrece las siguientes prestaciones:

- Sistema programable con una gran potencia de cálculo.
- Gran cantidad de software estándar para manipulación de datos y gestión de la producción.
- Interfaces estándar de ordenador para estaciones gráficas, utilizadas para monitorizar el proceso.
- Control descentralizado con inteligencia distribuida, sin interrumpir todo el proceso cuando hay fallos del control central.
- Sistemas de comunicación LAN o WAN.
- Facilidad de interfaz con la planta.
- Mantenimiento fácil por secciones.
- Disponibilidad de herramientas de test y mantenimiento.
- Posibilidad de visualizar el proceso en tiempo real.
- Programación fácil a nivel de secciones.
- Flexibilidad para realizar cambios.

2.7.3.2.- AUTÓMATAS PROGRAMABLES

2.7.3.2.1.- GENERALIDADES

Un autómata programable industrial (API/PLC) es un equipo electrónico de control con un cableado interno (hardware) independiente del proceso a controlar, que se adapta a dicho proceso mediante un programa específico (software) que contiene la secuencia de operaciones a realizar. Esta secuencia de operaciones se define sobre señales de entrada y salida al proceso, cableadas directamente en los bornes de conexión del autómata.

Las señales de entrada pueden proceder de elementos digitales, como finales de carrera y detectores de proximidad, o analógicos, como sensores de temperatura y dispositivos de salida en tensión o corriente continuas.

Las señales de salida son órdenes digitales “todo o nada” o señales analógicas en tensión o corriente, que se envían a los elementos indicadores y actuadores del proceso, como lámparas, contactores, válvulas, etc.

El autómata gobierna las señales de salida según el programa de control previamente almacenado en una memoria, a partir del estado de las señales de entrada.

Este programa se introduce en el autómata a través de la unidad de programación, que permite además funciones adicionales como depuración de programas, simulación, monitorización, control del autómata, etc.

Una característica diferenciadora del PLC frente a otros sistemas de control programables está en la estandarización de su hardware, que permite la configuración de sistemas de control a medida, según las necesidades estimadas de potencia de cálculo y número y tipo de señales de entrada y salida.

El autómata se configura alrededor de una unidad central de control que, unida por medio de buses internos a las interfaces de entrada y salida y a las memorias, define lo que se conoce como arquitectura interna del autómata.

La comunicación del usuario con el autómata se realiza mediante una consola que puede ir incorporada sobre el autómata o separada del mismo.

Los autómatas programables están preparados para poder recibir órdenes de control procedentes de componentes de control industriales (finales de carrera, detectores de proximidad, pulsadores, etc.) y para poder dar órdenes a dispositivos de una potencia discreta (electroválvulas, relés, contactores de pequeño tamaño, etc.).

Están diseñados para poder trabajar correctamente en un ambiente industrial (temperaturas extremas, vibraciones, atmósferas polvorientas, etc.).

También es un sistema de control que no necesita de personal especializado, siendo suficientes, para su correcto manejo y mantenimiento los conocimientos normales de un técnico de mantenimiento eléctrico.

2.7.3.2.2.- ARQUITECTURA INTERNA DE UN PLC

Un PLC se compone esencialmente de los siguientes bloques (Fig. 12):

- Unidad central de proceso o de control, CPU.
- Memorias internas.
- Memoria de programas.
- Interfaces de entrada y salida.
- Fuente de alimentación.

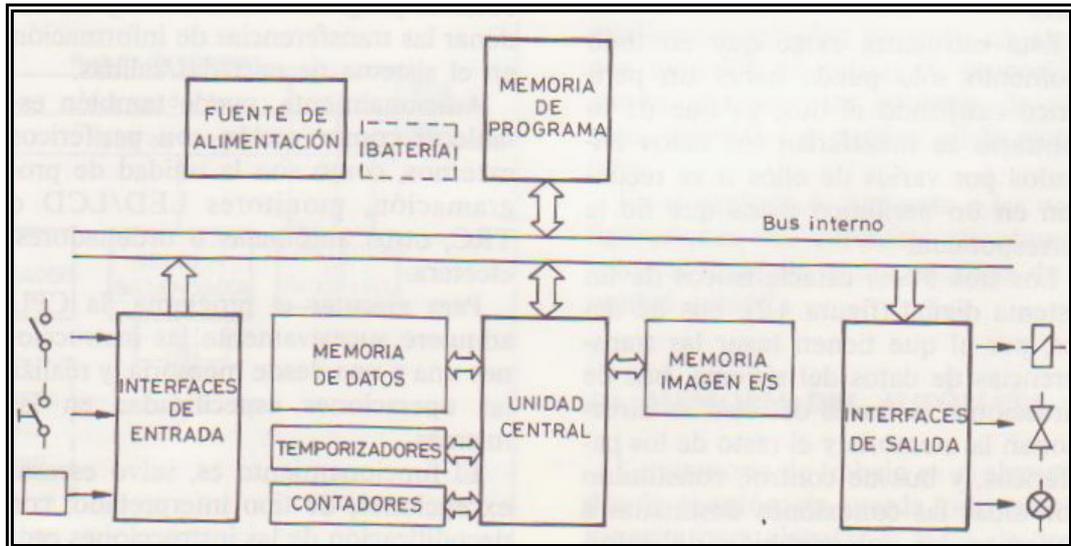


Fig. 12. Diagrama de bloques de un autómata programable.

La unidad de control consulta el estado de las entradas y recoge de la memoria de programa la secuencia de instrucciones a ejecutar, elaborando a partir de ella las señales de salida u órdenes que se enviarán al proceso. Durante la ejecución del programa, las instrucciones son procesadas en serie, una tras otra.

La unidad de control es también la responsable de actualizar continuamente los temporizadores y contadores internos que hayan sido programados.

La memoria del autómata contiene todos los datos e instrucciones que necesita para ejecutar la tarea de control.

La memoria interna es la encargada de almacenar datos intermedios de cálculo y variables internas que no aparecen directamente sobre las salidas, así como un reflejo o imagen de los últimos estados leídos sobre las señales de entrada o enviados a las señales de salida

La memoria de programa contiene la secuencia de operaciones que deben realizarse sobre las señales de entrada para obtener las señales de salida, así como los parámetros de configuración del autómata. Por ello, si hay que introducir alguna variación sobre el sistema de control basta generalmente con modificar el contenido de esta memoria.

Las interfaces de entrada y salida establecen la comunicación del autómata con la planta. Para ello, se conectan, por una parte, con las señales de proceso a través de los bornes previstos y, por otra, con el bus interno del autómata. La interfaz se encarga de adaptar las señales que se manejan en el proceso a las utilizadas internamente por la máquina.

La fuente de alimentación proporciona, a partir de una tensión exterior, las tensiones necesarias para el buen funcionamiento de los distintos circuitos electrónicos del sistema. En ocasiones, el autómata puede disponer de una batería conectada a esta fuente de alimentación, lo que asegura el mantenimiento del programa y algunos datos en las memorias en caso de interrupción de la tensión exterior.

Se conoce como bus interno al conjunto de líneas y conexiones que permiten la unión eléctrica entre la unidad de control, las memorias y las interfaces de entrada y salida. Un bus se compone de un conjunto de hilos o pistas utilizadas para intercambiar datos u órdenes (por ejemplo, el contenido de celdas de memoria o las instrucciones de la unidad de control).

Para minimizar el número de conexiones y dado que la unidad de control, que organiza el tráfico por estos hilos, sólo puede comunicarse con sus periféricos de una forma secuencial, uno tras otro, el conjunto de hilos del bus es común y compartido por todos ellos.

Esta estructura exige que en todo momento sólo pueda haber un periférico ocupando el bus, ya que de lo contrario se mezclarían los datos enviados por varios de ellos o se recibirían en un periférico datos que no le corresponden.

Los tres buses característicos de un sistema digital (), bus de datos, por el que tienen lugar las transferencias de datos del sistema, bus de direcciones, a través del cual se direcciona la memoria y el resto de los periféricos, y bus de control, constituida por todas las conexiones destinadas a gobernar los intercambios de información, se reunifican en el autómata en uno sólo, que recibe el nombre de bus interno. El número de líneas de este bus depende de cada fabricante.

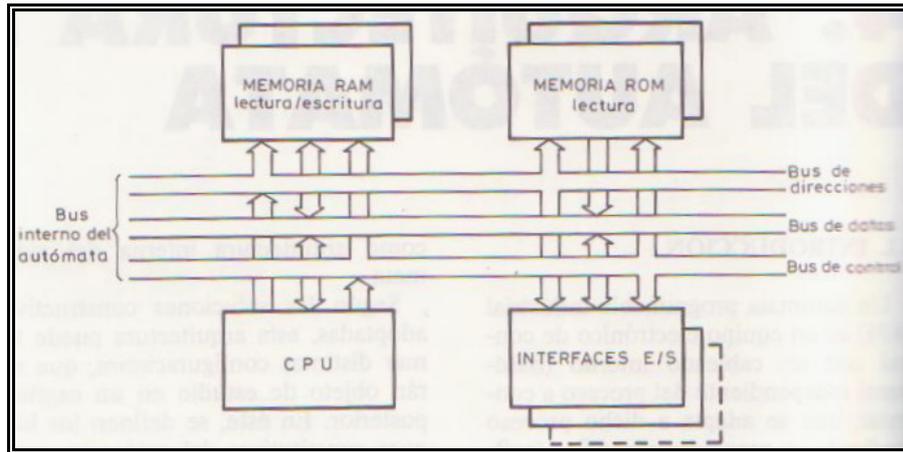


Fig. 13. Estructura de conexión mediante buses.

Se considera también como bus del autómata cualquier conexión entre bloques o módulos que no necesite de procesadores específicos de comunicaciones en sus extremos, como por ejemplo el cable de conexión entre el autómata y una unidad externa de expansión de E/S.

2.7.3.2.2.1.- UNIDAD CENTRAL DE PROCESO, CPU

La CPU (Central Processing Unit), construida alrededor de un sistema microprocesador, es la encargada de ejecutar el programa de usuario y de ordenar las transferencias de información en el sistema de entradas/salidas.

Adicionalmente, puede también establecer comunicación con periféricos externos, como son la unidad de programación, monitores LED/LCD o TRC, otros autómatas u ordenadores, etc.

El funcionamiento es, salvo escasas excepciones, de tipo interpretado, con decodificación de las instrucciones cada vez que son ejecutadas.

Esta decodificación puede realizarse mediante un sistema de lógica estándar con microprocesador más memoria, o puede estar microprogramada por hardware (cableada) en el propio procesador, según diseño propio del fabricante utilizando tecnologías “custom” o personalizadas. La primera solución, más barata, es la más frecuente en autómatas de gama baja, mientras que la segunda, con mayores costes de diseño y desarrollo, es propia de autómatas de gamas medias y altas, donde el incremento de precio queda compensado por los bajos tiempos de ejecución de las instrucciones, mucho menores que en la solución estándar (décimas de microsegundos frente a decenas de microsegundos). En cualquier caso, esta decodificación interna de instrucciones es transparente al usuario, que no puede modificarla en ninguna forma. Al ser además específica de cada fabricante, que elige el lenguaje de programación que soportará su autómata (instrucciones, contactos o símbolos gráficos) y la forma en que se interpretan sus instrucciones, la decodificación no sólo limita los lenguajes disponibles de programación, sino que es la responsable de que no todas las CPU pueden ejecutar los mismos programas, aunque hayan sido escritos en el mismo lenguaje, impidiendo, en definitiva, el intercambio de programas entre autómatas diferentes.

En algunos casos, la decodificación se realiza con la ayuda de una memoria exterior (intérprete), de la que pueden existir distintas versiones dentro de una misma familia de autómatas, ofreciendo una amplia gama de posibilidades como:

- Modificación del lenguaje de programación.
- Tratamiento de señales analógicas.
- Manipulación de textos.
- Algoritmos de control en lazo cerrado, etc.

Esta solución aumenta la flexibilidad del sistema, pero incrementa también los tiempos de ejecución (los quintuplica, aproximadamente), al tener que decodificar las instrucciones según las indicaciones de una memoria exterior conectada al bus.

La muestra los bloques fundamentales de una CPU, donde se reconocen los siguientes:

- ALU, “Aritmetic Logic Unit”, encargada de realizar las operaciones aritméticas y lógicas (combinaciones Y, O, sumas, comparaciones, etc.).
- Acumulador, que almacena el resultado de la última operación realizada por la ALU.
- Flags, o indicadores de resultado de operación (mayor que, positivo, negativo, resultado cero, etc.). El estado de estos flags puede ser consultado por el programa.
- Contador de programas, PC (Program Counter), encargado de la lectura de las instrucciones de usuario y, por tanto, de la secuencia de ejecución. Esta secuencia puede ser modificada con el juego de instrucciones de salto.
- Decodificador de instrucciones y secuenciador, cableado y/o programado, donde se decodifican las instrucciones leídas en la memoria y se generan las señales de control.
- Programa ROM monitor del sistema, donde se almacena la secuencia de puesta en marcha, las rutinas del test y de error en la ejecución, etc.
- Opcionalmente, un cartucho de memoria ROM externa, que contendría una ampliación del intérprete incorporado, a fin de que la CPU pudiera decodificar y ejecutar instrucciones complejas o escritas en lenguajes de programación más potentes.

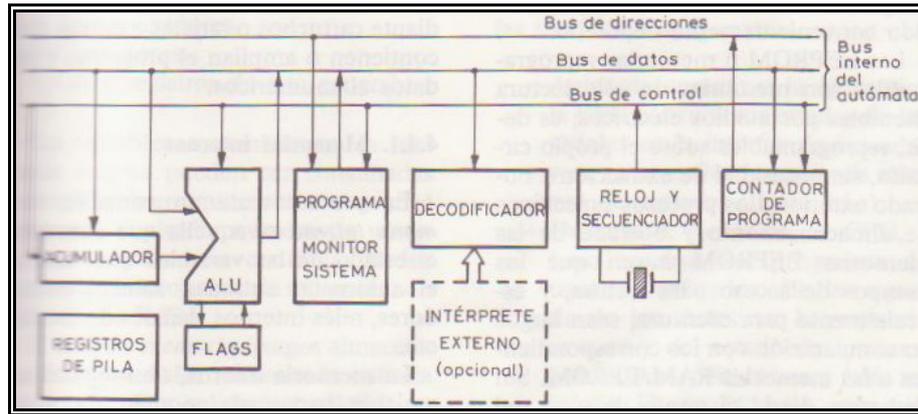


Fig. 14. Diagrama de bloques de la CPU.

Algunos autómatas incluyen junto al acumulador los registros de pila, que permiten almacenar resultados parciales del programa (obtenidos mediante instrucciones particulares de paréntesis o bloques) antes de operar con ellos y asignar el resultado a una salida.

La combinación de la CPU con la memoria interna, imagen de entradas/salidas, y de programa de usuario, es conocida también con el nombre de unidad de proceso o tarjeta central, aunque algunos fabricantes denominan por extensión al conjunto simplemente CPU.

Dada la diversidad de funciones que debe realizar la CPU, aparece en autómatas de gamas medias y altas, una subdivisión y reparto de tareas en la misma, a fin de optimizar su funcionamiento.

Esta subdivisión puede realizarse de dos formas:

- Arquitectura de coprocesador.
- Estructura de control distribuido mediante el empleo de módulos inteligentes.

Para la primera solución se disponen varios microprocesadores que ejecutan el programa de forma concurrente, trabajando en paralelo y mejorando significativamente las prestaciones del sistema en cuanto a rapidez y potencia de cálculo.

En el control distribuido con módulos inteligentes se conectan al bus procesadores específicos especializados en tareas como la medida y regulación de temperatura, control de posición, conexión con otros procesadores dentro de una red local, etc., lo que permite traspasar ciertas funciones, normalmente críticas en el tiempo, a estos periféricos inteligentes (denominados así porque incluyen sus propios procesadores y memorias), descargando al procesador central de unos procesos a los que no podría atender con la necesaria rapidez.

Ambas soluciones, estructuras de coprocesadores y conexión de módulos inteligentes, pueden coexistir en algunos modelos de autómeta, proporcionando una superior potencia de cálculo, capacidad y rapidez en la ejecución.

2.7.3.2.2.2.- MEMORIA DEL AUTÓMATA

La memoria de trabajo es el almacén donde el autómeta guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control:

- Datos del proceso.
 - Señales de planta, entradas y salidas.
 - Variables internas, de bit y de palabra.
 - Datos alfanuméricos y constantes.
- Datos del control.
 - Instrucciones de usuario (programa).
 - Configuración del autómeta (modo de funcionamiento, número de entradas/salidas conectadas, etc.).

En general, toda esta información, incluyendo el programa de usuario, está contenida en memorias de semiconductor.

Una memoria de semiconductor es un dispositivo electrónico capaz de almacenar datos binarios (señales de niveles altos y bajos, “unos” y “ceros”, denominados bits), que pueden ser leídos posición a posición (bit a bit), o por bloques de ocho (byte) o dieciséis posiciones (word).

La memoria ideal para el autómatas debería ser simultáneamente rápida, pequeña, barata y de bajo consumo de energía. Como ninguna de las memorias del mercado reúne todas estas condiciones, los autómatas combinan distintos tipos de ellas,

Una clasificación de memorias, atendiendo a sus características de lectura y escritura, podría ser la que aparece a continuación:

- Memorias de lectura/escritura, RAM (Read/Write memories).
- Memorias de sólo lectura, no reprogramables, ROM (Read Only Memory).
 - Memorias de sólo lectura, reprogramables, con borrado por ultravioletas, EPROM (Electrically Programmable Read Only Memories).
 - Memorias de solamente lectura, alterables por medios eléctricos, EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memories).
 - Memoria pasiva FLASH.

Las memorias de lectura/escritura, RAM, pueden ser leídas y modificadas cuantas veces sea necesario a través de los buses internos, y de forma rápida. El tiempo de lectura y escritura es del mismo orden de magnitud. Sus inconvenientes son su relativamente baja densidad de integración (poca capacidad de almacenamiento) y sobre todo, su carácter volátil, que provoca la pérdida de información cada vez que cae la tensión de alimentación. Las memorias RAM se utilizan principalmente como memorias de datos internos, y únicamente como memorias de programas en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

Las memorias de sólo lectura no reprogramables, ROM, propiamente dichas, no pueden ser modificadas en ninguna forma por el usuario. Dentro del autómata, las memorias ROM se utilizan para almacenar el programa monitor, que contiene las siguientes rutinas, incluidas por el fabricante:

- Inicialización tras puesta en tensión o reset.
- Rutinas de test y de respuesta a error de funcionamiento.
- Intercambio de información con unidades exteriores.
- Lectura y escritura en la interfaces de E/S.

Además, este monitor puede contener el intérprete del programa de usuario, si existe.

El contenido de esta memoria no es accesible desde el exterior. El tiempo de lectura es menor que el de escritura.

Las memorias reprogramables, EPROM, son memorias de sólo lectura que pueden programarse con un circuito especial, después de borrar su contenido. Estas memorias están realizadas con transistores MOS (Metal Oxide Semiconductor) de puerta flotante. Las células de memoria son borradas con luz ultravioleta que penetra en el chip a través de una ventana de cuarzo en su cara superior. Este proceso obliga a su extracción del autómata y, por tanto, a la interrupción del funcionamiento. Normalmente, estas memorias se utilizan para almacenar el programa del usuario, una vez que ha sido convenientemente depurado.

Las EEPROM o memorias reprogramables son memorias de sólo lectura alterables por medios eléctricos, es decir, reprogramables sobre el propio circuito, sin necesidad de extracción y borrado exterior. También están realizadas con transistores MOS. Los procesos específicos de almacenamiento y borrado de las memorias EEPROM hacen que los tiempos de acceso para lectura, y especialmente escritura, sean largos en comparación con los correspondientes a las memorias RAM/EPROM. Sin embargo, desde el punto de vista del usuario, estos inconvenientes no lo son tanto, y para él, en definitiva, las memorias EEPROM combinan la no volatilidad de las memorias ROM y EPROM con la reprogramabilidad de las memorias RAM, que les permite ser modificadas directamente sobre el circuito mediante señales eléctricas.

Hay que advertir, sin embargo, que el número de operaciones de borrado/escritura está limitado a algunos cientos de miles, por lo que estas memorias, utilizadas como área interna de trabajo, se destruirían con rapidez bajo la acción del procesador.

Así, las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM, utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM en caso de interrupción del suministro eléctrico. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca de nuevo a RAM, con lo que el autómata puede continuar en el mismo punto del programa en que fue interrumpido por la pérdida de tensión.

Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería, que, pese a ser profusamente utilizadas, no dejan de presentar problemas de mantenimiento.

La Fig. 15 muestra una clasificación de las memorias empleadas en el autómata, con la aplicación que se da a cada una de ellas.

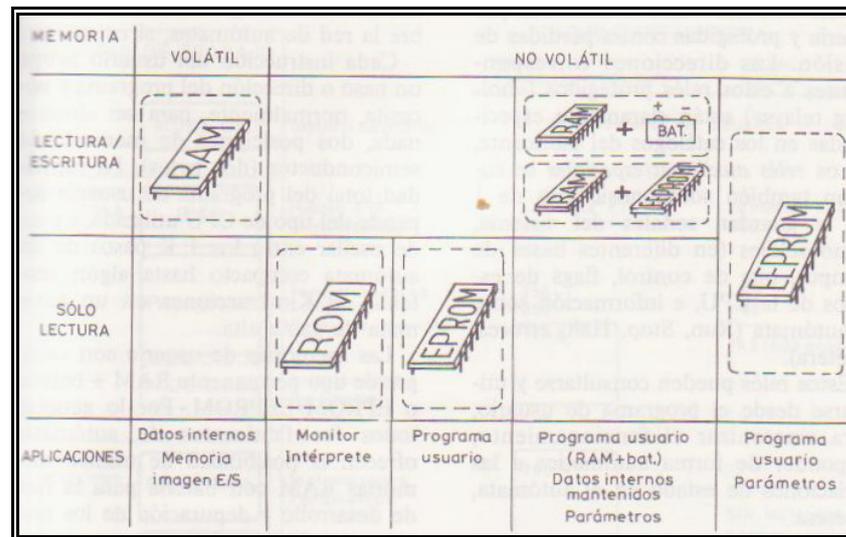


Fig. 15. Tipos de memoria y aplicaciones en un autómata programable.

Atendiendo a su conexionado, las memorias de trabajo pueden ser compactas, incluidas en el propio autómata y conteniendo todos los datos e instrucciones de control, o lo que es más frecuente, modulares y ampliables mediante cartuchos o tarjetas externas que contienen o amplían el programa y los datos alfanuméricos.

2.7.3.2.2.1.- Memorias internas.

En un autómata programable, memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja el autómata: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc.

La memoria interna, de longitud invariable para cada modelo de autómata, fija sus características funcionales en cuanto a capacidad de direccionamiento E/S, y número y tipo de variables internas manipuladas.

Por esta razón, la clasificación de la memoria interna no se realiza atendiendo a sus características de lectura y escritura, sino por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable. Así, la memoria interna del autómatas queda clasificada en las siguientes áreas:

- Posiciones de 1 bit (bits internos).
 - Memoria imagen de entradas/salidas.
 - Relés internos.
 - Relés especiales/auxiliares.
- Posiciones de 8, 16 o más bits (registros internos).
 - Temporizadores.
 - Contadores.
 - Otros registros de uso general.

Las variables contenidas en la memoria interna pueden ser consultadas y modificadas continuamente por el programa, cualquier número de veces.

Esta actualización continua de los datos obliga a construir la memoria con dispositivos RAM.

El área de memoria imagen almacena las últimas señales leídas en la entrada y enviadas a la salida, actualizándose tras cada ejecución completa del programa.

Después de ejecutar el programa, la CPU ordena el intercambio de señales entre las interfaces E/S y la memoria imagen, de manera que, mientras dura la ejecución, los estados de las señales de entrada considerados para el cálculo no son los actuales de planta, sino los presentes en la memoria imagen leídos en el ciclo anterior.

De la misma manera, los resultados obtenidos en el cálculo no van directamente a la interfaz de salidas sino a la memoria imagen, realizándose la transferencia global de todas las señales (lectura de entradas y escritura de salidas) cuando finaliza cada ejecución del programa.

En definitiva, el tratamiento de las señales de entrada y salida a través de las memorias imagen discurre así (Fig. 16):

- Antes de comenzar la ejecución, la CPU consulta los estados de las señales en la interfaz de entradas y carga con ellos la memoria imagen de entradas.
- Durante la ejecución, la CPU, y bajo control del programa de usuario, realiza los cálculos a partir de los datos en la memoria imagen y del estado de los temporizadores, contadores y relés internos. El resultado de estos cálculos queda depositados en la memoria imagen de salidas.
- Finalizada la ejecución, la CPU transfiere a las interfaces de salida los estados de las señales contenidos en la memoria imagen de salidas, quedando el sistema preparado para comenzar un nuevo ciclo.

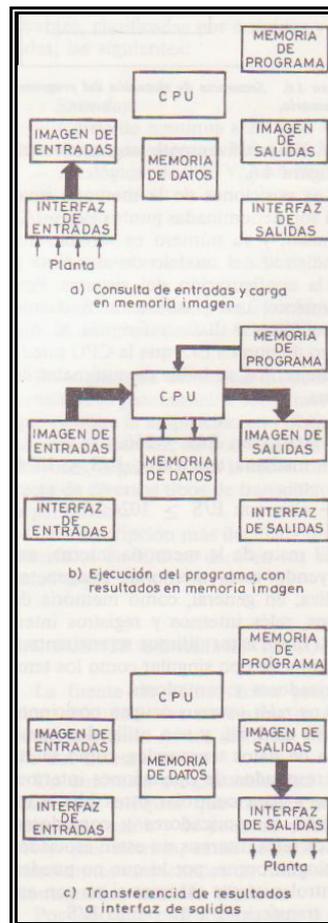


Fig. 16. Acceso a las memorias imagen de entradas y salidas.

La secuencia real en el autómata no es exactamente la indicada, ya que para optimizar los tiempos de acceso a las interfaces, los procesos de lectura de entradas y escritura de salidas se efectúan consecutivamente, según muestra la Fig. 17.

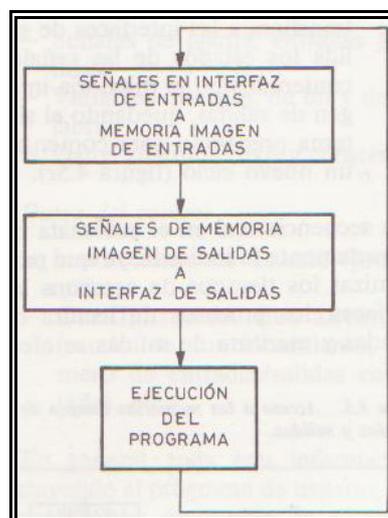


Fig. 17. Secuencia de ejecución del programa de usuario.

Las posiciones de la memoria imagen son denominadas puntos E/S (I/O points), y su número es variable dependiendo del modelo de autómeta y de la configuración del sistema. Precisamente, una clasificación frecuente de autómetas hace referencia al número de puntos de E/S que la CPU puede manejar. Así, se habla de autómetas de gama:

- Baja, con $E/S < 256$.
- Mediana, con $256 \leq E/S \leq 1.024$.
- Alta, con $E/S \geq 1.024$.

El resto de la memoria interna, excluyendo estas memorias imagen, se utiliza, en general, como memoria de datos, relés internos y registros internos. Entre estos últimos se encuentran algunos de tipo singular como los temporizadores y contadores.

Los relés internos ocupan posiciones de 1 bit, y son utilizados como área de datos temporales, como resultados de operaciones intermedias, y para controlar otros bits o registros, temporizadores y contadores. Estos relés internos no están asociados a ningún borne, por lo que no pueden controlar cargas externas si no son transferidos a un punto E/S.

Algunas posiciones correspondientes a relés internos están mantenidas por batería y protegidas contra pérdidas de tensión. Las direcciones correspondientes a estos relés protegidos (holding relays) están claramente especificadas en los catálogos del fabricante.

Los relés auxiliares/especiales se colocan también sobre posiciones de 1 bit, y guardan señales del sistema, como relojes (en diferentes bases de tiempo), bits de control, flags de estados de la CPU, e información sobre el autómeta (Run, Stop, Halt, errores, etc.).

Estos relés pueden consultarse y utilizarse desde el programa de usuario, para sincronizar el funcionamiento, responder de forma automática a las variaciones de estado en el autómata, etc.

El área de temporizadores y contadores ocupa posiciones de 16 ó más bits, capaces de almacenar los valores de preselección y estado actualizados de estos elementos, valores que normalmente se presentan al usuario bajo codificación BCD entre 0000 y 9999.

El área de registros internos se utiliza para almacenar y manipular palabras de datos y valores numéricos, y es únicamente accesible en unidades de byte o de palabra, por medio de instrucciones aritméticas y de manipulación de datos.

Esta área contiene también los valores de los registros de desplazamiento, que pueden ser leídos como palabras, o posición a posición (bit a bit).

La mayoría de autómatas permite mantener la información de registros, incluyendo temporizadores y contadores, protegida contra pérdidas de tensión, de forma análoga a la comentada para relés internos. Esta protección se realiza bien de forma automática, bien programando la opción sobre algunos relés especiales.

2.7.3.2.2.2.- Memoria de programa

La memoria de programa está dividida en dos partes:

- Un programa ejecutivo o monitor, también denominado sistema operativo que se encarga de realizar un conjunto de tareas imprescindibles tales como la carga del programa de control procedente de una unidad de programación externa, el ciclo de entrada/salida de variables digitales, etc. y otros que mejoran las prestaciones del autómata programable, como por ejemplo la prueba del funcionamiento de los diferentes elementos que lo constituyen.

El contenido de esta memoria lo establece el fabricante y no tiene que ser modificado por el usuario. Por ello, es usual que se realice mediante una memoria EPROM. También se puede utilizar una memoria FLASH, lo cual permite que el usuario actualice el programa ejecutivo sin necesidad de extraer la memoria de la unidad del autómata.

- El programa de control, que es diseñado por el usuario en una unidad de programación y transferido a la parte correspondiente de la memoria de programa. Se suele utilizar una memoria RAM combinada con una batería o una memoria FLASH.

Cada instrucción del usuario ocupa un paso o dirección del programa y necesita, normalmente, para ser almacenada, dos posiciones de memoria de semiconductor (dos bytes). La capacidad total del programa de usuario depende del tipo de CPU utilizada, y puede oscilar entre los 1K pasos de un autómata compacto hasta algún centenar de K instrucciones en un autómata de gama alta.

Las memorias de usuario son siempre de tipo permanente RAM + batería o EPROM/EEPROM o una memoria FLASH. Por lo general, todos los fabricantes de autómatas ofrecen la posibilidad de utilizar memorias RAM con batería para la fase de desarrollo y depuración de los programas, y de pasar éstos a memorias no volátiles EPROM o EEPROM una vez finalizada esta fase.

Estas memorias no volátiles se suministran como cartuchos enchufables al autómata (memory packs) en el zócalo previsto sobre la CPU, o como tarjetas de memoria a conectar en el bastidor, ocupando una posición del mismo.

La ejecución del programa en el módulo es siempre prioritaria, de forma que si se da tensión al autómata con un módulo conectado, la CPU ejecuta su programa y no el contenido en memoria RAM interna.

La transferencia del programa a los módulos de memoria (grabación) se realiza bajo control de la unidad de programación, y puede hacerse sobre el autómata o sobre la misma unidad de programación, según el modelo considerado.

El conjunto de direcciones correspondientes a todas las posiciones de memoria que puede direccionar la CPU, es decir, de toda la memoria de trabajo, se denomina en el autómata mapa de memoria.

La longitud de este mapa de memoria depende de tres factores:

- La capacidad de direccionamiento de la CPU, que determina el número de direcciones asignadas a los dispositivos internos.
- El número de entradas/salidas conectadas, que determina la longitud de la memoria imagen E/S.
- La longitud de la memoria de usuario utilizada.

Dada una CPU concreta, la longitud total del mapa de memoria está siempre limitada a un determinado valor.

2.7.3.2.2.3.- INTERFACES DE ENTRADAS/SALIDAS (E/S)

Las interfaces de entrada y salida establecen la comunicación entre la unidad central y el proceso, filtrando, adaptando y codificando de forma comprensible para dicha unidad las señales procedentes de los elementos de entrada, y decodificando y amplificando las señales generadas durante la ejecución del programa antes de enviarlas a los elementos de salida.

Dada la enorme cantidad de variantes que pueden presentarse en las señales de proceso, es evidente que deberá existir también un gran número de tipos de interfaces, tanto de entradas como de salidas.

Estas interfaces pueden clasificarse de diferentes formas, según se muestra a continuación.

- Por el tipo de señales:
 - Digitales de 1 bit.
 - Digitales de varios bits.
 - Analógicas.
- Por la tensión de alimentación:
 - De corriente continua (estáticas de 24/110V_{CC}).
 - De corriente continua a colector abierto (PNP o NPN).
 - De corriente alterna (60/110/220 V_{CA}).
 - Salidas por relé (libres de tensión).
- Por el aislamiento galvánico:
 - Con separación galvánica (Optoacopladores).
 - Con acoplamiento directo.
- Por la forma de comunicación con la unidad central:
 - Comunicación serie.
 - Comunicación paralelo.
- Por la ubicación:
 - Locales.
 - Remotos.

En la gama de pequeños autómatas, el tipo de interfaces disponibles suele ser más limitado, siendo las más frecuentes, clasificadas por entradas y salidas, las siguientes:

- Entradas:

- Corriente continua a 24 o 48V_{CC}.
- Corriente alterna a 110 o 220V_{CA}.
- Analógicas de 0-10V_{CC} o 4-20mA.

Los circuitos de entrada están, generalmente, optoacoplados mediante emisores/receptoras de tipo **Le** y presentan una serie de bornes de tipo industrial, aptos para permitir secciones comerciales (1,5 ó 2,5mm²); están preparados para recibir señales de contactos de libres de potencial como se indica en la Fig. 18.

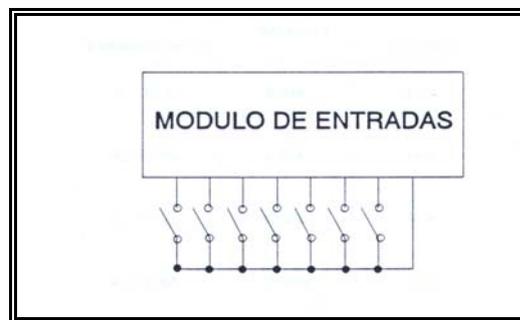


Fig. 18. Conexión del módulo de entrada.

- Salidas:
 - Por relé.
 - Estáticas por triac a 220V_{CA} máximo.
 - Colector abierto para 24 o 48V_{CC}.
 - Analógicas de 0-10V o 4-20mA.

Al igual que los circuitos de entrada, los circuitos de salida presentan una serie de bornes de tipo industrial aptos para permitir secciones comerciales. Un conexionado típico de un módulo de salida puede verse en la Fig. 19. Al igual que las entradas, las salidas pueden ser analógicas o digitales. La digital es la más utilizada, mientras que para las analógicas es necesario un convertidor D/A.

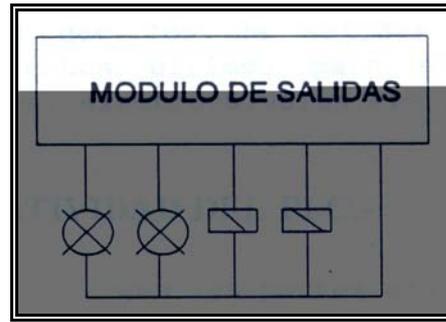


Fig. 19. Conexión del módulo de salida.

Las salidas por transistores se utilizan cuando los dispositivos de salida o actuadores son de corriente continua y para corrientes débiles (valores típicos: 12 a 48V y 500mA).

Las salidas por triac o relé se utilizan cuando los actuadores son de corriente alterna y para corrientes débiles (valores típicos: 110 o 220V y 1^a). La Fig. 20 muestra un circuito de salida a triac, en el que también se incluye el circuito protector interno contra sobrecorrientes.

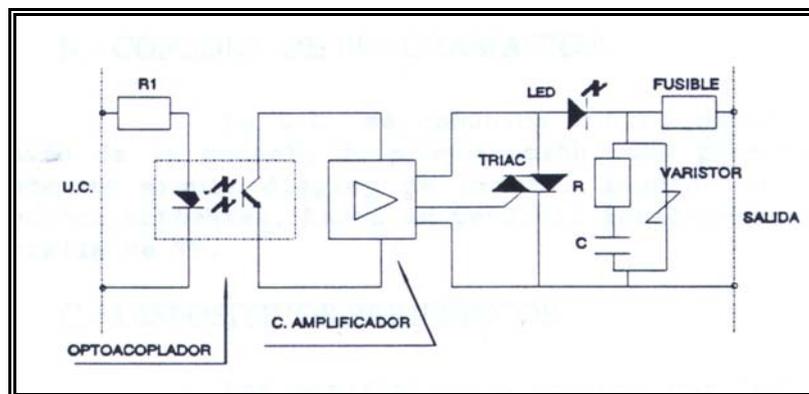


Fig. 20. Circuito simplificado con salida a triac y protección interna.

En los autómatas de tipo modular se emplean los módulos de salidas por transistor, para los circuitos de señalización, puesto que éstos necesitan niveles de corriente pequeñas, y además, los módulos de salidas por transistor son más económicos que los de salidas de triac o relé, quedando estos últimos para gobernar bobinas de contactores, electroválvulas, etc.

En la gama de autómatas modulares, contruidos generalmente sobre un rack que permite la ampliación con distintas tarjetas de interfaz, las posibilidades son mayores, llegando hasta la conexión directa de diversos tipos de transductores y periféricos.

Si excluimos a los pequeños autómatas, que suelen ser compactos, la mayoría de los autómatas programables disponen de circuitos de E/S fabricados de forma modular, de manera que, para cada variación de las necesidades de una maniobra, se puede ampliar el número de E/S. Se pueden encontrar módulos de E/S de 4, 8, 16 y aún más puntos de E/S.

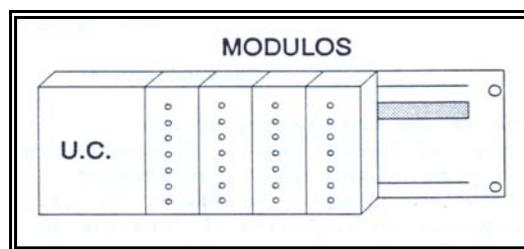


Fig. 21. Formas modulares de E/S en PLC.

2.7.3.2.2.4.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema.

Un autómata programable está formado por bloques que requieren niveles de tensión y de potencia diferentes y que, además, están sometidos a condiciones ambientales de ruido electromagnético también distintas.

Por todo ello es frecuente que la alimentación se obtenga de varias fuentes separadas, procurando separar las siguientes partes del circuito:

- Unidad central e interfaces E/S (alimentación autómata).
- Alimentación de entradas.
- Alimentación de salidas (cargas) de tipo electromagnético.

Esta división, salvo en pequeños compactos, suele mantenerse en todos los autómatas, que necesitan al menos de dos fuentes de alimentación independientes:

- Alimentación del autómata (CPU, memorias e interfaces).
- Alimentación de los emisores de señal y de los actuadores de salida.

La alimentación a la CPU puede ser de continua a $24V_{CC}$, tensión muy frecuente en cuadros de distribución, o en alterna a $110/220V_{CA}$. En cualquier caso, la propia CPU alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.

La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse, según tipos, en alterna a $48/110/220 V_{CA}$, o en continua a $12/24/48 V_{CC}$.

La fuente de alimentación del autómata puede incorporar una batería tampón, que se utiliza para el mantenimiento de algunas posiciones internas (relés o registros) y del programa de usuario en memoria RAM, cuando falla la alimentación o se desconecta el autómata. La capacidad de esta batería, normalmente a 3,5V, oscila entre los 1.500mAh y 1 año de vida para las más pequeñas utilizadas en los autómatas compactos, y los 5.000mAh y 10 años de vida en las necesarias en autómatas modulares de gama alta.

El estado de la batería está monitorizado sobre un diodo LED en la fuente de alimentación, que parpadea o se apaga en caso de defecto o ausencia de la misma.

Los autómatas compactos suelen disponer de una salida de tensión a $24V_{CC}$ de baja potencia, para alimentación directa de sensores y actuadores, aunque la carga que puede soportar es muy reducida, del orden de décimas de amperio.

La Fig. 22 muestra dos alternativas extremas de alimentación a un sistema de autómata y unidad de expansión de entradas/salidas locales (unidas por el bus interno), con sus emisores y actuadores:

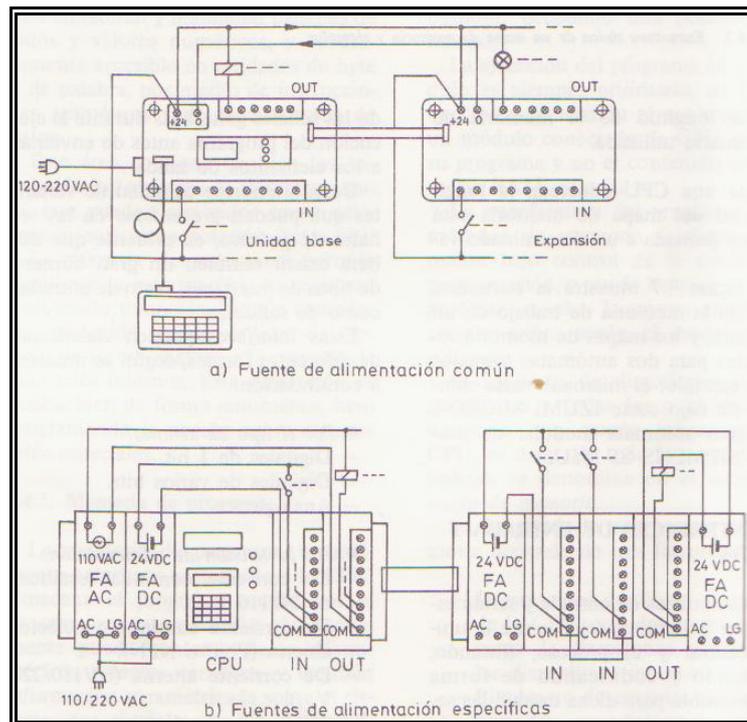


Fig. 22. Ejemplos de conexiones de alimentación.

- En el primer caso, una única fuente incorporada en el autómata alimenta a la CPU con sus interfaces de entrada y salida y a los sensores y actuadores del sistema. La tensión de alimentación a los circuitos internos de la unidad de expansión llega a ella a través del bus interno.
- En el segundo ejemplo, el sistema utiliza varias fuentes de alimentación diferentes:
 - La propia del autómata, interna o externa a él.
 - La auxiliar para alimentación de la unidad E/S.
 - Fuente de alimentación CC para actuadores de salida.
 - Fuente de alimentación CA para actuadores de salida.

Es frecuente, en sistemas modulares como el que presenta la Fig. 22b, que la propia fuente de alimentación de la CPU o del bastidor de expansión proporcione directamente una salida auxiliar a $24V_{CC}$, con nivel de potencia suficiente para alimentación de sensores: en el ejemplo, se utiliza esta fuente auxiliar para alimentación de los interruptores de entrada.

En ambos casos, y así ocurre en general, la alimentación a la CPU proporciona además la tensión de funcionamiento de la unidad portátil de programación, conectada a ella directamente sobre un zócalo o a través de un cable.

La elección de uno u otro esquema de alimentación para un sistema de autómatas depende fundamentalmente de las características de sus entradas y salidas:

- Niveles de potencia necesarios para la aplicación.
- Compatibilidad entre la tensión auxiliar suministrada por el autómata y las necesarias en el sistema de E/S.
- Funcionamiento o no de sensores y cargas a igual tensión de alimentación.
- Necesidad de aislamiento galvánico en el sistema de E/S.

Los fabricantes proporcionan, sobre todo en sistemas modulares tipo rack, módulos de alimentación con diferentes tensiones de salida y niveles de potencia suficientes, en general, para cubrir cualquier necesidad de alimentación.

2.7.3.2.3.- CICLO DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC Y CONTROL A TIEMPO REAL

Los autómatas programables son máquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en la memoria, generando unas órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta: al detectarse cambios en las señales, el autómata reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

La secuencia de operación del autómata se puede dividir en tres fases principales:

- Lectura de señales desde la interfaz de entrada.

- Escritura de señales en la interfaz de salidas.
- Procesado del programa para obtención de las señales de control.

A fin de optimizar los tiempos de acceso a las interfaces E/S, se realiza la lectura y escritura de señales simultáneamente para todas las entradas y salidas implicadas, de forma que las entradas leídas se almacenan en una memoria temporal o memoria imagen de entradas, a la que acude la CPU durante la ejecución del programa, mientras que los resultados o señales de mando se van almacenando en otra memoria temporal, o memoria imagen de salidas, según se van obteniendo. Finalizada la ejecución, estos resultados se colocan en la interfaz de salida de una sola vez.

El autómata realiza también una serie de acciones comunes que garantizan la seguridad en el funcionamiento, como son los chequeos de memoria y de CPU, comprobación del “watchdog” o reloj de guarda, etc.

Además, y eventualmente, establece comunicación con periféricos exteriores, por ejemplo para volcado de datos en impresora, comunicación con otros autómatas u ordenadores, conexión con la unidad de programación, etc.

Todas estas acciones se van repitiendo periódicamente, definiendo un ciclo de operación que necesita de un cierto tiempo para ser ejecutado. Este tiempo será determinante cuando el autómata pretenda controlar procesos rápidos, con señales de muy corta duración o alta frecuencia de conmutación.

2.7.3.2.3.1.- CICLO DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del autómata es, salvo el proceso inicial que sigue a un Reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómata esté bajo tensión.

La Fig. 23 muestra esquemáticamente la secuencia de operaciones que ejecuta el autómata, sobre la que se define el llamado ciclo de operación con aquellas que se repiten indefinidamente.

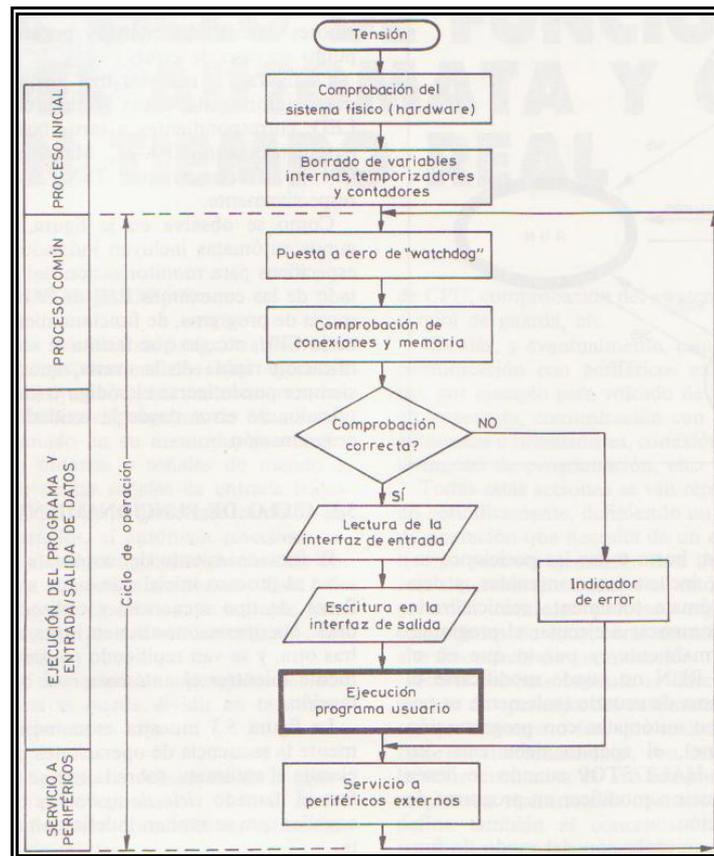


Fig. 23. Ciclo de funcionamiento del autómata.

Como se muestra en la figura, antes de entrar en el ciclo de operación el autómata realiza una serie de acciones comunes (power-on sequence), que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y de chequear el hardware.

Transcurrida la secuencia de inicialización, y si no han aparecido errores, el autómata entra en el ciclo de operación, constituido por aquellas operaciones que se ejecutan continuamente. Este ciclo puede considerarse dividido en tres bloques:

- Proceso común.
- Ejecución del programa de usuario.
- Servicio a periféricos.

2.7.3.2.3.2.- TIEMPO DE EJECUCIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL

El tiempo total que el autómata emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de ciclo o más sencillamente tiempo de ciclo (Scan Time). Dicho tiempo depende de:

- El número de entradas/salidas involucradas.
- La longitud del programa de usuario.
- El número y tipo de periféricos conectados al autómata.

El tiempo total de ciclo es entonces la suma de los tiempos empleados en realizar las distintas operaciones del ciclo, a saber:

- Autodiagnósticos.
- Actualización de E/S.
- Ejecución (escrutación) del programa.
- Servicio a periféricos

Los tiempos empleados en chequeos y comprobaciones cíclicas (autodiagnósticos) son del orden de 1 a 2ms, al igual que los consumidos en la atención a periféricos externos.

Los tiempos de ejecución de instrucciones se miden en unidades de microsegundos (μ s), resultando un tiempo de escrutación del programa variable en función del número y tipo de instrucciones contenidas. Precisamente, el tiempo de escrutación es uno de los parámetros que caracterizan a un autómata, expresado normalmente en milisegundos por cada mil instrucciones (ms/K).

Son tiempos típicos de 5 a 15ms/K instrucciones, aunque la aplicación de nuevas tecnologías y diseños de la CPU están reduciendo los tiempos a valores menores de 1ms/K instrucciones.

Los tiempos de acceso al exterior para lectura/escritura de datos son del orden de 1 a 5ms, dependiendo del número de E/S/ involucradas, de la CPU del autómatas, de si éste es compacto o modular, si se utilizan o no entradas/salidas remotas, etc.

En un autómatas estándar de gama media, para una aplicación que necesite aproximadamente unas 1.000 instrucciones, e tiempo de ciclo total puede, por tanto, estimarse del orden de 20ms.

2.7.3.2.4.- CONFIGURACIÓN DEL AUTÓMATAS

Por configuración del autómatas se entiende la estructura que adopta su sistema físico, esencialmente la unidad de control, el sistema de entradas/salidas y la memoria de la máquina, a fin de adaptarlo a las particularidades de la aplicación: número de entradas/salidas, ubicación de las mismas, potencia de cálculo, capacidad de almacenamiento, etc.

Dada la modularidad intrínseca del autómatas, esta adaptación resulta particularmente sencilla utilizando los módulos y ampliaciones previstas a tal efecto por los fabricantes en sus distintos modelos y gamas.

Así, existen básicamente dos configuraciones posibles para la unidad de control:

- Unidad de control compacta (control centralizado).
- Unidad de control modular (control distribuido).

En el primer caso, una sola CPU o unidad central de proceso soporta varios módulos de entradas/salidas, que contienen exclusivamente interfaces E/S. Puesto que estos módulos no pueden funcionar de forma autónoma, el control queda centralizado en la CPU única.

Por el contrario, en los sistemas de control distribuido existen varios módulos con sus propias unidades de proceso, y, en general, con sus propias interfaces de E/S. Estos módulos se encuentran conectados a una unidad central (CPU principal, maestra, supervisora, etc.) que gestiona de forma general el sistema y permite el intercambio de datos entre los elementos, procesadores o interfaces, del mismo.

En cuanto a la configuración del sistema de entradas/salidas, éste puede ser, a su vez:

- Centralizado.
- Distribuido.

Las interfaces de entradas/salida son centralizadas cuando se comunican con el autómata a través de su bus interno, sin necesidad de utilizar procesadores de comunicaciones intermedios.

Por el contrario, si la comunicación necesita de estos procesadores, conectados sobre el bus interno y unidos a los periféricos con cables de conexión apropiados, el sistema de entradas/salidas se denomina distribuido.

Obsérvese que los conceptos de E/S centralizadas o distribuidas nada tienen que ver con su forma constructiva compacta o en bastidor (rack), pues existen entradas/salidas distribuidas a base de módulos compactos o a base de bastidores periféricos.

No deben confundirse tampoco los conceptos de entradas/salidas distribuidas y control distribuido, ya que este último hace referencia a la unidad de control y no a las interfaces de E/S.

2.7.3.2.4.1.- TIPOS DE PROCESADORES EN LA CPU

Dado a las funciones que debe elaborar la unidad central, referidas a variables binarias de bit, o a variables digitales contenidas en palabras de 8 ó 16 bits, la evolución del procesador llevó a la división de éste en dos unidades distintas, que coexisten en la misma CPU:

- Microprocesador de bit.
- Microprocesador de palabra.

Los primeros son responsables de resolver las operaciones de combinación lógica o booleana entre variables de 1 bit, mientras que los procesadores de palabras son los encargados de ejecutar las instrucciones digitales entre palabras de 8 ó 16 bits, que contienen datos de operaciones aritméticas, señales analógicas convertidas a binario, etc.

Los procesadores de bit se fabrican con tecnología **ASIC** (Application Specific Integrated Circuit) sobre dispositivos del tipo red de puertas (Gate Array), circuitos semifabricados que adoptan su configuración final bajo las indicaciones particulares del fabricante del autómatas, resultando un procesador “a medida” (custom circuit), perfectamente adaptado a las instrucciones básicas del autómatas, con tiempos de ejecución menores de 1 μ s/instrucción.

Para los procesadores de palabras pueden utilizarse microprocesadores comerciales estándar, adaptados al lenguaje del autómatas mediante un intérprete, o utilizar también circuitos ASIC a medida.

Los pequeños autómatas actuales, con un número reducido de puntos E/S y un repertorio elemental de instrucciones, utilizan un solo procesador mixto, de bit y palabra, integrado sobre dispositivos ASIC, lo que les permite reducidos tiempos de ejecución, menores de 5 μ s/instrucción.

Los grandes autómatas modulares de elevada potencia de proceso incorporan CPU en las que el reparto de tareas entre operaciones de bit y de palabra se completa aún más, subdividiendo el procesador de palabras en otros varios especializados en diferentes funciones:

- Ejecución de operaciones aritméticas.
- Comunicación con las unidades de entrada/salida.
- Proceso de temporizadores y contadores, etc.

De esta división se obtiene una arquitectura de coprocesadores que resulta la solución idónea si se pretende optimizar al máximo el tiempo de respuesta de una unidad central de proceso.

La Fig. 24 muestra una configuración típica de unidad central con coprocesadores. Cada procesador elabora un conjunto determinado de órdenes, que en la figura son, de izquierda a derecha, de operaciones binarias, de operaciones aritméticas, de temporizador y contador y de comprobación y servicio (supervisor).

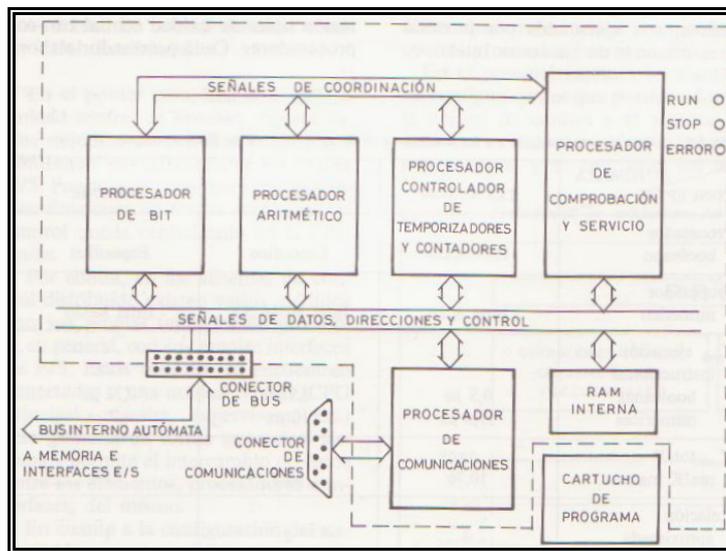


Fig. 24. Unidad central con arquitectura de coprocesadores.

Eventualmente, podría considerarse como parte de esta CPU a un procesador de comunicaciones, encargado de establecer uniones punto a punto entre autómatas, conexión en red, etc.

Todos los procesadores de la CPU, coordinados por el de servicio, tienen acceso a cualquier variable del mapa de memoria del autómata.

Como resumen de las distintas arquitecturas que puede adoptar la CPU, la Tabla 4 muestra una clasificación de procesadores indicando las más frecuentes tecnologías de fabricación.

PROCESADOR	ÚNICO	Microprocesador estándar	
		Circuito ASIC específico	
	MÚLTIPLE	DOBLE	De bits (ASIC)

			De palabras (ASIC/estándar)
		COPROCESADORES	Supervisor (estándar)
			Booleanos (ASIC)
			Aritméticos (ASIC/est.)
			Intercambios (ASIC/est.)
			Otros μ P (ASIC/est.)

Tabla 4. Clasificación de procesadores para las CPU de autómatas.

2.7.3.2.4.2.- CONFIGURACIONES DE LA UNIDAD DE CONTROL

En un sistema programable con autómatas la unidad e control debe:

- Ejecutar las instrucciones del programa.
- Ordenar las transferencias de información en el sistema de entradas/salidas.
- Establecer los lazos de regulación y control necesarios.
- Comunicarse con el entorno informático y con los operadores humanos.

El programa de usuario no sólo gobierna diferentes variables, sino también subprocesos distintos, y puede tener tiempos de respuestas prohibitivos para control a tiempo real si se encarga la ejecución del programa a una única CPU por potente que ésta sea.

La solución pasa por repartir la tarea de control entre varios procesadores, resultando entonces dos configuraciones de unidad de control bien diferenciadas:

- Unidad de control compacta, formada por una sola CPU que elabora el programa en monoproceso (en cada instante, se ejecuta una única instrucción).
- Unidad de control modular, con ejecución en multiproceso (en un instante dado, varios procesadores ejecutan distintos programas o tareas de control).

Por la ubicación e interconexión de los procesadores que forman la unidad de control de un sistema modular de autómatas, se obtienen las siguientes arquitecturas posibles:

- Multiprocesadores centrales.
- Procesador central + procesadores periféricos.
- Procesadores conectados en red.

2.7.3.2.4.3.- CONFIGURACIONES DEL SISTEMA DE ENTRADAS/SALIDAS

El sistema de entradas/salidas de un autómata está formado por las interfaces E/S y los bastidores de soporte de los mismos, que en conjunto:

- Permiten el intercambio de información entre el autómata y la planta.
- Proporcionan un soporte físico para la identificación o direccionamiento de los dispositivos E/S conectados a los bornes.

Para dimensionar correctamente el autómata y reducir los costes del hardware, parece conveniente adaptar el número de entradas/salidas conectadas a una misma CPU a las necesidades reales del usuario, por lo que los fabricantes proveen de modularidad a sus equipos.

Esta modularidad se hace más necesaria en autómatas de gamas medias y altas y montaje en rack o bastidor, donde se dispone de CPU con potencia de cálculo elevada que necesitan controlar un número variable, menor o mayor según la aplicación, de puntos de entrada y salida, incluso situados a gran distancia de la unidad de control.

Los autómatas disponen entonces de módulos o tarjetas E/S independientes, con sus circuitos de interfaz, conexión al bus interno y bornero exterior. Los módulos, que se suministran por separado de la CPU, permiten configurar el sistema de entradas/salidas a la medida del usuario.

Aunque la existencia de interfaces E/S conectables a bastidor es característica de autómatas modulares, las ventajas que aportan en adaptabilidad y flexibilidad del sistema E/S han llevado su desarrollo incluso para autómatas compactos o miniautómatas.

Estas máquinas permiten ampliar sus entradas/salidas no por conexión de tarjetas en un bastidor, que no existe para ellos, sino utilizando unidades de expansión compactas, conectadas por cable, con una distribución rígida de los bornes sobre la que el usuario no puede actuar.

Se tiene así que en los desarrollos con autómatas programables existe una gran variedad de configuraciones y posibilidades constructivas en el sistema de entradas/salidas, utilizando los módulos y unidades de expansión disponibles.

Estas configuraciones aparecen sintetizadas en la Tabla 5.

ENTRADAS/ SALIDAS	CENTRALIZADAS	Autómatas compactos	Módulos de extensión de E/S	
			Unidades E/S compactas	
		Autómatas modulares	Módulos E/S sobre bastidor	
			Bastidores de extensión	
	DISTRIBUIDAS	LOCALES	Autómatas compactos	Unidades de expansión
			Autómatas modulares	Bastidores de expansión
		REMOTAS	Conexión específica del fabricante	Cable Fibra
			Conexión por bus de campo	Radio

Tabla 5. Configuraciones del sistema de E/S.

Las entradas/salidas centralizadas se conectan directamente a la CPU del autómata, con la transmisión de datos en paralelo, mientras que las entradas/salidas distribuidas se unen con el autómata base a través de un módulo de interconexión o procesador de enlace E/S (I/O Master Unit), con transmisión serie de datos sobre cable o fibra óptica.

El sistema de entradas/salidas distribuidas puede, a su vez, estar compartido por varios procesadores o autómatas, en sistemas de control distribuido que implementan estructuras sofisticadas y complejas.

2.7.3.2.4.3.1.- Entradas/salidas centralizadas

Las entradas/salidas centralizadas se disponen en las inmediaciones de la CPU, o autómata base, a fin de aumentar el número de puntos E/S disponibles, dentro de la capacidad de direccionamiento del procesador.

Estas entradas/salida responden a las siguientes características:

- Se conectan a la CPU a través del bus interno del autómata, sin intervención de ningún tipo de adaptador o procesador de comunicaciones (a lo sumo, pueden necesitar una interfaz amplificadora de señales del bus).
- Las transferencias de datos se realizan en paralelo.
- Están colocadas a distancias menores de 5m del autómata base.
- Según modelos, pueden no usar fuente de alimentación propia, recogiendo las tensiones de trabajo sobre las líneas del bus interno o de la interfaz amplificadora.
- La expansión se limita normalmente a interfaces E/S digitales (señales todo/nada o contaje de impulsos), e interfaces analógicas sin tratamiento de señal.

En las configuraciones de estas unidades E/S centralizadas hay que distinguir entre las correspondientes a:

- Autómatas de entradas/salidas compactas.
- Autómatas de entradas/salidas modulares, que presentan diferentes características de conexión.

Los autómatas compactos presentan una estructura cerrada, con la CPU y las interfaces contenidas en una envolvente común, denominada autómata base. Pueden clasificarse, precisamente, por el número de puntos E/S que incorporan en este envase común, en:

- Miniautomatas, con $24 < E/S < 60$.
- Microautomatas, con $E/S < 24$.

Las unidades E/S compactas, que tienen un aspecto exterior muy semejante al de la unidad base que contiene la CPU, combinan interfaces de entrada y salida con distribuciones 8E/6S, 22E/12S y 24E/16S, como más frecuentes.

Es posible conectar varias de estas unidades de expansión sobre el mismo bus interno del autómata, unidas todas ellas a la misma CPU hasta el límite de direccionamiento que ésta permita.

Las unidades E/S compactas incluyen normalmente su propia fuente de alimentación con entrada 110/220V_{CA} o 24V_{CC}, y una fuente de salida a 24V_{CC} para alimentación de captadores y sensores de entrada (y, si las cargas y la instalación lo permiten, de actuadores de salida).

Los módulos de expansión E/S, a diferencia de las unidades anteriores, contienen únicamente interfaces de entrada o interfaces de salida, en un número limitado a sólo 4 u 8 puntos por módulo, y no incorporan fuente de alimentación, recogiendo la tensión de funcionamiento del cable de conexión.

2.7.3.2.4.3.2.- Entradas/salidas distribuidas

Es frecuente que las máquinas o procesos bajo control no se encuentren localizados en un punto, sino distribuidos por una amplia superficie, una nave industrial, por ejemplo.

Se plantea la necesidad de conectar el autómata con sensores y actuadores alejados de él.

Normalmente, estas conexiones no se realizan por cableado directo entre los elementos de planta y los bornes E/S del autómata centralizado: los costes del cableado y los riesgos de error o avería aumentan proporcionalmente con el número de elementos conectados.

La solución pasa por colocar las interfaces allí donde se necesitan y conectarlas después con la CPU a través de un módulo de interconexión o procesador de enlace E/S, que agrupa las señales en tramas o paquetes binarios y las envía después por transmisión serie sobre únicamente un canal de conexión, resultando entonces una configuración de entradas/salidas distribuidas o descentralizadas (Fig. 25).

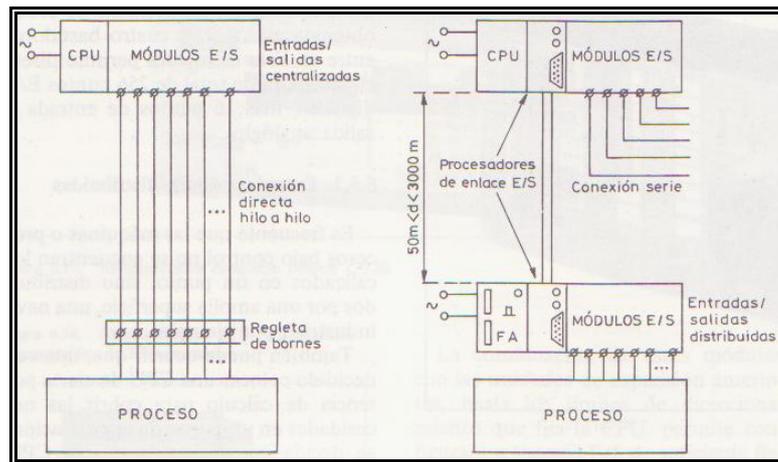


Fig. 25. Reducción de cableado utilizando entradas/salidas distribuidas.

Si el número de puntos de E/S a conectar es pequeño, pueden utilizarse módulos o tarjetas especiales que contienen en un mismo cuerpo el procesador de enlace y algunas interfaces, 4 u 8, por ejemplo, de entradas/salidas. En cualquier caso, como siempre, el número total de entradas/salidas resulta limitado por el tipo de CPU utilizada.

Las ventajas del modelo de conexión distribuida son las siguientes:

- Permite control a distancia de equipos y sistemas manipulando las variables locales desde un único programa en la CPU principal.
- Disminuyen los costes de instalación, al sustituir el cableado necesario entre los elementos de planta y la CPU por una conexión única de hilo eléctrico o fibra óptica, a través de comunicaciones maestro-esclavo.
- Permiten ahorro de coste de montaje y material, suprimiéndose incluso los bornes intermedios de conexión.

- Aumenta la seguridad en la transmisión, al incluir los procesadores de enlace un diagnóstico de averías que permite comprobar las conexiones eléctricas y el funcionamiento de los propios procesadores, además de la comprobación de integridad (checksum) de la trama enviada. De esta forma se asegura que las señales recogidas en la planta están siendo leídas por la CPU, y viceversa.

El resultado de este diagnóstico, como el de los tests de comprobación de funcionamiento del autómeta, puede consultarse de diferentes formas:

- Mediante señalizadores LED situados en el procesador de enlace.
- Leyendo en la unidad de programación los mensajes de error resultantes.
- Consultando por programa las variables internas asociadas, lo que permite respuestas muy rápidas frente al fallo.

Según la conexión con el autómeta base que contiene la CPU, las expansiones de entradas/salidas distribuidas pueden adoptar las siguientes configuraciones:

- **Bus:** Un solo procesador de enlace en la unidad base se conecta en bus con cada uno de los procesadores locales.

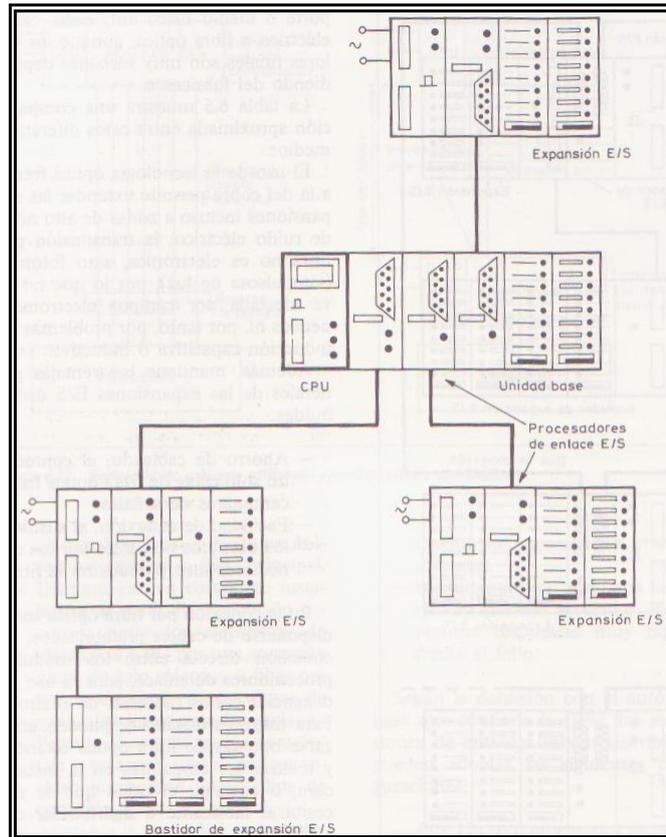


Fig. 27. Expansiones de E/S con estructura de estrella.

- **Mixta:** La unidad base contiene procesadores independientes para cada expansión, pero, a su vez, cada una de estas expansiones puede estar formada por varias unidades conectadas en bus entre sí.

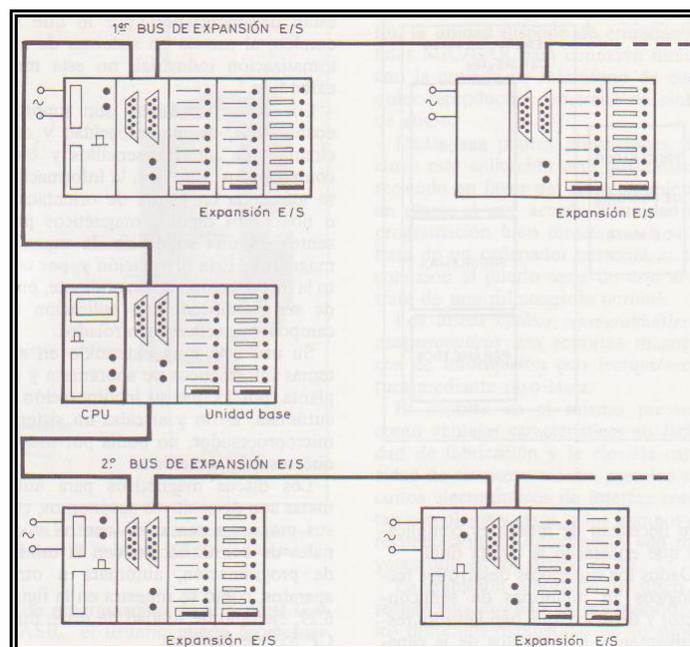


Fig. 28. Expansiones de E/S con estructura mixta estrella-bus.

Las Fig. 26, Fig. 27 y Fig. 28 muestran estas diferentes configuraciones del sistema distribuido de entradas/salidas. Como se aprecia en la figuras, las expansiones distribuidas pueden, a su vez, estar constituidas por varios bastidores.

Dependiendo de las distancias de interconexión, es posible una clasificación adicional de estas entradas/salidas distribuidas. Así, se distingue entre entradas/salidas locales o remotas.

Esencialmente, una unidad de entradas/salidas distribuidas es local cuando las unidades de expansión se colocan a distancias entre 50 y 100 metros, lo que impide la conexión directa a bus interno característica de los sistemas centralizados.

Por esta razón, deben existir procesadores de enlace E/S en la unidad base y en la unidad de expansión, que se encargan de efectuar las conversiones serie/paralelo y paralelo/serie entre el bus interno del autómatas y las líneas de comunicación serie, y de supervisar la integridad de las comunicaciones.

Al igual que las expansiones centralizadas de entradas/salidas, las distribuidas locales se limitan normalmente a interfaces E/S digitales e interfaces analógicas sin tratamiento de señal. Sin embargo, a diferencia de aquellas, las unidades incluyen su propia fuente de alimentación y la comunicación con la CPU se realiza a través de un canal serie.

Las E/S distribuidas se denominan remotas cuando la distancia de conexión con la unidad base es superior a 100 metros, alcanzando en algunos modelos hasta algunas decenas de kilómetros.

A diferencia de lo habitual en expansiones centralizadas o locales, conexión con puntos E/S estándar analógicos o digitales, las entradas/salidas remotas pueden incluir procesadores auxiliares o tarjetas de tratamiento de la señal, como por ejemplo:

- Módulos de contaje y posicionamiento.
- Reguladores PID en lazo cerrado.
- Módulos de interfaz para conexión a periféricos (impresoras, visualizadores, etc.).
- Reguladores de velocidad de motores, etc.

La comunicación, siempre vía serie, entre el procesador maestro en la unidad base (I/O Master Unit) y los procesadores esclavos en las unidades de expansión (I/O Slave Unit), se realiza mediante interfaces estándar RS 232/422/485, utilizando protocolos específicos del fabricante, o buses de campo normalizados (PROFIBUS, MODBUS, etc.), sobre soporte eléctrico u óptico.

Precisamente la distancia máxima entre estaciones, y la longitud total del bus de expansión, dependen del soporte o medio físico empleado, cable eléctrico o fibra óptica, aunque los valores finales son muy variables dependiendo del fabricante.

CONCEPTO	Distancia máxima	Velocidad (*)
Par trenzado, con malla	2.000m	375KBd
Cable coaxial	4.000m	1,5 MBd
Fibra óptica	20Km	1,5 MBd

(*) Depende de la distancia

Tabla 6. Medios de transmisión para conexión de E/S remotas.

El uso de la tecnología óptica frente a la del cobre permite extender las expansiones incluso a zonas de alto nivel de ruido eléctrico: la transmisión por fibra no es electrónica, sino fotónica (impulsos de luz), por lo que no se ve afectada por campos electromagnéticos ni, por tanto, por problemas de inducción capacitiva o inductiva.

En la conexión por fibra óptica suele disponerse de cables prefabricados, de conexión directa entre los módulos procesadores de enlace, para su uso en distancias cortas (decenas de metros). Para mayores distancias, pueden utilizarse bobinas de fibra óptica estándar y realizar los empalmes en la instalación, o encargar el cable que se necesita al fabricante o distribuidor del autómata.

En la se muestra un ejemplo de la configuración estrella-bus de entradas/salidas distribuidas enlazadas por fibra óptica. Como se observa, la conexión de la fibra se realiza sobre dos canales, de emisión (TX) y recepción (RX).

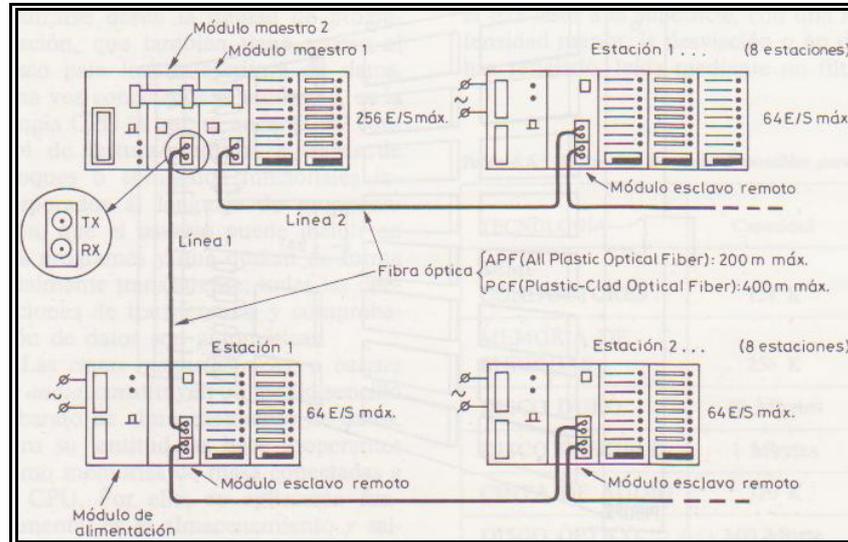


Fig. 29. Entradas/salidas remotas enlazadas por fibra óptica.

El autómat base tiene dos procesadores maestros, para implementar la estructura estrella, mientras que los procesadores esclavos tienen doble conexión, para recepción y reemisión en la conexión del bus.

Frente a las soluciones anteriores, de conexión de E/S remotas utilizando buses y protocolos (y, por tanto, procesadores de enlace) específicos, algunos fabricantes han optado por el desarrollo de productos conectables a aquellos buses de campo que se van perfilando como estándares (PROFIBUS, MODBUS, etc.), de forma que se hallan inmersos en la misma red desde las unidades de entradas/salidas hasta otros autómatas, pasando por actuadores y sistemas de todo tipo.

El empleo de estos buses estándar presenta algunas ventajas con relación a las soluciones particulares de fabricante:

- Son sistemas abiertos, que permiten la conexión de otros equipos (actuadores, sensores, válvulas, etc.), y no sólo de las entradas/salidas distribuidas.

En otras palabras, no son necesarios dos buses, uno para automatismos y el otro para entradas/salidas: si ya existe un bus de campo, puede utilizarse para la conexión de E/S distribuidas.

- Permite mayores velocidades de transmisión (hasta 2Mbits/s) y, por tanto, menores tiempos de respuesta (<1ms).
- Pueden obtenerse mayores distancias de interconexión (kilómetros) entre las entradas/salidas y la CPU, que ahora se encuentran entrelazadas utilizando procesadores de enlace en red.

2.7.3.2.5.- EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN Y SERVICIO DE LOS PLC'S

La puesta a punto, el mantenimiento y la explotación con autómatas programables necesitan de un diálogo hombre-máquina, tanto durante la fase de concepción y edición del programa como durante la fase de operación del sistema.

En la primera fase, el programador introduce el programa en la memoria del autómata y verifica y ajusta su funcionamiento, mediante la observación de las variables (monitorización) y la modificación del estado en variables lógicas, o el valor en variables alfanuméricas (forzado).

En la segunda fase, explotación, sigue siendo conveniente para el operador el acceso a los valores de planta, que son leídos a través de variables de autómata. Generalmente, no será necesario la monitorización o forzado de todas las variables del programa, sino sólo de aquellas significativas para la comprensión y control del proceso.

La relación descrita entre el autómata y el programador o el usuario se consigue mediante dispositivos específicos dedicados, o utilizando un entorno software que corre sobre una máquina de uso general, por ejemplo, un PC. Estos dispositivos, denominados en general Unidades de Programación y Servicio, responden a la necesidad de comunicación entre el usuario y el autómata para la programación del mismo, y entre el usuario y la planta para la observación y el control.

La comunicación a establecer, tanto para programación como para el control, lo será siempre sobre el autómata, que dispone para ello de los conectores de conexión adecuados, en la CPU para la programación, o en la CPU o procesadores auxiliares de comunicaciones para la explotación y el servicio (Fig. 30).

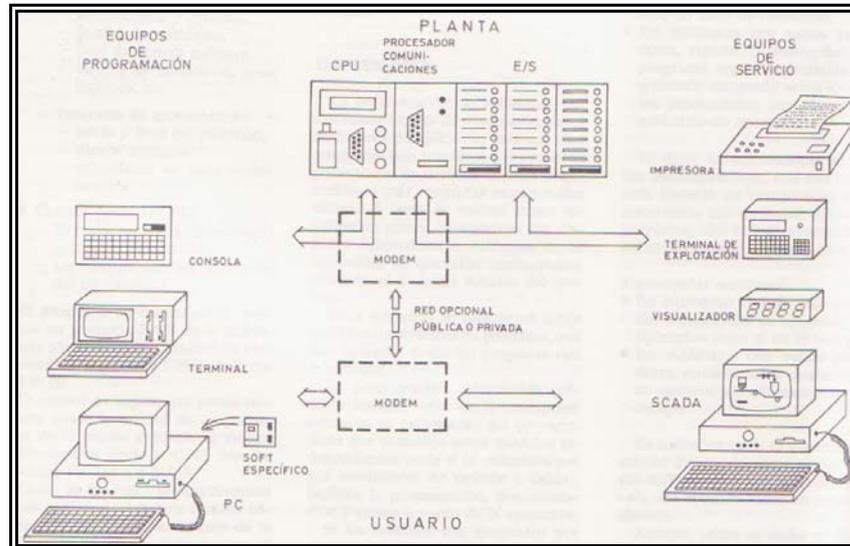


Fig. 30. Equipos de programación y servicio de los PLC.

Como se ve en dicha figura, el acceso al autómata no está limitado en el espacio: con las pasarelas (gateways) adecuadas (por ejemplo, modems para una red telefónica) es posible actuar sobre el autómata desde un punto remoto, apoyándose en una red con soporte físico eléctrico, óptico o inalámbrico.

2.7.3.2.5.1.- EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN

El equipo de programación de un autómata tiene por misión configurar, estructurar, programar, almacenar y comprobar las diferentes funciones del automatismo, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen en las CPU auxiliares y módulo periféricos.

Se define entonces el equipo de programación como el conjunto de medios hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura sobre las memorias del autómata las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar.

Son funciones específicas de los equipos de programación las siguientes:

- Escritura del programa de usuario, directamente en la memoria del autómatas, o en la memoria auxiliar del mismo equipo.
- Verificación sintáctica y formal del programa escrito.
- Edición y documentación del programa o aplicación.
- Almacenamiento y gestión del programa o bloques del programa.
- Transferencias de programas de y hacia el autómatas.
- Gestión de errores del autómatas, con identificación de los mismos, ayudas para su localización y corrección, y reinicialización del sistema.

Además de las funciones anteriores, es muy frecuente encontrar otras adicionales:

- Puesta en marcha y detención del autómatas (RUN/STOP).
- Monitorización del funcionamiento, sobre variables seleccionadas o sobre las propias líneas del programa.
- Forzado de variables binarias o numéricas y preselección de contadores, temporizadores y registros de datos.

El programador se comunica con el equipo utilizando un entorno operativo simplificado, con comandos como editar, insertar, buscar, transferir, etc., mientras que introduce en él el programa escrito en algún lenguaje de programación.

Introducido el programa, el equipo de programación lo compila a:

- Código máquina ejecutable directamente por el procesador del autómatas.
- Código intermedio interpretado por el procesador del autómatas para obtener un código máquina ejecutable.

En el primer caso, el equipo será específico para el autómata considerado, o ha sido configurado para él, mientras que en el segundo podrá utilizarse para autómatas equipados con diferentes procesadores, aunque siempre del mismo fabricante, restricción obligada por el empleo de lenguajes, o variantes de lenguaje, particulares por cada fabricante.

Debe indicarse que el programador necesita siempre introducir una configuración adicional sobre el equipo, a fin de que el sistema pueda verificar el mapa de memoria que se está utilizando, aceptar o no instrucciones particulares, comprobar el número y tipo de variables utilizadas, etc.

En general, los equipos de programación podrán ser de dos tipos:

- Específicos, bajo la forma de una consola o terminal conectado directamente a la entrada de programación del autómata.
- Implementados sobre una máquina de uso general, mediante un software dedicado que corre bajo un entorno operativo de amplio uso (DOS, UNIX, WINDOWS).

Entre los equipos específicos, y según su complejidad, podemos distinguir dos variantes:

- Consola o unidad de programación.
- Terminales de programación.

Aunque conceptualmente existen pocas diferencias entre unas y otros, éstas se hacen evidentes cuando se considera la facilidad de manejo e integración de ayudas al programador: almacenamiento, documentación, trabajo con símbolos, etc., las cuales son funciones propias de los terminales que no aparecen o son muy reducidas en las consolas de programación.

2.7.3.2.5.1.1.- Consolas de programación

Las consolas son pequeños dispositivos de bolsillo que permiten la programación, ajuste y diagnóstico del autómata, con un visualizador (display) apto para observar una (o pocas) líneas de programa, literal o de esquema de contactos, y un teclado alfanumérico dividido en tres zonas:

- Teclas de comandos (insertar, borrar, transferir, etc.).
- Teclas de instrucciones (LOD, AND, NOT, TIM, etc.).
- Teclas numéricas, normalmente decimales (0, 1, 2, etc.).

Son dispositivos portátiles y de bajo precio (aunque significativo frente al de un microautómata), especialmente útiles para las intervenciones de ajuste en planta: edición de alguna línea de programa, forzado de variables durante la puesta a punto, modificación de valores numéricos de preselección, etc., aunque para aplicaciones más ambiciosas presentan los problemas inherentes a su simplicidad:

- Dificultades para trabajar con más de un programa simultáneamente.
- Dificultades para el almacenamiento y/o impresión de programas: necesita conectarse a una unidad exterior (PC, terminal de programación, módulo de conexión a impresora) para alcanzar estas funciones.
- Muy baja o inexistente capacidad de documentación del programa (uso de símbolos, textos de ayuda, etc.).

Pese a estos problemas, las consolas de programación son verdaderos terminales inteligentes, con su propio procesador y memorias, que permitan trabajar, con una alimentación auxiliar, fuera del entorno del autómata, lejos e la planta donde éste está instalado, facilitando el desacoplo entre la edición y la explotación del programa.

En el caso de autómatas equipados con memorias extraíbles, tipos EPROM o EEPROM, la consola permite también la grabación de esta memoria. La tendencia actual, sin embargo, pasa por incorporar la memoria (EEPROM), junto con los circuitos de programación de la misma, en el interior del autómata, oculta para el usuario, siendo la propia CPU la que se encarga del control de grabación a partir de los datos transmitidos desde la consola.

2.7.3.2.5.1.2.- Terminales de programación

El terminal de programación se distingue de la consola por su teclado tipo QWERTY y su pantalla de gran tamaño, que permite la visualización de bloques completos de programa, con identificación simbólica de las variables y menús de ayuda on-line.

Con todos los elementos propios de un miniordenador autónomo, a saber:

- Procesador.
- Memorias.
- Interfaces y puertos de entrada/salida.
- Monitor y teclado.
- Sistema operativo y software de aplicación.

Los terminales constituyen verdaderas estaciones autónomas de trabajo dedicadas a la programación de autómatas y, de hecho, su objetivo común consiste en integrar un puesto de trabajo evolucionado que permita programación combinada en distintos lenguajes, edición del programa por bloques, manejo de librerías, simulación del programa resultante, conexión a otros ordenadores por red informática, o a redes de autómatas específicas del fabricante, etc. el manejo de estos terminales es muy simple, gracias al empleo de teclas funcionales y ayuda en línea que facilitan el acceso a todas sus funciones:

- Programación off/on line.

- Búsqueda y corrección de instrucciones.
- Señalización del estado de señal.
- Mando de variables y autómatas.
- Programación en EPROM y en EEPROM.
- Archivo en disco.
- Listados por impresora, etc.

En programación off-line los programas se confeccionan sin conexión entre el aparato y el autómata, y una vez finalizados se transfieren a módulos de memoria independientes enchufables después al autómata, o se mantienen en la memoria del aparato de programación para su transferencia directa a la memoria del autómata.

En programación on-line los programas se confeccionan, prueban y corrigen sobre el mismo autómata, unido directamente a la unidad de programación.

El elevado coste de estos equipos, por lo singular de su aplicación, unido a la caída de precios del hardware de los PC compatibles de uso general ha llevado a los fabricantes de terminales a modificar éstos, construyéndolos alrededor de arquitectura PC, aprovechando incluso los sistemas operativos generales.

2.7.3.2.5.2.- TERMINALES DE EXPLOTACIÓN

Un terminal de explotación es un periférico industrial inteligente basado en un sistema microprocesador autónomo capaz de comunicarse con un autómata programable para visualizar y forzar el estado de sus variables internas o de entrada/salida, en forma:

- Automática, por consulta de estados de variables de autómata o del propio terminal.

- Impuesta, en respuesta a una orden dada por el personal de explotación sobre una tecla funcional preconfigurable.

El terminal de explotación surge como respuesta a una doble necesidad:

- Dotar al usuario de una interfaz amable con el proceso, que no se limite a la simple observación y mando de las variables del autómata.
- Limitar el acceso del personal de explotación a unas pocas variables, las necesarias para controlar el proceso, de forma que no puedan forzarse secuencias indeseadas desde algún equipo de programación dedicado a la explotación.

Así, el terminal dispone para el operador de:

- Display o pantalla fluorescente o luminiscente para impresión de textos o gráficos.
- Teclado de membrana con teclas numéricas y funcionales.
- Recursos de programación específicos, diferenciados de los del autómata:
 - Órdenes de mando.
 - Instrucciones aritméticas y lógicas.
 - Instrucciones de control de secuencia.
 - Variables interna de bit y de palabra.
 - Temporizadores y contadores.

También pueden incorporar otros recursos hardware adicionales que complementan los disponibles sobre el autómata:

- Puertos adicionales de comunicación serie.
- Puerto paralelo para conexión con impresora.

- Memoria de datos protegida (RAM + batería, EPROM o EEPROM).
- Reloj de tiempo real, etc.

Algunos terminales incorporan pantallas táctiles que permiten definir zonas sensibles para cambio de secuencia o variable, sustituyendo todas o parte de las teclas funcionales, y, según modelos, interfaces de entrada/salida a la planta digitales y analógicas, que amplían las posibilidades de interconexión sin necesidad de incrementar el tamaño del autómatas.

La Fig. 31 muestra algunas estructuras de conexión con terminales, en concreto las variantes:

- a. Ordenador (opcional)-terminal-autómatas. Para mando local del autómatas y gestión/control a distancia de la planta.
- b. Red de autómatas con terminal. Para mando local de la red e intercambio de datos entre autómatas.
- c. Red de terminales con ordenador. Para mando local con intercambio de datos y gestión/control a distancia de la red.

Esta última permitiría incluso conectar autómatas o redes de autómatas de distintos fabricantes, cubriendo así una demanda presente en usuarios que expansionan paulatinamente sus sistemas adquiriendo en cada momento los equipos de mercado que más les interesan.

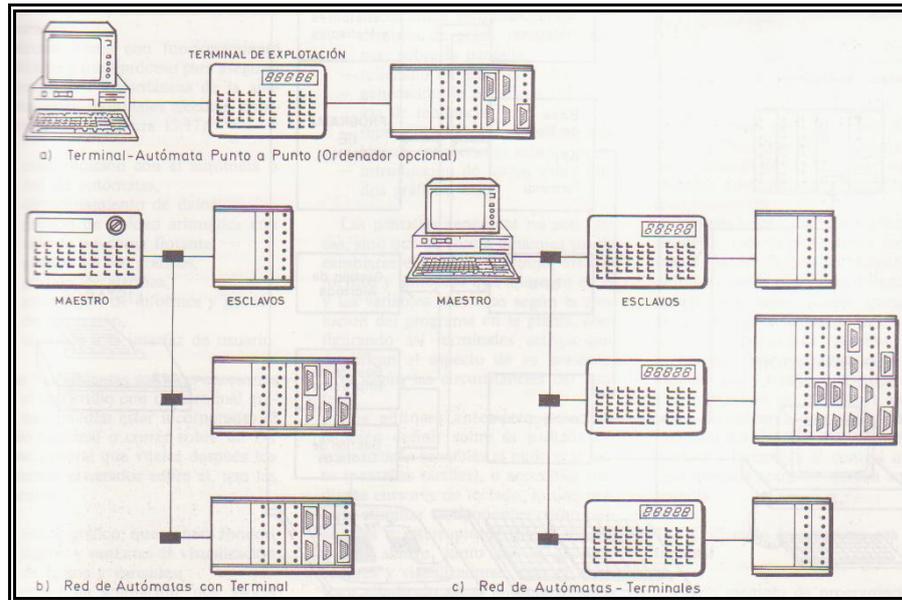


Fig. 31. Posibles conexiones con terminales de explotación.

2.7.3.2.5.2.1.1.- Terminales gráficos

Conceptualmente idénticos a los anteriores, los terminales gráficos permiten al usuario editar líneas y figuras, situarlas sobre una pantalla y animarlas después con ayuda de tablas de configuración o secuencias cortas de programa que las enlazan con los objetos de una base de datos alimentadas con variables de autómata o terminal.

Muchas veces con funcionamiento multitarea y multiproceso para asegurar imágenes casi instantáneas de la aplicación, estos terminales ejecutan las siguientes tareas (Fig. 37):

- Comunicación con el autómata o red de autómatas.
- Almacenamiento de datos.
- Gestión de unidad aritmética.
- Gestión de los gráficos.
- Gestión de alarmas.
- Generación de informes y gestión de impresión.

- Atención a la interfaz de usuario.

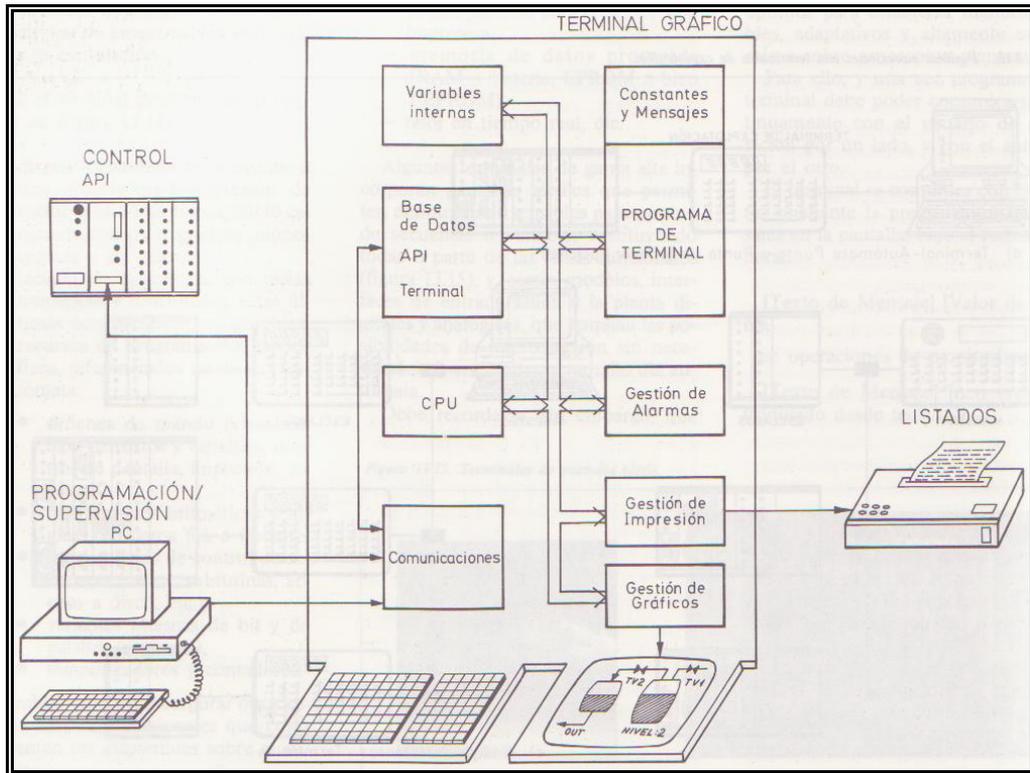


Fig. 32. Estructura de un terminal gráfico.

2.7.3.2.5.3.- ETHERNET

ETHERNET es el nombre de una red diseñada a principio de los setenta por Xerox Corporation, para poder compartir una serie de recursos en su centro de investigación. La técnica de comunicación fue adoptada y registrada posteriormente por la propia Xerox junto con Digital e Intel y en la década de los ochenta se convirtió en un estándar de facto para los niveles físico, enlace y red de numerosas redes locales en el campo de la ofimática.

El propósito inicial de la red era el de poner a disposición de múltiples usuarios una serie de recursos costosos como memorias masivas, impresoras de calidad, plotters, etc., de forma que pudieran ser compartidos por todos ellos como si estuvieran directamente conectados a su terminal.

Las características básicas de la red se resumen en la Tabla 7:

NIVELES IMPLEMENTADOS	Niveles OSI 1, 2 y 3 (el último a través e puentes)
MEDIO FÍSICO	Cable coaxial de 50Ω (cable ETHERNET)

	Variantes de cable y fibra óptica en banda ancha y "thin wire"
TOPOLOGÍA	Bus o árbol
CODIFICACIÓN	Código Manchester. Modulación de frecuencia en banda base (variante)
VELOCIDAD	10Mbits/s
PROTOCOLO ACCESO	CSMA/CD según IEEE 802.3
NÚMERO MÁXIMO DE ESTACIONES	1.024
SEPARACIÓN MÁX. ENTRE NODOS	2,5Km

Tabla 7. Características básicas de las redes ETHERNET.

LA topología de la red ETHERNET se basa en una estructura en bus o en árbol. Los nodos de partida de las ramificaciones se denominan normalmente repetidores y tienen la misión de regenerar la señal del bus, con objeto de aumentar su alcance (Fig. 33). Sin embargo, desde un punto de vista lógico hay que considerar este tipo de red como un bus único, donde los repetidores propagan también las detecciones de colisión.

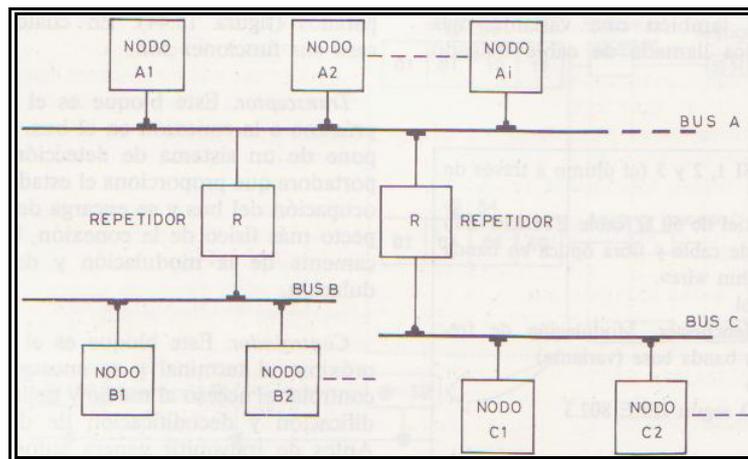


Fig. 33. ETHERNET: Topología en árbol.

2.7.3.2.6.- TIPOS DE INSTRUCCIONES Y PROGRAMACIÓN

Generalmente los PLC disponen de un abanico de instrucciones suficiente para poder realizar cualquier sistema de control, desde simple enclavamientos por relés, pasando por temporización, contajes, controles secuenciales, hasta llegar a la adquisición y programación de datos numéricos, no obstante, la gama de instrucciones más usual es la siguiente:

- Operaciones lógicas (AND, OR, NOT, etc.)

- Enclavar señales.
- Contar eventos.
- Temporizar o retardar salidas.

La forma de introducir estas instrucciones en el PLC puede ser empleando los diferentes modos de representación de una maniobra. Cada fabricante tiene homologado uno o varios de estos modos, siendo los más usuales los siguientes:

- Esquemas de contactos.
- Diagramas de funciones.
- Listas de instrucciones.
- Ecuaciones Booleanas.
- GRAFCET (Gráfico Funcional de Control de Etapas-Transiciones).

2.7.3.2.7.- NORMAS GENERALES PARA LA ELECCIÓN DE UN PLC O AUTÓMATA PROGRAMABLE

A la hora de elegir un autómata programable se deben tener en cuenta diversas consideraciones, de las cuales vamos a indicar las más importantes:

2.7.3.2.7.1.- NÚMERO MÁXIMO DE E/S

Esta característica nos va a condicionar el número máximo de órganos de control y actuadores que vamos a poder conectar el PLC.

También debemos tener en cuenta la naturaleza de estos órganos de control y actuadores con el fin de elegir el tipo de E/S que más se adecue a las características de tensión y corriente de estos órganos.

2.7.3.2.7.2.- TIEMPO MEDIO DE EJECUCIÓN DE UN CICLO DE PROGRAMA O DE UNA INSTRUCCIÓN

Este tiempo hay que tenerlo en cuenta, sobre todo en aquellas maniobras que presentan variaciones muy rápidas de los estado de E/S.

2.7.3.2.7.3.- CAPACIDAD MÁXIMA DE LA MEMORIA

Esta característica nos condiciona la cantidad de instrucciones que podrá hacer el programa.

2.7.3.2.7.4.- POTENCIA DE LAS INSTRUCCIONES

Éste es un parámetro muy importante, pues influye de una forma directa en la necesidad de capacidad de memoria, puesto que, cuanto más potentes sean las instrucciones, menos memoria necesitaremos para almacenar el programa.

2.7.3.2.7.5.- NÚMERO DE TEMPORIZADORES Y CONTADORES

Sobre todo en aquellas maniobras que necesitan un gran número de retardos y contajes de eventos.

2.7.3.2.8.- NORMAS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE UN PLC

2.7.3.2.8.1.- FIJACIONES Y CONDICIONES MECÁNICAS

Desde el punto de vista mecánico, la instalación del autómata deberá cumplir las siguientes condiciones:

- No estar sometido a vibraciones o choques intensos.
- No soportar cargas estáticas o pesos apoyados sobre su estructura.
- No deberá servir de soporte de cables u otros elementos de maniobra.
- Los conductos o rejillas de ventilación no deberán estar tapados por cables u otros elementos de maniobra.

Así pues, debe fijarse el autómata en el armario o panel de forma que quede firme y alejado de grandes contactores, interruptores u otros dispositivos que puedan producir niveles de vibración fuertes al maniobrar. En caso necesario deberán montarse soportes elásticos que amortigüen dichas vibraciones.

2.7.3.2.8.2.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

Desde el punto de vista eléctrico deben respetarse las distancias entre partes activas sometidas a tensión para garantizar un perfecto nivel de aislamiento entre circuitos separados. Estas distancias de seguridad suelen variar según la norma que se tome como referencia. Las normas más frecuentemente empleadas son la VDE, CSA-UL y UNE.

2.7.3.2.8.3.- CONDICIONES AMBIENTALES

La instalación del autómata debe hacerse teniendo en cuenta las condiciones de ambiente que éste puede soportar sin riesgo de deterioro o de envejecimiento acelerado del mismo. Los aspectos más importantes a tener en cuenta son:

- Condiciones climáticas. Los límites de utilización de la mayor parte de equipos electrónicos industriales son los siguientes:
 - Temperatura ambiente entre 0 y 40°C (excepcionalmente algunos equipos soportan entre -10 y 55°C).
 - Humedad relativa inferior al 85 ó 90. si el nivel de humedad es relativamente elevado, deberán preverse resistencias calefactores para evitar la condensación y evitar cambios bruscos de temperatura.
 - Evitar la exposición directa al sol del equipo.

- Cuando el equipo se instale en el interior de un armario, se deberá hacer un cálculo de potencias disipadas por la totalidad de los dispositivos incluidos en dicho armario (relés, contadores, lámparas, etc.) y deberá preverse la ventilación necesaria para disipar el calor generado. A título orientativo el caudal de ventilación puede tomarse de $6\text{m}^3/\text{min}$ por cada kilovatio de potencia disipada.
- Polución ambiental. debe evitarse la instalación del autómata en los siguientes ambientes, estableciendo las medidas correctoras que para ello fueran necesarias:
 - Ambientes polvorientos o que contengan partículas metálicas en suspensión.
 - Atmósferas de gases corrosivos o inflamables.
 - Ambientes donde exista vapor de agua u otras sustancias químicas en fase de vapor.
 - Ambientes salinos o ácidos que produzcan corrosión.
 - Ambientes donde exista electricidad estática, o campos eléctricos o magnéticos fuertes, ya que estos pueden dañar los circuitos MOS (semiconductor de óxido metálico) del autómata.
- Ruido electromagnético. Entendemos por ruido electromagnético cualquier tipo de perturbación eléctrica que puede alterar el funcionamiento correcto del autómata introduciendo señales extrañas en sus circuitos internos.

2.7.3.2.8.4.- CONDICIONES EXTREMAS

Aunque los PLC existentes en el mercado están preparados para trabajar en ambientes industriales, se deben considerar aquellos casos en que las condiciones ambientales sean extremas, como pueden ser temperaturas superiores a 50°C, humedad relativa superior al 90%, ambientes muy polvorientos, etc. una vez realizadas estas consideraciones, debemos tener medidas similares a las empleadas en equipos con contactores o relés, como pueden ser:

- Instalar el PLC dentro de una envolvente que lo proteja contra el polvo, el agua y otros agentes extraños.
- Instalar ventiladores para forzar la circulación de aire en los casos de temperaturas extremas.
- En cuanto al conexionado del PLC, y aunque las entradas y salidas están protegidos contra parásitos eléctricos, se debe evitar que los conductores conectados al mismo vayan por las mismas canalizaciones que otros conductores, sobre todo si son circuitos principales.
- En aquellos PLC que no dispongan de fuente de alimentación incorporada y por tanto haya que prever una fuente de alimentación de corriente continua, es aconsejable emplear conjuntos rectificadores alimentados en trifásica con el fin de que la corriente continua de salida tenga un rizado mínimo. Cuando el PLC tenga que actuar sobre dispositivos inductivos, tales como relés electromagnéticos, contactores, electroválvulas, etc., es aconsejable disponer de redes de protección contra sobreintensidades en cada una de las salidas del PLC.

De funcionamiento continuado	Muy bien	Regular
De tolerancia al fallo	Bien	Mal
De reinicialización del sistema	Bien	Mal
Mantenimiento y ofertas de recambio	Regular	Bien

Tabla 8. PLC versus PC.

2.7.3.3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN PC DE APLICACIÓN INDUSTRIAL

Un ordenador de aplicación industrial deberá realizar sus funciones dentro de un entorno de trabajo severo, en tiempo real, y frecuentemente cambiante, lo que exige de él el cumplimiento de unos ciertos requisitos:

- Robustez, que asegura la capacidad del equipo para soportar las agresiones propias del entorno industrial.
- Fiabilidad, que indica el grado de seguridad de funcionamiento, tanto más importante cuanto más activo sea el papel que el PC juegue dentro del sistema de control.
- Capacidad de comunicación, tanto con el proceso como con otros dispositivos preexistentes, para asegurar la integración del PC dentro de la estructura de control.
- Expansibilidad y accesibilidad, que asegura la mayor flexibilidad posible en la aplicación, tanto a nivel de ampliación como de mantenimiento (facilidad de acceso).
- Compatibilidad, que permite utilizar productos estándar para aprovechar la oferta existente en productos hardware y software industriales.

2.7.3.4.- APLICACIONES PARA LA SUPERVISIÓN Y EL CONTROL DE PRODUCCIÓN

El objetivo principal de la automatización industrial consiste en gobernar la actividad y la evolución de los procesos sin intervención continua del operador humano.

La mayor parte de los procesos industriales han de ser flexibles, para adaptar la fabricación a la demanda de forma continua, y están firmemente interrelacionados entre si, por exigencias de factores no sólo específicos de la producción, como la coordinación de las acciones o la continuidad del suministro en fabricación en serie, sino por también otros hasta hace poco ajenos a la producción, como la minimización de costes de stock, la calidad integral del producto y el impacto sobre el medio ambiente.

Estas necesidades obligan a disponer de sistemas automatizados de control de procesos industriales con un alto grado de complejidad y autonomía de funcionamiento, y funciones adicionales a las básicas de ejecución de tareas y monitorización del proceso. Aspectos como la toma (automatizada) de decisiones, la gestión de los menús de producción, la generación de históricos, gestión de alarmas, etc., así como los ya discutidos referentes al control de calidad y mantenimiento, quedan cubiertos en los niveles de control de producción y supervisión de planta del modelo jerárquico de automatización.

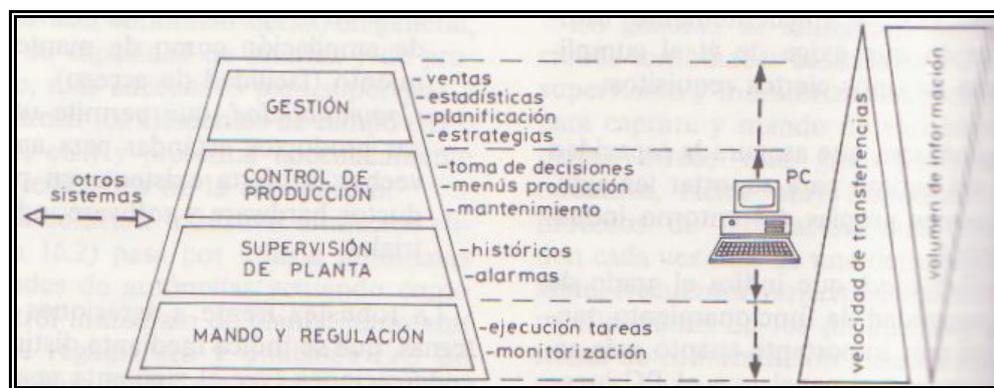


Fig. 34. Modelo jerárquico de automatización.

En un sistema típico, el control directo de planta es realizado por los controladores autónomos digitales y/o autómatas programables, mientras que el ordenador, conectado con ellos, realiza las funciones de diálogos con el operador, tratamiento de la información del proceso y control de producción. En esta estructura, el ordenador no actúa directamente sobre la planta, sino que se limita a la supervisión y control de los elementos de regulación locales instalados en ella, además de procesar y presentar la información. Eventualmente, podría también ejercer acciones directas de control (lectura de sensores, activación/desactivación de actuadores) por medio de un hardware adicional conectado a sus buses internos.

El ordenador u ordenadores se apoyan en la estructura de dispositivos locales, uniéndose a ellos mediante líneas de interconexión digital (buses de campo, redes locales) por donde recoge información sobre la evolución del proceso (adquisición de datos), y envía las órdenes o comandos para el gobierno del mismo (control de producción): arranque, parada, cambios de producción, etc.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que necesiten, se denominan en general sistemas **SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition).

Estos paquetes están ya en disposición de ofrecer unas prestaciones superiores:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Creación de informes (reports), avisos y documentación en general.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso el programa total sobre el autómata, bajo ciertas condiciones.

- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador, y no sobre la del autómata, menos especializado, etc.

Con ellas, se pueden desarrollar aplicaciones basadas en el PC, con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco o impresora, control de actuadores, etc.

Los paquetes SCADA suelen estar formados por dos programas: Editor y Ejecutor (Run-Time). Con el primero se generan las aplicaciones descritas, aprovechando los editores, macros, lenguajes y ayudas disponibles, y con el segundo se compilan para obtener el fichero EXE de ejecución continua tras la puesta en tensión o el arranque.

2.7.3.4.1.- SCADA

Se define un sistema SCADA como una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante comunicación digital con los reguladores locales básicos, e interfaz con usuario mediante interfaces gráficas de alto nivel: pantallas táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, etc.

El sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación, etc.) para controlar el proceso en forma automática desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros superiores dentro de la empresa: supervisión, control de calidad, ingeniería y mantenimiento, etc.

Un SCADA debe cumplir varios objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada:

- Deben ser sistemas de arquitecturas abiertas, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.

- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente para el usuario con el equipo de planta (drivers de comunicación con PLC, PID, CN, etc.) y con el resto de la empresa (acceso a redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias hard, y fáciles de utilizar, con interfaces amables con el usuario (sonido, imágenes, pantallas táctiles,...).

Con estos requisitos, el SCADA se convierte en una herramienta esencial para organizar el proceso productivo, permitiendo establecer estrategias avanzadas de gestión con respuestas inmediatas de la producción. Además, la aplicación constituye por si misma una excelente herramienta de integración entre los diferentes departamentos involucrados en la fabricación, desde producción a gestión pasando por calidad, mantenimiento, ingenierías, etc.

Se utilizan normalmente ordenadores convencionales como soporte hardware de los programas SCADA.

En la elección del sistema, un factor clave a considerar es la capacidad del sistema operativo sobre el que corre la aplicación para soportar multitarea y/o multiusuario. Con la función multitarea el sistema ha de ser capaz de atender al operador a la vez que, por ejemplo, monitoriza las variables del proceso, permitiendo un control más cercano al tiempo real. La capacidad multiusuario es de utilidad en aplicaciones complejas, cuando se desea disponer de puntos separados con funciones específicas en cada uno de ellos. Estos sistemas se articulan generalmente a través de redes de área local.

La comunicación con los elementos de campo se lleva a cabo mediante interfaces serie estándar, utilizando los protocolos incluidos en el propio SCADA.

Otro dato importante a considerar es la cantidad de sinópticos (pantallas gráficas de representación) que el sistema puede soportar, así como el número máximo de variables que manipula. Estos dos datos dan una idea de la información máxima que puede incluirse en una aplicación.

2.7.3.4.2.- ESTRUCTURA DE UN PAQUETE SCADA

El sistema SCADA cubrirá tres funciones:

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables del proceso.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.), bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.

Los módulos o bloques software que permiten estas actividades de adquisición, supervisión y control se discuten a continuación.

2.7.3.4.2.1.- CONFIGURACIÓN

Permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.

Dentro del módulo de configuración el usuario define las pantallas gráficas o de texto que va a utilizar, importándolas desde otra aplicación o generándolas desde el propio SCADA.

Dibujadas o seleccionadas las pantallas se definen las relaciones entre ellas, que determinarán el orden de aparición y el enlace o engarzado entre unas y otras, su accesibilidad a operarios generales o particulares, etc.

También durante la configuración se seleccionan los drivers de comunicación que permitirán el enlace con los elementos de campo y la conexión o no en red de estos últimos.

En algunos sistemas es también en la configuración donde se indican las variables que después se van a visualizar, procesar o controlar.

2.7.3.4.2.2.- INTERFAZ GRÁFICO DE OPERADOR

Proporciona al operador las funciones de control supervisor de planta, mediante una ventana abierta a la misma desde el teclado-monitor del ordenador.

El proceso a supervisar se representa mediante sinópticos gráficos almacenados durante la configuración del paquete. Sobre el gráfico se pueden definir diferentes zonas dinámicas que varían a lo largo del tiempo según los cambios que se van produciendo en la planta.

Los sinópticos están formados por un fondo fijo y varias zonas activas que cambian dinámicamente a diferentes formas y colores, según los valores leídos en la planta o en respuesta a las acciones del operador.

El operador puede actuar sobre variables intermedias en el ordenador o autómatas, o variables directas de planta (salidas de autómatas), posicionándose con el ratón, cursores o directamente en pantalla táctil sobre alguna zona activa, y modificando el estado lógico o valor numérico de la variable definida sobre ella.

2.7.3.4.2.3.- MÓDULO DE PROCESO

Ejecuta las acciones de mando programadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

Sobre cada pantalla o zonas sensibles de pantalla pueden programarse relaciones entre variables del ordenador o del autómatas que se ejecutan continuamente mientras la pantalla esté activa.

Es muy frecuente que el sistema SCADA confíe a los dispositivos de campo, principalmente autómatas, el trabajo de control directo de la planta, reservándose para si las operaciones propias de la supervisión, como el control del proceso, análisis de tendencias, generación de históricos, etc.

Un tipo particular de relaciones programadas en el módulo de proceso lo constituye la gestión de alarmas.

Pueden definirse márgenes de variables que dan lugar a condiciones de alarma (cambios de estado en variables lógicas o rangos en variables numéricas), y las prioridades de atención si aparecen varias simultáneamente. El operador puede únicamente darse por enterado, modificar alguna variable del proceso o saltar a alguna pantalla auxiliar para iniciar un proceso específico de tratamiento de alarmas.

2.7.3.4.2.4.- GESTIÓN Y ARCHIVO DE DATOS

Este bloque del SCADA se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos según formatos inteligibles para periféricos hardware (impresoras, registradores) o software (bases de datos, hojas de cálculo) del sistema.

Una vez procesados los datos se presentan en forma de gráficas analógicas, histogramas, representación tridimensional, etc., formando históricos o resúmenes que permiten después analizar la evolución global del proceso, y conocer los elementos que influyen sobre él y la intensidad con que lo hacen.

2.7.3.4.2.5.- COMUNICACIONES

Se encargan de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

2.7.3.5.- SENSORES Y ACTUADORES

La cadena de realimentación resulta imprescindible en muchos automatismos industriales para poder realizar un control en lazo cerrado, con las conocidas ventajas en cuanto a cancelación de errores y posibilidades de regulación precisa y rápida. A su vez, dicha cadena de realimentación requiere unos elementos de captación de las magnitudes de planta, a los que llamamos genéricamente sensores o transductores y unos circuitos adaptadores llamados circuitos de interfaz.

Por otro lado, es evidente la necesidad de unos accionamientos o elementos que actúan sobre la parte de potencia de la planta. La potencia necesaria para actuar sobre los accionamientos puede ser considerable y, a veces, no puede ser suministrada directamente por el sistema de control. En tales casos, se requieren unos elementos intermedios encargados de interpretar las señales de control y actuar sobre la parte de potencia propiamente dicha. Dichos elementos se denominan habitualmente preaccionamientos y cumplen una función de amplificadores, ya sea para señales analógicas o para señales digitales.

2.7.3.5.1.- SENSORES: CLASIFICACIÓN

Los términos sensor y transductor se suelen aceptar como sinónimos, aunque, si hubiera que hacer alguna distinción, el término transductor es quizás más amplio, incluyendo una parte sensible o captador propiamente dicho y algún tipo de circuito de acondicionamiento de la señal detectada.

Un transductor es un dispositivo capaz de convertir el valor de una magnitud física en una señal eléctrica codificada, ya sea en forma analógica o digital.

El término transductor suele asociarse bastante a dispositivos cuya salida es alguna magnitud eléctrica o magnética y, por otro lado, nos interesan aquí sólo este tipo de transductores, en la medida que son elementos conectables a autómatas programables a través de interfaces adecuadas.

Los transductores basados en fenómenos eléctricos o magnéticos suelen tener una estructura general como la que muestra la Fig. 35, en la cual podemos distinguir las siguientes partes:

- **Elemento sensor o captador:** Convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica o magnética, que denominaremos habitualmente señal.
- **Bloque de tratamiento de señal:** Si existe, suele filtrar, amplificar, linealizar y, en general, modificar la señal obtenida en el captador, por regla general utilizando circuitos electrónicos.

- **Etapa de salida:** Esta etapa comprende los amplificadores, interruptores, conversores de código, transmisores y, en general, todas aquellas partes que adaptan la señal a las necesidades de la carga exterior.

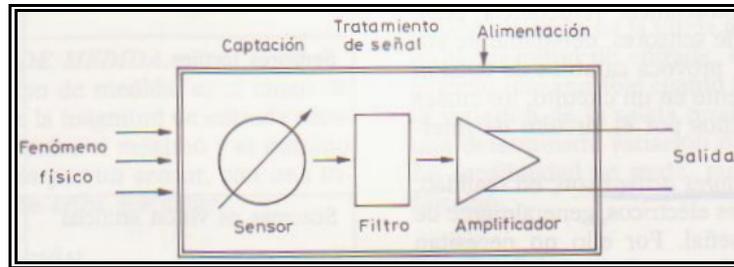


Fig. 35. Estructura genérica de un transductor.

2.7.3.5.1.1.- CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO SENSOR

- **Sensores activos o generadores (Self generating).** Se consideran activos los sensores en los que la magnitud física a medir proporciona la energía necesaria para la generación de la señal eléctrica de salida. Son un ejemplo de sensores activos los basados en los efectos piezoeléctrico y termoeléctrico.
- **Sensores pasivos o moduladores (Modulating).** Son pasivos los sensores en los que la magnitud física a medir se limita a modificar algunos de los parámetros eléctricos característicos, como por ejemplo la resistencia, la capacidad, etc. los sensores de este tipo se caracterizan por necesitar una tensión de alimentación externa. Son ejemplos de sensores pasivos los basados en las resistencias cuyo valor depende de la temperatura (termorresistivos) o de la luz (fotorresistivos).

ACTIVOS	Piezoeléctricos	
	Fotoeléctricos	Fotoemisivos Fotovoltaicos
	Termoeléctricos (termopares)	
	Magnetoeléctricos	Electromecánicos Semiconductores
PASIVOS	Resistivos (resistencia variable)	Potenciométricos
		Fotorresistivos
		Extensiométricos
		Magnetorresistivos

	Electroquímicos
Capacitivos (capacidad variable)	
Inductivos (inductancia variable)	Reluctancia variable
	Magnetostrictivos
	Transformador variable

Tabla 9. Clasificación de los sensores según el principio de funcionamiento.

2.7.3.5.1.2.- CLASIFICACIONES SEGÚN EL TIPO DE SEÑAL DE SALIDA

Atendiendo a la forma de codificar la magnitud medida:

- **Analógicos:** los sensores analógicos generan señales eléctricas denominadas analógicas, que pueden tomar cualquier valor dentro de unos determinados márgenes y que llevan la información en su amplitud. Es frecuente para este tipo de transductores que incluyan una etapa de salida para suministrar señales normalizadas de 0-10V o 4-20mA.

Las señales eléctricas analógicas se pueden clasificar a su vez en variables o continuas. Las señales analógicas variables son aquellas que equivalen a la suma de un conjunto de senoides de frecuencia mínima mayor que cero. Un caso típico es una señal senoidal de frecuencia constante que representa la información mediante su amplitud y las señales de audiofrecuencia. Las señales analógicas continuas son aquellas que se pueden descomponer en una suma de senoides cuya frecuencia mínima es cero. Se trata de señales que pueden tener un cierto nivel fijo durante un tiempo indefinido y que representan también la información mediante su amplitud.

Las señales analógicas pueden ser también unipolares o bipolares. Las unipolares sólo pueden ser positivas o negativas con respecto a un terminal de referencia, mientras que las bipolares pueden ser tanto positivas como negativas.

El mundo físico es en general analógico y, por ello, la mayoría de los elementos sensores proporcionan señales analógicas. Sin embargo, las señales eléctricas generadas por los elementos de los sensores analógicos adolecen de problemas relacionados con la presencia de ruido, interferencias y distorsión, sobre todo si han de transmitirse a distancias relativamente grandes y por ello es imprescindible un circuito de acondicionamiento de la señal.

- **Digitales:** los sensores digitales generan señales eléctricas que sólo toman un número finito de niveles o estados entre un máximo y un mínimo, y por ello reciben el nombre de digitales. Las más utilizadas son las binarias que sólo pueden tener dos niveles de tensión, que se asignan a los números binarios 0 y 1. una variable binaria recibe el nombre de bit. El criterio de asignación de los estados es totalmente arbitrario. Si se asigna el valor 1 a la tensión más alta y el valor 0 a la tensión más baja, la lógica utilizada se llama “positiva”, y si, por el contrario, se asigna el valor 0 a la tensión más alta y el valor 1 a la tensión más baja, la lógica recibe el nombre de “negativa”. Para representar una información se necesita un cierto número n de variables binarias cuyo valor depende de la precisión que se desea. Las n variables binarias se pueden representar de dos formas diferentes:
 - Mediante señales binarias independientes. Se tiene así el número 10011 en un único instante t_1 . en instantes sucesivos se pueden tener números diferentes (por ejemplo, 01010 en t_2 , en la Fig. 36). Este formato recibe el nombre de paralelo.

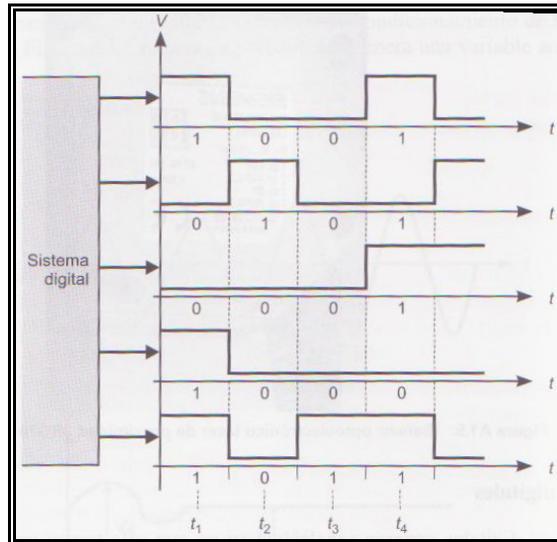


Fig. 36. Señal digital binaria en formato paralelo.

- Mediante una secuencia de niveles cero y uno de una señal digital. En la Fig. 37 se indica una señal digital binaria que representa el número 10011 en el sistema de numeración binario. Este formato recibe el nombre de serie. El formato serie se utiliza para transmitir a distancia una información digital, mientras que el paralelo es utilizado por los procesadores digitales y el que proporcionan algunos tipos de sensores, como, por ejemplo, los codificadores lineales y angulares de tipo absoluto. En general el formato serie se genera a partir del paralelo mediante un procesador de comunicaciones que constituye un circuito de interfaz de un procesador digital. Se tiene así un sensor con capacidad de comunicación.



Fig. 37. Señal digital binaria en formato serie.

El formato digital presenta la característica de que la precisión de la medida sólo depende del número de variables binarias. Su utilización se ha generalizado gracias al progreso de la microelectrónica que ha permitido realizar procesadores electrónicos digitales de coste reducido y capacidad adaptada a las especificaciones de cada aplicación concreta.

- **Temporales.** Los sensores temporales proporcionan a su salida señales eléctricas en las que la información está asociada al parámetro tiempo. Las señales eléctricas temporales pueden ser senoidales o cuadradas. Según la forma de la señal y el tipo de parámetro, se clasifican tal y como se indica en la Tabla 10.

ANALÓGICOS	Según el tipo de señal	Señales variables	Periódicas
			No periódicas
		Señales continuas	
	Según la polaridad	Unipolares	
		Bipolares	
DIGITALES			
TEMPORALES	Señales senoidales	Frecuencia	
		Fase	
	Señales cuadradas	Frecuencia	
		Relación alto/bajo	
		Duración de un impulso	
		Número total de impulsos	

Tabla 10. Clasificación de los sensores según el tipo de señales eléctricas que generan.

Las señales temporales cuadradas tienen una amplitud fija y un parámetro temporal variable que puede ser:

- La frecuencia o su inverso, el período. La información está representada por el valor de cualquiera de ellos.
- La relación uno/cero o alto/bajo. La señal utilizada posee un período de duración fija y la información está contenida en el valor del tiempo durante el cual la información se encuentra en nivel uno con relación a aquél durante el cual está a nivel cero. Se suele decir que la señal está modulada en anchura de impulso y se la conoce por PWM (Pulse Width Modulation).

- La duración de un impulso que se genera en el instante en que se desea conocer el valor de una variable.
- El número total de impulsos que aparecen en su salida de un determinado instante.

Una información codificada mediante alguno de estos parámetros se ve mucho menos afectada por el ruido eléctrico y por la atenuación inherente a cualquier tipo de transmisión, debido a su menor dependencia del valor absoluto de la amplitud de la señal. Algunos ejemplos de esta forma de codificar la información son, entre otros, la radiodifusión en frecuencia modulada (FM), la modulación de anchura de impulsos (PWM), utilizada en sistemas de radio control, y los teclados multifrecuencia empleados en telefonía.

Pocos elementos sensores dan a su salida la información en formato temporal, pero éste se obtiene fácilmente a través de un circuito convertidor de formato. La señal analógica proporcionada por un elemento sensor se puede convertir en una señal temporal que lleva la información en la frecuencia mediante un oscilador controlado en tensión conocido como VCO (Voltaje Controlled Oscillator).

2.7.3.5.1.3.- CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RANGO DE VALORES

- **Sensores de medida:** Son los que proporcionan a la salida todos los valores posibles correspondientes a cada valor de la variable de entrada dentro de un determinado rango. Pueden ser analógicos, digitales o temporales. Ejemplos de sensores de medida son un sensor analógico resistivo de temperatura y un sensor temporal incremental de posición.

- **Todo-nada:** Indican únicamente cuando la variable detectada rebasa un cierto umbral o límite. Proporcionan a la salida una señal eléctrica que sólo puede tomar dos valores y por ello a veces se los denomina, con un exceso de simplificación, sensores digitales. Son ejemplos típicos los sensores que indican si el valor de una magnitud física está por encima o por debajo de un cierto nivel.

2.7.3.5.1.4.- CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE INTEGRACIÓN

Según el nivel de integración los sistemas sensores pueden ser discretos, integrados e inteligentes.

- **Sensores discretos:** Reciben esta denominación los sistemas sensores en los que el circuito de acondicionamiento se realiza mediante componentes electrónicos separados e interconectados entre si.
- **Sensores integrados:** Se caracterizan por que el elemento sensor y el circuito acondicionador, o al menos este último, están construidos en un único circuito integrado monolítico o híbrido. Son ejemplos típicos muchos sensores, basados en las características de los semiconductores, que miden temperatura, humedad, presión, etc.
- **Sensores inteligentes:** no existe un consenso generalizado en relación con la definición de sensor inteligente. En numerosas ocasiones, la salida del circuito acondicionador debe ser modificada para llevar a cabo una o más de las siguientes tareas:
 - Corregir no linealidades.
 - Verificar el correcto funcionamiento del elemento sensor y el circuito acondicionador asociado.
 - Transmitir la información a distancia.

Para ello es de gran utilidad añadir al sistema sensor un proceso electrónico que realiza un algoritmo de corrección, y/o diagnóstico, y/o verificación del funcionamiento, y/o comunicación con otros procesadores. Cuando dicho conjunto se realiza en un solo circuito integrado monolítico o híbrido se tiene un sensor con capacidad de proceso de información al que se suele denominar “Sensor Inteligente” (Smart Sensor), cuyo diagrama de bloques se representa en la Fig. 38.

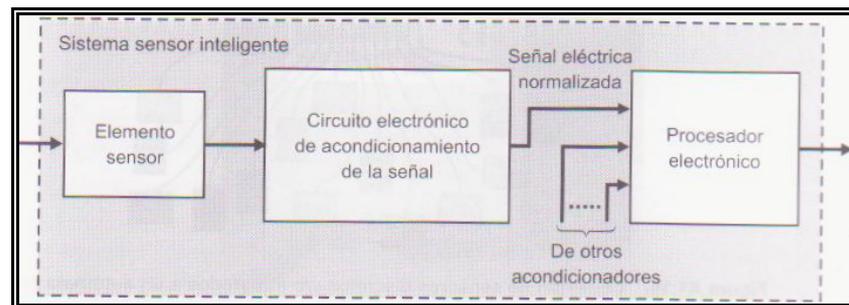


Fig. 38. Diagrama de bloques de un sensor inteligente.

Por ello, aunque no existe un consenso general en la definición de sensor inteligente, se admite en general que un sensor inteligente tiene capacidad para realizar la mayoría de las funciones siguientes:

- Cálculos numéricos.
- Comunicación en red (no una simple conexión punto a punto).
- Autocalibración y autodiagnóstico.
- Múltiples medidas con identificación del sensor.

Los sensores discretos e integrados deben conectarse a un procesador digital como, por ejemplo, un autómata programable a través de conexiones independientes tal como se indica en la Fig. 39. Ello hace que se complique excesivamente el cableado cuando el número de sensores y/o su distancia al autómata programable son elevados. Por ello los fabricantes de equipos de automatización comercializan sensores industriales inteligentes que poseen un procesador electrónico digital con capacidad de comunicación con otros procesadores a través de una línea única de comunicaciones que suele recibir el nombre genérico de bus de campo (Field Bus).

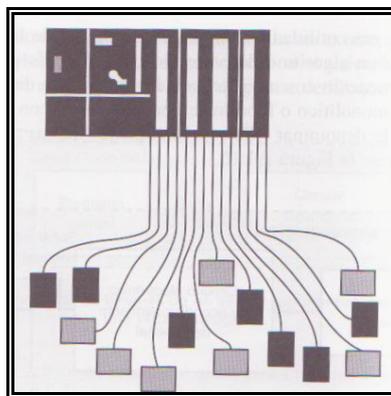


Fig. 39. Conexión de sensores discretos y/o integrados a un PLC.

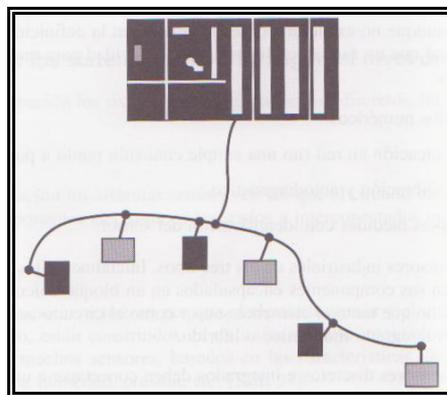


Fig. 40. Conexión de un conjunto de sensores inteligentes a un PLC mediante un bus de campo.

2.7.3.5.1.5.- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA MAGNITUD FÍSICA A DETECTAR

Los principios físicos en los que suelen estar basados los elementos sensores son los siguientes:

- Cambios de resistividad.
- Electromagnetismo (inducción electromagnética).
- Piezoelectricidad.
- Efecto fotovoltaico.
- Termoelectricidad.

		Variable física medida										
		Posición	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Tamaño	Nivel	Presión	Fuerza	Proximidad	Temperatura	Radiación luminosa
Principio de funcionamiento	Microrruptores	X				X						
	Finales de carrera	X										
	Extensiómetros	X	X	X	X			X	X			
	Termorresistivos										X	
	Magnetorresistivos	X	X	X								
	Capacitivos	X	X		X		X	X	X	X		
	Inductivos	X	X	X	X			X	X	X		
	Optoelectrónicos	X	X	X						X		
	Piezoelectrónicos		X	X	X			X	X			
	Fotovoltaicos											X
	Ultrasónicos	X					X					

Tabla 11. Variables físicas que se pueden medir con sensores basados en distintos principios de funcionamiento.

2.7.3.5.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SENSORES

Un transductor ideal sería aquel en que la relación entre la magnitud de salida y la variable de entrada fuese puramente proporcional y de respuesta instantánea e idéntica para todos los elementos de un mismo tipo. Sin embargo, la respuesta real de los transductores nunca es del todo lineal, tiene un campo limitado de validez, suele estar afectada por perturbaciones del entorno exterior y tiene cierto retardo a la respuesta. Todo ello hace que la relación salida/entrada deba expresarse por una curva, o mejor por una familia de curvas, para transductores de un mismo tipo y modelo.

Para definir el comportamiento real de los transductores se suelen comparar éstos con un modelo ideal de comportamiento o con un transductor patrón y se definen una serie de características que ponen remanifiesto las desviaciones respecto a dicho modelo.

- **Características estáticas**, que describen la actuación del sensor en régimen permanente o con cambios muy lentos de la variable a medir.
- **Características dinámicas**, que describen la actuación del sensor en régimen transitorio, a base de dar su respuesta temporal ante determinados estímulos estándar o a base de identificar el comportamiento del transductor con sistemas estándar.

2.7.3.5.2.1.- CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS

- **Campo de medida**: Es el rango de valores de la magnitud de entrada comprendido entre el máximo y el mínimo detectables por un sensor, con una tolerancia de error aceptable.
- **Mínimo valor medible o umbral**: Es el cambio más pequeño de la magnitud de entrada que produce un cambio medible en la salida. Se define en función de la magnitud a medir y puede tener diferentes valores en las distintas zonas del rango. Depende del principio de funcionamiento del elemento sensor.
- **Resolución**: Indica la capacidad del sensor para discernir entre valores muy próximos de la variable de entrada. Se mide por la mínima diferencia entre dos valores próximos que el sensor es capaz de distinguir. Se puede indicar en términos de valor absoluto de la variable física medida o en porcentaje respecto al fondo de escala de la salida.
- **Precisión**: Define la máxima desviación entre la salida real obtenida de un sensor en determinadas condiciones de entorno y el valor teórico de dicha salida que correspondería, en idénticas condiciones, según el modelo ideal especificado como patrón. Se suele indicar en valor absoluto de la variable de entrada o en porcentaje sobre el fondo de escala de la salida.

- **Repetibilidad:** Indica la máxima desviación entre valores de salida obtenidos al medir varias veces un mismo valor de entrada, con el mismo sensor y en idénticas condiciones ambientales. Se suele expresar en porcentajes referidos al fondo de escala y da una indicación del error aleatorio del sensor.
- **Linealidad:** Existe una constante de proporcionalidad única que relaciona los incrementos de señal de salida con los correspondientes incrementos de señal de entrada, en todo el campo de medida.

La no linealidad se mide por la máxima desviación entre la respuesta real y la característica puramente lineal, referida al fondo de escala.

- **Sensibilidad:** Indica la mayor o menor variación de la salida por unidad de la magnitud de entrada. Un sensor es tanto más sensible cuanto mayor sea la variación de la salida producida por una determinada variación de entrada. La sensibilidad se mide, pues, por la relación:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{\Delta \text{magnitud de salida}}{\Delta \text{magnitud de entrada}}$$

Para transductores lineales esta relación es constante en todo el campo de medida, mientras que en un transductor de respuesta no lineal depende del punto en que se mida.

- **Ruido:** Cualquier perturbación aleatoria del propio transductor o del sistema de medida, que produce una desviación de la salida con respecto al valor teórico.
- **Histéresis:** Se dice que un transductor presenta histéresis cuando, a igualdad de la magnitud de entrada, la salida depende de si dicha entrada se alcanzó con aumentos en sentido creciente o en sentido decreciente. Se suele medir en términos de valor absoluto de la variable física o en porcentaje sobre el fondo de escala.

- **Calibración:** Es el procedimiento mediante el cual se ajusta la salida de un sensor o equipo sobre un rango completo de medida, de forma que coincida al máximo posible con una serie de valores conocidos derivados de los patrones de medida correspondientes a la magnitud a medir. La representación gráfica de los valores obtenidos se denomina curva de calibración.

2.7.3.5.2.2.- CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

- **Velocidad de respuesta:** Mide la capacidad de un transductor para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada. La forma de cuantificar este parámetro es a base de una o más constantes de tiempo, que suelen obtenerse de la respuesta al escalón. Los parámetros más relevantes empleados en la definición de la velocidad de respuesta son los siguientes:
 - **Tiempo de retardo:** Es el tiempo transcurrido desde la aplicación del escalón de entrada hasta que la salida alcanza el 10% de su valor permanente.
 - **Tiempo de subida:** Es el tiempo transcurrido desde que la salida alcanza el 10% de su valor permanente hasta que llega por primera vez al 90% de dicho valor.
 - **Tiempo de establecimiento al 99%:** Es el tiempo transcurrido desde la aplicación de un escalón de entrada hasta que la respuesta alcanza el régimen permanente, con una tolerancia de $\pm 1\%$.
 - **Constante de tiempo:** Para un transductor con respuesta de primer orden (una sola constante de tiempo dominante) se puede determinar la constante de tiempo a base de medir el tiempo empleado a base de medir el tiempo empleado para que la salida alcance el 63% de su valor de régimen permanente, cuando a la entrada se le aplica un cambio en escalón.

- **Respuesta frecuencial:** Relación entre la sensibilidad y la frecuencia cuando la entrada es una excitación senoidal. Se suele indicar gráficamente mediante un gráfico de Bode.
- **Estabilidad y derivas:** Características que indican la desviación de la salida del sensor al variar ciertos parámetros exteriores distintos del que se pretende medir, tales como condiciones ambientales, alimentación u otras perturbaciones.
- **Amortiguación o sobreoscilación (ΔV):** Es la diferencia entre el valor de pico de la señal de salida y su amplitud final, y suele expresarse en porcentaje de esta amplitud. Si la señal de salida de un sensor, en respuesta a un cambio en escalón de la magnitud de entrada, oscila alrededor del valor final antes de permanecer en este valor, se dice que se trata de un sensor subamortiguado. Por el contrario, si la salida alcanza el valor final sin superarlo en ningún momento, se dice que es sobreamortiguado. El amortiguamiento es un factor determinante del límite superior de la respuesta en frecuencia.

2.7.3.5.3.- TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA

Atendiendo al principio de funcionamiento de la mayoría de sensores industriales podemos distinguir tres grandes grupos de sensores térmicos:

- **Termostatos todo-nada:** Interruptores que conmutan a un cierto valor de temperatura, en general con una cierta histéresis.
- **Termorresistencias:** Sensores pasivos de tipo analógico basados en el cambio de resistividad eléctrica de algunos metales o semiconductores con la temperatura.
- **Pirómetros de radiación:** Sensores de tipo analógico, utilizables en general para altas temperaturas, que están basados en la radiación térmica emitida por los cuerpos calientes.

2.7.3.5.3.1.- TERMOSTATOS

Los termostatos son sensores con salida de tipo todo o nada que conmuta a un cierto valor de la temperatura. Los más simples están basados generalmente en la diferencia de dilatación de dos metales y los más sofisticados se suelen construir a base de un sensor de tipo analógico y uno o varios comparadores con histéresis.

2.7.3.5.3.2.- TERMOPARES

Los termopares son sensores activos de tipo analógico basados en el efecto Seebeck. Dicho efecto consiste en la aparición de una tensión eléctrica entre dos piezas de distintos metales unidas o soldadas por un extremo, cuando éste se calienta (unión caliente) y se mantienen los otros dos extremos a una misma temperatura inferior (unión fría).

La fuerza electromotriz generada depende de la diferencia de temperaturas entre la unión fría y la unión caliente:

$$E = F (T_c - T_f)$$

Para ciertos materiales existe una relación bastante lineal entre la diferencia de temperaturas y la fem generada, siendo, por tanto, muy adecuados como transductores.

La Tabla 12 indica algunas de las uniones de metales y aleaciones más utilizadas en la construcción de termopares, así como sus principales características.

Materiales	Tipo	Constante termoelectrica (mV/°C)	Rango de temperaturas (°C)	Característica más relevante
Fe-Const.	J	0,057	-190 a 760	Robustez
Cu-Const.	T		-200 a 370	
Cu-(Cu-Ni)				
Cromel-Alumel	K	0,041	-190 a 1.260	Robustez
NiCr-NiAl				
(87%Pt+13%Rh)-Pt	R	0,012	0 a 1.480	Estabilidad
(90%Pt+10%Rh)-Pt	S		0 a 1.480	
Cromel-Const.	E	0,075	-100 a 1.260	Sensibilidad

NiCr-Const.

NOTA: La abreviatura Const. Se ha utilizado para Constantán, aleación con 58% de Cu y 42% de Ni.

Tabla 12. Características de distintos tipos de termopares.

La Fig. 41 muestra las curvas de voltaje en función de la temperatura de los tres tipos de termopares más utilizados en la industria, para una temperatura de referencia de 0°C. Con objeto de simplificar se muestran como líneas rectas, aunque realmente tienen una forma ligeramente parabólica. En estas curvas se observan algunas particularidades importantes.

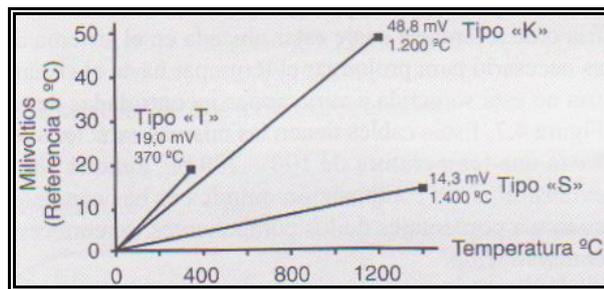


Fig. 41. Curvas de voltaje de termopares.

En primer lugar se observa que los termopares tipo T y K tienen una gran pendiente, y por tanto una gran sensibilidad, por lo que facilitan la medida ante un cambio de temperatura. El tipo S tiene mucha menos pendiente y como consecuencia menos sensibilidad, aunque a cambio admiten un mayor rango de medida. Como resumen de lo anterior, la utilización de los termopares mencionados se realiza de acuerdo al siguiente criterio:

- Tipo T. Bajas temperaturas y sobre todo si se trata de temperaturas negativas.
- Tipo K. Uso generalizado para temperaturas positivas hasta 800-900°C.
- Tipo S. Sólo para altas temperaturas.

Los límites de error para estos termopares, con unión de referencia a 0°C y sin tener en cuenta los errores del sistema de medida, son los siguientes:

Tipo de termopar	Estándar. El mayor error entre:	Especial. El mayor error entre:
T (0-350°C)	±1,0°C o ±0,75% de la medida	±0,5°C o ±0,4% de la medida
K (0-1.250°C)	±2,2°C o ±0,75% de la medida	±1,1°C o ±0,4% de la medida
S (0-1.450°C)	±1,5°C o ±0,25% de la medida	±0,6°C o ±0,1% de la medida

Tabla 13. Límites de error de termopares.**2.7.3.5.3.3.- TERMORRESISTENCIAS PT100**

Los conductores eléctricos presentan, en general, un aumento de resistencia con la temperatura, según una ley que puede expresarse en forma simplificada por la siguiente ecuación:

$$R_T = R_0 [1 + \alpha (T_T - T_0)]$$

Donde α se denomina coeficiente térmico de resistencia.

Aprovechando esta propiedad, se construyen sondas de temperatura, pero para ello se requiere un material cuyo coeficiente se mantenga relativamente constante y que dé una buena sensibilidad. Las sondas industriales se suelen construir a base de platino, material cuyo coeficiente térmico es de $0,00385\Omega/(\Omega\cdot^\circ\text{C})$. Dichas sondas suelen tener un valor nominal de 100Ω a 0°C , de donde se deriva el nombre de Pt100.

Las sondas Pt100 son aptas como sensores para un amplio margen de temperaturas que va desde -250°C hasta 850°C , con una muy buena linealidad ente -200°C y 500°C .

2.7.3.5.3.4.- TERMORRESISTENCIAS PTC Y NTC

Las sondas PTC y NTC son esencialmente termorresistencias a base de semiconductor. Éstos suelen presentar coeficientes de sensibilidad bastante mayores que en el caso de metales, pero a costa de una gran pérdida de linealidad.

Las PTC (Positive Temperature Coefficient) son resistencias construidas a base de óxidos de bario y titanio, que muestran cambios muy bruscos de valor a partir de una cierta temperatura.

Debido a su comportamiento poco lineal, se aplican básicamente en combinación con circuitos detectores de umbral como elementos todo-nada.

Las NTC son resistencias con un coeficiente de temperatura negativo (Negative Temperature Coefficient), construidas a base de óxidos de hierro, cromo, cobalto, manganeso y níquel dopados con iones de titanio o litio.

LA exactitud de una termorresistencia es mejor que la de un termopar. Además no necesitan compensación de unión fría y no existe error debido a los cables de extensión, si se utiliza transmisión a tres o cuatro hilos.

2.7.3.5.3.5.- PIRÓMETROS DE RADIACIÓN

La medida de temperaturas con termopar o termorresistencia implica el contacto directo entre el transductor y el cuerpo cuya temperatura se desea medir. Sin embargo, este contacto resulta imposible si la temperatura a medir es superior al punto de fusión del material del transductor, o si el cuerpo caliente es muy pequeño y cambia su temperatura al efectuar la medida. En estos casos pueden utilizarse los pirómetros de radiación, que miden la temperatura a partir de la radiación térmica que emiten los cuerpos calientes.

La radiación emitida puede medirse en su totalidad, o sólo en una banda de frecuencias, resultando así dos tipos de pirómetros:

- De banda ancha, o de radiación total.
- De banda estrecha, o de brillo.

2.7.3.5.4.- TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

La resiliencia es una propiedad de los materiales que permite la deformación elástica volviendo a su posición original, siempre que no sobrepasen los límites que llevan a la deformación permanente o rotura del material.

Los transductores de presión suelen estar basados en la deformación de un elemento elástico (membrana, tubo de Bourdon, etc.), cuyo movimiento bajo la acción del fluido es detectado por un transductor de pequeños desplazamientos (galgas, transformador diferencial, elemento piezoeléctrico, etc.), del que se obtiene una señal eléctrica proporcional a la presión.

Los transductores de presión más frecuentes son los de diafragma o membrana. El diafragma consiste en una pared delgada que se deforma bajo el efecto de la presión.

Existen instrumentos basados en señales eléctricas que convierten la deformación producida por la presión en señales eléctricas. Las señales son amplificadas y enviadas al sistema de indicación correspondiente. Necesitan incluir una fuente de alimentación eléctrica y tienen excelentes características dinámicas. El menor cambio producido por deformación debida a la presión, es suficiente para obtener una señal perfectamente detectable por el sensor.

Existen diversos sistemas basados en señales eléctricas, entre los que se pueden citar:

- Cambio en la resistencia eléctrica de un conductor. Efecto piezorresistivo, galgas extensiométricos, (Strain gage), hilo suspendido, etc.
- Cambio en la inductancia de una bobina. Transformador diferencial.
- Cambio en la capacidad de un condensador.
- Cambio en la carga eléctrica de un material. Efecto piezoeléctrico.

Los transductores de presión pueden efectuar dos tipos de medidas:

- Presión absoluta, o medida respecto al vacío.
- Presión diferencial, o relativa, midiendo la diferencia de presión entre dos puntos.

2.7.3.5.5.- TRANSDUCTORES DE CAUDAL

Los transductores de caudal se basan en distintos principios según se trate de fluidos compresibles o no (gases o líquidos). Cabe recordar que el caudal puede definirse como masa por unidad de tiempo (Q_m) o como volumen por unidad de tiempo (Q_v) de un fluido que atraviesa una sección de un cierto conducto. El caudal volumétrico (Q_v) depende sólo de la sección considerada y de la velocidad del fluido, pero el caudal másico (Q_m) depende además de la densidad del fluido y ésta, a su vez, de la presión y la temperatura. Para fluidos no compresibles ambos caudales son relacionables por una densidad que es prácticamente constante, pero para fluidos compresibles no es así.

Los sensores de caudal suelen estar basados en alguno de los siguientes principios:

- Detección por presión estática (efecto Venturi).
- Detección por presión dinámica sobre un flotador o pistón.
- Detección de velocidad por inducción electromagnética.
- Detección volumétrica mediante turbina.

La mayoría de los transductores miden caudal volumétrico. En el caso de fluidos no compresibles, la forma habitual de medición consiste en hallar la velocidad de paso por una sección conocida. Para los fluidos compresibles, en cambio, los métodos más adecuados son los puramente volumétricos a base de turbinas.

2.7.3.5.5.1.- MEDIDORES DE CAUDAL

2.7.3.5.5.1.1.- **Medidores electromagnéticos**

Se basan en el principio Faraday según el cual la fuerza electromotriz (fem), inducida en un elemento conductor que se mueve a lo largo de un campo magnético, es proporcional a la velocidad de este conductor. En este tipo de medidores, el líquido que pasa a través del mismo hace la función de conductor, por lo que la fem inducida por el fluido dentro del campo electromagnético, generado en la carcasa del medidor por medio de bobinas, es proporcional a la velocidad y, como consecuencia, al caudal. Dada la particularidad de falta de obstrucción en la línea, este tipo de medidor es muy útil para la medida de líquidos muy viscosos o abrasivos que sean eléctricamente conductores, no siendo utilizable para productos en fase gas. Además de para la medida de productos químicos, estos medidores se utilizan en la industria de alimentación para medir pastas, etc.

2.7.3.5.5.1.2.- Medidor de tipo turbina

Consta básicamente de un rotor con álabes soportados por un eje y con movimiento de rotación perpendicular a la dirección del flujo. Por medio de un detector magnético, cada vez que uno de los álabes pase delante del mismo se produce un impulso al cortar el campo magnético. El número de impulsos es proporcional a la velocidad y, como consecuencia, al caudal que atraviesa el medidor.

Ventajas	Limitaciones
Simplicidad	Tolerancia entre el eje y el cojinete o rodamiento sobre el cual gira
Muy exacto	Daños producidos por el exceso de velocidad cuando existe gasificación en el producto
Buena repetibilidad	Necesita ser calibrado muy frecuentemente para obtener la equivalencia impulsos/caudal
	No usar para líquidos viscosos o sucios

Tabla 14. Ventajas y limitaciones de los medidores tipo turbina.

2.7.3.5.5.1.3.- Medidores de área variable

Los medidores de caudal por área variable, conocidos como rotámetros, utilizan el mismo principio de medida que los medidores por presión diferencial, es decir, la relación entre la energía cinética y la energía debida a la presión. En el sistema de presión diferencial (dP), el área correspondiente a la restricción es constante y la presión diferencial cambia en función del caudal (Q).

Medidor por presión diferencial: $Q = f(dP)$ con Área constante

En el rotámetro el área de la restricción cambia al mismo tiempo que el caudal, permaneciendo constante la presión diferencial.

Medidor por área variable: $Q = f(\text{Área})$ con dP constante

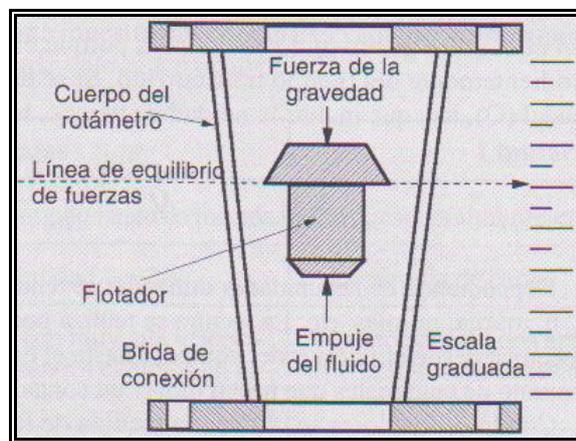


Fig. 42. Rotámetro.

El rotámetro se basa en un balance de fuerzas, en el que las fuerzas de impacto y arrastre hacen que ascienda el flotador, aumentando el área anular disponible para el paso del fluido, con lo cual disminuye la fuerza neta de ascensión. El equilibrio se establece cuando la fuerza ascendente equilibra el peso del flotador, o fuerza descendente.

Ventajas	Limitaciones
Bajo coste	No apto para altas presiones
Simplicidad	Debe ser montado verticalmente
Apto para caudales muy pequeños	Capacidad limitada para caudales muy altos
Caída de presión constante y muy pequeña	Las versiones estándar no disponen de sistemas de transmisión
Rango de caudal 10:1	Se deben utilizar solamente en fluidos limpios
Lectura lineal de caudal	La suciedad sobre el cristal dificulta la lectura

Tabla 15. Ventajas y limitaciones de los rotámetros.

2.7.3.5.5.1.4.- Medidores por desplazamiento positivo

Los medidores por desplazamiento positivo operan atrapando un volumen unitario y conocido de líquido (V_U), desplazándolo desde la entrada hasta la salida, y contando (N) el número de volúmenes desplazados en un tiempo determinado (t). Se conocen con el nombre genérico de contadores porque cuentan el volumen de líquido, independientemente del tiempo transcurrido. Si se desea obtener la medida en forma de caudal (Q), hay que incluir la unidad de tiempo, teniendo entonces:

$$Q = \frac{V_U \times N}{t}$$

Ecuación 1. Caudal de un medidor por desplazamiento positivo.

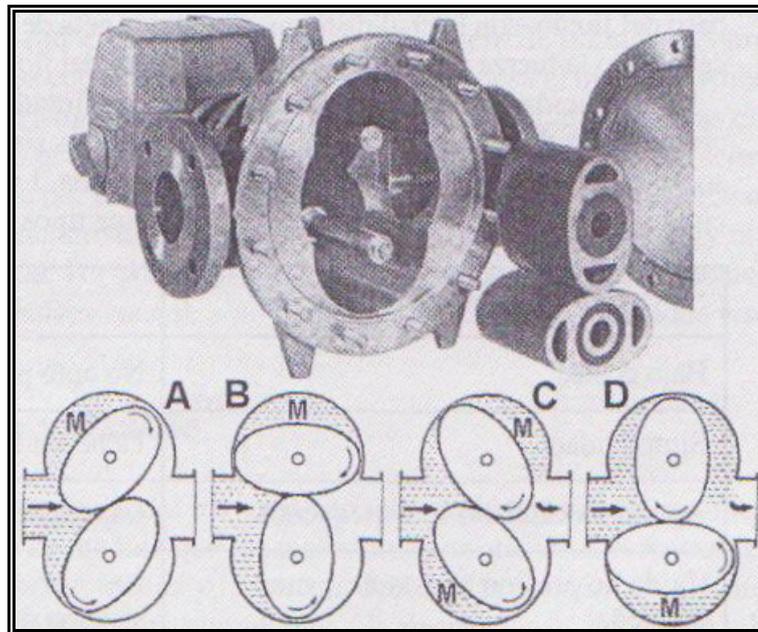


Fig. 43. Medidor por desplazamiento positivo.

Ventajas	Limitaciones
Buena exactitud y amplio rango de medida Muy buena repetibilidad Apto para fluidos con muy alta viscosidad, admitiendo grandes cambios en la misma Lectura local directa en unidades de volumen. La lectura se puede transmitir por medio de un sistema de pulsos No necesitan alimentación eléctrica Amplio rango de caudal	Caro, especialmente en grandes tamaños Alta pérdida de carga No apto para fluidos abrasivos o sucios. En este último caso necesitan un filtro previo Las partes móviles tienen muy poca tolerancia entre ellas para evitar fugas de líquido. Por tanto están expuestas a bloquearse Limitan el caudal de paso a través suyo Pueden dañarse por sobrevelocidad

Tabla 16. Ventajas y limitaciones de los medidores por desplazamiento positivo.

2.7.3.5.5.1.5.- Medidores másicos

Los medidores másicos están diseñados para medir directamente el caudal de fluido en unidades de masa, tal como kg/h, en lugar de medir el caudal en volumen, como m³/h. Fundamentalmente son de dos tipos:

- Medidores de volumen con corrección automática de densidad incorporada (Ejemplo: conjuntos de placa de orificio con medidas de presión y temperatura incorporadas en el propio conjunto).
- Medidores de masa directamente (Ejemplos: los del tipo momento angular y los basados en el efecto Coriolis).

Ventajas	Limitaciones
Muy buena exactitud	El conjunto es relativamente caro
Rango de medida muy amplio, 25:1	Pérdida de carga media
Lectura directa del cauda en unidades de masa sin necesidad de compensación	Generalmente no es utilizable para gases o vapor
Costes de mantenimiento reducidos	Costes de instalación altos
Salida lineal	No utilizable en tuberías de gran tamaño

Tabla 17. Ventajas y limitaciones de los medidores de caudal en masa.

2.7.3.5.5.1.6.- Medidas por presión diferencial

El método más ampliamente utilizado para la medida industrial de caudales es el que se realiza a partir de la presión diferencial. Existen varios tipos de elementos de medida basados en este principio, como son: placas de orificios con diversas formas, tubos Venturi, toberas, tubos Pitot, tubos Annubar, etc., aunque dentro de ellos los más utilizados son las placas de orificio. A su vez, dentro del grupo de placas de orificio, la más utilizada es la concéntrica con aristas vivas, como la que aparece en la Fig. 44, montada entre las bridas correspondientes.

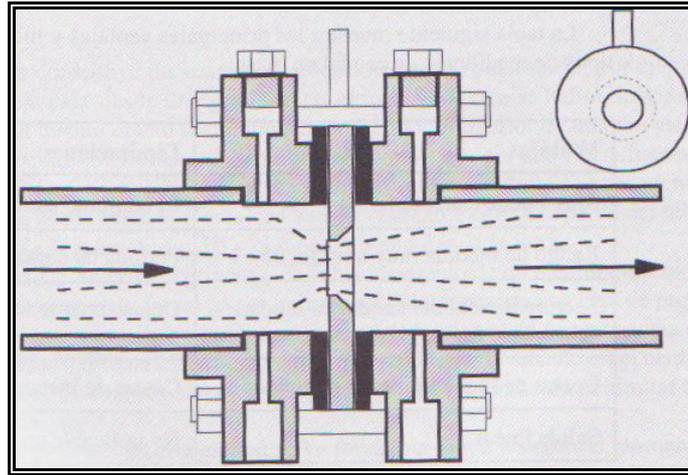


Fig. 44. Medidor de placa de orificio concéntrica con aristas vivas.

2.7.3.5.6.- TRANSDUCTORES DE NIVEL

Los transductores de nivel se utilizan para conocer el estado de llenado de depósitos de líquidos o sólidos en forma de polvo o granulados. Podemos distinguir dos tipos de detección de niveles:

- Detección de varios niveles de referencia mediante un número discreto de transductores todo o nada.
- Detección de tipo analógico, obteniendo una señal proporcional al nivel.

2.7.3.5.6.1.- TRANSDUCTORES TODO O NADA

Para líquidos es frecuente emplear flotadores con un contacto de mercurio o, si el líquido es conductor, su nivel puede medirse por contacto entre dos electrodos sumergidos en él. En otros casos se detecta diferencia de temperatura entre un electrodo sumergido o no.

Para el caso de sólidos o líquidos no conductores suelen emplearse métodos fotoeléctricos o detectores de proximidad capacitivos.

2.7.3.5.6.2.- TRANSDUCTORES POR PRESIÓN

Una de las formas de obtener una indicación analógica de nivel de líquidos consiste en medir la presión sobre el fondo del depósito que los contiene.

La diferencia de presiones entre el fondo y la superficie ($P_f - P_s$), es directamente proporcional al nivel (h) respecto a dicho fondo y al peso específico (ρ) del líquido:

$$P_f - P_s = \rho \cdot h$$

En tanques abiertos el nivel es aproximadamente proporcional a la presión absoluta, ya que los cambios de presión atmosférica suelen tener poca importancia, sobre todo si se trata de líquidos densos. Para tanques cerrados, en cambio, es imprescindible utilizar transductores de presión diferencial.

2.7.3.5.6.3.- TRANSDUCTORES POR FLOTADOR

El método más fiel para detectar el nivel de líquidos consiste en el empleo de un flotador solidario a un sistema de palancas y unido a un sensor de distancia o desplazamiento.

2.7.3.5.6.4.- TRANSDUCTORES ULTRASÓNICOS

El transductor emite un impulso de presión (ultrasonidos) que es reflejado por la superficie del material y recogido por un receptor colocado al lado del emisor. El tiempo total de ida y vuelta es proporcional a la distancia y a la densidad del medio (velocidad del sonido en el medio).

2.7.3.5.7.- ACCIONAMIENTOS

2.7.3.5.7.1.- CLASIFICACIÓN

El accionamiento es aquel dispositivo o subsistema que se encarga de regular la potencia de una planta o de un automatismo. El accionamiento puede estar bajo el control directo de la parte de mando o puede requerir algún preaccionamiento para amplificar la señal de mando.

La gama de posibles accionamientos que puede controlar un autómata programable es enormemente extensa y variada. Trataremos preferentemente los preaccionamientos y otras partes más directamente ligadas al control, tales como servomotores, servoválvulas, etc., que se pueden considerar como complementos del autómata en las funciones de regulación.

Dependiendo del tipo de energía empleada en el accionamiento podemos distinguir:

- Accionamientos eléctricos.
- Accionamientos hidráulicos.
- Accionamientos neumáticos.
- Accionamientos térmicos.

Dentro de cada uno de éstos, encontramos, a su vez, accionamientos de dos tipos:

- Accionamientos “todo o nada”.
- Accionamientos de tipo continuo.

2.7.3.5.7.2.- ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

2.7.3.5.7.2.1.- Relés y contactores

Los relés y contactores son dispositivos electromagnéticos que conectan o desconectan un circuito eléctrico de potencia al excitar un electroimán o bobina de mando. La diferencia entre relé y contactor está precisamente en la potencia que es capaz de seccionar cada uno. Los relés están previstos para accionar pequeñas potencias, generalmente inferiores a 1kW, mientras que los contactores pueden accionar grandes potencias (centenares de kilovatios).

Los relés se suelen emplear como etapa previa para accionar dispositivos más potentes como los propios contactores, electroválvulas u otros. El relé separa en general la parte de mando, que trabaja con tensiones y corrientes débiles, de la parte de potencia, con tensiones y corrientes más elevadas. Muchas etapas de salida de autómatas utilizan relés cuya bobina va gobernada directamente por los circuitos electrónicos y que aportan la ventaja de aislar eléctricamente el circuito electrónico de los contactos de utilización.

Las características más relevantes de relés y contactores son:

- Tensión de mando: Tensión de alimentación de la bobina de mando.
- Potencia de mando: Potencia necesaria para accionar la bobina de mando.
- Tensión de aislamiento, U_i : Tensión de prueba entre circuito de mando y contactos.
- Tensión de empleo, U_e : Tensión de trabajo de los contactos de potencia.
- Corriente térmica, I_{th} : Corriente máxima que pueden soportar los contactos una vez cerrados sin sobrepasar los límites de calentamiento. No debe confundirse con la corriente de empleo.
- Corriente de empleo, I_e : Es la corriente que el dispositivo es capaz de accionar e interrumpir para cada tensión de empleo y con carga resistiva.
- Poder de corte: Se define por la corriente que el relé es capaz de accionar e interrumpir para cada tipo de carga (inductiva, capacitiva, motores, etc.) y para un número de maniobras determinado.

2.7.3.5.7.2.2.- Servomotores de CC

Los servomotores de CC son pequeñas máquinas especialmente diseñadas para control de posicionamiento. Aunque el principio de funcionamiento es el de una máquina de continua convencional con excitación independiente, su forma constructiva está adaptada a obtener un comportamiento dinámico rápido y estable y un par de arranque importante.

2.7.3.5.7.2.3.- Servomotores de CA

Para accionamientos de cierta potencia, el motor de alterna presenta diversas ventajas frente al de continua, la principal de ellas la ausencia de colector y escobillas. Dentro de los motores de alterna podemos distinguir los asíncronos y los síncronos.

El motor asíncrono convencional no es apropiado para muchos servosistemas que requieran cierta precisión, a causa del deslizamiento y de la poca linealidad de las características par-velocidad. Se emplea, acompañado de variadores de frecuencia, para accionamientos de velocidad variable, donde gracias a un control en lazo cerrado pueden ser obtenidas precisiones aceptables.

No obstante, en sistemas de posicionamiento y pequeña potencia, los motores de alterna más utilizados son el síncrono y el de reluctancia, debido a la ausencia de deslizamiento. A ellos nos referimos habitualmente al hablar de servomotor de CA.

2.7.3.5.7.2.4.- Motores paso a paso

Los motores paso a paso no son más que motores de reluctancia, en general bifásicos, cuyo estator tiene una imantación permanente con objeto de obtener un par de retención a motor parado, incluso en ausencia de alimentación.

2.7.3.5.7.3.- ACCIONAMIENTOS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS

Los accionamientos hidráulicos y neumáticos se aplican de forma masiva en los automatismos industriales, gracias a su robustez y facilidad de control.

2.7.3.5.7.3.1.- Válvulas

Una válvula es un dispositivo que permite establecer o cortar la conexión hidráulica o neumática entre dos o más conductos o vías. En cualquier válvula hay que distinguir dos partes:

- Elemento de mando.
- Circuito de potencia.

El elemento de mando se encarga de conmutar la conexión hidráulica o neumática entre conductos del circuito de potencia. El mando puede ser de tipo eléctrico (electroimán), manual (pulsador), hidráulico o neumático. La muestra la forma constructiva de una válvula con mando eléctrico y manual de 2 vías y 2 posiciones.

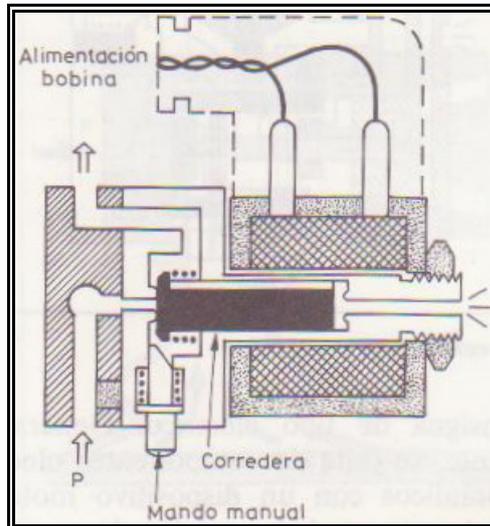


Fig. 45. Electroválvula de 2vías/2 posiciones.

Las válvulas suelen clasificarse atendiendo al número de posiciones distintas que permite el circuito de mando y al número de vías de entrada y/o salida del circuito de potencia en cada posición. Así, por ejemplo, una válvula 4/2 indica una válvula de 4 vías y 2 posiciones.

Las válvulas de 2 posiciones pueden clasificarse, además, en monoestables o biestables. Las primeras tienden, en ausencia de mando, a una posición fija de reposo (generalmente obligadas por un muelle). Las biestables y en ausencia de mando, pueden permanecer en cualquiera de las dos posiciones (permanecen en la última posición que les ha llevado el mando).

2.7.3.5.7.3.2.- Servoválvulas

El nombre de servoválvula o válvula proporcional se suele dar a una válvula que es capaz no sólo de abrir o cerrar un circuito hidráulico o neumático, sino de regular la presión o el caudal a través de un determinado conducto siguiendo una cierta magnitud de consigna de tipo eléctrico. Generalmente, se trata de componentes oleohidráulicos con un dispositivo motorizado que regula la posición de un pistón de tipo cónico, un obturador de tipo rotativo o un distribuidor.

Para el autómata programable, la servoválvula es un elemento analógico que se gobierna a través de una señal continua entre 0 y 10V o de 4 a 20mA, o a través de una señal digital, si la válvula lleva incorporado su propio control. La mayoría de servoválvulas suelen llevar, además, algún tipo de sensor de posición que permite mantener su posición mediante un servo en lazo cerrado.

2.7.3.5.7.3.3.- Bombas y motores hidráulicos

En realidad las bombas y motores oleohidráulicos son una misma máquina, cambiando únicamente el sentido de transferencia de la energía.

Como elementos periféricos de los autómatas, lo único que nos interesa es que las bombas suelen accionarse a través de motores eléctricos de CA regulados mediante ondulatorios a frecuencia y tensión variables. En la actualidad, muchos de estos reguladores se construyen con un microprocesador de control y admiten órdenes del autómata a través de un sistema de conmutación digital.

Lo más frecuente es que las bombas sean de tipo centrífugo, con un par creciente con la velocidad. En consecuencia, ofrecen relativa facilidad para ser reguladas.

En cuanto a los motores hidráulicos, éstos tienen poca relación directa con el mundo de los autómatas, siendo, en general, controlados por otros dispositivos hidráulicos o neumáticos.

2.7.3.6.- REDES DE SENSORES-ACTUADORES

2.7.3.6.1.- CONCEPTOS GENERALES

Bajo la denominación de redes de sensores-actuadores se agrupan las redes o buses de campo diseñados con el objetivo específico de intercomunicar los sistemas electrónicos de control con los dispositivos de campo conectados al proceso. Este tipo de redes funcionan en aplicaciones de tiempo real estricto en una pequeña zona de la planta (típicamente una máquina o una célula) y se suelen utilizar, por ejemplo, para comunicar los autómatas programables con los dispositivos sensores y/o actuadores del sistema. Por ello, los fabricantes de estas redes las suelen denominar de periferia distribuida (Distributed periphery).

Han sido numerosos los fabricantes de sistemas de control que han desarrollado redes de sensores y actuadores, que se diferencian en algunos aspectos funcionales tales como:

- La posibilidad de disponer de uno o más nodos principales (master) en la red.
- La comunicación de datos de sensores y actuadores todo/nada.
- La capacidad de diagnóstico y/o parametrización de los sensores y actuadores.

Es frecuente, además, que los fabricantes de este tipo de redes traten de normalizar el intercambio de información con los dispositivos de uso más frecuente en las aplicaciones industriales mediante los denominados perfiles de comunicación (Communication Profiles). Un perfil de comunicación es una información digital que define las características funcionales de cada tipo de módulo conectable a la red. El objetivo del perfil es facilitar el diseño asistido por computador de las instalaciones automatizadas mediante redes de sensores-actuadores.

De acuerdo con ello, y aunque resulta difícil determinar con exactitud los límites, los autores proponen clasificar las redes de sensores y actuadores, de acuerdo con su capacidad funcional, en dos subgrupos que se estudian a continuación.

2.7.3.6.2.- REDES DE SENSORES-ACTUADORES DE CAPACIDAD FUNCIONAL LIMITADA

Se entiende por redes de sensores-actuadores de capacidad funcional limitada las que están diseñadas para integrar principalmente dispositivos todo/nada, como por ejemplo finales de carrera, fotocélulas, relés, contactores, electroválvulas, etc. se caracterizan también por tener, en general, un único nodo principal. Como ejemplo de este tipo de redes se puede citar la red AS-i, que es un bus de campo que esencialmente permite la conexión de sensores y actuadores del tipo todo/nada.

2.7.3.6.3.- REDES DE SENSORES-ACTUADORES DE ELEVADA CAPACIDAD FUNCIONAL

Se entiende por redes de sensores-actuadores de elevada capacidad funcional las que disponen de una capa de enlace adecuada para el envío eficiente de bloques de datos de mayor tamaño que en el caso anterior. Los mensajes que circulan por estas redes permiten que, mediante ellas, se puedan configurar, calibrar e incluso programar sensores de medida (como, por ejemplo, codificadores absolutos, sensores de temperatura, presión, caudal, etc.) y/o actuadores inteligentes (como, por ejemplo, variadores de velocidad de motores de corriente alterna, servoválvulas, etc.) además de los todo/nada. Son redes capaces por lo tanto de comunicar, de forma eficiente y con bajo coste, los sistemas electrónicos de control, como por ejemplo los autómatas programables, con dispositivos de campo (Field Devices) más complejos e inteligentes que los sensores todo/nada. Son ejemplos de redes de sensores-actuadores de alta capacidad funcional:

- La red InterBus-S, desarrollada por la empresa alemana Phoenix/Contact.

- La red DeviceNet, desarrollada inicialmente por RockWell, que utiliza la capa física y de enlace de la red CAN y les añade una capa de aplicación orientada a objetos.
- La red PROFIBUS-DP, que es una red perteneciente a la familia PROFIBUS, que está específicamente orientada a la comunicación de los sistemas electrónicos de control con todos los distintos tipos de dispositivos de campo.

2.7.3.6.4.- RED AS-i DE SENSORES ACTUADORES

La red o bus de campo AS-i (Actuator Sensor-Interface) es una red de sensores-actuadores (dispositivos de campo) de funcionalidad limitada y bajo coste cuya primera versión (Versión 1.0) permite la conexión, mediante un único canal de comunicación, de un sistema electrónico de control (Autómata Programable, Control Numérico, Computador Industrial, etc.) y un máximo de 31 nodos que constituyen procesadores de comunicaciones, a cada uno de los cuales se pueden conectar, como máximo, 4 sensores y 4 actuadores todo/nada (on/off).

Su diseño fue realizado por once fabricantes de sensores, actuadores y sistemas electrónicos de control, y dio como resultado un bus de campo normalizado por el Comité Europeo de Normalización bajo la denominación EN 50295. Son ejemplos de aplicaciones industriales en las que la red AS-i resulta especialmente indicada los sistemas de transporte, manutención, embalaje, ensamblaje, mecanizado, ventilación, climatización, aparcamiento, alumbrado, etc.

En la Fig. 46 se representa el diagrama de bloques de una red AS-i. El sistema electrónico de control se conecta al canal de comunicación AS-i mediante un procesador de comunicaciones denominado principal (master) porque soporta el control de la comunicación. El conjunto formado por el sistema electrónico de control y el procesador de comunicaciones principal recibe el nombre de estación o módulo principal. Los dispositivos de campo se conectan al canal de comunicaciones a través de procesadores de comunicaciones que reciben el nombre de subordinados (slaves) porque solamente responden a las órdenes que les envía el procesador principal.

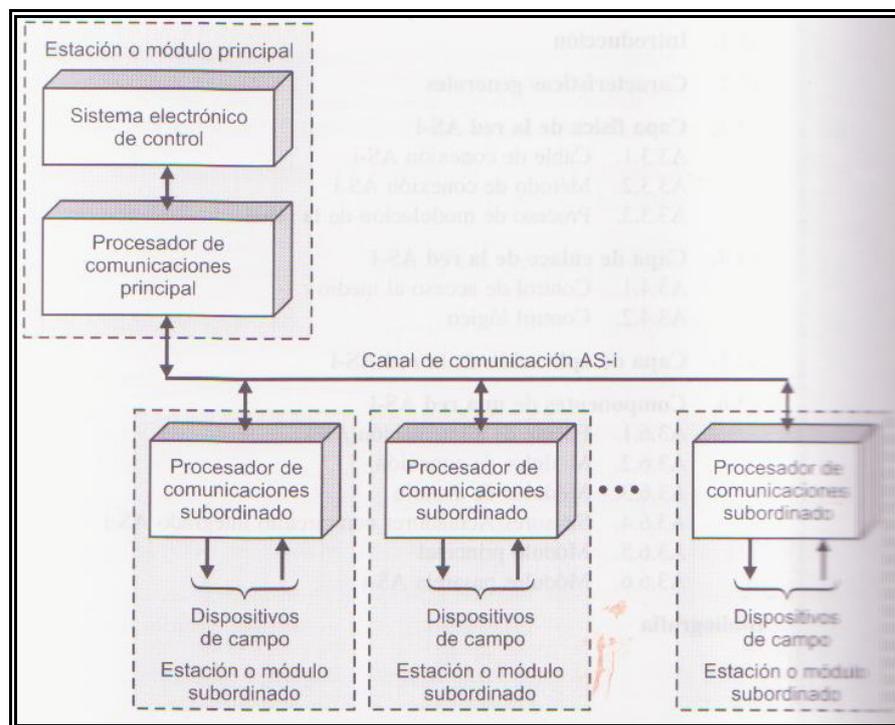


Fig. 46. Diagrama de bloques de una red AS-i.

En la Fig. 47 se representa un ejemplo de red AS-i real. El conjunto formado por un procesador de comunicaciones subordinado y los sensores conectados a él se denomina estación o módulo subordinado.

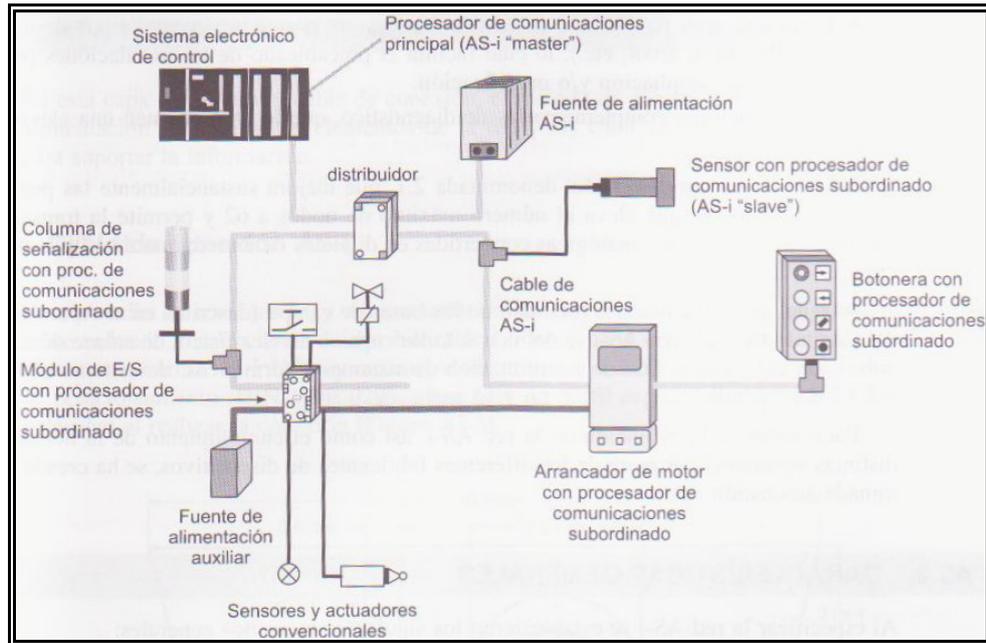


Fig. 47. Ejemplo real de red AS-i.

La distancia máxima de una red AS-i es de 100 metros, pero se pueden alcanzar distancias de 300 metros aproximadamente mediante elementos amplificadores de señal denominados repetidores AS-i.

Además de las funciones de comunicación, la red AS-i proporciona, a través de un único cable de dos hilos, alimentación a los sensores y actuadores de bajo consumo.

Las principales características de la red AS-i son las siguientes:

- Garantiza un ciclo de exploración de los sensores-actuadores todo-nada conectados a todos los nodos de la red cuya duración está limitada y depende del número de nodos. Su valor máximo es de 5m, en la versión 1.0, cuando está conectado el número máximo de 31 nodos, y es de 2m, por ejemplo, en una red de 12 nodos.
- Reduce al mínimo el cableado necesario para conectar un Autómata Programable con los dispositivos de campo del proceso.
- Es fácil de instalar, porque no necesita programas de configuración, y dispone de un método rápido de conexión de los nodos.

- Está normalizada tanto a nivel eléctrico como mecánico, lo que garantiza la modularidad y la intercambiabilidad de los productos.
- Sus nodos se pueden implementar con un elevado nivel de sellado IP67, lo que permite su instalación a pie de máquina (sin necesidad de protección adicional).
- Tiene una gran flexibilidad de instalación porque permite diferentes tipos de topologías (estrella, línea, árbol, etc.), lo cual facilita el precableado de las instalaciones por zonas, así como su ampliación y/o modificación.
- Posee funciones complementarias de diagnóstico, que le proporcionan una elevada fiabilidad.

Existe ya una nueva versión, denominada 2.1, que mejora sustancialmente las prestaciones de la versión 1.0 porque eleva el número máximo de nodos a 62 y permite la transmisión de información de variables analógicas convertidas en digitales de un máximo de 12 bits de resolución.

Al igual que en la práctica totalidad de los buses de campo, en la red AS-i se definen sólo las capas o niveles físicos, de enlace de datos y de aplicación del modelo OSI de interconexión de sistemas informáticos.

Para controlar la evolución de la red AS-i, así como el cumplimiento de la norma (en sus distintas versiones) por parte de los diferentes fabricantes de dispositivos, se ha creado la denominada asociación AS-i.

2.7.3.6.4.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Al especificar la red AS-i se establecieron los siguientes requisitos generales:

- Comunicación mediante sondeo periódico (Cyclical polling), entre un sistema electrónico de control y un conjunto limitado de dispositivos de campo del tipo todo/nada.

- Valor máximo del periodo de comunicación de 5ms aproximadamente (que es el tiempo de ciclo típico de un Autómata Programable).
- Canal de comunicación compartido entre las señales de información y la aportación de energía a los dispositivos de campo.
- Protocolo y velocidades de comunicación que proporcionen un comportamiento fiable ante perturbaciones electromagnéticas.
- Facilidad de instalación, configuración y programación por personal no especializado en tecnologías de la información.

Para el envío conjunto de datos y energía por el mismo cable, la red AS-i utiliza un tipo de modulación creada especialmente al efecto, que se denomina APM (Alternating Pulse Modulation). La velocidad de transmisión y el número máximo de nodos de la red AS-i están condicionados por los requisitos relativos a la fiabilidad frente a perturbaciones electromagnéticas y el valor máximo del periodo de comunicación especificado.

Para realizar la comunicación, mediante sondeo periódico, entre el sistema electrónico de control y los dispositivos de campo, la red AS-i utiliza un mecanismo de acceso al medio del tipo principal/subordinado (master/slave), en el cual el módulo principal (master) consulta periódicamente a los módulos subordinados (slaves) presentes en la red. Estos últimos únicamente acceden al medio como respuesta a una consulta por parte del principal.

2.7.3.6.4.2.- COMPONENTES DE UNA RED AS-I

2.7.3.6.4.2.1.- Fuente de alimentación AS-i

La energía que se debe suministrar a los módulos subordinados de una red AS-i, así como los sensores y actuadores de bajo consumo conectados a ellos, se proporciona mediante el cable AS-i amarillo, a través del cual se realiza también la transferencia de información. La transmisión conjunta de datos y energía hace necesario que la fuente de alimentación disponga de un circuito de desacoplo que tenga una elevada impedancia en la banda de frecuencia utilizada para transmitir la información.

La fuente de alimentación AS-i, que puede conectarse en cualquier punto del cable de red, genera una tensión de $30V_{CC}$ sin conexión a tierra y ha de estar protegida contra sobretensiones, cortocircuitos y sobrecargas.

2.7.3.6.4.2.2.- Módulos de conexión

Los módulos de conexión o acoplamiento son las bases a las que se conectan los módulos subordinados (también denominados módulos electrónicos de usuario o módulos de entrada/salida). Su misión principal es el establecimiento de la conexión de estos últimos con el cable AS-i amarillo y, opcionalmente, con los cables de alimentación auxiliar. Los módulos de conexión se montan sobre un perfil o carril simétrico normalizado, por abroche o atornillado sobre el mismo.

Existen módulos de conexión mediante perforación del aislamiento para el cable plano AS-i. Para la conexión de cable redondo convencional, existen módulos de bornes con tornillo y prensaestopas del tipo “Pg”. También se dispone de módulos que permiten la conexión, por ejemplo, de una fuente de alimentación externa.

2.7.3.6.4.2.3.- Módulos de usuario

Cada módulo de usuario o subordinado contiene los circuitos electrónicos de un procesador de comunicaciones subordinado necesario para poder conectar los sensores y actuadores estándar a la red. La norma AS-i define, por ejemplo, una configuración electromecánica de módulo de usuario, de tamaño $45 \times 45 \times 80$ mm, que posee un grado de sellado IP67 y permite la conexión de un máximo de cuatro sensores/actuadores todo/nada a través de conectores hembra de métrica M12 dispuestos en la parte superior del mismo. Dentro de estos módulos, los fabricantes pueden colocar un circuito electrónico que permite la conexión al bus AS-i de las diferentes combinaciones de sensores y actuadores todo/nada.

Algunos fabricantes también comercializan módulos de usuario con nivel de protección IP20 y conexionado mediante bornes con tornillo para su empleo en armarios.

En los módulos subordinados, además de los sensores y actuadores todo/nada, se conecta también el cable AS-i y la alimentación eléctrica auxiliar, a través de bornes de tornillo o mediante conectores emparejados con los del módulo de conexión.

El procesador de comunicaciones subordinado del módulo de usuario está realizado en un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, acrónimo de Application Specific Integrated Circuit), denominado genéricamente Chip AS-i, al que se pueden conectar un máximo de 4 sensores y 4 actuadores todo/nada.

En el interior del Chip AS-i, o conectada a él, debe existir una memoria no volátil EEPROM, de un mínimo de 5 bits de capacidad, en la que se almacena la dirección de módulo subordinado correspondiente. A esta dirección el fabricante le asigna el valor "0", y es el usuario el que debe modificar su valor al integrar dicho módulo en una red AS-i. Dicha modificación se realiza mediante una orden de asignación de dirección, que puede ser enviada al módulo subordinado por el sistema electrónico de control conectado al procesador principal o por un sistema especializado de diagnóstico y direccionamiento.

De acuerdo con las especificaciones de la norma AS-i, el Chip AS-i también incluye 4 bits de memoria para el parámetro.

2.7.3.6.4.2.4.- Sensores/Actuadores con circuito integrado AS-i

Se comercializan también sensores y actuadores inteligentes que además del circuito electrónico correspondiente a la función que realizan, incorporan en su interior el circuito integrado (ASIC) AS-i que implementa las funciones de comunicación de un procesador subordinado, para conectarlos directamente a la red. Entre ellos cabe citar sensores inductivos, finales de carrera, sensores ultrasónicos, botoneras, columnas de señalización, arrancadores de motores, etc.

2.7.3.6.4.2.5.- Módulo principal

El módulo principal (AS-i master) contiene un procesador de comunicaciones principal encargado de controlar todas las comunicaciones que se realizan a través del cable AS-i con los módulos subordinados (AS-i slaves). Además, realiza funciones de diagnóstico, como por ejemplo la detección de fallos en módulos subordinados y la detección de falta de alimentación en el bus AS-i, y de configuración, como por ejemplo la parametrización de los sensores y actuadores, etc.

Cada fabricante comercializa versiones específicas del módulo principal para sus equipos electrónicos de control (PLC's, Sistemas de Control Numérico, Robots, Computadores Industriales, etc.).

2.7.3.6.4.2.6.- Módulos Pasarela AS-i

En muchas instalaciones es interesante combinar una red AS-i con otros tipos de redes, como por ejemplo PROFIBUS, Interbus, FIPIO, Ethernet, etc. Para ello, se comercializan módulos principales que incorporan los circuitos electrónicos adecuados para convertir la red AS-i en un simple nudo de comunicaciones que realiza las funciones de pasarela (gateway) entre la red AS-i y otra red de control o datos jerárquicamente superior. Ejemplos típicos de este tipo de soluciones son las pasarelas AS-i/PROFIBUS, AS-i/Interbus, AS-i/FIPIO y AS-i/Ethernet.

2.7.3.7.- BLENDING

El blending, o mezcla de productos, es una aplicación de control que utiliza la técnica de control de relación de forma múltiple para realizar una mezcla con varios componentes, tal como muestra de forma simplificada la Fig. 48.

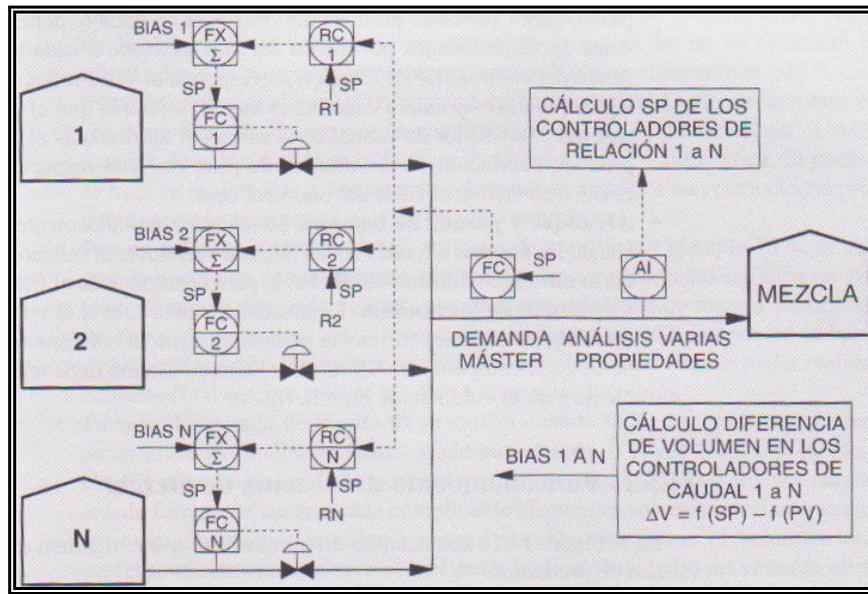


Fig. 48. Sistema de control de blending.

Donde:

SP = Punto de Consigna (Set Point).

PV = Variable del Proceso.

FC = Controlador de Caudal.

FX = Relación caudal parcial a caudal total.

RC = Controlador de Restricción.

AI = Instrumento de análisis.

R = Restricción.

Bías = Es el desplazamiento de una medida con respecto al valor verdadero. En un sistema de control es un valor constante a sumar algebraicamente a una variable de entrada o de salida.

Sólo se va a mencionar el comportamiento del sistema tratado como control de relación. Por tanto, los puntos de consigna de cada componente se fijan en función de valores obtenidos por simulación u optimización OFF LINE. Existen sistemas en los que se puede realizar optimización ON LINE, en cuyo caso los puntos de consigna se van adaptando a valores calculados en función de las composiciones deseadas, por ejemplo graduación alcohólica, densidad, pH, color, etc. Dada la problemática asociada al factor servicio de los analizadores en línea, este sistema tiene una utilización limitada. De forma simple, factor servicio es el tanto por ciento del tiempo que el analizador se encuentra funcionando y disponible para efectuar control automático.

Algunas de las particularidades del blending son:

- **Velocidad de mezcla.** Corresponde al punto de consigna fijado en el controlador máster de caudal situado en la línea común (Blender), donde se unen todos los componentes. Se fija en unidades de caudal, por ejemplo m^3/h . a veces se conoce como demanda máster.
- **Volumen de mezcla.** Es la cantidad total de producto que se desea obtener en la mezcla. Se fija en unidades de volumen, por ejemplo m^3 .
- **Relaciones parciales de componentes.** Se deben calcular dos volúmenes, correspondientes a los puntos de consigna de cada componente (teórico), y a las medidas de caudal de paso (real). Cuando se produce desviación entre ellos se deben corregir los caudales correspondientes por medio del bias asociado a cada lazo. Realmente la salida del controlador de relación corresponde a cada componente, mientras que el punto de consigna real del controlador de caudal es la suma del teórico más el bias añadido, si se produce desviación en el volumen de paso real con respecto al teórico. Si no existe desviación, el valor del bias será cero.
- **Arranque y para de bombas.** Se realiza automáticamente la puesta en marcha de las bombas situadas en las líneas de producto al mismo tiempo que se inicia la mezcla. Asimismo, se efectúa la parada automática al final de la mezcla.

- **Capacidad de los tanques.** La mezcla se inicia sólo si el volumen existente en los tanques origen es suficiente para suministrar el correspondiente a la demanda de cada componente. Asimismo el tanque destino debe tener capacidad suficiente para el volumen de mezcla fijado.

2.7.3.7.1.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MEZCLA

En la Fig. 49 aparecen las diferentes fases que componen el desarrollo de una mezcla de productos.

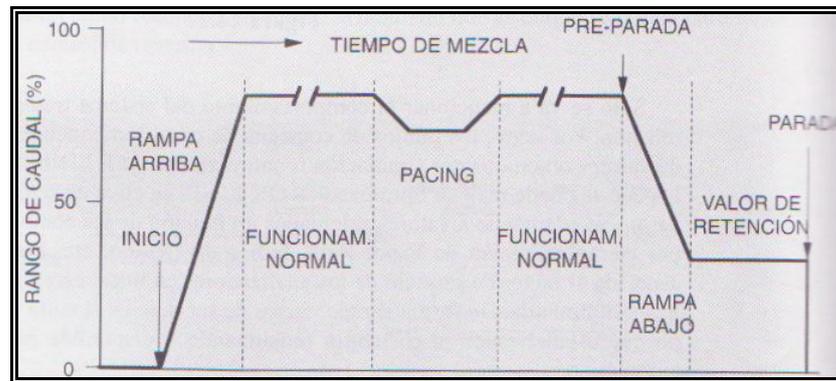


Fig. 49. Fases de la mezcla de productos.

- **Inicio.** La velocidad de mezcla se inicia en cero y va aumentando hasta alcanzar su valor de referencia fijado en el pinto de consigna del controlador máster de caudal. El tiempo hasta alcanzar el punto de consigna está destinado al sistema de rampa ascendente de caudal.
- **Funcionamiento normal.** Una vez alcanzada la velocidad de mezcla, o demanda máster, el caudal permanece en ese valor mientras no ocurra ninguna incidencia.

- **Pacing.** Durante el tiempo que permanece la velocidad de mezcla en su valor de referencia se puede presentar una condición de pacing. Generalmente esta condición se asocia a la posición de válvula de los diferentes componentes, de forma que si alguna de ellas alcanza un valor próximo al 100% es necesario reducir la velocidad de mezcla deseada porque el componente cuya válvula ha alcanzado el 100% está fuera de control y el caudal de paso no corresponderá al fijado en su punto de consigna. Cuando desaparece la condición de pacing se puede volver al valor anterior de velocidad de mezcla, bien de forma manual o automática. El pacing se trata en realidad de acompasar la velocidad de mezcla a las restricciones producidas por la apertura de válvulas de los componentes.
- **Pre-parada.** A un cierto valor de volumen de mezcla, por ejemplo 95%, se llega a la condición conocida como Pre-parada. En este momento se inicia un sistema de rampa descendente hasta alcanzar una velocidad de mezcla denominada valor de retención, en el cual permanecen todos los componentes hasta finalizar la mezcla. Realmente se trata de frenar la velocidad para poder realizar el ajuste final de cada uno de los componentes de la mezcla.
- **Parada.** La parada de la mezcla se realiza cuando todos los componentes han alcanzado su volumen prefijado. Dado que se conoce el volumen total de mezcla y la relación de cada componente también se conocen los volúmenes parciales, de forma que cuando cada componente alcanza su volumen prefijado se cierra automáticamente la válvula automática. De esta forma el volumen total corresponde exactamente con el prefijado. Lógicamente todas las válvulas no se cierran al mismo tiempo, sino que lo hacen en función de cuando se alcance el volumen de cada componente.

2.7.4.- ANÁLISIS DEL VINO

2.7.4.1.- RAZONES PARA EL ANÁLISIS

Las técnicas analíticas son necesarias para comprobar que los vinos producidos cumplen con las especificaciones de la D.O. y del cliente, además, en función de estos datos, se podrán realizar modificaciones en el producto obtenido reguladas por el control del sistema.

Otras razones por las que se debe realizar análisis de las uvas y del vino son:

- Control de calidad: madurez, procesamiento y envejecimiento.
- Reducción del avinagramiento y mejora del proceso.
- Mezcla: análisis precisos conducentes a mezclas mejor definidas.
- Certificado de exportación.
- Requerimientos legales generales.

2.7.4.2.- COMPONENTES ANÁLITICOS COMUNES

Los componentes del vino y del mosto se pueden dividir en clases que se analizan durante el proceso de producción. Los sólidos solubles, o “azúcar” en el momento de la vendimia, no constituyen en absoluto una verdadera medida del azúcar, sino más bien un índice de refracción o medición densiométrica de los sólidos de la uva que se supone son principalmente azúcares, lo cual es útil, en general, para las necesidades prácticas de la industria. El análisis de la glucosa y la fructosa se usa para determinar la fermentabilidad de un vino. El extracto libre de azúcar se determina a efectos de exportación.

La acidez del vino se suele expresar como acidez total, o, más correctamente, como acidez titulable. La acidez volátil (casi exclusivamente ácido acético) se determina como medida del avinagramiento. El pH del vino es quizás su parámetro analítico más importante debido a su implicación en las características sensoriales y en varias formas de estabilidad. Los ácidos individuales del vino de interés para el analista incluyen los ácidos tartárico, málico y trazas de cítrico, presentes en las uvas y el zumo antes de la fermentación, y los ácidos tartárico, málico, láctico, acético, cítrico, succínico, y trazas de otros ácidos orgánicos en el vino acabado.

Componentes del vino y del mosto

Sólidos solubles: "azúcar", extracto, glucosa y fructosa.

Acidez: total, volátil, pH, ácidos individuales.

Alcoholes: etanol, metanol, aceites fúsel, glicerol.

Compuestos carbonilos: acetaldehído, HMF, diacetilo.

Ésteres: acetato de etilo, antranilato de metilo.

Compuestos nitrogenados: NH₃, aminoácidos, aminas, proteínas.

Compuestos fenólicos: totales, fracciones fenólicas incluyendo antocianinas.

Adiciones químicas: SO₂, ácidos sórbico y benzoico, sustancias ilegales.

Otros: metales comunes y metales traza, oxígeno, CO₂, fluoruro.

Tabla 18. Componentes del vino y del mosto.

El etanol es obviamente el alcohol de mayor importancia en la industria del vino. No sólo determina su cuerpo e influye en su sabor, sino que también afecta a los impuestos que recaen sobre el. Otros alcoholes de interés son metanol, glicerol y varios aceites fúsel.

Conservantes químicos añadidos a menudo a los vinos son el dióxido de azufre y los ácidos sórbico y benzoico. El último se controla por medio de cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC).

Durante el proceso de elaboración del vino se controla la cantidad de oxígeno para prevenir los problemas oxidativos que se pueden producir cuando dicha cantidad es alta.

2.7.4.3.- TÉCNICAS ANALÍTICAS

Muchas bodegas y laboratorios disponen de capacidades analíticas:

NOMENCLATURA	NOMBRE	SUSTANCIAS MEDIDAS
Ebullómetro		alcohol
HPLC	cromatografía líquida de alto rendimiento	ácidos, azúcares, fenoles, metabolitos microbianos
AA	absorción atómica	Cu, Fe, Ca, K, otros metales traza incluyendo Pb
GC	cromatografía de gas	etanol, metanol, alcoholes superiores, ésteres, DEG
GC/MS	cromatografía de gas y espectrometría de masas	carbamato de etilo, procimidona, sulfuros, 2,4,6-TCA, residuos de pesticidas, contaminación, 4-etil-fenol
NIR	espectroscopia cercana al infrarrojo	etanol, "azúcar residual"

Tabla 19. Técnicas analíticas y aplicaciones actuales.

Las técnicas analíticas empleadas en el análisis del vino están controladas por el REGLAMENTO (CEE) N° 2676/90 DE LA COMISIÓN de 17 de septiembre de 1990 por el que se determinan los métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector del vino.

El artículo 3 de este reglamento dice:

“Se admitirán métodos de análisis automatizados, bajo la responsabilidad del director de laboratorio, a condición de que la exactitud, la repetibilidad y la reproductibilidad de los resultados sean por lo menos equivalentes a las de los obtenidos mediante los métodos de análisis que figuran en el Anexo.

En caso de litigio, los métodos que figuran en el Anexo no podrán ser sustituidos por los métodos automatizados.”

Esto consta también en el prólogo del reglamento, así como que se utilizarán las definiciones de la OIV:

“Considerando que es pertinente seleccionar, en la medida de lo posible, aquellos métodos que gocen de reconocimiento general, como los desarrollados en el marco del Convenio internacional de 1954 para la unificación de los métodos de análisis y evaluación de vinos, publicados por la Oficina Internacional de la Viña y el Vino en la Recopilación de métodos internacionales de análisis de vinos;...”

“Considerando que, para garantizar que los resultados obtenidos en aplicación de los métodos de análisis mencionados en el artículo 74 del Reglamento (CEE) no 822/87 son comparables, es conveniente atenerse, respecto a la repetibilidad y reproductibilidad de esos resultados, a las definiciones de la Oficina Internacional de la Viña y el Vino;

Considerando que, a fin de tener en cuenta el progreso científico, por un lado, y el material técnico de los laboratorios oficiales, por otro, y para que el trabajo de estos laboratorios resulte más eficaz y rentable, procede permitir la aplicación de métodos de análisis automatizados en determinadas condiciones; que es importante precisar que en caso de litigio los métodos automatizados no podrán reemplazar a los de referencia ni a los usuales;...”

Basándonos en esto, todas las técnicas y procedimientos que a continuación presentamos tienen un carácter informativo para la realización del proceso del que se hace referencia en este proyecto, ya que en función de estas medidas se deberán modificar los parámetros de control y producción del proceso para que se cumplan los requisitos legales, de la D.O. de Jerez y los especificados por cada cliente en cuestión.

Sin embargo, estas técnicas podrán ser modificadas si fuese necesario para garantizar el cumplimiento de los requisitos anteriormente mencionados o para mejorar el control y eficacia del proceso.

2.7.4.4.- SUSTANCIAS Y PROPIEDADES ANALIZABLES

2.7.4.4.1.- MASA VOLÚMICA Y DENSIDAD RELATIVA A 20°C

2.7.4.4.1.1.- DEFINICIONES

La masa volúmica es el cociente de la masa de un determinado volumen de vino o mosto a 20°C por ese volumen. Se expresa en gramos por mililitro y su símbolo es ρ' 20°C.

La densidad relativa a 20°C o densidad 20°C/20°C es la relación, expresada en número decimal, entre la masa de un cierto volumen de vino o de mosto a 20°C y la masa del mismo volumen de agua a la misma temperatura. Su símbolo es $d_{20^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}}$.

2.7.4.4.1.2.- FUNDAMENTO DE LOS MÉTODOS

La masa volúmica y la densidad relativa a 20°C se determinan en la muestra de ensayo:

- bien por picnometría: método de referencia,
- bien por areometría o densimetría con balanza hidrostática: métodos usuales.

Nota: En determinaciones muy precisas, debe corregirse la acción del dióxido de azufre sobre la masa volúmica:

$$\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \rho'_{20^{\circ}\text{C}} - 0.006 \cdot S,$$

$$\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \text{masa volúmica corregida},$$

$$\rho'_{20^{\circ}\text{C}} = \text{masa volúmica observada},$$

$$S = \text{dióxido de azufre total en g/L}.$$

2.7.4.4.1.3.- TRATAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA

Si el vino o el mosto contienen cantidades importantes de dióxido de carbono, eliminar la mayor cantidad posible agitando 250mL de vino en un erlenmeyer 1.000mL o filtrando a baja presión sobre 2g de algodón colocado en un soporte.

2.7.4.4.1.4.- MÉTODO DE REFERENCIA

2.7.4.4.1.4.1.- Material

Material corriente de laboratorio, y en particular:

- Picnómetro, de vidrio pirex, con una capacidad de 100mL aproximadamente y termómetro móvil con esmerilado, graduado en décimas de grado, de 10° a 30°C. Este termómetro debe estar contrastado.

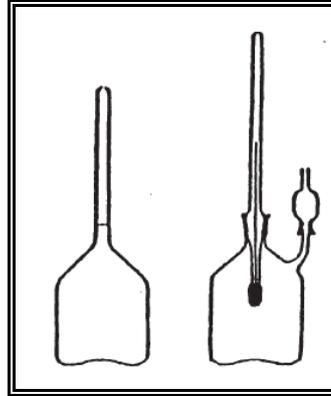


Fig. 50. Picnómetro y su frasco tara.

- Este picnómetro consta de un tubo lateral de 25mm de longitud y 1mm, como máximo, de diámetro interior, terminado en una parte cónica esmerilada. El tubo lateral puede estar cubierto por un “tapón receptor” constituido por un tubo cónico esmerilado terminado en una parte afilada. Dicho tapón sirve de cámara de dilatación.
- Las dos partes esmeriladas del aparato deben estar realizadas con gran cuidado.
- Frasco tara, del mismo volumen exterior (con una aproximación de 1mL) que el picnómetro y de masa igual a la del picnómetro lleno de líquido de densidad 1,01 (solución al 2 % (m/v) de cloruro sódico).
- Recipiente termostataado que se ajuste exactamente al cuerpo del picnómetro.
- Balanza de dos platos de una capacidad de 300g por lo menos y una sensibilidad de una décima de miligramo, o balanza monoplato de una capacidad de 200g por lo menos y una sensibilidad de una décima de miligramo.

2.7.4.4.1.4.2.- Calibrado del picnómetro

El calibrado del picnómetro supone la determinación de las características siguientes:

- la tara en vacío,
- el volumen a 20°C,
- la masa del agua a 20°C.

2.7.4.4.1.4.2.1.- Utilización de una balanza de dos platos

Poner el frasco tara en el plato izquierdo de la balanza y el picnómetro limpio, seco y con su “tapón receptor” en el plato derecho, equilibrar colocando al lado del picnómetro masas conocidas de p gramos.

Llenar con cuidado el picnómetro con agua destilada a temperatura ambiente y colocar el termómetro; secar cuidadosamente el picnómetro y colocarlo dentro del recipiente termostatado; agitar por inversión hasta que el termómetro señale una temperatura constante.

Enrasar exactamente hasta el borde superior del tubo lateral. Secar dicho tubo, colocar el tapón receptor; leer la temperatura t°C con cuidado y, en su caso, corregir la inexactitud de la escala del termómetro. Pesarse el picnómetro lleno de agua; se denominará p' a la masa en gramos con la que se consigue el equilibrio.

Cálculos:

Tara del picnómetro vacío:

$$\text{Tara en vacío} = p + m$$

m = masa de aire contenida en el picnómetro

$$m = 0,0012 (p - p')$$

Volumen a 20°C:

$$V_{20^{\circ}\text{C}} = (p + m - p') \cdot F_t$$

F_t = factor tomado de la Tabla 20 para la temperatura t°C

V_{20°C} debe conocerse con una aproximación de ± 0,001mL

Masa de agua a 20°C:

$$M_{20^{\circ}\text{C}} \cdot V_{20^{\circ}\text{C}} \cdot 0,998203$$

0,998203 = masa volúmica del agua a 20°C

2.7.4.4.1.4.2.2.- Utilización de una balanza monoplato

Determinar:

- la masa del picnómetro limpio y seco: P,
- la masa del picnómetro lleno de agua a t°C: P₁, siguiendo las indicaciones que figuran en 2.7.4.4.1.4.2.1.-,
- la masa del frasco tara T₀.

Cálculos:

Tara del picnómetro vacío:

$$\text{Tara en vacío} = P - m$$

m = masa de aire contenida en el picnómetro

$$m = 0,0012 (P_1 - P)$$

Volumen a 20°C:

$$V_{20^{\circ}\text{C}} = [P_1 - (P - m)] \cdot F_t$$

F_t = factor tomado de la Tabla 20 para la temperatura t°C

El volumen a 20°C debe conocerse con una aproximación de ±0,001mL

Masa de agua a 20°C:

$$M_{20^{\circ}\text{C}} - V_{20^{\circ}\text{C}} \cdot 0,998203$$

0,998203 = masa volúmica del agua a 20°C

t°C	F												
10,0	1,000398	13,0	1,000691	16,0	1,001097	19,0	1,001608	22,0	1,002215	25,0	1,002916	28,0	1,003704
,1	1,000406	,1	1,000703	,1	1,001113	,1	1,001627	,1	1,002238	,1	1,002941	,1	1,003731
,2	1,000414	,2	1,000714	,2	1,001128	,2	1,001646	,2	1,002260	,2	1,002966	,2	1,003759
,3	1,000422	,3	1,000726	,3	1,001144	,3	1,001665	,3	1,002282	,3	1,002990	,3	1,003787
,4	1,000430	,4	1,000738	,4	1,001159	,4	1,001684	,4	1,002304	,4	1,003015	,4	1,003815
10,5	1,000439	13,5	1,000752	16,5	1,001175	19,5	1,001703	22,5	1,002326	25,5	1,003041	28,5	1,003843
,6	1,000447	,6	1,000764	,6	1,001191	,6	1,001722	,6	1,002349	,6	1,003066	,6	1,003871
,7	1,000456	,7	1,000777	,7	1,001207	,7	1,001741	,7	1,002372	,7	1,003092	,7	1,003899
,8	1,000465	,8	1,000789	,8	1,001223	,8	1,001761	,8	1,002394	,8	1,003117	,8	1,003928
,9	1,000474	,9	1,000803	,9	1,001239	,9	1,001780	,9	1,002417	,9	1,003143	,9	1,003956
11,0	1,000483	14,0	1,000816	17,0	1,001257	20,0	1,001800	23,0	1,002439	26,0	1,003168	29,0	1,003984
,1	1,000492	,1	1,000829	,1	1,001273	,1	1,001819	,1	1,002462	,1	1,003194	,1	1,004013
,2	1,000501	,2	1,000842	,2	1,001290	,2	1,001839	,2	1,002485	,2	1,003222	,2	1,004042
,3	1,000511	,3	1,000855	,3	1,001306	,3	1,001859	,3	1,002508	,3	1,003247	,3	1,004071
,4	1,000520	,4	1,000868	,4	1,001323	,4	1,001880	,4	1,002531	,4	1,003273	,4	1,004099
11,5	1,000530	14,5	1,000882	17,5	1,001340	20,5	1,001900	23,5	1,002555	26,5	1,003299	29,5	1,004128
,6	1,000540	,6	1,000895	,6	1,001357	,6	1,001920	,6	1,002578	,6	1,003326	,6	1,004158
,7	1,000550	,7	1,000909	,7	1,001374	,7	1,001941	,7	1,002602	,7	1,003352	,7	1,004187
,8	1,000560	,8	1,000923	,8	1,001391	,8	1,001961	,8	1,002625	,8	1,003379	,8	1,004216
,9	1,000570	,9	1,000937	,9	1,001409	,9	1,001982	,9	1,002649	,9	1,003405	,9	1,004245
12,0	1,000580	15,0	1,000951	18,0	1,001427	21,0	1,002002	24,0	1,002672	27,0	1,003432	30,0	1,004275
,1	1,000591	,1	1,000965	,1	1,001445	,1	1,002023	,1	1,002696	,1	1,003458		
,2	1,000601	,2	1,000979	,2	1,001462	,2	1,002044	,2	1,002720	,2	1,003485		
,3	1,000612	,3	1,000993	,3	1,001480	,3	1,002065	,3	1,002745	,3	1,003513		
,4	1,000623	,4	1,001008	,4	1,001498	,4	1,002086	,4	1,002769	,4	1,003540		
12,5	1,000634	15,5	1,001022	18,5	1,001516	21,5	1,002107	24,5	1,002793	27,5	1,003567		
,6	1,000645	,6	1,001037	,6	1,001534	,6	1,002129	,6	1,002817	,6	1,003594		
,7	1,000656	,7	1,001052	,7	1,001552	,7	1,002151	,7	1,002842	,7	1,003621		
,8	1,000668	,8	1,001067	,8	1,001570	,8	1,002172	,8	1,002866	,8	1,003649		
,9	1,000679	,9	1,001082	,9	1,001589	,9	1,002194	,9	1,002891	,9	1,003676		

Tabla 20. Tabla de factores F por los que hay que multiplicar la masa del agua contenida en el picnómetro de vidrio pyrex a t°C, para calcular el volumen del picnómetro a 20°C.

2.7.4.4.1.4.3.- Procedimiento

2.7.4.4.1.4.3.1.- Utilización de una balanza de dos platos

Pesar el picnómetro lleno de la muestra preparada para el ensayo siguiendo las indicaciones que figuran en 2.7.4.4.1.4.2.1.-. Sea p'' la masa en gramos con la que se consigue el equilibrio a t°C.

$$\text{Masa del líquido contenido en el picnómetro} = p + m - p''.$$

Masa volúmica aparente a t°C:

$$\rho_{t^{\circ}C} = \frac{p + m + p''}{V_{20^{\circ}C}}$$

Calcular la masa volúmica a 20°C utilizando una de las tablas de corrección que figuran a continuación, en función de la naturaleza del líquido estudiado: vino seco (Tabla 21), mosto natural o concentrado (Tabla 22), vino dulce (Tabla 23).

La densidad 20°C/20°C del vino se expresa dividiendo la masa volúmica a 20°C por 0,998203.

		Grados alcohólicos																										
		0	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
Temperaturas °C	10	1,59	1,64	1,67	1,71	1,77	1,84	1,91	2,01	2,11	2,22	2,34	2,46	2,60	2,73	2,88	3,03	3,19	3,35	3,52	3,70	3,87	4,06	4,25	4,44			
	11	1,48	1,53	1,56	1,60	1,64	1,70	1,77	1,86	1,95	2,05	2,16	2,27	2,38	2,51	2,63	2,77	2,91	3,06	3,21	3,36	3,53	3,69	3,86	4,03			
	12	1,36	1,40	1,43	1,46	1,50	1,56	1,62	1,69	1,78	1,86	1,96	2,05	2,16	2,27	2,38	2,50	2,62	2,75	2,88	3,02	3,16	3,31	3,46	3,61			
	13	1,22	1,26	1,28	1,32	1,35	1,40	1,45	1,52	1,59	1,67	1,75	1,83	1,92	2,01	2,11	2,22	2,32	2,44	2,55	2,67	2,79	2,92	3,05	3,18			
	14	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,23	1,27	1,33	1,39	1,46	1,52	1,60	1,67	1,75	1,84	1,93	2,03	2,11	2,21	2,31	2,42	2,52	2,63	2,74			
	15	0,92	0,96	0,97	0,99	1,02	1,05	1,09	1,13	1,19	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,55	1,63	1,70	1,78	1,86	1,95	2,03	2,12	2,21	2,30			
	16	0,76	0,79	0,80	0,81	0,84	0,86	0,89	0,93	0,97	1,01	1,06	1,10	1,16	1,21	1,26	1,32	1,38	1,44	1,51	1,57	1,64	1,71	1,78	1,85			
	17	0,59	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,85	0,88	0,95	0,96	1,01	1,05	1,11	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40			
	18	0,40	0,42	0,42	0,43	0,44	0,46	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,60	0,63	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87	0,91	0,94			
	19	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,46	0,47			
	20																											
	21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48			
	22	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93	0,97			
	23	0,68	0,70	0,71	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	0,96	1,00	1,03	1,08	1,13	1,17	1,22	1,26	1,31	1,37	1,41	1,46			
	24	0,93	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,06	1,10	1,13	1,18	1,22	1,26	1,31	1,36	1,41	1,47	1,52	1,58	1,64	1,71	1,77	1,84	1,90	1,97			
	25	1,19	1,23	1,25	1,27	1,29	1,32	1,36	1,40	1,45	1,50	1,55	1,61	1,67	1,73	1,80	1,86	1,93	2,00	2,08	2,16	2,24	2,32	2,40	2,48			
	26	1,47	1,51	1,53	1,56	1,59	1,62	1,67	1,72	1,77	1,83	1,90	1,96	2,03	2,11	2,19	2,27	2,35	2,44	2,53	2,62	2,72	2,81	2,91	3,01			
	27	1,75	1,80	1,82	1,85	1,89	1,93	1,98	2,04	2,11	2,18	2,25	2,33	2,41	2,50	2,59	2,68	2,78	2,88	2,98	3,09	3,20	3,31	3,42	3,53			
	28	2,04	2,10	2,13	2,16	2,20	2,25	2,31	2,38	2,45	2,53	2,62	2,70	2,80	2,89	3,00	3,10	3,21	3,32	3,45	3,57	3,69	3,82	3,94	4,07			
	29	2,34	2,41	2,44	2,48	2,53	2,58	2,65	2,72	2,81	2,89	2,99	3,09	3,19	3,30	3,42	3,53	3,65	3,78	3,92	4,05	4,19	4,33	4,47	4,61			
	30	2,66	2,73	2,77	2,81	2,86	2,92	3,00	3,08	3,17	3,27	3,37	3,48	3,59	3,72	3,84	3,97	4,11	4,25	4,40	4,55	4,70	4,85	4,92	5,17			

Nota: Se puede utilizar esta tabla para transformar la densidad d_{20}^t en densidad d_{20}^{20} .

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{c}{1.000}; \text{ - si } t^{\circ}\text{C} < 20^{\circ}\text{C}, \text{ + si } t^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$$

Tabla 21. Tabla de correcciones c de temperatura sobre la masa volúmica de vinos secos y vinos secos en los que se ha eliminado el alcohol, medida en un picnómetro de vidrio pyrex a t°C para referir el resultado a 20°C.

		Masas volúmicas																					
		1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36
Temperaturas °C	10°	2,31	2,48	2,66	2,82	2,99	3,13	3,30	3,44	3,59	3,73	3,88	4,01	4,28	4,52	4,76	4,98	5,18	5,42	5,56	5,73	5,90	6,05
	11°	2,12	2,28	2,42	2,57	2,72	2,86	2,99	3,12	3,25	3,37	3,50	3,62	3,85	4,08	4,29	4,48	4,67	4,84	5,00	5,16	5,31	5,45
	12°	1,92	2,06	2,19	2,32	2,45	2,58	2,70	2,82	2,94	3,04	3,15	3,26	3,47	3,67	3,85	4,03	4,20	4,36	4,51	4,65	4,78	4,91
	13°	1,72	1,84	1,95	2,06	2,17	2,27	2,38	2,48	2,58	2,69	2,78	2,88	3,05	3,22	3,39	3,55	3,65	3,84	3,98	4,11	4,24	4,36
	14°	1,52	1,62	1,72	1,81	1,90	2,00	2,09	2,17	2,26	2,34	2,43	2,51	2,66	2,82	2,96	3,09	3,22	3,34	3,45	3,56	3,67	3,76
	15°	1,28	1,36	1,44	1,52	1,60	1,67	1,75	1,82	1,89	1,96	2,04	2,11	2,24	2,36	2,48	2,59	2,69	2,79	2,88	2,97	3,03	3,10
	16°	1,05	1,12	1,18	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,60	1,66	1,71	1,81	1,90	2,00	2,08	2,16	2,24	2,30	2,37	2,43	2,49
	17°	0,80	0,86	0,90	0,95	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,37	1,44	1,51	1,57	1,62	1,68	1,72	1,76	1,80	1,84
	18°	0,56	0,59	0,62	0,66	0,68	0,72	0,75	0,77	0,80	0,83	0,85	0,88	0,93	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,16	1,19	1,21	1,24
	19°	0,29	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62
	20°																						
	21°	0,29	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	0,56	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,62
	22°	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84	0,87	0,90	0,96	1,00	1,05	1,09	1,12	1,15	1,18	1,20	1,22	1,23
	23°	0,89	0,94	0,99	1,03	1,08	1,12	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,37	1,44	1,51	1,57	1,63	1,67	1,73	1,77	1,80	1,82	1,84
	24°	1,20	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,54	1,60	1,66	1,71	1,77	1,82	1,92	2,01	2,10	2,17	2,24	2,30	2,36	2,40	2,42	2,44
	25°	1,51	1,59	1,66	1,74	1,81	1,88	1,95	2,02	2,09	2,16	2,23	2,30	2,42	2,53	2,63	2,72	2,82	2,89	2,95	2,99	3,01	3,05
	26°	1,84	1,92	2,01	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42	2,50	2,58	2,65	2,73	2,87	3,00	3,13	3,25	3,36	3,47	3,57	3,65	3,72	3,79
	27°	2,17	2,26	2,36	2,46	2,56	2,66	2,75	2,84	2,93	3,01	3,10	3,18	3,35	3,50	3,66	3,80	3,93	4,06	4,16	4,26	4,35	4,42
	28°	2,50	2,62	2,74	2,85	2,96	3,07	3,18	3,28	3,40	3,50	3,60	3,69	3,87	4,04	4,21	4,36	4,50	4,64	4,74	4,86	4,94	5,00
	29°	2,86	2,98	3,10	3,22	3,35	3,47	3,59	3,70	3,82	3,93	4,03	4,14	4,34	4,53	4,72	4,89	5,05	5,20	5,35	5,46	5,56	5,64
	30°	3,20	3,35	3,49	3,64	3,77	3,91	4,05	4,17	4,30	4,43	4,55	4,67	4,90	5,12	5,39	5,51	5,68	5,84	5,96	6,08	6,16	6,22

Nota: Se puede utilizar esta tabla para transformar la densidad d_{20}^t en densidad d_{20}^{20} .

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{c}{1.000}; \text{ - si } t^{\circ}\text{C} < 20^{\circ}\text{C}, \text{ + si } t^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$$

Tabla 22. Tabla de correcciones c de temperatura sobre la masa volúmica de mostos naturales y concentrados medida a t°C mediante un picnómetro de vidrio pyrex, para referir el resultado a 20°C.

		Vinos de 13 % vol						Vinos de 15 % vol						Vinos de 17 % vol									
		Masas volúmicas						Masas volúmicas						Masas volúmicas									
		1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	
Temperaturas °C	10°	2,36	2,71	3,06	3,42	3,72	3,96	4,32	2,64	2,99	3,36	3,68	3,99	4,30	4,59	2,94	3,29	3,64	3,98	4,29	4,60	4,89	
	11°	2,17	2,49	2,80	2,99	3,39	3,65	3,90	2,42	2,73	3,05	3,34	3,63	3,89	4,15	2,69	3,00	3,32	3,61	3,90	4,16	4,41	
	12°	1,97	2,25	2,53	2,79	3,05	3,29	3,52	2,19	2,47	2,75	3,01	3,27	3,51	3,73	2,42	2,70	2,98	3,24	3,50	3,74	3,96	
	13°	1,78	2,02	2,25	2,47	2,69	2,89	3,09	1,97	2,21	2,44	2,66	2,87	3,08	3,29	2,18	2,42	2,64	2,87	3,08	3,29	3,49	
	14°	1,57	1,78	1,98	2,16	2,35	2,53	2,70	1,74	1,94	2,14	2,32	2,52	2,69	2,86	1,91	2,11	2,31	2,50	2,69	2,86	3,03	
	15°	1,32	1,49	1,66	1,82	1,97	2,12	2,26	1,46	1,63	1,79	1,95	2,10	2,25	2,39	1,60	1,77	1,93	2,09	2,24	2,39	2,53	
	16°	1,08	1,22	1,36	1,48	1,61	1,73	1,84	1,18	1,32	1,46	1,59	1,71	1,83	1,94	1,30	1,44	1,58	1,71	1,83	1,95	2,06	
	17°	0,83	0,94	1,04	1,13	1,22	1,31	1,40	0,91	1,02	1,12	1,21	1,30	1,39	1,48	1,00	1,10	1,20	1,30	1,39	1,48	1,56	
	18°	0,58	0,64	0,71	0,78	0,84	0,89	0,95	0,63	0,69	0,76	0,83	0,89	0,94	1,00	0,69	0,75	0,82	0,89	0,95	1,00	1,06	
	19°	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,52	0,54	
	20°																						
	21°	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,51	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	
	22°	0,60	0,67	0,73	0,80	0,85	0,91	0,98	0,65	0,72	0,78	0,84	0,90	0,96	1,01	0,71	0,78	0,84	0,90	0,96	1,01	1,07	
	23°	0,93	1,02	1,12	1,22	1,30	1,39	1,49	1,01	1,10	1,20	1,29	1,38	1,46	1,55	1,10	1,19	1,29	1,38	1,46	1,55	1,63	
	24°	1,27	1,39	1,50	1,61	1,74	1,84	1,95	1,37	1,49	1,59	1,72	1,84	1,95	2,06	1,48	1,60	1,71	1,83	1,95	2,06	2,17	
	25°	1,61	1,75	1,90	2,05	2,19	2,33	2,47	1,73	1,87	2,02	2,17	2,31	2,45	2,59	1,87	2,01	2,16	2,31	2,45	2,59	2,73	
	26°	1,94	2,12	2,29	2,47	2,63	2,79	2,95	2,09	2,27	2,44	2,62	2,78	2,94	3,10	2,26	2,44	2,61	2,79	2,95	3,11	3,26	
	27°	2,30	2,51	2,70	2,90	3,09	3,27	3,44	2,48	2,68	2,87	3,07	3,27	3,45	3,62	2,67	2,88	3,07	3,27	3,46	3,64	3,81	
	28°	2,66	2,90	3,13	3,35	3,57	3,86	4,00	2,86	3,10	3,23	3,55	3,77	3,99	4,20	3,08	3,31	3,55	3,76	3,99	4,21	4,41	
	29°	3,05	3,31	3,56	3,79	4,04	4,27	4,49	3,28	3,53	3,77	4,02	4,26	4,49	4,71	3,52	3,77	4,01	4,26	4,50	4,73	4,95	
	30°	3,44	3,70	3,99	4,28	4,54	4,80	5,06	3,68	3,94	4,23	4,52	4,79	5,05	5,30	3,95	4,22	4,51	4,79	5,07	5,32	5,57	

		Vinos de 19 % vol							Vinos de 21 % vol						
		Masas volúmicas							Masas volúmicas						
		1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120
Temperaturas °C	10°	3,27	3,62	3,97	4,30	4,62	4,92	5,21	3,62	3,97	4,32	4,66	4,97	5,27	5,56
	11°	2,99	3,30	3,61	3,90	4,19	4,45	4,70	3,28	3,61	3,92	4,22	4,50	4,76	5,01
	12°	2,68	2,96	3,24	3,50	3,76	4,00	4,21	2,96	3,24	3,52	3,78	4,03	4,27	4,49
	13°	2,40	2,64	2,87	3,09	3,30	3,51	3,71	2,64	2,88	3,11	3,33	3,54	3,74	3,95
	14°	2,11	2,31	2,51	2,69	2,88	3,05	3,22	2,31	2,51	2,71	2,89	3,08	3,25	3,43
	15°	1,76	1,93	2,09	2,25	2,40	2,55	2,69	1,93	2,10	2,26	2,42	2,57	2,72	2,86
	16°	1,43	1,57	1,70	1,83	1,95	2,08	2,18	1,56	1,70	1,84	1,97	2,09	2,21	2,32
	17°	1,09	1,20	1,30	1,39	1,48	1,57	1,65	1,20	1,31	1,41	1,50	1,59	1,68	1,77
	18°	0,76	0,82	0,88	0,95	1,01	1,06	1,12	0,82	0,88	0,95	1,01	1,08	1,13	1,18
	19°	0,39	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	0,57	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61
	20°														
	21°	0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,41	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60
	22°	0,78	0,84	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	0,84	0,90	0,96	1,02	1,08	1,14	1,19
	23°	1,19	1,28	1,38	1,47	1,55	1,64	1,72	1,29	1,39	1,48	1,57	1,65	1,74	1,82
	24°	1,60	1,72	1,83	1,95	2,06	2,18	2,29	1,73	1,85	1,96	2,08	2,19	2,31	2,42
	25°	2,02	2,16	2,31	2,46	2,60	2,74	2,88	2,18	2,32	2,47	2,62	2,76	2,90	3,04
26°	2,44	2,62	2,79	2,96	3,12	3,28	3,43	2,53	2,81	2,97	3,15	3,31	3,47	3,62	
27°	2,88	3,08	3,27	3,42	3,66	3,84	4,01	3,10	3,30	3,47	3,69	3,88	4,06	4,23	
28°	3,31	3,54	3,78	4,00	4,22	4,44	4,64	3,56	3,79	4,03	4,25	4,47	4,69	4,89	
29°	3,78	4,03	4,27	4,52	4,76	4,99	5,21	4,06	4,31	4,55	4,80	5,04	5,27	5,48	
30°	4,24	4,51	4,80	5,08	5,36	5,61	5,86	4,54	4,82	5,11	5,39	5,66	5,91	6,16	

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{c}{1.000}; \text{ - si } t^{\circ}\text{C} < 20^{\circ}\text{C}, \text{ + si } t^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$$

Tabla 23. Tabla de correcciones c de temperatura sobre la masa volúmica de vinos de 13% Vol. o más que contengan azúcar residual, medida con un picnómetro de vidrio pyrex a t°C para referir el resultado a 20°C.

2.7.4.4.1.4.3.2.- Utilización de una balanza monoplato

Pesar el frasco tara; sea su masa T₁

Calcular dT = T₁ - T₀

Masa del picnómetro vacío en el momento de la medida = P - m + dT

Pesar el picnómetro lleno de la muestra preparada para ensayo siguiendo las indicaciones que figuran en 2.7.4.4.1.4.2.1.-. Sea P₂ su masa a t°C.

Masa del líquido contenido en el picnómetro a t°C = P₂ - (P - m + dT)

Masa volúmica aparente a t°C:

$$\rho_{t^{\circ}\text{C}} = \frac{P_2 - (P - m + dT)}{V_{20^{\circ}\text{C}}}$$

Calcular la masa volúmica a 20°C del líquido estudiado: vino seco, mosto natural o concentrado y vino dulce, tal como se indica en 2.7.4.4.1.4.3.1.-. La densidad 20°C/20°C se obtiene dividiendo la masa volúmica a 20°C por 0,998203.

2.7.4.4.1.4.3.3.- Repetibilidad en la masa volúmica

Para los vinos secos y semisecos: $r = 0,00010$

Para los vinos dulces: $r = 0,00018$

2.7.4.4.1.4.3.4.- Reproductibilidad en la masa volúmica

Para los vinos secos y semisecos: $R = 0,00037$

Para los vinos dulces: $R = 0,00045$

2.7.4.4.2.- MEDIDA DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN EL LABORATORIO

2.7.4.4.2.1.- PROCEDIMIENTOS DENSIMÉTRICOS

2.7.4.4.2.1.1.- **Hidrometría**

La densidad absoluta de una sustancia, expresada en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3), se define como:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de la sustancia}}{\text{Volumen de la sustancia}}$$

Ecuación 2. Densidad absoluta de una sustancia.

La medición directa del volumen puede representar un problema, especialmente cuando se trata de gases. Por ello es conveniente utilizar el cociente de la densidad de una sustancia de referencia como el agua. Esta relación, denominada gravedad específica, se expresa como:

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{Peso} \times \text{ml de la sustancia}}{\text{Peso} \times \text{ml de agua}}$$

Ecuación 3. Gravedad específica.

La densidad del agua a 4°C es, para todos los efectos prácticos, 1,000g/cm³, pero debido a que el peso de un volumen dado de una sustancia varía en función de la temperatura, el valor de la gravedad específica se debe dar incluyendo la temperatura a la que se hizo la determinación al igual que la temperatura de regencia del agua. La temperatura de la muestra se indica antes que el de la referencia. Por ejemplo, la expresión 15°/4°C indica que la gravedad específica de la solución en cuestión se hizo a 15°C con respecto a agua a 4°C.

La concentración de las sustancias en solución está relacionada con la gravedad específica pero no siempre se debe asumir una correlación simple y directa entre ambas porque los volúmenes molales de las sustancias en solución pueden variar de una manera compleja e impredecible. Existen tablas que relacionan la concentración de las sustancias disueltas con la gravedad específica aparente; en el análisis del vino, las más comunes se refieren a °Brix, °Baumé, °Öechsle, y alcohol (Ver 3.4.1.-CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE).

En las tablas sólo se suelen utilizar una o dos temperaturas de referencia, por lo que se debe medir la gravedad específica a la temperatura definida o, alternativamente, emplear un factor de corrección de la temperatura. Para un trabajo más preciso se recomienda llevar la solución a la temperatura definida antes de realizar la medición.

Las determinaciones hidrométricas se basan en el principio de que un objeto desplaza un peso equivalente del líquido en el que se sumergen, siendo el volumen desplazado por el objeto inversamente proporcional a su densidad. Así, una solución de alta densidad sufrirá un desplazamiento menor que uno de menor densidad. Esta relación define el principio básico de la hidrometría.

Un hidrómetro consiste en un tubo de vidrio, con una escala graduada en su interior, cuyo extremo suele estar ensanchado en un bulbo relleno con mercurio o perdigones para mantenerlo en posición vertical. Existen hidrómetros para determinar la gravedad específica o la concentración de algún componente en solución, como los sacarómetros o salinómetros.



Fig. 51. Hidrómetro.

2.7.4.4.2.1.2.- Refractometría

Se hacen determinaciones refractométricas en lugar de, o además de, las determinaciones hidrométricas de sólidos solubles. En principio cuando un rayo de luz incidente se propaga a través de dos medios de distinta densidad óptica (con distinto número de moléculas interactuando con la luz), experimenta un cambio de dirección o refracción. El ángulo formado por el haz de luz entrante se denomina “ángulo de incidencia”, y el ángulo formado por el haz de luz refractado, “ángulo de refracción”.

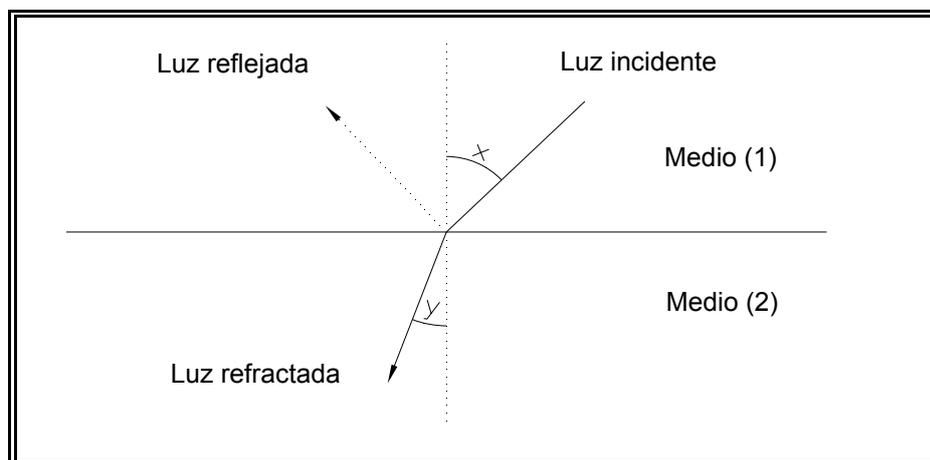


Fig. 52. Refracción de un haz de luz al pasar de un medio a otro de mayor densidad.

Se define como “índice de refracción” al cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción. Para una solución de composición definida, el índice de refracción varía en función de la longitud de onda y de la temperatura, por lo que se ha establecido como longitud de onda de referencia para medirlo la de la luz de sodio monocromática de 589nm y a 20°C. Así, el índice de refracción de una solución de composición constante, a una determinada longitud de onda, es constante. Como con las determinaciones hidrométricas, se utilizan abreviaturas. La expresión N_D^{20} se refiere a la medición realizada a 20°C, siendo la luz incidente la correspondiente a la línea D del sodio. Con este sistema, el índice de refracción del agua se define como $N_D^{20} = 1,330$.

2.7.4.4.3.- ION HIDRÓGENO (pH) Y ACIDEZ FIJA

La concentración de iones hidrógeno desempeña un papel importante en la elaboración del vino, influyendo desde en factores físico-químicos y biológicos hasta en atributos sensoriales y, potencialmente, en defectos. La actividad de los iones de hidrógeno se mide en términos del logaritmo de su concentración, es decir, el pH. A efectos de la elaboración del vino, es importante el pH inicial de la fruta y del mosto. El pH de los vinos blancos suele ser 3, 4 ó menor, mientras que en los vinos tintos se suelen encontrar valores superiores, principalmente por el contacto del zumo y los hollejos antes y durante la fermentación.

2.7.4.4.3.1.- CONTENIDO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS DEL VINO

El contenido ácido del vino es importante desde el punto de vista del sabor e, indirectamente, por sus efectos sobre el pH, el color, la estabilidad, y la vida media del producto. La acidez titulable de las uvas suele variar entre 5,0 y 16,0g/L; el valor depende de la variedad, las condiciones climáticas, las prácticas de cultivo y de la madurez del fruto.

En los vinos se encuentran diversos ácidos orgánicos siendo comunes los ácidos tartárico, málico, cítrico, acético, succínico y láctico. En los casos de los ácidos di y tricarboxílicos también pueden estar presentes sus diversas sales. Estos ácidos orgánicos y otros se agrupan en las categorías de “**acidez estable**” y “**acidez volátil**”, constituyendo su conjunto la “**acidez total**”. El contingente ácido estable está formado por los ácidos tartárico, málico, cítrico y succínico, mientras que los ácidos acético, propiónico, butírico y sulfuroso constituyen los ácidos volátiles del vino.

Los ácidos orgánicos de un vino proceden de tres fuentes. Las propias uvas aportan los ácidos tartárico y málico y, en un mucho menor grado, ácido cítrico. Los primeros se encuentran en cantidades de 0,2 a 1,0% y 0,1 a 0,8% (p/v), respectivamente, mientras que en las uvas sin fermentar la cantidad de ácido cítrico es de 0,02 a 0,30% (p/v). La fermentación alcohólica determina la formación de ácidos láctico, acético y succínico, además de cantidades muy pequeñas de otros ácidos del ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Finalmente, por la acción bacteriana se pueden producir cantidades significativas de ácido láctico y acético y, en ocasiones, de ácidos propiónico y butírico, y el crecimiento de los mohos sobre las uvas puede producir cantidades de ácido glucónico de 0,15 a 1,0% (p/v) en un vino acabado.

Existe una diferencia importante entre el pH y la acidez total. El pH es una medida del contenido de protones libres en la solución mientras que la acidez total depende de la concentración de los ácidos del vino así como de su grado de disociación.

2.7.4.4.3.2.- CAPACIDAD TAMPONANTE

Mantener el pH dentro de unos límites estrechamente definidos es fundamental para el bienestar fisiológico de prácticamente todos los seres vivos. En el mosto o el vino, la capacidad tamponante es una medida de su resistencia a los cambios de pH y, esencialmente, es una medida de la reserva de ácidos orgánicos (málico y tartárico) al pH de elaboración del vino. Un sistema con una capacidad tamponante alta requiere más iones de hidróxido (OH^-) o de hidrógeno para cambiar el pH que uno de menor capacidad tamponante. Así, en términos prácticos, se puede definir la capacidad tamponante como la cantidad de iones de hidróxido o de hidrógeno necesarios para cambiar el pH en 1 unidad (p. ej., de 3,4 a 4,4).

Los tampones son ácidos débiles y sus bases conjugadas, o bases débiles y sus ácidos conjugados. El resultado neto de la acción tamponante es crear dentro del sistema una resistencia a los cambios de pH que se producirían al añadir ácidos o bases en su ausencia. Si se añaden bases, los iones H^+ del componente ácido del tampón neutralizan el exceso de iones OH^- , formando agua, mientras que el componente aniónico neutraliza el exceso de H^+ .

2.7.4.4.3.3.- AJUSTE DE LA ACIDEZ TITULABLE Y EL pH

Para elaborar un producto bien equilibrado puede ser necesario ajustar el contenido ácido o el pH de un mosto o vino. Varios de los métodos de ajuste más comúnmente utilizados se comentan brevemente a continuación.

2.7.4.4.3.3.1.- Adición de ácidos orgánicos

En la actualidad están autorizados varios ácidos orgánicos como aditivos para el vino. Los organismos reguladores de distintas partes del mundo establecen restricciones diferentes sobre los ácidos que se pueden añadir al vino. Los más comúnmente utilizados en la producción de vino de uva son los ácidos tartárico, málico y cítrico.

Muchos vinicultores prefieren hacer las adiciones necesarias al mosto en vez de al vino. Ello puede ayudar a mantener el pH bajo durante la fermentación, a aumentar la extracción del color y, en general, a elaborar un producto más deseable. En esta etapa de la producción del vino se suele usar ácido tartárico por varias razones. Primero, el ácido tartárico es relativamente no metabólico en comparación con los ácidos málico y cítrico. Segundo, es más fuerte que dichos ácidos, por lo que se consigue un mayor ajuste del pH por peso de ácido utilizado.

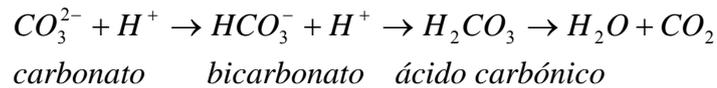
Tercero, cuando tras la adición se consigue disminuir el pH a menos de 3,65, la precipitación de bitartrato produce un ión de hidrógeno por molécula de tartrato ácido potásico formado, llevando así a cabo la estabilización del bitartrato sin aumentar el pH. Se puede conseguir una reducción de la acidez titulable de hasta 2g/L. algunos vinicultores prefieren añadir ácidos málico y tartárico en proporción similar a la de las uvas que se cultivan en su zona.

También se utiliza ácido cítrico para realizar adiciones al vino acabado. Tiene la ventaja respecto al ácido tartárico de que no forma precipitados insolubles con el potasio o el calcio en solución alcohólica. Además, el ácido cítrico quela hierro por lo que puede ayudar a prevenir o disminuir la formación de quiebra de fosfato férrico. Como regla empírica ampliamente utilizada, 1 libra de ácido cítrico por 1.000 galones (12,1g/HL) eleva la acidez titulable 0,13g/L expresada en equivalentes de ácido tartárico.

Se debe evitar añadir ácido cítrico al mosto sin fermentar. Además de retrasar el inicio de la fermentación porque inhibe los enzimas que participan en ella, los microorganismos del avinagramiento del vino, especialmente las bacterias del ácido láctico, pueden metabolizarlo rápidamente, produciendo ácido acético. Además, dado que el ácido cítrico no es dominante en las uvas, las adiciones grandes pueden alterar de manera significativa la proporción de ácidos y por ello el carácter del vino. Típicamente, cuando se añaden grandes cantidades de este ácido al vino, produce lo que muchos considerarían sabor a limón. La OIV establece un límite máximo de 1,0g/L para la adición de ácido cítrico.

2.7.4.4.3.3.2.- Desacidificación con carbonatos

Esta práctica se limita al uso de carbonato cálcico y bicarbonato potásico. Dados los valores relativamente altos del pK del ácido málico y la solubilidad de los productos de la reacción, el ácido tartárico es el único ácido del vino que se neutraliza en condiciones normales de uso. La reacción implica la neutralización de los dos iones de hidrógeno disponibles del ácido tartárico por el carbonato y la formación de dióxido de carbono y agua:



Ecuación 4. Reacción de neutralización con carbonato.

El éxito del uso de un determinado carbonato depende de la química del vino. Por ejemplo, los vinos muy ácido y de pH alto se desacidifican mejor con carbonato cálcico (por la relativamente alta concentración de iones de tartrato), mientras que los vinos muy ácidos y de pH bajo se tratan mejor con sales que contienen potasio por la ventaja de que precipita el bitartrato potásico. La cantidad necesaria a añadir para conseguir la reducción deseada de la acidez depende de la clase de carbonato utilizado. Una reducción de 1,0g/L de la acidez total requiere de la adición de 0,9g/L de bicarbonato potásico y de 0,62g/L de carbonato potásico.

2.7.4.4.3.4.- CONSIDERACIONES SENSORIALES

Aunque el carácter ácido de un vino se debe a la concentración de iones hidrógeno, tanto el pH como la acidez desempeñan papeles importantes en la percepción sensorial total de este estímulo. A niveles equivalentes de acidez, el orden de percepción de la acidez de los ácidos comunes del vino es málico, tartárico, cítrico y láctico. El etanol aumenta el umbral de los ácidos. Los fenoles también pueden aumentar los niveles ácidos mínimos detectables.

La percepción de la acidez es función de un equilibrio en el paladar según la siguiente relación:



Esta relación indica que la acidez se magnifica por los elementos fenólicos (astringencia y amargor) y se enmascara por los elementos dulces incluyendo carbohidratos, alcohol, etc.

2.7.4.4.4.- ACIDEZ VOLATIL

La acidez total de un vino es el resultado de la presencia de ácidos fijos o no volátiles como el málico y el tartárico además de los separados por volatilización al vapor. La medida de la acidez volátil se utiliza rutinariamente como indicador del avinagramiento del vino. Aunque se suele expresar como contenido de ácido acético (en g/L), la acidez volátil incluye todos los ácidos destilables al vapor presentes en el vino. Contribuciones importantes a la acidez volátil (por la distribución al vapor) son el dióxido de carbono (como ácido carbónico), el dióxido de azufre (como ácido sulfuroso), y en menor grado, los ácidos láctico, fórmico, butírico y propiónico. El ácido sórbico (añadido al vino en forma de sorbato potásico como inhibidor fúngico) también es destilable al vapor y debe tenerse en cuenta en su caso.

2.7.4.4.4.1.- CONSIDERACIONES SENSORIALES

La acidez volátil amplifica el sabor de los ácidos y los taninos fijos, pero las altas concentraciones de azúcar y de alcohol la enmascaran. Ello explica por qué se puede detectar sensorialmente la acidez volátil en algunos vinos a cantidades relativamente bajas (<0,5g/L) mientras que en otros no se nota incluso a concentraciones superiores. El acetato de etilo se suele asociar con la acidez volátil. El carácter del éster se suele describir como “disolvente de laca de uñas” y a concentraciones de 150-200mg/L puede añadir “notas” de avinagrado al vino; a concentraciones inferiores, puede contribuir al carácter “afrutado” del vino.

2.7.4.4.2.- REDUCCIÓN DE LA ACIDEZ VOLATIL

Es difícil reducir la acidez volátil de los vinos. El intento de hacerlo por neutralización suele producir resultados indeseables porque también disminuye la cantidad de ácidos fijos. Problemas similares (adelgazamiento y modificación del sabor y del aroma) se han encontrado con el intercambio de iones. Se ha utilizado con éxito la ósmosis inversa acoplada con el intercambio de iones. En este caso sólo el perneado (ácido acético, etanol y agua) es el anión intercambiado. Una vez eliminado el ácido acético, se recombinan el perneado y el retenido. También se ha estudiado la utilización de levaduras para reducir los ácidos volátiles, aprovechando que las levaduras que crecen oxidativamente utilizan ácido acético como fuente de carbono. Esta utilización ha llevado a algunos vinicultores a añadir vino rico de acidez volátil alta a los mostos en fermentación para reducir los ácidos volátiles, aunque con dicha práctica se corre el riesgo de contaminar el lote entero, y pueden tener un efecto negativo tanto sobre la fermentación como sobre la calidad final del vino. La mezcla sensata es probablemente la mejor técnica para reducir los ácidos volátiles en los vinos cuya cantidad está en el límite.

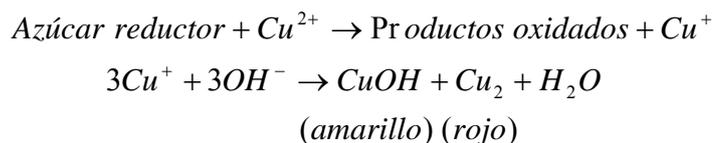
2.7.4.4.3.- MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA ACIDEZ VOLATIL

El análisis de los ácidos volátiles se suele realizar por destilación al vapor. Los ácidos presentes en el destilado se titulan entonces con hidróxido sódico estandarizado y los resultados se expresan como ácido acético (g/L). Aunque este es el procedimiento más utilizado, cada vez son más populares los métodos enzimáticos, la cromatografía de gas y la cromatografía líquida de alto rendimiento.

2.7.4.4.5.- ANÁLISIS DE AZÚCARES REDUCTORES

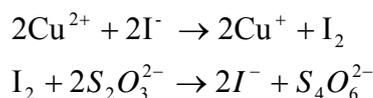
Un azúcar reductor es el que contiene un aldehído libre o una α -hidroxicetona que se puede oxidar; es decir, son los azúcares *aldo* o *ceto* libres, o los que están en equilibrio entre estas dos formas.

Analíticamente, los azúcares reductores se pueden determinar por técnicas químicas o enzimáticas y por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC). Los métodos químicos implican generalmente la reacción con cobre (II) en solución alcalina. Como se observa en las siguientes ecuaciones, los azúcares reductores como la glucosa y la fructosa reducen el cobre (II) a cobre (I) en condiciones alcalinas:



En solución alcalina, los azúcares experimentan desciclización produciendo las formas *aldo* y *ceto* correspondientes, a lo que sigue reorganización y posterior degradación. Se cree que el cambio de color asociado con la reacción se debe a la enolización, con la formación resultante de un doble enlace que produce color. La reacción depende de variables como el tipo y la concentración de los azúcares presentes, la concentración del álcali, y la temperatura y duración de la reacción. Las bajas temperaturas y una concentración de álcali relativamente alta favorecen la formación del precipitado rojo característico del Cu₂O. En la mezcla de la reacción se incluye tartrato sódico potásico para facilitar la separación del precipitado de Cu₂O quedando los productos de oxidación de los azúcares y el cobre sin reducir en solución. El tartrato de cobre (II) formado es estable incluso a las altas temperaturas de la reacción. El cobre reducido, sin embargo, no reacciona con el tartrato y precipita fácilmente.

En el método Rebelein, se añade yoduro potásico y ácido sulfúrico a la mezcla enfriada una vez que se ha completado la reacción entre el azúcar y el cobre (II). El yoduro reacciona con el ión Cu²⁺ que queda y se produce una cantidad equivalente de yodo que se titula después con tiosulfato sódico:



Hay un procedimiento enzimático para el análisis de los azúcares reductores del que existen equipos comercialmente disponibles. El análisis requiere el empleo de un espectrofotómetro y la posibilidad de pipetear pequeños volúmenes con precisión.

También se han desarrollado procedimientos de HPLC para el análisis de los azúcares reductores que generalmente utilizan columnas especiales.

2.7.4.4.5.1.- DETERMINACIÓN RÁPIDA DE LOS AZÚCARES REDUCTORES

Se pueden hacer mediciones rápidas de los azúcares reductores de forma rutinaria por medio de diversos equipos que se diseñaron originalmente para uso de los diabéticos. Con referencia a un código de colores se puede determinar con gran exactitud, en un rango de 0 a 1%, el contenido de azúcares reductores en un volumen determinado de vino. Como se ha comentado previamente, la presencia de pentosas impedirá que la cantidad de azúcares reductores llegue a cero.

2.7.4.4.6.- ALCOHOL Y EXTRACTO

El contenido alcohólico de un vino influye en su estabilidad así como en sus propiedades sensoriales. Los impuestos que gravan los vinos dependen, en gran parte, del contenido de alcohol. El control cuidadoso del alcohol es importante en el aspecto estilístico de la producción de un vino, así como para llevar a cabo fortificaciones precisas y formular las mezclas para el embotellado.

2.7.4.4.6.1.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALCOHOL

La principal base para los impuestos sobre el vino es el contenido de alcohol. La OIV define como vino el que requiere un mínimo de 8,5% (v/v). El jerez “de postre” debe tener un mínimo de alcohol de 17% y el resto deben estar en el rango entre 14 y 18% (“ligeros”).

Las propiedades físicas y sensoriales de los vinos dependen, en parte, de su contenido de alcohol, de manera que las mezclas o adiciones de licores de vino que determinan cambios en el contenido final de alcohol en el vino pueden producir cambios en su estabilidad.

Según la metodología, los procedimientos para la determinación de alcohol en bebidas se dividen en los que utilizan las características físicas de las soluciones (propiedades coligativas) y los que se basan en las propiedades químicas del alcohol.

2.7.4.4.6.1.1.- Métodos físicos

2.7.4.4.6.1.1.1.- Análisis por ebulloimetría

La ebulloimetría es el procedimiento más común para determinar el contenido de alcohol de las soluciones acuosas, basado esencialmente en la fórmula de la ley de Raoult relativa a la disminución del punto de ebullición.

Los efectos de la ley de Raoult se pueden observar en el gráfico del punto de ebullición según la composición de un sistema agua-etanol. La curva inferior del diagrama representa el punto de ebullición de diversas mezclas de agua-etanol a 1 atmósfera de presión. A medida que aumenta el porcentaje de etanol disminuye el punto de ebullición. Dado que no siempre se tiene 1 atmósfera de presión en el laboratorio, la escala del eje izquierdo de la figura se puede desplazar para ajustar el punto real de ebullición del agua pura.

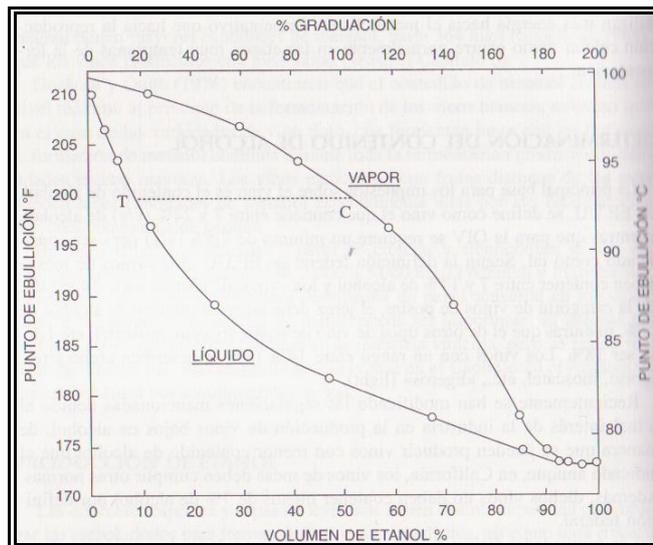


Fig. 53. Punto de ebullición según la composición de mezclas de etanol y agua.

La curva superior de la Fig. 53 representa la composición de la fase de vapor en equilibrio con la fase líquida en ebullición. Se puede observar que la solución etanol-agua al 10% (v/v) hirviendo a 199°F (punto T) está en equilibrio con el vapor desprendido que contiene aproximadamente 54% (v/v) de etanol (punto C). Ello demuestra por qué el ebullómetro debe funcionar en condiciones de reflujo total: el vapor de etanol-agua que chorrea fuera del condensador arrastra una cantidad proporcionalmente grande de etanol, haciendo que cambie la composición de la fase líquida (la concentración de etanol disminuye) y que el punto de ebullición de la muestra aumente gradualmente hacia el del agua pura.

Aunque en simple teoría, en la aplicación rutinaria del método en el laboratorio se pueden producir diversas interferencias, la más importante de las cuales es el efecto de los azúcares. Según las propiedades coligativas de las soluciones, los azúcares elevan el punto de ebullición (dando lugar, por tanto, a valores aparentemente inferiores de alcohol), a pesar de lo cual los vinos dulces suelen hervir a temperaturas inferiores a las calculadas, dando lugar a cantidades aparentemente superiores de alcohol. Ello se debe a que la matriz azúcar-agua excluye el etanol, aumentando su presión de vapor. Para corregir el error atribuido a los azúcares, los vinos ligeramente dulces se pueden diluir con agua, hasta tener menos del 2% de azúcar, para conseguir un punto de ebullición de 96°C a 100°C.

En contraste con el “efecto de los azúcares”, los aldehídos, ésteres y ácidos tienden a elevar el punto de ebullición de una solución. Así, los efectos combinados de los componentes de la solución que disminuyen y elevan el punto de ebullición se compensan de manera que, en la práctica, el punto de ebullición se aproxima al del contenido real de alcohol.

2.7.4.4.6.1.1.2.- Hidrometría

El contenido de alcohol del destilado de un volumen exacto de una muestra se puede determinar por hidrometría. Los azúcares reductores no son destilables y por tanto no constituyen un problema en el análisis, aunque dos compuestos comunes, el dióxido de azufre y el ácido acético pueden causar interferencias. Si el dióxido de azufre está presente en cantidades cercanas a 200mg/L, en la destilación se produce ácido sulfuroso que puede interferir en la determinación hidrométrica de alcohol produciendo resultados inferiores a los esperados (0,2-0,5% v/v); cuando se sabe que el contenido de dióxido de azufre es alto se recomienda neutralizar la muestra antes de la destilación.

De la misma manera, cantidades anormales de ácido acético (>1,0g/L) producen problemas. Algunos investigadores recomiendan neutralizar tales muestras con NaOH 1N antes de la destilación. En la destilación de los vinos jóvenes y de los vinos endulzados se puede formar una cantidad excesiva de espuma, problema que se puede evitar añadiendo pequeñas cantidades de un agente antiespumante antes de la destilación. Sin embargo, los agentes antiespumantes pueden producir depósitos difíciles de eliminar en el material de vidrio.

2.7.4.4.6.1.1.3.- Cromatografía de gas

La cromatografía de gas (GC) es una técnica que se utiliza para separar los componentes volátiles de las muestras. El vino se introduce en un tubo calentado y relleno con un absorbente especial a través del cual fluye un gas inerte. El etanol y otros componentes volátiles se vaporizan y son transportados a través del tubo (denominado columna de GC) hacia un detector que registra su presencia. Los distintos compuestos interaccionan de manera diferente con el absorbente, de manera que migran o viajan a través de la columna a velocidades distintas, y llegan separados al detector. Para cuantificar el etanol se pueden preparar patrones de concentración conocida, introducirlos en la columna de GC y comparar las respuestas del detector con las de la muestra desconocida.

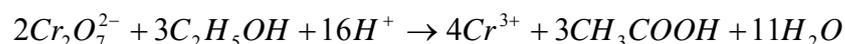
2.7.4.4.6.1.1.4.- Cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC)

La HLPLC está encontrando uso creciente en el laboratorio de las bodegas. Esta técnica se puede utilizar tanto para determinar el alcohol en el fruto cosechado como el vino terminado.

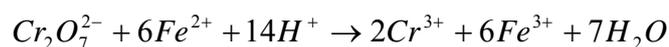
2.7.4.4.6.1.2.- **Métodos químicos**

2.7.4.4.6.1.2.1.- Oxidación por el dicromato

Aunque en la bibliografía se describen varios métodos químicos para la determinación del alcohol, el más utilizado en la actualidad se basa en la cantidad de hidrógeno dicromato necesario para oxidar el alcohol a ácido acético:



El dicromato que queda después de completarse la reacción se titula con sulfato amónico ferroso (FAS):



La culminación de esta reacción redox depende del tiempo de reacción así como de la concentración de los componentes de la misma. La temperatura óptima para la oxidación es 60-65°C. También es importante la concentración de iones de hidrógeno para que el alcohol se oxide completamente a ácido acético y no dé lugar a mezclas del ácido y el aldehído intermediario.

2.7.4.4.6.1.2.2.- Análisis enzimático

El etanol se oxida en presencia del enzima alcohol deshidrogenasa y NAD produciendo la forma reducida del coenzima, NADH + H⁺. En condiciones experimentales adecuadas la reacción es estequiométrica y el NADH producido se determina espectroscópicamente a 334nm. Los reactivos para este procedimiento se pueden obtener en diversos suministradores de productos químicos, y también existen en el mercado equipos completos para el análisis. Un inconveniente de este método es que es necesario medir volúmenes muy pequeños y precisos del reactivo y de la muestra.

2.7.4.4.6.2.- EXTRACTO

El extracto, medido por hidrometría, consiste convencionalmente en los sólidos solubles no volátiles que quedan después de eliminar el alcohol de una muestra de vino. De manera similar, la OIV define el extracto como “los materiales no volátiles del vino”, pero además afirma que deben establecerse cuidadosamente las condiciones físicas para tal definición. Así, el extracto incluye azúcares (o sus productos de condensación), ácidos fijos, glicerina 2,3-butileno glicol y fenoles, así como cantidades variables de ácidos láctico y acético. Los azúcares presentes en la muestra de vino no son volátiles y contribuyen al “extracto aparente”, por lo que para comparar el extracto libre de azúcares de diferentes vinos se debe restar el “valor del extracto aparente”.

La cantidad del extracto de los vinos blancos secos oscila entre 20 y 30g/L (2-3%), mientras que en el vino tinto seco los valores exceden a menudo los 30g/L, atribuyéndose a la mayor cantidad de fenoles. Así, el valor del extracto permite distinguir los vinos de poco cuerpo de los vinos de cuerpo superior. Los vinos de mesa secos con extracto menor de 20g/L (2%) suelen resultar delgados al paladar, mientras que los que tienen 30g/L (3%) o más tienen un carácter de cuerpo completo. La fermentación de los mostos bajos en azúcar y su posterior fortificación puede producir vinos con valores bajos del extracto. También los vinos producidos por mejora pueden tener extractos bajos.

2.7.4.4.6.2.1.- **Análisis del extracto**

2.7.4.4.6.2.1.1.- Procedimientos densimétricos

El extracto se puede determinar por la diferencia de la gravedad específica entre la muestra de vino original y la del destilado del alcohol eliminado del vino. Conociendo el valor exacto del porcentaje de etanol (v/v) del destilado de alcohol, se puede hallar su gravedad específica mediante la tabla adecuada. Otro procedimiento descrito consiste, una vez realizada la destilación del alcohol, en añadir al residuo desprovisto de alcohol agua destilada hasta completar el volumen original y determinar entonces el °Brix por hidrometría. Debe recordarse que el °Brix se mide en g/100g, para convertirlo en g/100mL sólo hay que multiplicar el °Brix por la gravedad específica equivalente.

2.7.4.4.6.2.1.2.- Nomografías

Constituyen un método rápido para calcular aproximadamente el volumen del extracto de los vinos de mesa y de postre. La nomografía de Marsh (Anexo 3.4.3.-NOMOGRAFÍA DE VINOS DE POSTRE) para vinos de postre ha sido el más ampliamente utilizado, y Vahl (Anexo 3.4.2.-NOMOGRAFÍA DE VINOS DE MESA) ha presentado una escala indicada para vinos de mesa. Como se muestra en ambas figuras, consisten en tres escalas, “grados Brix”, “extracto” y “alcohol”, de manera que si se conocen dos valores se puede obtener directamente el tercero.

2.7.4.4.7.- EVALUACIÓN DEL COLOR POR ESPECTROMETRÍA

Los vinos blancos se caracterizan porque transmiten la luz de un amplio rango de longitudes de onda (Fig. 54). La ausencia de bandas de fuerte absorbancia en la región del espectro visible causa la ausencia de color. En vinos más viejos u oxidados, la menor transmitancia (mayor absorbancia) en el rango de 400 a 600nm produce un color verdusco, que cuando se mezcla con el amarillo produce un característico tono marrón. Tras una oxidación excesiva, el máximo de absorción sigue desplazándose hacia la región ultravioleta con un aumento de la transmitancia en la zona del espectro en la que se ven intensos tonos marrones.

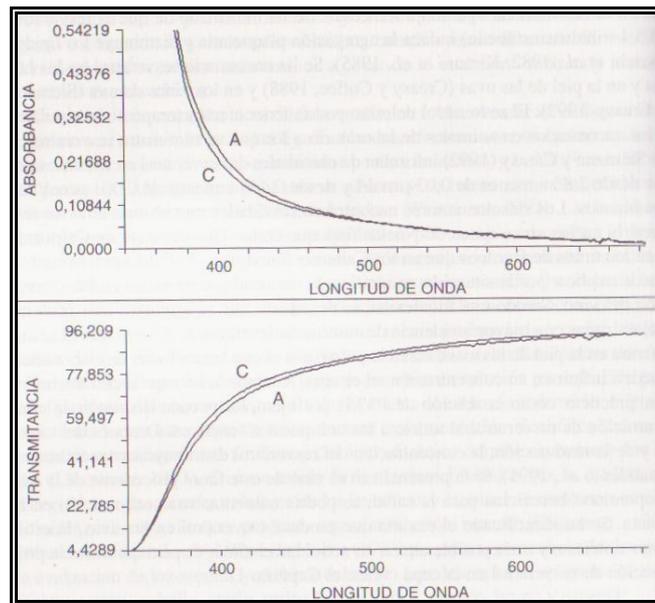


Fig. 54. Transmitancia (%) y espectro de absorción de un vino blanco joven (C) y envejecido (A).

El ser humano percibe el color según la longitud de onda y la intensidad de l luz reflejada sobre una superficie o transmitida a través de un objeto. Esto ocurre en el rango de 380 a 770nm del espectro electromagnético, la parte visible para los seres humanos. El color se define en término de tres atributos fundamentales:

1. La longitud de onda dominante (matiz), como rojo, amarillo, verde o azul.
2. La claridad (luminiscencia), que corresponde a la cantidad de gris en el color, variando desde el blanco al negro.
3. La pureza (saturación), que es una medida de la divergencia del color desde el gris (el porcentaje de matiz en un color).

Los valores del color de un vino se determinan midiendo la absorbancia a diferentes longitudes de onda, que en los vinos blancos suele ser 420nm. En el rango de 400 a 440nm, el aumento de la coloración marrón de los vinos blancos se detecta fácilmente.

2.7.4.4.7.1.- COLOR TRISTIMULUS

El sistema estándar para la medición del color, que sirve de referencia para todos los demás sistemas, es el de la CIE (Comisión Internationale de L'Eclairage). Este sistema especifica el color en términos de tres valores, X , Y y Z , denominados valores tristimulus, los cuales representan las cantidades de los tres colores primarios, rojo, verde y violeta necesarios para igualar el color del objeto que se está examinando. El sistema define además las coordenadas de cromaticidad x , y y z , que se determinan dividiendo el correspondiente valor tristimulus entre la suma de los tres valores (p. ej., $x = X/(X+Y+Z)$). Las coordenadas de cromaticidad dan la proporción del estímulo de color total atribuido a cada color primario.

Para especificar el color de un vino utilizando este sistema, se mide el porcentaje de la transmitancia de la muestra en las tres series de longitudes de onda (516-656nm para el rojo, 507-640 para el verde, y 424-508 para el violeta), y la suma de diez valores del % de la transmitancia de cada serie se multiplica por un factor normalizador para obtener los valores tristimulus X , Y y Z . Se calculan entonces los valores de la cromaticidad como se ha especificado antes, los cuales indican las fracciones respectivas de rojo, verde y violeta de la muestra. La principal desventaja de este método es que es necesario hacer 30 mediciones de la transmitancia para calcular los valores de la cromaticidad.

2.7.4.4.7.2.- ESTIMACIÓN ESPECTRAL DE LOS FENOLES DE ZUMOS Y VINOS BLANCOS

Los zumos y vinos blancos presentan anchas bandas de absorbancia máxima en el rango de 265 a 285nm y de 315 a 325nm producidas por los flavonoides (máximo, 280nm) y los ésteres de hidroxicinamato (máximo, 320nm); el máximo de otros compuestos no fenólicos es alrededor de 265nm, y el del ácido sórbico (si está presente) a 255nm. Esta interferencia se puede eliminar por extracción con isooctano para eliminar el ácido sórbico. La presencia de compuestos no fenólicos que puedan producir interferencias se pueden detectar tratando los zumos o los vinos con pirrolidona de polivinilo (PVPP) que elimina los compuestos fenólicos y volviendo a medir la absorbancia a 280 y 320nm.

Soemers y Ziemelis demostraron que la mayoría de los vinos blancos presentan valores corregidos de absorbancia iguales a $(A_{280} - 4)$ y $(A_{320} - 1,4)$, correspondiendo a los compuestos fenólicos totales y los hidroxicinamatos totales respectivamente. En los vinos elaborados con mosto escurrido, la diferencia de los espectros obtenidos tras el tratamiento con PVPP es similar a la del ácido cafeico, la principal fracción fenólica de los ésteres de hidroxicinamato en *Vitis vinifera*. Para expresar la cantidad de hidroxicinamatos totales en equivalentes de ácido cafeico (CAE mg/L) a partir de la absorbancia molar a 320nm, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Hidroxicinamatos totales} = A_{320} - 1,4$$

$$\text{Equivalentes de ácido cafeico, CAE} = 10 (A_{320} - 1,4) \text{ mg/L}$$

Somers y Ziemelis midieron la A_{320} de 230 vinos blancos comerciales encontrando valores que variaban desde 2,9 a 13,1 u.a., correspondientes a valores CAE de 15 a 117 mg/L.

En los zumos y vinos jóvenes, en los que los ácidos hidroxicinámicos están presentes como ésteres de ácido tartárico, para calcular su concentración a partir de los valores CAE se multiplica por 7/4. No se conocen interferencias en las estimaciones espectrales del zumo reciente de uvas y de vinos blancos jóvenes, dando valores similares a los obtenidos por HPLC.

Para calcular de manera aproximada los extractos flavonoides de los vinos blancos se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$(A_{280} - 4) - 2/3 (A_{320} - 1,4)$$

Esta fórmula corrige la absorbancia de los compuestos no fenólicos y de los hidroxicinamatos a 280nm.

2.7.4.4.8.- DIÓXIDO DE AZUFRE

En sus diversas formas disponibles comercialmente, el SO₂ se utiliza ampliamente en el vino e industrias alimenticias relacionadas como antioxidante químico y como inhibidor de la actividad microbiana. La máxima concentración permitida para la OIV es 350mg/L.

Existe una tendencia a reducir el dióxido de azufre utilizado en la industria del vino por razones de salud pública, por la mejor calidad de la fruta y para obtener vinos más delicados (menor cantidad de fenoles en los vinos blancos). Reducir la cantidad de dióxido de azufre, especialmente antes de la fermentación constituye una herramienta estilística.

2.7.4.4.8.1.- EL DIÓXIDO DE AZUFRE COMO INHIBIDOR DE LAS REACCIONES DE OSCURECIMIENTO

Los vinos contienen muchos compuestos fácilmente oxidables, incluyendo polifenoles. El papel antioxidante del SO₂ en el vino radica en su competencia con el oxígeno por los grupos químicos susceptibles, inhibiendo algunas reacciones de oxidación causadas por el oxígeno molecular. El envejecimiento se puede considerar como un proceso oxidativo controlado en el que la participación del oxígeno molecular es importante para el desarrollo del vino. Ribereau-Gayon recomienda que la absorción de oxígeno se limite a la cantidad que se puede reducir catalíticamente por sustratos oxidables como los fenoles flavonoides y el SO₂. Así, en el caso de los vinos blancos, en los que la cantidad de sustratos oxidables es relativamente baja, el SO₂ puede desempeñar un papel importante en el consumo de oxígeno.

El fenómeno frecuentemente observado del oscurecimiento de la fruta recién cosechada, y de las uvas estrujadas, es el resultado de actividad de un grupo de enzimas vegetales, las tirosinasas (antes polifenoloxidasas), que catalizan la oxidación de los o-dihidroxifenoles no flavonoides (incolores) a las correspondientes quinonas oscuras.

El SO₂ desestabiliza los puentes disulfuro que mantienen la conformación “nativa” o forma activa de los enzimas. La adición de 35mg/L de SO₂ al mosto inhibe completamente la utilización del oxígeno por la tirosinasa.

Los iones bisulfito (HSO_3^-) protegen los vinos de las reacciones oxidativas del oscurecimiento además de eliminar el peróxido de hidrógeno que se forma en las mismas.

2.7.4.4.8.2.- DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE Y LIGADO

El dióxido de azufre del vino está presente en dos formas ligado (o fijo) y libre, siendo su suma equivalente al SO₂ total. El “SO₂ ligado” se refiere a los compuestos de adición entre el ión bisulfito y otras sustancias como aldehídos, antocianinas, proteínas y aldo-azúcares. La cantidad de SO₂ fijo y la tasa de unión es reversible y pH-dependiente: cuanto menor es el pH, más lenta es la adición. La temperatura también afecta al equilibrio de una manera similar.

El SO₂ ligado tiene poco efecto inhibitor sobre la mayoría de las levaduras y bacterias del ácido acético, aunque se cree que a concentraciones superiores a 50mg/L el complejo acetaldehído-bisulfito inhibe las bacterias del ácido láctico.

La forma molecular no disociada del dióxido de azufre libre (H₂SO₃) es el agente antimicrobiano más importante. En el rango de pH del vino su cantidad varía considerablemente. Intentar controlar el crecimiento bacteriano con SO₂ libre o total sin referencia al pH tiene poco valor.

La cantidad de SO₂ necesaria para controlar el crecimiento bacteriano depende del número de células viables, la temperatura, el contenido de etanol, etc. 0,8mg/L de dióxido de azufre añadidos a los vinos blancos de mesa reducen en 24 horas 10.000 veces el número de *Brettanomyces* sp., ciertas bacterias del ácido láctico y otros organismos de la descomposición del vino. La cantidad de SO₂ necesaria para obtener 0,8 y 0,5mg/L de la forma molecular a distintos pH se puede calcular a partir de la Fig. 55. Dependiendo del pH del vino, 30mg/L de SO₂ libre puede ser demasiado en un vino a pH bajo y escaso en otro de pH superior para controlar el crecimiento bacteriano.

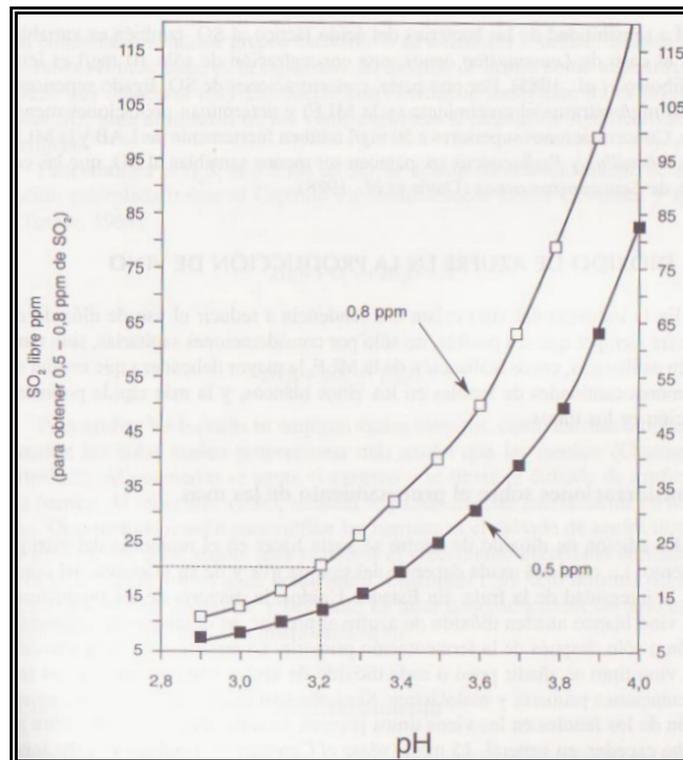


Fig. 55. Cantidades de SO₂ necesarias para obtener 0,5-0,8mg/L de H₂SO₃, según el pH.

2.7.4.4.8.3.- FUENTES DE DIÓXIDO DE AZUFRE

Antes el dióxido de azufre se obtenía quemando azufre. En la actualidad, las fuentes alternativas más comunes en la industria del vino son el metabisulfito de potasio y el gas comprimido de dióxido de azufre, o soluciones de ambos. Durante el almacenamiento, las formas secas de SO₂ pueden perder su potencia. Las elevadas temperaturas y la alta humedad pueden contribuir a una considerable pérdida de fuerza. Por tanto, es deseable controlar la potencia de estos compuestos, especialmente si se almacenan durante largos periodos.

El gas comprimido tiene la ventaja de ser barato y de evitar la adición de potasio al vino.

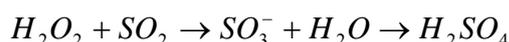
2.7.4.4.8.3.1.- Consideraciones sensoriales

Diversas características sensoriales de los vinos se han atribuido directamente a la presencia de dióxido de azufre. La alta concentración de SO₂ imparte a los vinos un carácter metálico (hojalata) y áspero. Además, las cantidades excesivas de dióxidos de azufre libre añaden un aroma picante, una acritud en la nariz y un olor “jabonoso”. El dióxido de azufre también puede influir en la longevidad de un vino, una característica importante de su calidad.

2.7.4.4.8.4.- ANÁLISIS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE Y TOTAL

Dada la general preocupación por la presencia de sulfitos en los alimentos y los aspectos sensoriales y estilísticos en la elaboración del vino, es esencial su análisis preciso.

El método oficial de la AOAC es el **método Monier-Williams modificado**. Consiste en destilar el SO₂ de la muestra en peróxido y después titular el H₂SO₄ formado. El método es laborioso y sólo proporciona el valor del SO₂ total. Una variante es el **método de oxidación por aireación (AO)**. En este procedimiento, se destila el dióxido de azufre del vino (con nitrógeno para arrastrar el gas o con aspiración de aire) a partir de una solución de la muestra acidificada y se hace reaccionar peróxido de hidrógeno, para oxidar el SO₂ a H₂SO₄:



El volumen de NaOH 0,01N necesario para titular el ácido hasta el punto de viraje se usa para calcular la cantidad de SO₂.

El material de vidrio necesario es relativamente barato y el análisis es fácil de realizar. El procedimiento AO elimina las interferencias de los pigmentos y el ácido acético.

En el **método Ripper** para el dióxido de azufre, que tiene más de 100 años, se utiliza yodo estándar para titular el SO₂ total o libre de una muestra. Aunque es de conocimiento general que este método es algo impreciso, es tan sencillo que es el más empleado en los laboratorios de las bodegas.

En el procedimiento se determina directamente el dióxido de azufre libre titulando con yodo estándar. El fin de la reacción se reconoce por la presencia de yodo en exceso en el recipiente de la titulación, el cual forma un complejo de color azul oscuro con el almidón añadido. Para determinar el dióxido de azufre total se trata primero la muestra con hidróxido sódico para liberar el dióxido de azufre ligado. El método de Ripper para el SO₂ libre y total adolece de varias deficiencias notables:

- Volatilización y pérdida de SO₂ durante la titulación.
- Reducción del yodo titulante por compuestos distintos del sulfito.
- Dificultad de la detección del punto final en los vinos tintos.
- No poder realizar el análisis con precisión en vinos que contienen ácido ascórbico.

Existen equipos comerciales (ampollas) para analizar el dióxido de azufre por el método de Ripper que se basan en las mismas reacciones químicas, por lo que la precisión no es superior a la titulación tradicional y puede ser incluso menor. La precisión del método de Ripper para el SO₂ total es ± 7 mg/L. El principal problema con ambas formas del método se presenta con los vinos tintos y con los vinos blancos elaborados con fruta degradada por *Botrytis cinerea*. Con los tintos el problema no es simplemente la dificultad de ver el punto de viraje, sino también los compuestos fenólicos que reaccionan con el yodo, produciendo valores falsamente altos; a causa de ello esta imprecisión puede ser bastante grande en los vinos altamente pigmentados. En los vinos blancos que contienen menos fenoles se producen menos interferencias. Los vinos elaborados con uvas infectadas con *Botrytis* pueden contener metabolitos que causan problemas en el análisis. Se puede mejorar la precisión, especialmente en los vinos tintos, por otros procedimientos de análisis como el AO.

Existe un creciente interés en desarrollar métodos sencillos, rápidos y fiables para el análisis del dióxido de azufre cuya novedad afecta más, en general, a la instrumentación que a la química, y que tienden a la automatización. Técnicas de interés actual son el análisis enzimático, cromatografía de gas y líquida (incluida la cromatografía de iones), potenciometría y polarimetría, espectrofotometría ultravioleta y visible, absorción atómica y espectrometría fluorimétrica (incluyendo análisis de inyección de flujo).

2.7.4.5.- PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO

2.7.4.5.1.- INFORMACIÓN GENERAL

Para tener éxito en las mediciones analíticas que se realizan en el laboratorio es necesario tener cierta habilidad y práctica, manejar con cuidado los instrumentos y los recipientes de vidrio, preparar con esmero los reactivos y muestras, seguir cuidadosamente las instrucciones, y tener una comprensión global del procedimiento que se está llevando a cabo, de sus etapas clave y sus posibles dificultades.

Los procesos analíticos se realizan en varias etapas: obtención de las muestras, elección del método, separación de las sustancias para analizar del material matriz, realización de la medición cuantitativa, y evaluación de los resultados. Es necesario que la muestra de laboratorio sea representativa de un lote de uvas, un tanque o una barrica, etc. Por ejemplo, en un tanque se deben tomar muestras a diversas profundidades y después mezclarlas para que la muestra final represente el conjunto del tanque.

No existe un único y mejor método analítico para un determinado elemento o componente. El método se elige teniendo en cuenta factores como facilidad de realización, exactitud, sensibilidad, selectividad, rapidez y coste. En algunos métodos es necesario separar previamente el componente de interés a partir de la matriz. La recuperación incompleta de la sustancia para analizar o el contaminante de una muestra presumiblemente limpia afectarán a los resultados.

2.7.4.5.2.- MÉTODOS NUEVOS FRENTE A LOS TRADICIONALES

En el laboratorio de las bodegas se han utilizado hasta ahora titulometría química, pH-metro, métodos físicos simples, colorimetría (espectrometría visible) y fotometría de llama. En la actualidad, a estos métodos se añaden espectrometría ultravioleta (UV), absorción atómica, cromatografía de gas y espectrometría de masas. La ventaja principal de los nuevos métodos es que son muy selectivos para sustancias específicas. Otra ventaja es que se necesitan cantidades más pequeñas de muestras y reactivos y, por tanto, producen menos residuos peligrosos.

2.7.4.5.2.1.- ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICOS

La luz (o radiación electromagnética) transporta energía en cantidad inversamente proporcional a su longitud de onda; las radiaciones de longitud de onda corta (radiación ultravioleta, 195-380nm) transportan más energía que las de onda más larga [luz visible (VIS) 380-800nm]. La energía transportada por la luz interactúa de manera muy específica con los átomos, las moléculas y los iones; algunas sustancias químicas sólo absorben determinadas longitudes de onda de un haz de luz.

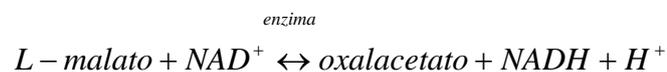
Las mediciones espectrométricas consisten en hacer pasar una cantidad de luz de una determinada longitud de onda a través de una muestra. Las moléculas (o los átomos, o los iones) de la muestra absorben luz en función de su concentración, y la luz no absorbida pasa a un sistema detector donde se mide su cantidad. Las soluciones coloreadas absorben luz de determinadas longitudes de onda en la región VIS del espectro; las soluciones incoloras no absorben la luz visible, pero pueden absorberla en la región UV.

Los espectrómetros constan de una fuente de luz (lámpara de tungsteno para la luz VIS, lámpara de hidrógeno o deuterio para UV), un monocrómetro (mecanismo para seleccionar la longitud de onda que se desea utilizar en el análisis), un recipiente para la muestra (cubeta, o en los instrumentos simples un tubo de ensayo) y un sistema detector (fototubo, tubo fotomultiplicador o un diodo sensible a la luz). En la espectrometría cuantitativa se mide la cantidad de luz absorbida por la muestra (denominada absorbancia, A), que según la ley de Beer-Lambert es directamente proporcional a la concentración (C). Se mide la absorbancia de soluciones patrón de concentración conocida y se hace un gráfico con los valores respectivos, que debe ser una línea recta, en la cual se puede hallar la concentración desconocida de una muestra a partir del valor de su absorbancia.

En algunas mediciones espectrométricas se utilizan los colores naturales del vino. En otros casos se someten a una reacción química para convertir algunos componentes, como los fenoles, en compuestos coloreados, los cuales se pueden medir con un espectrómetro UV o VIS.

2.7.4.5.2.2.- MÉTODOS ENZIMÁTICOS

Un tipo de métodos espectrométricos son los procedimientos analíticos enzimáticos, que se han desarrollado para varias sustancias. En la actualidad existen equipos comerciales de reactivos para realizar tales análisis, con las correspondientes hojas de instrucciones. Los equipos suelen permitir utilizar varias longitudes de onda, de manera que se pueden realizar los análisis tanto con espectrómetro VIS como UV. Ventajas de estos análisis: son específicos para la sustancia a analizar, se pueden realizar con un espectrómetro barato, y producen una cantidad mínima de desperdicios que requerirían una eliminación costosa. Sin embargo, es difícil realizar con éxito estos procedimientos por las posibles interferencias de las muestras de vino y hay que pipetear volúmenes muy pequeños de la muestra y de los reactivos. Si se utilizan estos equipos es aconsejable realizar el procedimiento varias veces con muestras de concentración conocida para validar la habilidad en el uso del equipo así como las constantes que proporciona el mismo. Un ejemplo de procedimiento enzimático que funciona bien es la determinación del ácido L-málico, que se basa en la reacción catalizada enzimáticamente entre el ácido y el NAD^+ para producir NADH:



El cambio de concentración del NADH se mide espectrofotométricamente a 340nm (el pico de absorción del NADH). Los reactivos se comercializan en forma de equipo en cantidad suficiente para realizar unas 20 determinaciones. El procedimiento general consiste en mezclar la muestra con los reactivos (excepto el enzima) y medir la absorbancia. Se añade el enzima y se mide la absorbancia de nuevo. La diferencia entre los valores de la absorbancia antes y después de la adición del enzima permite calcular la concentración del ácido L-málico.

FACULTAD DE CIENCIAS
TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO



PROYECTO FIN DE CARRERA

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE
CABECEO O BLENDING DE LA
DENOMINACIÓN DE ORIGEN “JEREZ-
XÉRÈS-SHERRY**

TOMO II:

- **MEMORIA DESCRIPTIVA (2ª PARTE)**
- **ANEXOS (1ª PARTE)**

AUTOR:

D. LEOPOLDO DEL PRADO GALLO

JULIO, 2009

2.7.4.5.2.3.- ABSORCIÓN ATÓMICA Y ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN

Las técnicas de emisión atómica miden la radiación (UV o VIS) emitida por los átomos de la sustancia excitados por la luz al volver al estado básico. Los elementos de interés de la muestra en forma líquida se aspiran en la llama, sacándolas de la solución y se convierten en una nube de átomos en estado básico en el que pueden participar en el proceso de emisión atómica. La energía emitida a determinadas longitudes de onda se controla utilizando típicamente un monocrómetro y un fotodetector. En estas técnicas, la intensidad de la luz emitida se mide en términos de la Transmitancia (%T), que es directamente proporcional a la concentración. En principio, la absorción atómica (AA) mide la absorción de luz UV o VIS por átomos neutros (estado básico) presentes en fase gaseosa. Como tal, es similar a la espectroscopia en solución excepto en que las líneas de absorción de los átomos son muy estrechas en comparación con las relativamente anchas bandas características del espectro de absorción de las moléculas. Por ello, la fuente de luz de los instrumentos de absorción atómica es una lámpara catódica hueca intercambiable que emite radiación de la misma longitud de onda que el elemento a medir. Dado que la absorción de la luz sólo la realizan las sustancias que absorben a la misma longitud de onda que la fuente, el método es específico y tiene pocas interferencias. Se consigue una exactitud de $\pm 2\%$ y una sensibilidad en el rango de 0,1mg/L. En la actualidad se determinan por espectrofotometría de AA unos 68 elementos.

2.7.4.5.2.4.- TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS

La cromatografía separa moléculas o compuestos disueltos en una muestra. En sus variantes modernas, es una técnica poderosa que puede separar moléculas bastante similares. La separación se basa en que las moléculas interactúan de manera distinta con su ambiente debido a diferencias de tamaño, grupo funcional, geometría, carga y distribución de la carga, y solubilidad. Un sistema cromatográfico consiste en un lecho formado por un material sólido (o un sólido recubierto por un líquido) y en una fase móvil (líquida o gaseosa) que fluye a través del primero. En este sistema, los solutos se distribuyen entre estas dos fases, moviéndose a diferentes velocidades, lo que da lugar a la separación.

Existen diversos mecanismos para realizar las separaciones cromatográficas; los más comunes son partición, adsorción, intercambio de iones y exclusión de tamaño. Las técnicas más comunes son, en orden creciente de la complejidad del soporte mecánico necesario para realizarlas: cromatografía en papel (PC), cromatografía en capa fina (TLC), cromatografía de gas (GC) y cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC).

En la cromatografía en papel se utiliza una hoja de papel de filtro colocada en el interior de una jarra o cámara. Se impregna con la muestra (p. ej., una mezcla de ácidos orgánicos) un extremo del papel, proceso denominado “manchado”, y se sumerge en una fase móvil de agua-solvente orgánico en la cámara cromatográfica. Las fases ascienden sobre el papel por capilaridad y las moléculas del soluto se desplazan hacia arriba en función de sus coeficientes de partición individual. El cromatograma (el registro de lo que sucede en el proceso cromatográfico) se desarrollará hasta que el frente del disolvente ascienda a distancia suficiente para que los diversos componentes del soluto se separen. Los solutos (manchas) no se eluyen o separan del sistema, sino que se mide la distancia que han recorrido sobre el papel (cromatograma) para calcular su valor R_f . Generalmente se cromatografían mezclas conocidas junto con las sustancias desconocidas de manera que se puedan comparar directamente los estándares y las sustancias a identificar en el mismo cromatograma de papel.

La cromatografía en capa fina es bastante similar a la cromatografía en papel. Se extiende una capa fina del material sorbente sobre un soporte material como vidrio, aluminio o plástico, produciendo lo que se denomina “placas de capa fina”. Sorbentes típicos son gel de sílice, alúmina y celulosa cristalina. Las placas se manchan de la manera descrita para la cromatografía en papel y las manchas producidas se revelan mediante pulverizadores químicos.

En términos del soporte mecánico necesario para realizarlas, las técnicas GC y HPLC son considerablemente más sofisticadas que las de cromatografía en papel o en capa fina. En ambos sistemas se utilizan columnas rellenas con la fase estacionaria, a través de la cual fluye la fase móvil introducida a presión; la colocación de la muestra en el interior de la columna cromatográfica requiere mecanismos especiales de inyección. Los componentes de la muestra se eluyen de la columna de manera que se necesita algún tipo de detector o sensor para “ver” estos componentes.

Los detectores comunes utilizados en la cromatografía de gas son: detector de conductividad térmica (TCD); detector de ionización de llama (FID); detector de captura de electrones (ECD); detector fotométrico de llama (FPD); y detector selectivo de masa (MSD). Los detectores comunes utilizados en la HPLC son: índice de refracción, UV (de longitud de onda fija o variable), y detectores de conductividad.

2.7.4.5.3.- SOLUCIONES PATRÓN ÁCIDAS Y BÁSICAS

2.7.4.5.3.1.- SOLUCIONES PATRÓN DE HIDRÓXIDO SÓDICO

Preparar una solución (1+1) mezclando cuidadosamente, en un erlenmeyer de 1L, una parte de NaOH y una de agua desionizada hervida y enfriada. Esperar a que se disuelva y se enfríe, y transferir a un recipiente de polietileno para su almacenamiento. Cuando el Na₂CO₃ haya precipitado (varios días) y sedimentado, se preparan las soluciones patrón diluyendo la solución anterior como indica la Tabla 24. Nota: No agitar la solución ni remezclar el Na₂CO₃.

Normalidad aproximada	mL de solución 1+1 por litro
0,01	0,54
0,02	1,08
0,10	5,40
0,50	27,00
1,00	54,00

Tabla 24. Preparación de soluciones patrón de hidróxido sódico.

Normalización: Dado el efecto indeterminado del carbonato, la concentración de las soluciones indicadas en la tabla sólo es aproximada. Es necesario normalizarlas con un ácido patrón primario como hidrogenoftalato potásico (KHP). Este reactivo se puede comprar en forma líquida pre-normalizada o en polvo de pureza definida; en ambos casos, se titula una cantidad exacta con la base hasta el punto final de la fenolftaleína. Si se usa KHP líquido pre-normalizado, se calcula la normalidad de la base por la siguiente fórmula:

$$\text{Normalidad de la base} = \frac{(\text{Normalidad del KHP}) \cdot (\text{mL usados de KHP})}{(\text{mL usados de la base})}$$

En el caso del KHP en polvo, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Normalidad de la base} = \frac{(\text{g de KHP}) \cdot 1.000}{(\text{mL usados de la base}) \cdot 204,229}$$

2.7.4.5.3.2.- SOLUCIONES PATRÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO

La concentración del HCl comercial varía entre 35 y 37%; la cantidad necesaria para conseguir las concentraciones aproximadas deseadas se indican en la Tabla 25.

Normalidad	mL de HCl
0,01	0,89
0,02	1,78
0,10	8,90
0,50	44,50
1,00	89,00
2,00	178,00

Tabla 25. Preparación de soluciones patrón de ácido clorhídrico.

Normalización: Para uso rutinario de laboratorio, las soluciones de HCl se pueden normalizar con carbonato sódico anhidro. Disolver 1 a 3g (pesados con exactitud) de Na₂CO₃ en 40mL de agua desionizada. Titular con HCl utilizando 4 gotas de indicador de verde de bromocresol hasta que la solución empiece a cambiar ligeramente de color, transferir entonces a un hornillo eléctrico y hervir suavemente durante 2 minutos. Enfriar y titular hasta el color de la solución de referencia, que consiste en 80mL de agua desionizada y 4 gotas de indicador verde de bromocresol.

La normalidad del HCl se calcula mediante la siguiente relación:

$$N_{HCl} = \frac{(g \text{ de } Na_2CO_3) \cdot 1.000}{(mL \text{ de } HCl) \cdot 52,994}$$

2.7.4.5.3.3.- SOLUCIÓN PATRÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO

En la se indica el volumen de ácido sulfúrico comercial que se debe utilizar por litro de solución final. Normalización: Las soluciones ácidas se pueden normalizar con soluciones de hidróxido sódico previamente normalizadas. Transferir cuidadosamente un volumen exacto de la solución normalizada de NaOH a un erlenmeyer. Añadir varias gotas de indicador (fenolftaleína o rojo de metilo) y titular hasta el punto final. Calcular la normalidad del ácido mediante la siguiente relación:

$$N_{del \text{ ácido}} = \frac{(mL \text{ de } NaOH) \cdot (N \text{ del } NaOH)}{mL \text{ de } HCl}$$

Normalidad	mL de solución de
0,01	0,28
0,02	0,57
0,10	2,84
0,50	14,18
1,00	28,35

Tabla 26. Preparación de soluciones patrón de ácido sulfúrico.

2.7.4.5.4.- ACIDEZ TITULABLE

2.7.4.5.4.1.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO CON NaOH

La acidez titulable es una medida del contenido de ácidos orgánicos del vino, y representa la cantidad de ácidos orgánicos que se pueden titular con una solución alcalina a pH 8,2.

I. Equipo:

pH-metro

Agitador magnético e imán agitador

Bureta de 50mL

Pipetas graduadas de 5 y 10mL

II. Reactivos

NaOH 0,067N u otra solución normalizada de NaOH inferior a 0,1N (véase la Tabla 24).

Indicador de fenolftaleína (1% p/v): Disolver 1g de indicador en aproximadamente 70mL de alcohol etílico al 95%. Añadir NaOH <0,1N hasta que la solución tenga un color ligeramente rosado. Diluir hasta 100mL con agua desionizada.

Tampones estándar de pH 7,00 y 4,00 (ó 3,55).

III. Procedimiento (modificación de la producción)

1. Encender el pH-metro siguiendo las instrucciones del manual.
2. Poner aproximadamente 100mL de agua desionizada hervida y enfriada en un vaso de precipitados de 250mL. Introducir el imán y colocar el recipiente en el agitador.
3. Con cuidado, sumergir el (los) electrodo(s) sin tocar el imán.
4. Añadir 2-3mL de la muestra de vino (Nota: Esto no es una transferencia cuantitativa). Titular rápidamente con la base hasta pH 8,2.
5. Con una pipeta, añadir 5,0mL de vino a la solución. Titular hasta pH 8,2. Anotar el volumen de base utilizado en esta titulación.
6. Calcular los resultados mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez titulable (g / L ácido tartárico)} = \frac{(\text{mL de base}) \cdot (\text{N de la base}) \cdot 0,075 \cdot 1.000}{\text{mL de la muestra}}$$

2.7.4.5.4.2.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO SEGÚN LA AOAC

A continuación se describe el procedimiento actualmente reconocido por la AOAC. El equipo y los reactivos son los mismos que los indicados en el procedimiento anterior.

I. Procedimiento

1. Añadir 1mL de indicador de fenolftaleína a 200mL de agua desionizada hervida y caliente. Neutralizar hasta obtener color rosado con NaOH.
2. Añadir 5,0mL de la muestra de mosto o vino desgasificados.

3. Titular hasta pH 8,2 con NaOH normalizado siguiendo las instrucciones anteriores.
4. Calcular los resultados mediante la ecuación anterior.

IV. Notas suplementarias

1. En la práctica, se pueden hacer hasta cuatro determinaciones antes de preparar la solución fresca del paso 2.
2. El CO₂ de los vinos espumosos, así como de algunos vinos de mesa, constituye una fuente importante de error. Cuando se sabe que hay CO₂, mantener unos 10mL de la muestra en un baño de agua a 60°C durante varios minutos. Una vez eliminado el gas, enfriar la solución y transferir 5mL al recipiente de titulación. Se puede mantener la muestra al vacío durante varios minutos antes del análisis.
3. El dióxido de carbono presente en el agua de dilución también puede originar problemas en la detección del punto final de la titulación, el cual parecerá que se desvanece (como resultado de la lenta hidratación del CO₂). Por ello se recomienda el uso de agua desionizada hervida (y enfriada) para la preparación de la muestra.
4. El hidróxido sódico no es un patrón primario; el ión carbonato presente en la solución actúa como tampón alterando la concentración real. Por ello, las soluciones de NaOH se deben normalizar con respecto a algún patrón primario. Las interferencias del carbonato se pueden reducir/eliminar preparando una solución saturada de NaOH y esperar varios días a que precipite el carbonato. El sobrenadante libre de carbonato se diluye aproximadamente hasta la concentración deseada y se estandariza. Normalmente ello se realiza por titulación del ácido patrón primario, hidrógeno-ftalato potásico (KHP). Sólo un patrón por molécula de KHP es ácido, y la titulación del KHP no se completa hasta aproximadamente pH 8,2. Por ello, la fenolftaleína es el indicador de elección.

5. Con respecto a la normalidad del NaOH utilizado en la titulación, se debe evitar emplear concentraciones superiores a 0,1N porque pequeñas diferencias de volumen en las lecturas de la bureta reflejan errores relativos grandes. Cuando la producción y la rapidez son esenciales, se puede preparar NaOH 0,0667N. A esta concentración, la cantidad de base utilizada permite determinar la acidez total en las unidades apropiadas. Así, un volumen total de 5,0mL de base (0,0667N) corresponde directamente a una acidez titulable de 5,00g/L.
6. En el trabajo de rutina se puede esperar un error de $\pm 0,01\%$. Los resultados de los análisis de la acidez titulable se suelen expresar con dos decimales (p. ej. 7,50g/L), redondeando las centésimas.

2.7.4.5.5.- ACIDEZ VOLÁTIL

2.7.4.5.5.1.- ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS

El ácido acético se determina con éxito mediante cromatografía de gas. La columna se rellena con materiales basados en carbono para evitar que el ácido acético se adsorba sobre ella. El pico del ácido acético se mide utilizando soluciones patrón de concentración conocida.

I. Equipo

Cromatógrafo de gas equipado con detector de ionización de llama.

Integrador electrónico o registrador de papel continuo.

Jeringa hipodérmica (10 μ L).

II. Reactivos

Solución de ácido acético en agua (100g/L): En un matraz aforado de 100mL, diluir 10mL de ácido acético glacial con agua desionizada.

Solución de alcohol n-pentilo: En un matraz aforado de 1L, diluir 1,3g de alcohol n-pentilo con agua desionizada.

III. Procedimiento

1. Instalar una de las siguientes columnas en el horno de GC.
 - a. Vidrio, 6pies \times 2mm d.i., rellena con Carbowax 20M al 6,6% sobre Carbopack B de 80-100 de poro.

- b. vidrio, 6pies × 2mm d.i., rellena con Carbowax 20M al 5% sobre Carbopack B de 60-80 de poro.
- 2. Establecer las condiciones de trabajo del cromatógrafo como se indica en la Tabla 27.

Gas transportador, N ₂	Velocidad de flujo, 30mL/min
Temp. del horno, 160°C	Temp. del inyector, 200°C
Temp. del detector, 250°C	

Tabla 27. Parámetros operacionales para la separación cromatográfica de ácido acético.

- 3. Ajustar los flujos de aire y gas H₂ según indican las instrucciones del aparato (aproximadamente 300 y 30mL/min, respectivamente, aunque dependen del instrumento y la columna utilizadas).
- 4. En matraces aforados de 100mL, preparar las soluciones patrón de ácido acético como se indica en la Tabla 28. Almacenar las soluciones en el frigorífico.

Volumen (mL) de la	Concentración final	Volumen (mL) de la	Concentración final
1,0	0,10	7,0	0,70
2,0	0,20	10,0	1,00
4,0	0,40	15,0	1,50

¹ Diluir con etanol al 10% (v/v)

Tabla 28. Preparación de los patrones de calibración de 100g/L de solución de ácido acético/agua¹

- 5. Diluir 1+1 cada solución patrón y cada muestra de vino con la solución de alcohol n-pentilo.
- 6. Inyectar 1,0µL de cada solución patrón en el cromatógrafo de gas. Registrar el cromatograma y anotar el tiempo de retención de los diversos componentes. Hallar la proporción del área del pico (integrador) o de la altura del pico (registrador) del ácido acético respecto al pico del alcohol n-pentilo. Calcular las respectivas proporciones de respuesta (RR’).
- 7. Inyectar 1,0µL de la muestra de vino preparada en el cromatógrafo. Registrar el cromatograma y anotar el tiempo de retención de los diversos componentes. Identificar el ácido acético comparando su tiempo de retención con el de la solución patrón. Calcular la proporción de respuesta del pico de ácido acético respecto al del alcohol n-pentilo (RR).

8. Calcular el porcentaje del ácido acético de la muestra de vino:

$$\% \text{ de ácido acético} = \frac{RR}{RR'} \times \% \text{ de ácido acético en la solución patrón}$$

IV. Notas suplementarias

1. Las columnas de Carbo-pack pueden separar mezclas complejas de compuestos de diversas bebidas alcohólicas como cerveza y vino. También se utilizan para detectar aceites fúsel y otros ácidos carboxílicos de bajo peso molecular que se suelen adsorber en otras columnas.
2. Las columnas de Carbo-pack funcionan mejor con muestras pequeñas o diluidas. Con muestras demasiado grandes o concentradas, se puede producir arrastre y mala separación, debido al bajo porcentaje de fase estacionaria en el relleno.
3. Las columnas deben tener los extremos rellenos con fibra de vidrio tratada con ácido fosfórico. La fibra de vidrio no tratada o silanizada adsorbe el ácido acético impidiendo su elución en la columna.
4. Algunos investigadores recomiendan saturar el transportador con vapor de ácido fórmico para reducir el arrastre y la difuminación del pico de ácido acético. Otros no lo consideran necesario.
5. Los materiales de relleno para cromatografía mejoran continuamente. Si no se pueden adquirir las columnas descritas en el procedimiento, consultar con el proveedor.

2.7.4.5.5.2.- DESTILACIÓN AL VAPOR DE ÁCIDOS VOLÁTILES EN ALAMBIQUE CASH O MARKHAM

En este procedimiento se controla la destilación de la muestra por titulación del destilado con hidróxido sódico normalizado. Los resultados se expresa en g/L de ácido acético.

I. Equipo

Alambique de ácidos volátiles Cash o Markham.

Pipetas graduadas de 10mL.

Erlenmeyer de 250mL graduado con incrementos de 50mL.

Bureta de 50mL.

II. Reactivos

Hidróxido sódico normalizado de 0,1N o menos.

Indicador de fenolftaleína al 1%.

Yodo 0,02N u otro reactivo de yodo diluido normalizado.

Ácido sulfúrico 1+3.

Agua desionizada.

III. Procedimiento (véase la Fig. 56)

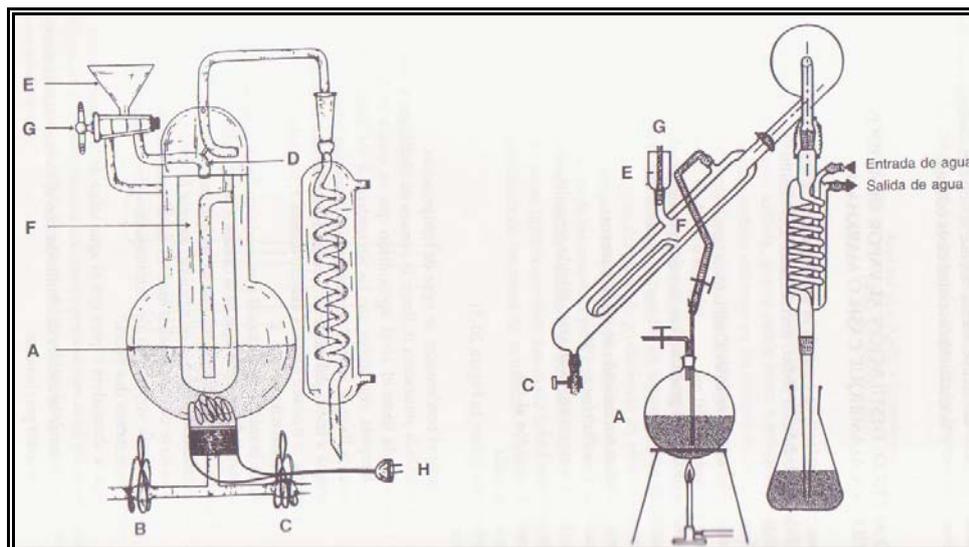


Fig. 56. Equipos de destilación Cash y Marckham para la determinación de ácidos volátiles.

Los componentes indicados con letras se describen en el texto.

a. Destilación

1. Encender el condensador de agua de refrigeración.
2. Aflojando la abrazadera B, llenar la cámara de ebullición A con agua desionizada hasta el nivel aproximado que se indica en la Fig. 56. Después, comprobar que las abrazaderas B y C están seguras.
3. Colocar la llave de paso G de manera que la muestra pase a la cámara interna a través del canal D, y echar 10mL de vino al embudo E. arrastrar la muestra hacia la cámara interna F con agua desionizada.
4. Cerrar la llave de paso.

5. Enchufar la unidad calefactora H a un suministrador de corriente estabilizada (Variac). Calentar el agua de la cámara A hasta ebullición moderada.
 6. Recoger 100mL del destilado en un recipiente.
 7. Inmediatamente después de terminar, apagar la unidad calefactora.
 8. Abrir la llave de paso y echar unos 15mL de agua desionizada al embudo para la “operación de autolimpiado” de la cámara interna. Repetir al menos dos veces.
 9. Aflojar la abrazadera C para que el agua salga de la cámara de ebullición.
 10. Volver a llenar la cámara de ebullición con agua desionizada como se ha descrito previamente.
- b. Titulación del destilado.
11. Añadir 2-3 gotas de indicador de fenolftaleína al destilado y titular con NaOH previamente normalizado hasta que el punto final de color rosa dure 15-20s.
 12. Anotar el volumen de NaOH utilizado para calcular la acidez volátil (VA en g/L) según la siguiente ecuación:

$$VA(g / L) = \frac{(mL NaOH) \cdot (N NaOH) \cdot 0,060 \cdot 1.000}{mL vino}$$

- c. Corrección del dióxido de azufre.

Los límites legales de ácidos volátiles de un vino se expresan excluyendo SO₂. Por tanto, en los casos en los que la acidez volátil se aproxima a dichos límites legales es necesario corregir los resultados por la contribución del SO₂.

Dióxido de azufre libre:

13. Inmediatamente después de la titulación de VA, enfriar la muestra.
14. Añadir aproximadamente 1mL de indicador de almidón y 1mL de ácido sulfúrico 1+3.
15. Titular con la solución de yodo hasta un punto final azul-verde claro.

16. Calcular el equivalente de ácido sulfuroso libre según la siguiente ecuación:

$$F.S.A.E. \text{ (g de ácido acético / L equivalente al } SO_2 \text{ presente)} = \frac{(mL I_2)(N_2) \cdot 32 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 1.000}{1.000 \cdot (\text{vol. de la muestra}) \cdot 64}$$

IV. Notas suplementarias.

1. El alambique no debe funcionar nunca sin agua en la cámara de ebullición. Cuando está funcionando, el nivel de agua en dicha cámara debe ser aproximadamente el indicado en la Fig. 56.
2. El agua utilizada para llenar la cámara de ebullición puede contener dióxido de carbono. Para eliminarlo, dejar salir el vapor a través del embudo E durante 10-15s antes de cerrar la llave de paso G.
3. El calor de la resistencia eléctrica puede producir una ebullición excepcionalmente enérgica. Si se observa este problema, puede ser necesario un transformador (Variac) entre el enchufe de 110 voltios y la resistencia.
4. Se debe revisar rutinariamente la conexión entre el condensador y la unidad de destilación para comprobar el ajuste adecuado.
5. Si a lo largo del día se utiliza continuamente la unidad, se puede calentar el embudo E, lo que puede causar la volatilización prematura de la muestra. Se recomienda llenar el embudo con agua desionizada durante la operación.
6. A continuación se resumen las interferencias que se pueden producir en este procedimiento.

- a. El dióxido de carbono, que aparece en el destilado como ácido carbónico, constituye una fuente importante de error. Se puede eliminar de la muestra por agitación al vacío durante varios minutos, o calentándola hasta que empiece a hervir bajo un condensador y enfriándola inmediatamente. También se puede eliminar el dióxido de carbono purgando el destilado durante 30s con gas de nitrógeno a baja presión, introducido por medio de un tubo.
- b. El dióxido de azufre se corrige si la acidez volátil se aproxima a los límites legales, o si se encuentra que su concentración en la muestra es extraordinariamente alta.
- c. El ácido sórbico se volatiliza casi completamente por la destilación al vapor. Si se conoce (o se sospecha) que se ha añadido ácido sórbico al vino, y la acidez volátil sin corregir se aproxima al límite legal, es esencial hacer la corrección respecto a su presencia: 1g de ácido sórbico = 0,535g de ácido acético.

7. Los resultados se deben expresar como $\pm 0,05\text{g/L}$.

2.7.4.5.5.3.- MÉTODO ENZIMÁTICO/ESPECTROFOTOMÉTRICO

Se afirma que la recuperación cuantitativa del ácido acético del vino mediante destilación al vapor es relativamente escasa. Además, otros ácidos destilables pueden producir interferencias importantes en la titulación ácido-base posterior, problemas que se han superado con el desarrollo de un análisis enzimático.

En general, el procedimiento del ácido acético requiere lo siguiente:

I. Equipo.

Un espectrofotómetro con lectura de absorbancia a 340, 334 ó 365nm.

Micropipetas (1,0/ 2,0 μL).

Pipetas graduadas (10, 200 μL).

II. Reactivos.

En este análisis se usan reactivos de Boehringer-Mannheim que se venden en forma de equipo, en cantidad suficiente para unas 25 determinaciones.

III. Procedimiento.

Las líneas generales del procedimiento son las siguientes:

1. Se pueden utilizar muestras sin tratar o tratadas con PVPP, filtradas, con el pH ajustado y diluidas al doble.
2. Se mezclan las muestras con los reactivos (excepto la malato deshidrogenasa y la acetil-CoA-sintetasa) en una cubeta y se mide la absorbancia. Se añade la malato deshidrogenasa y se mide de nuevo la absorbancia.
3. Finalmente se añade la acetil-CoA-sintetasa y se anota la medida final de la absorbancia. Se sigue el mismo procedimiento con un blanco de reactivos.
4. La reducción del NADH^+ en este ensayo no es lineal por lo que es necesario corregir las medidas de la absorbancia de la muestra y del blanco. La concentración del ácido acético se calcula con los valores corregidos de la absorbancia.

2.7.4.5.6.- ÁCIDOS ORGÁNICOS: ANÁLISIS POR HPLC DE LOS ÁCIDOS ACÉTICO, CÍTRICO, FUMÁRICO, GLUCÓNICO, LÁCTICO, MÁLICO, SUCCÍNICO Y TARTÁRICO

Los ácidos orgánicos se pueden separar y cuantificar en una columna de HPLC. La preparación de la muestra implica una separación preliminar por intercambio de iones de los azúcares que en caso contrario podrían co-eluir con los ácidos. Las cantidades de los ácidos orgánicos presentes en la muestra se suman proporcionando una medida de su “contenido ácido total”.

I. Equipo.

Cromatógrafo líquido de alto rendimiento con detector de longitud de onda (UV) variable.

Columna de ácidos orgánicos Bio-Rad (o equivalente).

Columna rectificadora.

Columnas de propileno desechables para la preparación de las muestras.

II. Reactivos.

Hidróxido amónico concentrado.

Fase móvil de H₂SO₄ (0,01N): Diluir 0,28mL de ácido sulfúrico concentrado hasta 1L con agua desionizada.

H₂SO₄ (1+4): Echar 80mL de agua desionizada en un vaso de precipitados y añadir con cuidado 20mL de ácido sulfúrico. Mezclar bien.

III. Procedimiento.

1. Instalar las columnas en la corriente de flujo de la fase móvil del HPLC.
2. Empezar a bombear la fase móvil de H₂SO₄ a través de la columna a una velocidad de 0,6mL/min.
3. Poner la temperatura del horno de la columna a 25°C, y esperar a que se estabilice el sistema.
4. Encender el detector de UV de longitud de onda variable y esperar a que se caliente. Poner la longitud de onda a 210nm.
5. Preparar y cromatografiar la muestra como sigue:
 - a. Transferir a un vial con tampón:
 - (1) 2,00mL de vino.
 - (2) 0,2mL de hidróxido amónico concentrado.
 - b. Mezclar el contenido del vial, y mantenerlo cerrado hasta que esté todo listo para colocar su contenido en la resina intercambiadora de aniones.
 - c. Preparar la columna intercambiadora de iones mezclando 3g de Bio-Rex 5, resina intercambiadora de aniones (forma Cl⁻) de 100-200 de poro en 6mL de agua desionizada y verterlo en una columna de polipropileno desechable. Eliminar el agua y lavar la columna con otros 3mL de agua desionizada. No dejar que la columna se seque antes de usarla.

- d. Añadir la muestra a la columna y esperar a que la solución la atraviese. Lavar los azúcares de la columna con agua desionizada (9mL) y recogerlos en un matraz aforado de 10mL para su posterior análisis, si se desea. (Completar el volumen de esta solución con agua desionizada y mezclar bien antes de la inyección en la columna).
 - e. Añadir cuidadosamente 2mL de la solución (1+4) de ácido sulfúrico y suficiente agua desionizada para recoger 10mL del eluente que contiene los ácidos. (De nuevo, mezclar bien la muestra).
 - f. Preparar la muestra haciendo pasar unos 3mL a través de un Sep-pac que se ha acondicionado haciendo pasar 3mL de metanol seguido por 5mL de agua desionizada.
 - g. Recoger la muestra, filtrar a través de un filtro de jeringa de 0,45µm e inyectar.
6. El análisis cuantitativo se realiza con soluciones patrón de los diversos ácidos que se espera contenga la muestra. Comparar los tiempos de retención de los picos observados en el cromatograma de la muestra con los obtenidos en el cromatograma de los patrones.
7. Cromatografiar soluciones patrón de los diversos ácidos. Las proporciones de la altura de los picos (registrador) o el área de los picos (integrador) se comparan con las de las muestras de vino, cuya concentración se puede averiguar en la curva de calibración o calcularse como sigue:

$$\text{Concentración del ácido (g / L)} = \frac{R}{R'} \times \text{concentración del ácido patrón, g / L}$$

Donde:

R = respuesta del ácido desconocido

R' = respuesta del ácido patrón

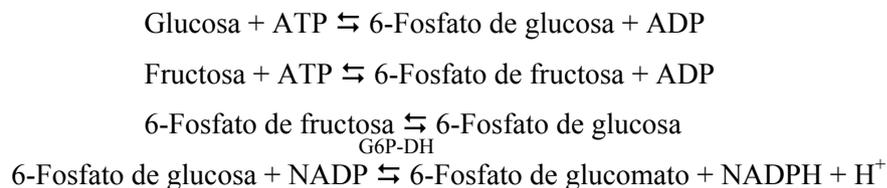
IV. Notas suplementarias.

1. Para preparar la columna de resina para la siguiente muestra hacer fluir a través de ella unos 3mL de agua desionizada para enjuagar el ácido. Las columnas se pueden usar para unas cuatro muestras.
2. Gump y Kupina han desarrollado un método similar al descrito para el análisis del ácido glucónico en el vino. El ácido glucónico es un marcador de la infección por *Botrytis cinerea*.

2.7.4.5.7.- AZÚCARES REDUCTORES

2.7.4.5.7.1.- ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO ENZIMÁTICO

McCloskey describe un análisis enzimático para los dos azúcares reductores principales (glucosa y fructosa) del vino, que no detecta las pentosas incluidas en los análisis tradicionales de azúcares reductores. A concentraciones bajas (<1,0g/L), los resultados son más altos que los obtenidos por el procedimiento de Lane-Eynon. El procedimiento de McCloskey utiliza enzimas previamente medidos que se venden bajo el nombre de glucosa Stat-Pak (Calbiochem). Dado que la fructosa no es un sustrato activo, es necesario un tercer enzima, la fosfoglucosa isomerasa. La secuencia de reacciones es la siguiente:



Donde:

HK = hexosa quinasa

PGI = fosfoglucosa isomerasa

G6P-DH = 6-fosfato de glucosa deshidrogenasa

Se recomienda consultar el folleto que acompaña al equipo de reactivos para glúcidos para conocer la información más reciente y el procedimiento diseñado específicamente para el equipo adquirido.

El procedimiento de glúcidos es el siguiente:

I. Equipo.

Espectrómetro con lectura de absorbancia a 340, 365 ó 334nm.

Micropipetas de rango simple o múltiple (25 y 100 μ L).

Baño de agua (22°C).

II. Reactivos.

Es más conveniente comprar los reactivos utilizados en este análisis en forma de equipo, que se puede adquirir como glucosa Stat-Pak en Calbiochem o glucosa/fructosa en Boehringer-Mannheim.

III. Procedimiento.

La secuencia general del procedimiento es la siguiente:

1. Las muestras se suelen diluir 1+9 para que la concentración de azúcares esté en el rango de 0,1-1g/L.
2. Se mezcla una fracción con los reactivos (excepto las hexoquinasa/6-fosfato de glucosa deshidrogenasa y fosfoglucoisomerasa) y se mide la absorbancia.
3. Se añade la hexoquinasa/6-fosfato de glucosa deshidrogenasa para iniciar la reacción y se mide de nuevo la absorbancia cuando se haya completado.
4. Se añade la fosfoglucoisomerasa y se mide de nuevo la absorbancia cuando cesa la reacción.
5. Las concentraciones de glucosa y fructosa se calculan por la diferencia entre los diversos valores de absorbancia.

2.7.4.5.7.2.- ESTIMACIÓN VISUAL RÁPIDA

Se pueden realizar mediciones rápidas de rutina de los azúcares reductores con diversos equipos desarrollados originalmente para el uso de los diabéticos. Con referencia a un código de colores, se determina el contenido de azúcares reductores de un vino en un rango de 0-1%. Las pentosas impiden que el nivel de azúcares reductores del vino llegue a cero, aunque las pentosas no son fermentables por las levaduras.

En caso de productos comerciales como el Clinitest, los grados de sensibilidad son del orden de 0,05%. El mecanismo de reacción suele ser el mismo que en los métodos de reducción de cobre excepto en que el calor necesario lo proporciona la reacción de neutralización del NaOH y el ácido cítrico. El principal factor limitante para el uso de estos equipos es que el contenido de azúcares reductores tiene que ser menor de 1,0%. Por tanto, estos equipos constituyen una ayuda principalmente para determinar la finalización de la fermentación.

2.7.4.5.7.3.- MÉTODO TITULOMÉTRICO DE REBELEIN (GOLD COAST)

En el método de Rebelein, el cobre en exceso que queda después de la reacción con el azúcar se reduce con ión yoduro produciendo una cantidad equivalente de yodo, el cual se titula entonces con tiosulfato sódico. Para no tener que normalizar los reactivos, se titula un blanco (sin azúcares) de agua desionizada. El resultado se calcula comparando la titulación de la muestra con la del blanco.

I. Equipo.

Pipetas graduadas (10mL).

Vasos erlenmeyer (200mL).

Quemador.

Bureta (50mL).

Perlas de vidrio para hervir.

II. Reactivos.

Solución alcalina de sal de Rochelle:

Componente A: En aproximadamente 40mL de agua desionizada, disolver 250g de tartrato sódico potásico.

Componente B: En aproximadamente 400mL de agua desionizada, disolver 80g de hidróxido sódico. Combinar cuidadosamente los componentes A y B en un matraz aforado de 1L y completar el volumen con agua desionizada.

Solución de sulfato de cobre: En un matraz aforado de 1L, disolver 41,92g de sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) en aproximadamente 600mL de agua desionizada. Añadir 10mL de H_2SO_4 1N, mezclar, y completar el volumen con agua desionizada.

Solución de yoduro potásico: En un matraz aforado de 1L, mezclar 100mL de hidróxido sódico 1N y 300g de yoduro potásico. Añadir unos 300mL de agua desionizada. Una vez disueltos, completar el volumen con agua desionizada.

Tiosulfato sódico: En un matraz aforado de 1L, mezclar 50mL de NaOH 1N y 13,777g de tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Añadir unos 200mL de agua desionizada y disolver. Completar el volumen con agua desionizada.

Solución de almidón:

Componente A: Disolver 10g de almidón soluble en 500mL de agua hirviendo.

Componente B: Disolver 20g de yoduro potásico en 500mL de agua desionizada. Añadir 10mL de NaOH 1N. Cuidadosamente, combinar los componentes A y B.

Ácido sulfúrico (16% v/v): Cuidadosamente, y mezclando, añadir 175mL de ácido sulfúrico al 95% a 825mL de agua desionizada.

Ácido sulfúrico (1N): Véase la Tabla 26.

III. Procedimiento.

1. Si se trata de un vino dulce, diluir primero el contenido de azúcar a menos de 2,8% (28g/L).
2. Transferir 10mL de la solución de sulfato de cobre a un erlenmeyer de 200mL.
3. Añadir 5mL de la solución alcalina de sal de Rochelle, 2-3 perlas para hervir y 2,0mL de la muestra de vino.
4. Llevar a ebullición rápida durante 1,5min. Enfriar rápidamente.
5. Cuando esté fría, añadir:
 - a. 10mL de solución de yoduro potásico.
 - b. 10mL de solución de ácido sulfúrico (16%).
 - c. 10mL de solución de almidón.

6. Mezclar y titular con tiosulfato sódico hasta un punto final de color blanco-cremoso.
7. Calcular el azúcar reductor mediante la siguiente fórmula:

$$R.S.(g / L) = 28 - 28 \left(\frac{V_A}{V_B} \right)$$

Donde:

V_A = Volumen de titulante utilizado con la muestra de azúcar.

V_B = Volumen de titulante utilizado con el blanco.

La titulación del blanco se realiza siguiendo los pasos 2-6 del procedimiento descrito, utilizando 2,0mL de agua desionizada en vez de la muestra de vino.

IV. Notas suplementarias.

1. Se debe titular el blanco con cada nueva serie de muestras para analizar.
2. Los vinos tintos hay que decolorarlos por tratamiento con carbono decolorante o PVPP (“Polyclar AT”) antes del análisis.
3. Tras añadir el yoduro potásico, el ácido sulfúrico y el almidón, la titulación con tiosulfato debe realizarse lo más rápido posible.
4. Para realizar con éxito el análisis, y que el cálculo (según la ecuación anterior) sea válido, hay que controlar cuidadosamente varios aspectos.
 - a. Las soluciones de CuSO_4 y la sal alcalina de Rochelle (tartrato sódico potásico) utilizadas para el análisis de azúcar deben mezclarse inmediatamente antes de su uso. La mezcla de reactivos no se puede guardar por la facilidad con que se descomponen después de periodos prolongados de almacenamiento y se recomienda almacenar en el frigorífico la de sulfato de cobre hasta el momento de uso.

- b. Temperatura y duración del calentamiento. La reacción de reducción se acelera al aumentar la temperatura hasta 90°C. sin embargo, a temperatura superior a 100°C se puede producir una autorreducción significativa del cobre, determinando un error apreciable.
- c. La concentración del sulfato de cobre también afecta a la reducción. Idealmente, la proporción de álcali (OH⁻) respecto al cobre debe ser 5 a 1. por encima de ello disminuye la reducción y aumenta la posibilidad de autorreducción.

2.7.4.5.7.4.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO DE LANE-EYNON MODIFICADO

Este procedimiento consiste en determinar la cantidad de solución de glucosa (titulante) necesaria para reaccionar con un volumen conocido de sulfato de cobre alcalino en condiciones específicas de calentamiento. Se añade 1mL de vino a un segundo volumen de sulfato de cobre alcalino y se determina la cantidad de solución patrón de azúcar necesaria para completar la reducción. La diferencia entre los volúmenes necesarios para titular la muestra de vino y el blanco se relacionan directamente con el contenido de azúcar reductor de la muestra.

I. Equipo.

Erlenmeyer de boca ancha de 500mL.

Bureta de salida lateral de 50mL.

Pipetas graduadas (1,0 y 10mL).

Probeta graduada de 100mL.

Quemador eléctrico.

Fuente de luz de alta intensidad.

Perlas de vidrio para hervir.

II. Reactivos.

Solución Fehling A: En un matraz aforado de 2L, disolver 138,6g de sulfato cúprico (CuSO₄·5H₂O) en unos 1.800mL de agua desionizada.

Completar el volumen a temperatura definida. La solución Fehling A se debe almacenar en el frigorífico cuando no se usa.

Solución Fehling B: En un matraz aforado de 2L, disolver 692g de tartrato sódico potásico y 20g de hidróxido sódico en agua desionizada. Completar el volumen a temperatura ambiente. No es necesario utilizar balanza analítica para la preparación de este reactivo.

Solución de dextrosa (0,5%): En un matraz aforado de 2L, disolver 10,00g de dextrosa anhidra en agua desionizada. Completar el volumen a temperatura definida. Almacenar en el frigorífico. Alternativamente, añadir 2g de benzoato sódico y 1g de ácido cítrico antes de completar el volumen.

Indicador de azul de metileno: Disolver 1g de azul de metileno en 95mL de agua desionizada. Completar el volumen. Almacenar en una botella cuentagotas.

III. Procedimiento.

a. Determinación del blanco.

1. Poner varias perlas de vidrio en un erlenmeyer de 500mL y añadir 70mL de agua desionizada.
2. Añadir 10mL de la solución Fehling A.
3. Añadir 10mL de la solución Fehling B y mezclar bien. Nota: No es necesario que esta adición sea volumétrica y se puede utilizar cualquier pipeta.
4. Colocar el vaso en un quemador eléctrico previamente caliente y titular inmediatamente con unos 18mL de solución de dextrosa al 0,5%.
5. Cuando la solución hierva a borbotones, añadir 5 gotas de indicador de azul de metileno y titular gota a gota hasta que se alcance el punto de viraje en el que desaparece el color azul de la solución y aparece el color rojo.

Nota: No se debe tardar más de 3min en realizar esta titulación.

Teóricamente, la titulación del blanco debe necesitar 21,8mL de dextrosa al 0,5%, aunque no siempre es así.

6. Repetir la titulación del blanco hasta que los puntos de viraje no varíen más de 0,2mL.

7. Anotar el volumen de dextrosa requerido para el blanco "B".
- b. Determinación de la muestra:
 8. Proceder como en la determinación del blanco, añadiendo 1mL de vino (paso 3).
 9. Titular rápidamente hasta 2mL antes del punto estimado de viraje. A ebullición completa, añadir 5 gotas de azul de metileno y continuar la titulación gota a gota hasta que se alcance el punto de viraje.
 10. Anotar el volumen de dextrosa necesario para la titulación de la muestra "W". Calcular la concentración de azúcares reductores mediante la siguiente fórmula:

$$R.S.(g / L) = \frac{(B - W)(0,005 g / mL)(1.000 mL / L)}{\text{volumen de la muestra (mL)}}$$

Donde:

B = volumen de la solución de dextrosa al 0,5% necesaria para titular el blanco.

W = volumen de la solución de dextrosa al 0,5% necesaria para titular la muestra.

Cuando se utilizan muestras de 1mL de volumen se puede simplificar la ecuación anterior:

$$R.S.(g / L) = 5(B - W)$$

IV. Notas suplementarias.

1. Algunos laboratorios prefieren decolorar los vinos altamente pigmentados antes del análisis, aunque esto no es necesario en general. Los vinos con un contenido alto de sólidos en suspensión deben clarificarse antes del análisis.
2. Durante la titulación, la punta de la bureta debe estar dentro del vaso para reducir el contacto con el oxígeno. El desprendimiento continuo de vapor durante la titulación también ayuda a reducir el acceso del aire. La interrupción de la emisión de vapor desde el recipiente de titulación puede producir errores.

3. Puede ser necesario realizar varias titulaciones de práctica previa para estar seguro de detectar el punto de viraje. Dado que distintas personas pueden interpretar este punto de manera diferente, es esencial que la misma persona realice la titulación del blanco y de las muestras.
4. El punto de viraje es cuando desaparece el indicador de azul de metileno (formación de la leucoforma). Esto se observa mejor en las burbujas y alrededor de los bordes del vaso utilizando una fuente de luz de alta intensidad.
5. Los vinos con un contenido de azúcar residual superior al 5% se deben diluir antes del análisis.
6. En vinos secos, la precisión es $\pm 0,05\%$. La reproducibilidad entre replicaciones debe ser $\pm 0,2\text{mL}$.
7. las soluciones Fehling A y de dextrosa deben almacenarse en el frigorífico cuando no se usan. Para usarlas, ambas soluciones deben estar a temperatura estándar.
8. Consultar las notas suplementarias del procedimiento Rebelein para los comentarios de seguridad relativos al uso de las soluciones de tipo Fehling.

2.7.4.5.8.- COLOR

2.7.4.5.8.1.- DETERMINACIÓN ESPECTROMÉTRICA DEL MATIZ (TONALIDAD) Y LA INTENSIDAD (DENSIDAD)

Se asignan valores al color de un vino midiendo su absorbancia a diferentes longitudes de onda. En vinos blancos la absorbancia se suele determinar a 420nm; en el rango de 400-440nm se detecta fácilmente el aumento de la coloración marrón de los vinos blancos. Las muestras de vino tinto, antes de medir su absorbancia a 420 y 520nm, hay que diluirlas con agua desionizada del mismo pH que el vino original. El grado de dilución depende de la intensidad original del color rojo, pudiendo variar entre 1+3 y 1+9. Para evitar la dilución se pueden utilizar microcubetas. Antes del análisis hay que eliminar toda la materia particulada, lo cual se suele realizar por filtración a través de un filtro de membrana de 0,45-1,2 μm .

La medida de la densidad o intensidad del color se obtiene sumando los valores de la absorbancia a 420 y 520nm (suma de A_{420} , A_{520} y A_{620} según el procedimiento OIV), mientras que la medida del matiz o tonalidad es el cociente entre las absorbancias a 420-520nm.

I. Equipo.

Espectrómetro de haz único con lecturas a 420 y 520nm.

Cubetas adecuadas.

pH-metro.

II. Reactivos.

Ácido sulfúrico concentrado.

Agua desionizada.

III. Procedimiento.

1. Encender el instrumento y esperar hasta que se caliente.
2. Antes de colocar la cubeta en la cámara de la muestra, ajustar la transmitancia a cero.
3. Seleccionar la longitud de onda deseada.
4. Utilizando la cubeta de referencia, ajustar la transmitancia a 100% (absorbancia cero).
5. Sustituir la cubeta de referencia por la cubeta de la muestra. Nota: Diluir los vinos tintos con agua del mismo pH que el de la muestra de vino (o usar microcubetas). Anotar la absorbancia (o el % de transmitancia).
6. Medir la absorbancia de cada muestra a 520 y 420nm. Si se mide la transmitancia en %T, convertir su valor en absorbancia mediante la fórmula:

$$A = \log \frac{100}{\%T}$$

7. El valor de la intensidad o densidad del color se determina por la suma:

$$\text{Densidad o intensidad} = (A_{420} + A_{520})$$

Nota: $I = (A_{420} + A_{520} + A_{620})$ según la OIV

8. La medida del matiz o tonalidad es el cociente entre las absorbancias a 420nm y 520nm:

$$H = (A_{420}) / (A_{520})$$

2.7.4.5.8.2.- MÉTODO DE LOS 10 ORDINALES PARA ESPECIFICAR EL COLOR

Aunque en productos alimenticios se suele utilizar una escala de 30 ordinales para expresar la diversidad espectral, en productos como el vino, que tiene un espectro de absorción relativamente simple, es suficiente un sistema de 10 ordinales. Las tres series de 10 longitudes de onda a las que se mide la transmitancia usando este sistema se indican en la Tabla 29. Después se suman los valores de la transmitancia y los resultados se multiplican por sus correspondientes factores para obtener los valores tristimulis.

Número ordinal	X _{nm} (Rojo)	Y _{nm} (Verde)	Z _{nm} (Violeta)
1	516,9	507,7	424,9
2	561,4	529,8	436,0
3	576,3	543,7	443,7
4	587,2	555,4	450,5
5	596,5	566,3	456,8
6	605,2	576,9	462,9
7	613,8	587,9	469,2
8	623,3	600,1	476,8
9	635,3	615,2	487,5
10	655,9	639,7	508,4
Factor	0,10984	0,10000	0,03555

Véanse los pasos 1 y 2 del procedimiento para las instrucciones de uso de esta tabla.

Tabla 29. Medida de los valores de color CIE utilizando el procedimiento de 10 ordinales e iluminación A (lámpara de filamento de tungsteno a 2.854K).

I. Equipo.

Espectrofotómetro con longitudes de onda de 400 a 660nm.

Cubetas apropiadas.

pH-metro.

II. Reactivos.

Ácido sulfúrico concentrado.

Agua desionizada.

III. Procedimiento.

1. Utilizando una muestra de vino filtrada a través de una membrana de 0,45µm de poro, anotar los valores de transmitancia a las tres series de diez longitudes de onda que se indican en la Tabla 29. (Nota: los vinos tintos se deben diluir con agua destilada desionizada cuyo pH se haya ajustado al vino).
2. Con los valores del % de transmitancia hallar los parámetros de color como se indica a continuación, utilizando los correspondientes factores:

$$X = \text{Suma de \%T (a X)} \times 0,10984$$

$$Y = \text{Suma de \%T (a Y)} \times 0,10000$$

$$Z = \text{Suma de \%T (a Z)} \times 0,03555$$

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}; y = \frac{Y}{X + Y + Z}; z = 1 - (x + y)$$

IV. Notas suplementarias.

1. El número de ordinales elegidos depende de la complejidad de la curva espectral. En el caso del vino, es suficiente utilizar diez ordinales seleccionados por la relativamente simple naturaleza del espectro de los vinos blancos y tintos.
2. La transmitancia se mide a diferentes longitudes de onda para obtener los valores tristimuli X, Y y Z, que representan la percepción visual humana del color, no un control objetivo.

2.7.4.5.9.- CONCENTRACIÓN DE IONES DE HIDRÓGENO: MEDICIÓN DEL pH

La concentración de iones de hidrógeno se expresa como pH. Se mide utilizando un pH-metro y un electrodo de vidrio. El pH-metro se calibra con soluciones tampón estándar y los valores del pH de la muestra se determinan introduciendo el electrodo en una muestra sin diluir del vino.

I. Equipo.

pH-metro (análogo o digital) equipado con electrodos de pH y de referencia o un electrodo combinado.

Vaso de precipitados de 50mL.

II. Reactivos.

Tampones (pH 7,00 y 4,00): En las casas suministradoras de productos químicos se pueden adquirir tampones preparados con indicadores para la detección de dilución o escisión.

Tampón (pH 3,55). Añadir aproximadamente 5g de tartrato ácido potásico a 500mL de agua desionizada. Mezclar un agitador magnético durante 5min. Esperar a que los cristales no disueltos se depositen y decantar, filtrando si es necesario. A 25°C, el pH de la solución es 3,55.

Solución interna de KCl: Adquirir en una casa comercial.

Solución limpiadora (metanol al 75%): Diluir 75mL de metanol absoluto con agua desionizada hasta 100mL. Mantener el recipiente fuertemente tapado.

III. Calibración del pH-metro.

1. Seguir las instrucciones del fabricante para calibrar el pH-metro con los tampones.
2. Enjuagar el vaso de precipitados con la muestra. Poner la muestra en el recipiente de manera que cubra las uniones del electrodo.
3. Introducir los electrodos en la muestra.
4. Esperar a que se estabilice la lectura del medidor y anotar el resultado.

IV. Notas suplementarias.

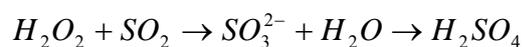
1. No sacar los electrodos de los tampones o la muestra hasta que la lectura sea estable. Durante el cambio de las muestras el aparato debe estar en la posición “stand-by”.
2. Cuando no se utilicen, almacenar los electrodos siguiendo las recomendaciones del fabricante.
3. El electrodo de referencia se debe comprobar rutinariamente para verificar que hay suficiente solución de relleno de KCl. No se debe dejar que el nivel baje demasiado respecto al punto de entrada, el cual debe estar abierto durante su utilización.

4. Se deben limpiar periódicamente los electrodos para asegurar su correcta utilización. Para ello, sumergirlos en la solución limpiadora seguido de varios lavados con agua desionizada. La contaminación de proteínas se elimina fácilmente empapando los electrodos en una solución de pepsina y HCl 0,1N.
5. Las uniones de cerámica se limpian empapando el electrodo con agua desionizada caliente.
6. Si para el trabajo rutinario sólo se utiliza un tampón para la calibración, es preferible utilizar una solución saturada de bitartrato potásico o un tampón de pH similar al del material para analizar. Cuando se necesita un mayor grado de precisión, la calibración se debe realizar con dos tampones.
7. Utilizando pH-metros de escala expandida, los resultados se pueden expresar con precisión de centésimas (p. ej., 3,45) mientras que los convencionales sólo proporcionen décimas (pH 3,4).

2.7.4.5.10.- DIÓXIDO DE AZUFRE

2.7.4.5.10.1.- DESTILACIÓN CON AIREACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE TITULACIÓN

El dióxido de azufre del vino se destila (con nitrógeno como gas de arrastre o con aspiración de aire) de la muestra acidificada y después se oxida a H_2SO_4 con peróxido de hidrógeno:



El ácido formado se titula con NaOH 0,01N para calcular la cantidad de SO_2 . A continuación se presentan dos aparatos cuyos componentes son los típicos utilizados en este tipo de procedimientos. El sistema del condensador y del agua refrigerante evita la destilación de los componentes ácidos volátiles; en las operaciones de rutina en que sólo se necesitan valores aproximados del SO_2 libre, se utilizan sistemas similares a los descritos a continuación pero sin condensador.

I. Equipo.

Baño de agua helada circulante.

Microquemador.

Pipetas graduadas. (10 y 20mL).

Unidad de destilación de vidrio (véase la Fig. 57).

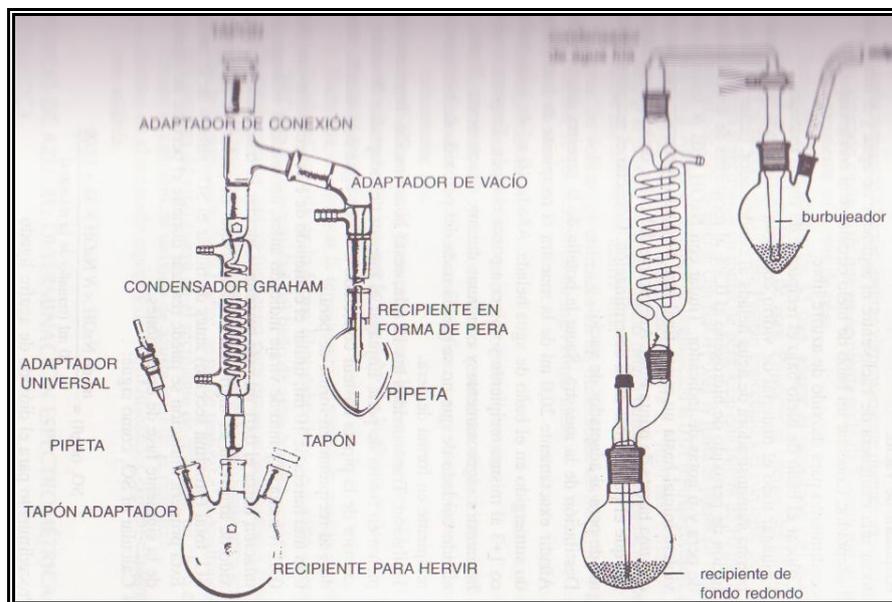


Fig. 57. Equipo de vidrio recomendado para el procedimiento de oxidación-aireación.

II. Reactivos.

Hidróxido sódico (0,01N): Véase la Tabla 24.

Peróxido de hidrógeno (0,3%); En un matraz aforado de 500mL, transferir 5,0mL de H₂O₂ al 30% (v/v) a aproximadamente 400mL de agua desionizada. Completar el volumen con agua desionizada a temperatura definida. Preparar inmediatamente antes de su uso.

Ácido fosfórico (1+3): Añadir cuidadosamente 1 Vol. de ácido o-fosfórico al 85% a 3 Vol. de agua desionizada.

Solución indicadora: En un matraz aforado de 100mL, disolver 50mg de azul de metileno y 100mg de rojo de metileno en aproximadamente 90mL de solvente de etanol-agua al 50%. Una vez disueltos, completar el volumen con el mismo solvente.

III. Montaje del instrumento.

Consultar la Fig. 57 para el montaje. Conectar el recipiente de 100mL, de fondo redondo y 3 bocas al condensador de 300mm. Por medio de un adaptador de termómetro, introducir una pipeta Pasteur en el mismo recipiente; la pipeta debe llegar a 1mm del fondo. Tapar la tercera entrada del recipiente.

Conectar el adaptador al extremo del condensador. Con un pequeño fragmento de tubo Tygon, conectar una pipeta Pasteur con el tubo central de vidrio del adaptador de vacío. Colocar la pipeta de manera que llegue a 1mm del fondo del recipiente receptor en forma de pera. Conectar este recipiente al adaptador de vacío.

Colocar una manguera de vacío entre el aspirador de agua y el brazo lateral del adaptador. Conectar un baño de hielo circulante al condensador.

IV. Procedimiento para dióxido de azufre libre.

1. Colocar el baño de hielo bajo el recipiente de fondo redondo.
2. Enjuagar todo el material de vidrio con agua desionizada, y encender la bomba suministradora de agua helada al condensador. Echar 10mL de solución de peróxido de hidrógeno al 0,3% al recipiente de fondo en forma de pera y 6 gotas de indicador. Titular con NaOH 0,01N desde el color violeta inicial hasta un punto final azul turquesa (generalmente una gota con una bureta de punta fina). Asegurarse del color, dado que será el mismo que el punto final de la determinación. Conectar el recipiente en forma de pera al adaptador de vacío.
3. Destilación de la muestra. Sacar la botella de la muestra del frigorífico. Añadir exactamente 20,0mL de la muestra al recipiente de fondo redondo sumergido en el baño de agua helada. Añadir 10mL de ácido fosfórico 1+3 al mismo recipiente y volver a poner el tapón. Empezar a aspirar la muestra vigorosamente y continuar durante exactamente 10min, teniendo cuidado de que no se pierda nada del peróxido de hidrógeno del recipiente en forma de pera.

4. Titulación. Transcurridos los 10min, cesar la aspiración. Separar el recipiente en forma de pera. Enjuagar el interior del adaptador de vacío y el exterior de la pipeta Pasteur conectado a él con agua desionizada, echándola al recipiente en forma de pera.
5. Con una bureta de 10mL, titular el contenido de este recipiente con NaOH 0,01N hasta el punto de viraje indicado antes, anotando el volumen de titulación hasta el 0,01mL más cercano. Calcular la concentración de dióxido de azufre al ± 1 mg/L más cercano. Nota: Es preferible determinar el SO₂ total (próxima sección) antes de titular el SO₂ libre de la muestra. Esta primera titulación se puede realizar durante el periodo de aspiración de la siguiente fase de operaciones.
6. Calcular el SO₂ como sigue:

$$SO_2(mg / L) = \frac{mL \text{ de NaOH} \times N \text{ NaOH} \times 32 \times 1.000}{20mL(\text{tamaño de la muestra})}$$

V. Procedimiento para el dióxido de azufre ligado.

1. Iniciar el procedimiento como se ha indicado antes para el dióxido de azufre libre, pero poniendo un Microquemador bajo el recipiente de fondo redondo.
2. Destilación. Poner la muestra en el recipiente de fondo redondo, tratada como se ha descrito para el análisis del SO₂ libre. Con el Microquemador, calentar el contenido de este recipiente (muestra y ácido fosfórico) hasta ebullición. Puede ser necesario añadir unas gotas de un antiespumante inerte para evitar la formación de espumas excesiva durante la destilación. Cuando comience a hervir, aspirar vigorosamente durante exactamente 15min, teniendo cuidado de que no se pierda nada de la solución de peróxido del recipiente en forma de pera.

3. Titulación. Transcurridos los 15min, apagar la aspiración y el quemador. Sacar el recipiente en forma de pera. Enjuagar el interior del adaptador de vacío y el exterior de la pipeta Pasteur conectado a él con agua desionizada, echándola al recipiente en forma de pera. Con una bureta de 10mL, titular el contenido de este recipiente con NaOH 0,01N hasta el punto de viraje indicado antes. Anotar el volumen de la titulación al 0,01ml más cercano. Anotar los valores de dióxido de azufre calculados a ± 1 mg/L más cercano.
4. Calcular el dióxido de azufre ligado (mg/L) utilizando la ecuación anterior.
5. Cálculo del dióxido de azufre total.
Sumar los volúmenes utilizados en las titulaciones de SO₂ libre y ligado, y calcular su concentración en mg/L como antes.

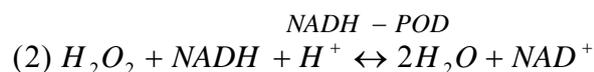
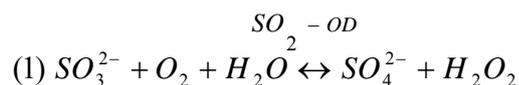
VI. Notas suplementarias.

1. Posibles fuentes de error en este procedimiento son:
 - a. Arrastre de CO₂ y ácidos volátiles resultantes de una acidez volátil inicial alta, condensador de enfriamiento ineficaz, o agua de refrigeración no suficientemente fría.
 - b. La acidificación de la muestra puede liberar parte del SO₂ ligado a las antocianinas del vino, por lo que debe ser la última etapa antes de empezar el procedimiento.
 - c. Dado que al aumentar la temperatura se acelera la disociación del SO₂ ligado, el análisis de la forma libre debe llevarse a cabo a menos de 20°C (de ahí la necesidad del baño de agua helada).
2. Se puede utilizar gas de nitrógeno para empujar la muestra a través del aparato; el resultado es comparable al obtenido utilizando aspiración.
3. Tras la determinación de SO₂ libre, se puede realizar el procedimiento con una muestra de vino nueva en el recipiente de reacción, en cuyo caso se obtiene la cantidad de dióxido de azufre total de la muestra.

4. Existen en el mercado equipos de vidrio diseñados específicamente para este análisis.

2.7.4.5.10.2.- DETERMINACIÓN ESPECTROMÉTRICA ENZIMÁTICA

El análisis enzimático del dióxido de azufre (sulfitos) se basa en las siguientes reacciones enzimáticas acopladas:



SO₂-OD: sulfito oxidasa
 NADH-POD: NADH-peroxidasa

El peróxido de hidrógeno formado en la reacción (1) se reduce por el enzima NADH-peroxidasa y NADH en la reacción (2); la oxidación del NADH está estioquiométricamente relacionada con la cantidad de sulfito o de sulfito unido a aldehído. El NADH restante se puede medir a la apropiada longitud de onda. Existen equipos de reactivos para realizar este método.

Consultar el folleto que acompaña al equipo de reactivos para sulfito sobre la información actualizada respecto a la seguridad y el procedimiento específicamente diseñado para el producto adquirido. El procedimiento general es el siguiente:

I. Equipo.

Un espectrómetro con lectura de absorbancia a 340, 334 ó 365nm y cubetas apropiadas de 1cm.

Micropipetas (10, 50 y 200µL) y pipetas graduadas ajustables desde 1,00 hasta 2,00mL.

II. Reactivos.

Se pueden adquirir en Boehringer-Mannheim u otros suministradores. Se venden en forma de equipo con suficiente material para unas 30 determinaciones de sulfito.

III. Procedimiento.

1. Los vinos blancos se pueden analizar directamente. Diluir y tratar las muestras de vino tinto con NaOH para hidrolizar todo el dióxido de azufre ligado.
2. Mezclar la muestra con los reactivos (excepto la sulfito oxidasa) y medir la absorbancia.
3. Añadir la sulfito oxidasa y volver a medir la absorbancia una vez se haya completado la reacción.
4. Operar con un blanco de la misma manera y corregir el valor obtenido de la absorbancia de las muestras con el correspondiente del blanco.
5. La diferencia entre los valores corregidos de la absorbancia antes y después de la adición de la sulfito oxidasa, permite calcular la concentración total de dióxido de azufre.

IV. Notas suplementarias.

1. El procedimiento anterior, tal como se ha descrito, mide espectrofotométricamente el cambio de concentración del NADH a 340nm (pico de absorción del NADH). Si se usan fotómetros equipados con lámpara de vapor por mercurio, las mediciones se hacen a 334 ó 365nm. En el folleto del producto se indican los coeficientes de adsorción apropiados.

2.7.4.5.10.3.- ESTIMACIÓN RÁPIDA UTILIZANDO EL MÉTODO DE TITRITO

Existen en el mercado ampollas de reactivos para mediciones rápidas del SO₂, que utilizan la química del método Ripper y por tanto están sometidas a las mismas limitaciones.

2.7.4.5.10.4.- MÉTODO TITULOMÉTRICO DE RIPPER UTILIZANDO YODO

En este método se titula el dióxido de azufre libre con yodo, controlando el punto final de la titulación con solución indicadora de almidón. También existen en el mercado sistemas de detección electroquímica de uso común en la actualidad. El dióxido de azufre libre se determina directamente. El dióxido de azufre total se determina tratando primero la muestra con hidróxido sódico para liberar el dióxido de azufre ligado. Existen equipos comerciales fácilmente asequibles para realizar análisis aproximados del dióxido de azufre por el método de Ripper.

I. Equipo.

Erlenmeyer de 250mL (preferiblemente de boca ancha).

Bureta de 10mL.

Pipeta volumétrica de 25mL.

Tapón de caucho de tamaño apropiado.

Fuente de luz de gran intensidad.

II. Reactivos.

Solución de yodo: Disolver 12,9g de yodo y 25g de yoduro potásico en aproximadamente 100mL de agua desionizada. Cuando se hayan disuelto, transferir a un matraz aforado de 1L y completar el volumen con agua desionizada a temperatura definida.

Soluciones de trabajo de yodo: Para preparar soluciones de yodo de aproximadamente la normalidad deseada, diluir con agua desionizada según se indica en la Tabla 30.

Normalidad deseada aproximada	Dilución
0,01	100mL de solución de yodo + 900mL de agua destilada
0,02	200mL de solución de yodo + 800mL de agua destilada

Tabla 30. Preparación de las soluciones de trabajo de yodo.

Normalización de las soluciones de yodo: Dado que las concentraciones de estas soluciones son sólo aproximadas, es necesario normalizarlas con un patrón primario de tiosulfato sódico. El tiosulfato sódico se puede adquirir en forma líquida, pre-normalizada. Si se desea prepararlo, proceder como se indica a continuación:

- a. Pesar unos 300mg de tiosulfato sódico sólido y transferirlos a un matraz aforado de 100mL.
- b. Disolver en aproximadamente 50mL de agua desionizada. Añadir una pizca de bicarbonato sódico y completar el volumen con agua desionizada.
- c. La normalidad (molaridad) de la solución se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{peso de } Na_2S_2O_3 \text{ (mg)} \times \% \text{ de pureza}}{158,1 \text{ mg / mmol} \times 100}$$

Hidróxido sódico (1N): disolver 41g de hidróxido sódico en 1L de agua desionizada.

Ácido sulfúrico (1+3): Diluir cuidadosamente 1 Vol. De ácido sulfúrico concentrado en 3 Vol. De agua desionizada.

Indicador de almidón (1%): Mezclar 10g de almidón soluble y 1L de agua desionizada. Calentar hasta que empiece a hervir. Enfriar y almacenar en el frigorífico. Nota: Desechar el indicador de almidón cuando aparezca turbio.

Bicarbonato sódico.

III. Procedimiento.

- a. Dióxido de azufre libre.
 1. Transferir 25mL de vino a un erlenmeyer limpio de 250mL.
 2. Añadir aproximadamente 5mL de indicador de almidón y una pizca de bicarbonato.
 3. Añadir 5mL de solución 1+3 de H₂SO₄.
 4. Titular rápidamente con solución patrón de yodo hasta un punto final azul que sea estable unos 20s.
 5. Calcular la concentración de SO₂ libre (en mg/L):

$$SO_2(\text{mg} / \text{L}) = \frac{(\text{mL de yodo}) \cdot (N \text{ de yodo}) \cdot 32 \cdot 1.000}{\text{mL de la muestra de vino}}$$

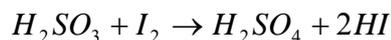
IV. Procedimiento.

b. Dióxido de azufre total.

1. Transferir 25mL de la muestra de vino a un erlenmeyer limpio de 250mL.
2. Añadir 25mL de NaOH 1N, agitar, tapar. Esperar 10min para que se produzca la reacción de hidrólisis.
3. Añadir unos 5mL de indicador de almidón y una pizca de bicarbonato.
4. Añadir 10mL de solución 1+3 de H₂SO₄.
5. Titular rápidamente con la solución de yodo hasta un punto final azul que sea estable unos 20s. El uso de una fuente de luz de alta intensidad es útil para detectar el punto de viraje en los vinos tintos.
6. Calcular la concentración total de SO₂ (mg/L) utilizando la ecuación anterior.

V. Notas suplementarias.

1. El análisis del SO₂ libre y total depende de la reacción redox:



La finalización de esta reacción se indica por la presencia de yodo en exceso en el recipiente de titulación, el cual forma un complejo con el almidón (punto de viraje azul-negro) o se detecta con un electrodo de platino. Existen en el mercado sistemas de electrodos de detección (Beckman, Fisher, etc.) basados en las propiedades electroquímicas del yodo.

2. Las soluciones de yodo se oxidan rápidamente, por lo que hay que verificar regularmente su concentración. Se deben almacenar en botellas de vidrio ámbar.
3. Normalización de las soluciones de yodo con tiosulfato sódico.
 - a. Transferir 10mL de solución de tiosulfato a un erlenmeyer de 250mL.

- b. Añadir almidón y titular con yodo hasta el punto de viraje azul.
- c. Calcular la normalidad de la solución de yodo:

$$N \text{ de yodo} = \frac{(mL \text{ de tiosulfato}) \cdot (N \text{ de tiosulfato})}{mL \text{ de solución de yodo}}$$

4. Para analizar el SO₂ total es necesario hidrolizar los compuestos de adición de bisulfito, reacción que es pH-dependiente. Tomada informo de que a pH 6-8 se hidroliza menos del 5% del producto de adición, mientras que a pH 8-10 se hidroliza el 50%. A pH superior a 12 se produce la disociación completa. El análisis del SO₂ total es una reacción de duración limitada, por tanto, pasarse del tiempo necesario puede producir errores.
5. Para determinar el SO₂ libre, se acidifica la muestra para reducir la oxidación de los polifenoles del vino por el yodo y desplazar el equilibrio de la reacción hacia el H₂SO₄.
6. Burroughs destacó que la acidificación y la disminución resultante del pH libera el SO₂ ligado a las antocianinas. Además, el SO₂ es volátil a pH bajo, por lo que tras la adición de 1+3 H₂SO₄ (el último paso antes de la titulación), es imperativo titular tan rápidamente como sea posible para reducir las pérdidas por volatilización. A medida que se realiza la titulación (eliminando SO₂ de la solución), se produce más disociación de bisulfito-antocianina, lo que determina que los valores de SO₂ libre de los vinos tintos sean erróneamente altos.
7. Para facilitar la detección del punto de viraje en los vinos tintos, se debe colocar una lámpara de alta intensidad de manera que la luz se transmita a través de la muestra.
8. Los vinos tintos intensamente coloreados se suelen diluir con agua desionizada para facilitar la detección del punto de viraje del almidón; en este caso se deben multiplicar los resultados por el correspondiente factor de dilución. Además, la dilución puede afectar al equilibrio entre el SO₂ libre y el total en la solución.

9. La solución indicadora de almidón se descompone rápidamente por acción microbiana, por lo que se debe almacenar en el frigorífico cuando no se usa. Si su integridad es dudosa, transferir unos milímetros a un tubo de ensayo y añadir una gota o dos de solución de yodo, tras lo cual debe aparecer inmediatamente un color púrpura intenso; si se observa una solución ámbar, desechar la solución de almidón.
10. La precisión del procedimiento descrito es $\pm 7\text{mg/L}$ (para el SO_2 total), lo cual es aceptable para los análisis de rutina de las bodegas. Los resultados de los análisis se redondean al número entero más próximo.
11. Al determinar SO_2 en productos a los que se ha añadido ácido ascórbico, o en los que está presente de manera natural, la titulación con yodo produce resultados erróneamente altos debido principalmente a la oxidación competitiva del ácido ascórbico y el SO_2 por el yodo titulante, por lo que es necesario hacer una corrección por la presencia del ácido o utilizar un procedimiento que no implique titulaciones redox. En estos casos se ha utilizado con éxito el método de oxidación-aireación.

2.7.4.5.10.5.- MÉTODO TITULOMÉTRICO DE RIPPER UTILIZANDO YODATO

Schneyder y Vleck propusieron sustituir las soluciones de yodo por soluciones de yodato como titulante para determinar el dióxido de azufre, debido a su mayor estabilidad. En este procedimiento se añade un exceso de yoduro a la muestra de vino y entonces se titula con yodo como en el procedimiento anterior.

El yodato reacciona con el yoduro y el ácido sulfúrico de la muestra produciendo yodo in situ:



El yodo producido reacciona con el SO_2 , y la titulación se realiza como en el método Ripper descrito previamente, calculando los resultados con la fórmula indicada en dicho método.

I. Equipo.

El mismo que para el método Ripper descrito.

II. Reactivos.

Solución de yodato potásico/yodo (0,02N): En un matraz aforado de 1L, disolver 713,3mg de yodato potásico desecado en unos 800mL de agua desionizada. Añadir 50mL de ácido sulfúrico 1+3 mezclando y completar el volumen con agua desionizada.

Solución de yoduro potásico-almidón: En un matraz aforado de 1L, disolver 10g de yoduro potásico y 2,5g de almidón soluble en unos 800mL de agua desionizada. Completar el volumen con agua desionizada.

H₂SO₄ (1+2): Añadir 1 Vol. de H₂SO₄ a 2 Vol. de agua desionizada.

III. Procedimiento.

1. Seguir las instrucciones del procedimiento Ripper para el SO₂ libre y total, sustituyendo los reactivos indicados por los equivalentes especificados en este método.
2. Calcular los resultados por medio de la ecuación indicada previamente.

2.7.4.5.10.6.- PROCEDIMIENTO TITULOMÉTRICO MODIFICADO POR MONIER-WILLIAMS

Este procedimiento ha sido el método AOAC oficial para el SO₂ total durante muchos años. La química implicada es la misma que la del procedimiento de oxidación-aireación; se destila el SO₂ de la muestra, se oxida con peróxido de hidrógeno y entonces se titula como ácido sulfúrico con hidróxido sódico. Cuando con el dióxido de azufre se destilan otros productos titulables, el sulfato se puede precipitar por gravedad con bario para corregir esta interferencia.

I. Equipo.

Consultar la última edición del AOAC Oficial Methods para el aparato apropiado de destilación de SO₂.

II. Reactivos.

Consultar la última edición del AOAC Oficial Methods para los reactivos apropiados y su preparación.

III. Procedimiento (Dióxido de azufre total).

Consultar la última edición del AOAC Oficial Methods para el procedimiento.

1. Transferir 100-300mL de la muestra de vino al recipiente de destilación. Diluir hasta aproximadamente 400mL con agua desionizada.
2. Añadir 90mL de HCl (1+2) al recipiente.
3. Iniciar el flujo de gas nitrógeno y calentar el recipiente hasta ebullición. Continuar durante 1,75 horas con flujo estable de burbujas.
4. Titular el contenido del recipiente receptor con NaOH 0,01N utilizando rojo de metilo como indicador. Calcular los mg/L de SO₂ (ppm) utilizando las ecuaciones indicadas en el procedimiento de oxidación-aireación.
5. Se puede realizar una determinación gravimétrica acidificando la muestra y precipitando el ión sulfato con solución de BaCl₂. El precipitado se lava, se seca y se pesa para determinar la cantidad de BaSO₄ recogida.

2.7.4.5.11.-ETANOL

2.7.4.5.11.1.- ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS

Se puede separar de una muestra diluida de vino el etanol de otros componentes por cromatografía de gas. Para mejorar la cuantificación, se diluye la muestra con una solución de 2-propanol (utilizada como estándar interno). La proporción de las áreas de los picos cromatográficos se compara con la obtenida tras la inyección de una mezcla de etanol-estándar interno.

I. Equipo.

Cromatógrafo de gas equipado con detector de ionización de llama (FID).

Integrador electrónico (procesador de datos) o registrador de papel continuo.

Jeringa hipodérmica (10µL).

II. Reactivos.

Estándar interno de 2-propanol (iso-propanol, 0,2% v/v): Diluir 2,0mL de 2-propanol hasta 1.000mL con agua desionizada. Mezclar bien. Para cada patrón o muestra para analizar se necesitarán aproximadamente 100mL de esta solución.

Solución patrón de etanol al 10%: En un matraz aforado de 100mL, diluir 10,0mL de etanol absoluto con agua desionizada a 20°C. Las soluciones patrón se preparan a concentraciones similares a las esperadas en las muestras.

III. Procedimiento.

1. Instalar una de las siguientes columnas en el horno GC.
 - (a) De vidrio, 6 pies×2mm d.i., rellena con Poropak QS de poro 80-100.
 - (b) De vidrio, 6 pies×2mm d.i., rellena con Carbowax 1500 al 0,2% sobre Carbowpack C de poro 80-100.
 - (c) De cobre o acero inoxidable, 6 pies×1/4 de pulgada d.e. rellena con Carbowax 600 de poro 40-60 al 3% sobre Chromosorb T.
2. Establecer las condiciones de funcionamiento como se indica (véase la Tabla 31).

Condiciones	Col. a	Col. b	Col. c
Gas transportador	N ₂	N ₂	N ₂
Velocidad de flujo (mL/min)	30	15	55
Temp. del horno, °C	200	105	88
Temp. del inyector, °C	225	150	150
Temp. del detector, °C	225	150	150

Tabla 31. Condiciones operativas del cromatógrafo de gas.

3. Ajustar los flujos de aire y H₂ según las instrucciones de uso del aparato (aproximadamente 300 y 30mL/min, respectivamente, aunque pueden ser algo distintos según el gas transportador utilizado).

4. Diluir la solución patrón de alcohol 1+99 con el estándar interno de 2-propanol. Inyectar al menos tres fracciones de 1,0µL en el cromatógrafo y registrar los cromatogramas resultantes. Calcular el área del pico (integrador) o la proporción de la altura de los picos (registrador) del alcohol y del 2-propanol. Calcular la media de las tres proporciones (RR’).
5. Diluir la muestra 1+99 con el estándar interno de 2-propanol. De nuevo, inyectar al menos tres fracciones de 1,0µL en el cromatógrafo y registrar los cromatogramas resultantes. Calcular las proporciones del pico de del alcohol respecto al del estándar interno. Calcular la media de las tres proporciones (RR). En la muestra un cromatograma típico.

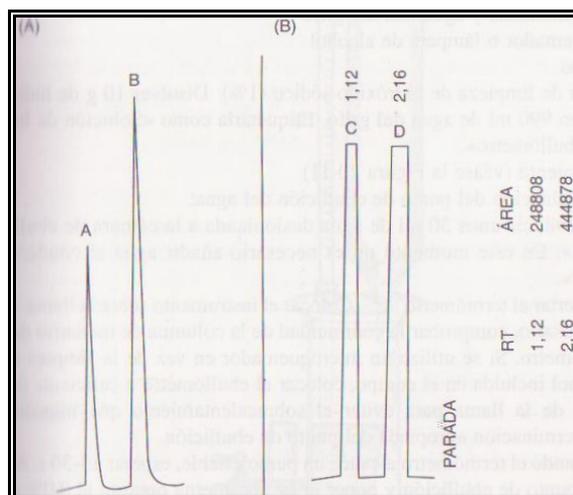


Fig. 58. Cromatograma típico de una muestra de vino obtenida con registrador de papel continuo (A) e integrador (B). La proporción del área del pico promedio tras las tres inyecciones es 0,554, mientras que la correspondiente al patrón de etanol al 11,6% es 0,452. El % de etanol calculado para esta muestra es 14,2%.

6. Calcular el porcentaje de alcohol en la muestra de vino:

$$\% \text{ de alcohol} = \frac{RR \times \% \text{ de alcohol en el patrón}}{RR'}$$

IV. Notas suplementarias.

1. Para optimizar las condiciones cromatográficas, la temperatura del horno puede ser ligeramente distinta según la columna GC utilizada.

2. Se puede hacer una curva de calibración preparando tres o más soluciones patrón de alcohol que cubran el rango de las concentraciones esperadas de alcohol. Seguir el procedimiento descrito y registrar los cromatogramas resultantes. La curva se construye con las proporciones medias de cada estándar cromatografiado respecto a su concentración de alcohol. Los valores desconocidos se leen directamente en la curva de calibración.

2.7.4.5.11.2.- DETERMINACIÓN POR EBULLOMETRÍA

La ebullometría consiste en medir la disminución del punto de ebullición causada por la presencia de alcohol en una muestra de vino. La diferencia entre el punto de ebullición de la muestra y el del agua pura se relaciona con el porcentaje de etanol. La principal interferencia en esta determinación es el azúcar (R.S.>2%).

I. Equipo.

Ebullómetro, termómetro de mercurio (°C), escala de alcohol apropiada.

Agua desionizada y agua fría del grifo.

Microquemador o lámpara de alcohol.

II. Reactivos.

Solución de limpieza de hidróxido sódico (1%): Disolver 10g de hidróxido sódico en 990mL de agua del grifo. Etiquetarla como “Solución de limpieza del ebullómetro”.

III. Procedimiento (véase la Fig. 59).

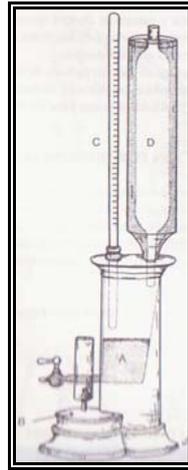


Fig. 59. Representación esquemática de un ebullómetro típico.

- a. Determinación del punto de ebullición del agua:
 1. Introducir unos 30mL de agua desionizada a la cámara de ebullición “A”. En este momento no es necesario añadir agua al condensado “D”.
 2. Insertar el termómetro “C”. Colocar el instrumento sobre la llama. Antes de usarlo, comprobar la continuidad de la columna de mercurio del termómetro. Si se utiliza un microquemador en vez de la lámpara de alcohol incluida en el equipo, colocar el ebullómetro a suficiente distancia de la llama para evitar el sobrecalentamiento que impediría la determinación apropiada del punto de ebullición.
 3. cuando el termómetro alcance un punto estable, esperar 15-30s. Anotar el punto de ebullición y poner la escala interna opuesta al 0,0% de alcohol sobre la escala externa del “Grado alcohólico del vino”.
 4. Enfriar y secar el instrumento.
- b. Determinación del punto de ebullición del vino:
 5. Enjuagar la cámara de ebullición con unos pocos mL del vino que se va a analizar y secar para evitar la dilución de la muestra.
 6. Transferir unos 50mL de vino a la cámara de ebullición.
 7. Llenar el condensador con agua fría del grifo.

8. Insertar el termómetro como se indica en la Fig. 59, y colocar el instrumento sobre la fuente de calor. De nuevo, comprobar la continuidad de la columna de mercurio.
9. cuando el termómetro alcance un punto estable, esperar 15-30s y anotar la lectura.
10. Localizar el punto de ebullición del vino en la escala interna “Grados de termómetro” y anotar el contenido de alcohol correspondiente (% v/v) en la escala exterior. Alternativamente: El contenido de alcohol se puede obtener directamente en la Fig. 60 por la diferencia entre los puntos de ebullición del agua y de la muestra de vino.

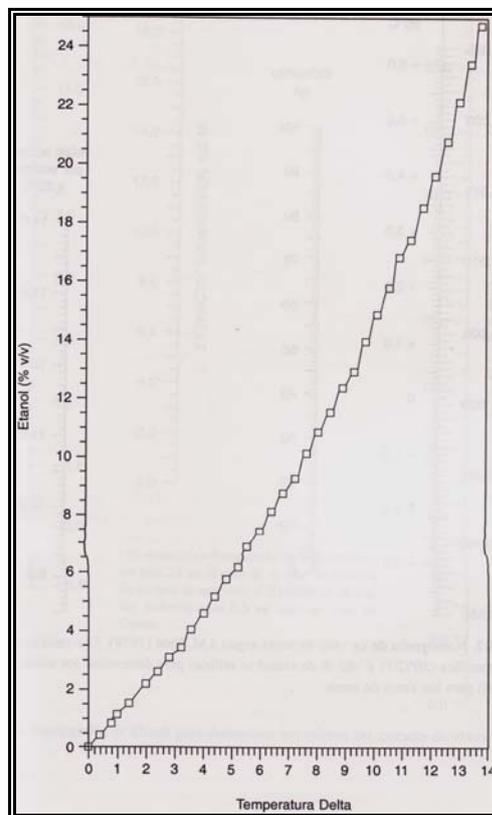


Fig. 60. Diferencia de las mediciones de la temperatura de ebullición respecto al porcentaje de etanol (v/v).

11. Enfriar y lavar a fondo el instrumento.

IV. Notas suplementarias.

1. El punto de ebullición varía con la presión atmosférica por lo que, como referencia, se debe determinar el del agua desionizada al menos dos veces al día, y más frecuentemente en periodos de tiempo inestable.
2. Los azúcares reductores a concentración superior a 2% producen interferencias que dan lugar a puntos de ebullición erróneamente bajos (y por tanto cantidades de alcohol aparentemente altas). Ello se puede evitar haciendo una separación inicial (destilación) y hallando el punto de ebullición del destilado recogido. Alternativamente, antes del análisis se diluyen los vinos dulces hasta menos del 2% de azúcares reductores, o al contenido aparente de alcohol se resta el factor de corrección (azúcar reductor $\times 0,05$).
3. Para evitar la pérdida prematura de alcohol, el agua refrigerante del condensador debe estar fría (helada preferentemente). Si se calienta el agua del condensador, el alcohol se puede volatilizar dando lugar a puntos de ebullición erróneamente altos y valores de alcohol aparentemente bajos.
4. Se puede evitar la espuma excesiva de los vinos recién fermentados mediante adición de agentes antiespumantes.
5. Tras periodos prolongados de uso, las paredes de la cámara de ebullición se recubren de restos que reducen su eficacia. Se recomienda limpiar con frecuencia la cámara de ebullición con una solución hirviente de NaOH al 1%.

2.7.4.5.11.3.- DETERMINACIÓN POR HIDROMETRÍA

La destilación del alcohol de una muestra de vino seguida por la medición de la gravedad específica del destilado de agua y etanol puede proporcionar una determinación precisa del contenido de alcohol original. La acidez volátil y el dióxido de azufre pueden producir interferencias en el análisis. El control de la temperatura de la muestra de vino inicial y del destilado final es imprescindible para obtener medidas precisas.

I. Equipo.

Aparato de destilación como el mostrado en la Fig. 61.

Matraz receptor Kohlrausch de 200mL.

Hidrómetro de alcohol.

Cilindro de hidrómetro.

Termómetro.

Agua desionizada.

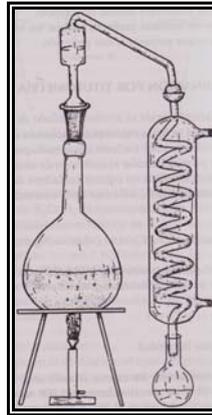


Fig. 61. Aparato de destilación simple para la separación del alcohol.

II. Reactivos.

Agente antiespumante (“Tween” 80 o equivalente).

Hidróxido sódico (2N): No es necesario normalizar este reactivo.

Disolver 82g de NaOH en aproximadamente 800mL de agua desionizada y completar el volumen hasta 1L a temperatura ambiente.

III. Procedimiento.

1. Enjuagar el matraz receptor Kohlrausch con varios mL de la muestra de vino. Trasvasar la muestra al matraz hasta 1cm de la marca de volumen.
2. Ajustar la temperatura a 20°C y completar el volumen con vino.
3. Transferir el contenido al matraz de destilación Kjeldahl, asegurando la completa transferencia con varios enjuagues de agua desionizada. Añadir 40-50mL de agua desionizada al matraz de destilación para prevenir la carbonización. En caso de vinos jóvenes o dulces, se puede añadir una gota de agente antiespumante para evitar la formación excesiva de espuma durante la destilación.

4. Colocar y conectar el matraz como se indica en la Fig. 61, y comprobar el ajuste del bulbo de expansión, el matraz y el condensador.
5. Abrir el agua del condensador. Ajustar el calor de manera que produzca una ebullición moderada.
6. Recoger aproximadamente 195mL de destilado. Si se desea hacer otro análisis después, guardar el residuo del matraz Kjeldahl.
7. Ajustar la temperatura del destilado a 20°C, y completar el volumen con agua desionizada. Mezclar.
8. Transferir el destilado al cilindro y sumergir en el hidrómetro del rango apropiado.
9. Anotar la lectura cuando el hidrómetro alcance el equilibrio. Registrar la temperatura del destilado y hacer las correcciones necesarias mediante las tablas del Anexo 3.4.4.-CORRECCIONES DE TEMPERATURA DE LOS HIDRÓMETROS DE ALCOHOL.

IV. Notas suplementarias.

1. La acidez volátil superior al 0,10% y el dióxido de azufre superior a 200mg/L pueden producir interferencias. En ambos casos, se debe neutralizar el vino con NaOH 2N antes de la destilación, aunque los vinos neutralizados no se pueden usar para posteriores análisis del extracto.
2. La mayoría de los analistas prefieren calibrar los hidrómetros de alcohol nuevos con patrones preparados con precisión.

2.7.4.5.11.4.- DETERMINACIÓN POR TITULOMETRÍA (DICROMATO)

El dicromato acidificado oxida el alcohol destilado de una muestra de vino y el exceso de dicromato se titula entonces con solución de hierro (II). La proporción entre los volúmenes del titulante consumido por la muestra de vino (V_A) y el blanco (V_B) permite calcular el contenido de alcohol. Para obtener valores precisos, es imprescindible un control cuidadoso de la temperatura y el volumen de la muestra analizada, así como de la concentración de la solución de dicromato.

I. Equipo.

Aparato de destilación micro-Kjeldahl (véase la Fig. 62).

Bureta de 50mL.

Baño de agua de temperatura constante (60-65°C).

Erlenmeyer de 50mL (preferiblemente graduados).

Erlenmeyer de 500mL.

Pipetas graduadas (1 y 25mL).

Fuente de luz de alta intensidad.

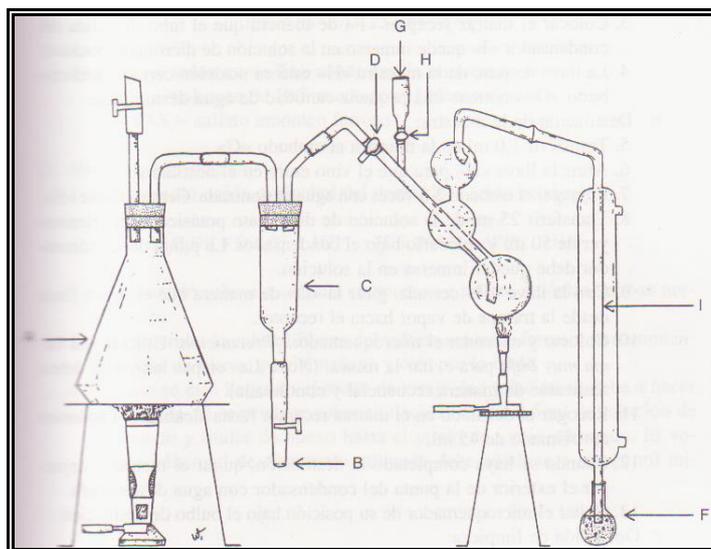


Fig. 62. Representación esquemática de un aparato de destilación micro-Kjeldahl.

II. Reactivos.

Sulfato amónico ferroso: En un matraz aforado de 2L, disolver 270g de $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en aproximadamente 1.500mL de agua desionizada. Añadir cuidadosamente 50mL de H_2SO_4 y completar el volumen con agua desionizada.

Solución de dicromato potásico (0,1148M): En un matraz aforado de 2L, disolver 67,536g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en aproximadamente 1.000mL de agua desionizada. Añadir cuidadosamente 650mL de H_2SO_4 concentrado y completar el volumen con agua desionizada.

Indicador de sulfato ferroso-1,10-fenantrolina: En un matraz aforado de 500mL, disolver 3,48g de sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en aproximadamente 250mL de agua desionizada. Añadir 7,43g de o-fenantrolina y completar el volumen con agua desionizada. Transferir a botellas cuentagotas de tamaño adecuado.

III. Procedimiento.

a. Preparación del alambique:

1. Al principio de la destilación, el agua del generador de vapor "A" debe estar hirviendo y el condensado pasando a través de la salida del condensador "I".
2. Girar la llave de paso "D" de manera que el vapor pueda salir a través de la salida lateral.
3. Colocar el matraz receptor "F" de manera que el tubo de salida del condensador "I" quede inmerso en la solución de dicromato potásico.
4. La llave de paso de la muestra "H" está en posición cerrada, y el embudo "G" contiene una pequeña cantidad de agua desionizada.

b. Destilación de la muestra:

5. Transferir 1,0mL de la muestra al embudo "G".
6. Abrir la llave "H" para que el vino entre en el destilador.
7. Enjuagar el embudo 2-3 veces con agua desionizada. Cerrar la llave "H".
8. Transferir 25mL de la solución de dicromato potásico a un erlenmeyer de 50mL y colocarlo bajo el condensador. La punta del condensador debe quedar inmersa en la solución.
9. Con la llave "H" cerrada, girar la "D" de manera que el vapor fluya desde la trampa de vapor hacia el receptor.
10. Colocar y encender el microquemador. Utilizar una llama muy baja para evitar la rotura. (Nota: Las etapas indicadas deben realizarse de manera secuencial y continuada).
11. Recoger el destilado en el matraz receptor hasta alcanzar un volumen aproximado de 45mL.

12. Cuando se haya completado la destilación, quitar el matraz y enjuagar el exterior de la punta del condensador con agua desionizada.
 13. Quitar el microquemador de su posición bajo el bulbo de destilación.
- c. Operación de limpieza:
14. Dejar entrar un poco de agua desionizada en el generador de vapor. Ello hará que el residuo sin alcohol del bulbo de destilación entre en la trampa de vapor "C".
 15. Echar 10-15mL de agua desionizada en el destilador a través del embudo "G" y repetir la operación de trasvase. Al terminar, dejar el embudo lleno de agua desionizada.
 16. Vaciar la trampa de vapor a través de "B".
- d. Tratamiento de la muestra después de la destilación:
17. Tapar el matraz y ponerlo en el baño de agua a 60°-65°C durante 25min.
 18. Transferir el contenido del matraz a un erlenmeyer de 500mL (mediante enjuagues de agua desionizada), y titular con sulfato amónico ferroso. Cuando la solución se vuelva de color verde esmeralda, añadir cinco gotas del indicador. Continuar la titulación hasta que el color cambie (bruscamente) desde azul-verde a marrón. Algunos analistas prefieren utilizar luz reflejada para detectar mejor el punto final.
 19. Registrar el volumen de sulfato amónico ferroso utilizado en la titulación de la muestra (V_A) y relacionarlo con el utilizado para titular el "blanco" (V_B) mediante la ecuación indicada más adelante. El blanco consiste en 1mL de agua destilada y 25mL de dicromato incubado a 60°-65°C durante 25min.

$$\text{Etanol (\% v/v)} = 25-25(V_A/ V_B)$$

Donde:

V_A = volumen de FAS usado con la muestra de vino.

V_B = volumen de FAS usado con el blanco de agua.

(FAS = sulfato amónico ferroso)

IV. Notas suplementarias.

1. El dicromato oxida el alcohol del destilado a ácido acético:



El dicromato sobrante se titula entonces con sulfato amónico ferroso normalizado.

2. Para controlar la calidad/fuerza del sulfato amónico ferroso, se recomienda titular un blanco por la mañana y otro por la tarde.
3. Cuando se está llegando al punto de viraje, la titulación se debe hacer gota a gota. Si se produce sobre-titulación, añadir 0,5mL de solución de dicromato y titular de nuevo hasta el punto de viraje adecuado. El volumen adicional de dicromato utilizado debe añadirse a los 25mL iniciales.

2.7.4.5.11.5.- ESPECTROMETRÍA VISIBLE-OXIDACIÓN DEL DICROMATO

En algunos laboratorios se realiza un procedimiento con dicromato similar al descrito en la sección anterior en el que, en vez de titular el exceso de dicromato (después de calentar a 60°C) con sulfato amónico ferroso, se mide la absorbancia de la muestra a 600nm, y se compara su valor con la absorbancia de soluciones patrón de alcohol.

I. Equipo.

Véase el método anterior para el montaje de la unidad de destilación.

Espectrofotómetro.

Volumen de etanol (mL)	Concentración final (% v/v) en 250mL
10	4
20	8
25	10
50	20

Tabla 32. Preparación de los patrones de calibración de etanol.

II. Reactivos.

Solución de dicromato potásico: Preparar como se ha descrito en el método anterior. La preparación de las soluciones patrón de alcohol se describe en el procedimiento.

III. Procedimiento.

1. Preparar las soluciones patrón de alcohol diluyendo el etanol (100%) con agua desionizada como se indica en la Tabla 32.
2. Transferir fracciones de 1,0mL de las soluciones patrón a matraces aforados individuales de 50mL que contengan 25mL de dicromato ácido. Añadir aproximadamente 20mL de agua desionizada.
3. Tapar los matraces y mantenerlos en un baño de agua a 60°C durante 20min.
4. Enfriar a temperatura estándar y completar el volumen con agua desionizada.
5. Mezclar las soluciones y medir la absorbancia a 600nm respecto a un blanco de dicromato y agua desionizada.
6. Hacer un gráfico con la concentración de cada patrón con respecto a su absorbancia.
7. Destilar las muestras de vino y seguir los pasos 5-11 del método del dicromato descrito en la sección anterior, comparando la absorbancia final con la curva de calibración.

2.7.4.5.12.-EXTRACTO

2.7.4.5.12.1.- DETERMINACIÓN CON HIDRÓMETRO BRIX

El extracto se determina destilando el alcohol de la muestra de vino. El residuo no volátil se diluye hasta el volumen original y se determina la temperatura y la gravedad específica (medida en °Brix). Una conversión de unidades da lugar al extracto en g/L.

I. Equipo.

Hidrómetro Brix o Balling (rango: 0-8°Brix).

Matraz receptor Kohlrausch de 200mL.

Cilindro de hidrómetro.

II. Procedimiento.

1. Tras destilar el alcohol de la muestra inicial de 200mL, verter cuidadosamente el residuo en un matraz Kohlrausch seco de 20mL. Lavar varias veces con agua desionizada para asegurar la transferencia completa.

2. Enfriar a 20°C y completar el volumen con agua desionizada.
3. Mezclar cuidadosamente para asegurar la uniformidad de la muestra.
4. Transferir el contenido a un cilindro de hidrómetro limpio y seco.
5. Insertar el hidrómetro en la solución. Cuando se consiga un nivel constante, registrar el resultado como g/100g de solución (la definición de Brix). Para convertir el resultado a g/100mL (como se define el extracto) hallar la gravedad específica correspondiente a los °Brix en la tabla del Anexo 3.4.1.-CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE, y multiplicar esta cifra por el °Brix registrado. Para expresarlo en g/L, multiplicar el resultado final por 10.

III. Notas suplementarias.

1. No se puede determinar con precisión el extracto de vinos neutralizados con NaOH antes de la destilación, a menos que se use una técnica de destilación doble. El uso de NaOH concentrado (en vez de 1-2N) minimiza los cambios de volumen y los aumentos de masa.
2. Hay que destacar que el tomógrafo de Marsh (Anexo 3.4.3.-NOMOGRAFÍA DE VINOS DE POSTRE) se usa exclusivamente con vinos de postre.
3. Los datos obtenidos por los procedimientos hidrométricos se expresan como $\pm 0,1^\circ\text{Brix}$; cualquier informe sobre valores del extracto obtenidos por este método no deben exceder este límite.

2.7.4.5.12.2.- DETERMINACIÓN POR GRAVEDAD ESPECÍFICA

Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists determina el extracto hallando la gravedad específica de la muestra original y restando la gravedad específica de la solución acuosa de etanol destilada de la muestra. Tras añadir de nuevo la gravedad específica del agua, el resultado se convierte a las unidades apropiadas multiplicando por el correspondiente °Brix.

I. Equipo.

Picnómetro o hidrómetro de gravedad específica graduado con precisión.

Aparato de destilación (véase la Fig. 61).

II. Reactivos.

Agua desionizada.

III. Procedimiento.

1. Hallar la gravedad específica (20°/20°) de la muestra inicial de vino con un hidrómetro preciso o mediante picnometría. Un método alternativo consiste en medir el °Brix y convertirlo a gravedad específica mediante la tabla del Anexo 3.4.1.- CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE.
2.
 - a. Transferir una muestra de vino de 200mL al matraz de destilación. Añadir aproximadamente 30mL de agua desionizada.
 - b. Recoger unos 195mL del destilado. Completar el volumen con agua desionizada a temperatura estándar.
 - c. Determinar la gravedad específica del destilado.
3. Alternativamente, se puede determinar el alcohol y convertir el % de etanol medido (v/v) a gravedad específica mediante la Tabla 33.

Gravedad específica	Alcohol (% v/v)	Gravedad específica	Alcohol (% v/v)
1,00000	0,00	0,98530	11,00
0,99851	1,00	0,98471	11,50
0,99704	2,00	0,98412	12,00
0,99560	3,00	0,98297	13,00
0,99419	4,00	0,98182	14,00
0,99281	5,00	0,98071	15,00
0,99149	6,00	0,97960	16,00
0,99020	7,00	0,97850	17,00
0,98894	8,00	0,97743	18,00
0,98771	9,00	0,97638	19,00
0,98711	9,50	0,97532	20,00
0,98650	10,00	0,97425	21,00
0,98590	10,50	0,97318	22,00

¹ Gravedad específica determinada con referencia a agua a 20°C. Para convertir la gravedad

² Tabla basada en datos en U. S. Bureau of Standards Circular No. 19.

Tabla 33. Porcentaje de alcohol por volumen respecto a la gravedad específica a 20°C ^{1,2}

4. Calcular el valor del extracto mediante la siguiente ecuación:

$$D = S - S' + 1$$

Donde:

S = gravedad específica de la muestra original.

S' = gravedad específica del destilado de etanol acuoso

D = gravedad específica de la muestra desalcoholizada

5. Utilizando la tabla del Anexo 3.4.1.-CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE, hallar el °Brix correspondiente a “D”.

Multiplicar este resultado por el valor de “D”:

Valor del extracto del vino (g/L) = Gravedad específica (20/20) × °Brix correspondiente (g/100g)

6. Para expresar el valor del extracto en g/L, multiplicar el resultado final por 10.

IV. Notas suplementarias.

1. En el paso 2, se puede tratar el destilado de la muestra con NaOH para eliminar el remanente de acidez volátil, dióxido de azufre o dióxido de carbono. Ello no interfiere con la medida de la gravedad específica del destilado.
2. Se ha utilizado el valor del extracto para detectar la falsificación de vinos. Gilbert propuso la siguiente relación para calcular un extracto libre de azúcar residual (corregida respecto a los componentes ácidos principales):

$$E = R - 0,9T - 0,8A - 0,05ET$$

Donde:

E = extracto libre de azúcar (g/L)

R = extracto aparente – azúcar reductor (g/L)

T = acidez titulable (g/L)

A = cenizas (g/L)

ET = etanol (g/L)

2.7.4.5.12.3.- MÉTODOS NOMOGRÁFICOS

Ver 2.7.4.4.6.2.1.2.-Nomografías.

2.7.4.5.13.- OXÍGENO: DETERMINACIÓN CON MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO

Se puede determinar fácilmente el oxígeno del vino con un sistema de medida electroquímica. La Yellow Springs Instrument Company (YSI) comercializa un sistema típico de medición de oxígeno que consiste en una sonda de oxígeno (dispositivo sensor) conectada a un procesador de la señal o unidad de lectura (medidor de oxígeno).

La sonda YSI es una célula electroquímica con dos electrodos a los que se puede aplicar suficiente potencial entre ellos para reducir todo el oxígeno presente; la célula está aislada del exterior por una delgada membrana permeable a los gases. Cuando se introduce la sonda en una muestra líquida, el oxígeno presente pasa a través de la membrana a una velocidad proporcional a su concentración. El cátodo de la sonda reduce rápidamente este oxígeno dando lugar a una corriente que, medida por la unidad procesadora de la señal, se muestra en términos de concentración de oxígeno.

I. Equipo.

Medidor de oxígeno disuelto YSI.

Sonda de la serie 5700 YSI.

II. Reactivos.

KCl medio saturado: Preparar aproximadamente 100mL de solución saturada de KCl. Desechar el sobrenadante líquido y diluirlo hasta 200mL con agua desionizada. Añadir cuatro gotas de Kodak Photo Flo a esta solución.

III. Procedimiento.

1. Siguiendo las instrucciones del fabricante, llenar el cuerpo de la sonda con el electrolito de KCl y cubrir su extremo con una membrana de teflón.
2. Seguir las instrucciones del fabricante para calibrar el aparato.

3. Introducir la sonda en la muestra, esperar a que se estabilice y anotar la cantidad de oxígeno disuelto mostrada en el medidor.
4. Cuando no esté en uso, almacenar el sensor según las instrucciones del fabricante.

IV. Notas suplementarias.

1. Las membranas duran indefinidamente si se instalan apropiadamente y se utilizan con cuidado. Si se aplica mal la membrana, o está deteriorada, se producen lecturas erráticas. El comportamiento irregular se puede producir si las membranas están flojas, arrugadas o sucias, o si hay burbujas en la sonda por pérdida de electrolito. El cátodo de oro de la sonda se puede cubrir por la plata del ánodo si se utiliza el sensor durante largo tiempo con la membrana floja o arrugada.
2. Varios gases producen interferencias (SO_2 , CO , H_2S , halógenos y neón). Las lecturas de oxígeno sospechosas pueden deberse a la presencia de uno o más de estos gases.
3. El cátodo de oro debe estar siempre brillante y sin manchas. Algunos gases contaminan el sensor, lo que se evidencia por la decoloración del oro. Limpiar el cátodo de oro frotando con un paño limpio, papel de filtro u otro papel fuerte. No usar abrasivos ni limpiadores químicos.

2.7.4.5.14.- SÓLIDOS SOLUBLES

2.7.4.5.14.1.- DETERMINACIÓN DE °BRIX, ° BALLING, °BAUMÉ U °ÖECHSLE POR HIDROMETRÍA

La hidrometría mide la gravedad específica de una solución a una temperatura definida. Los hidrómetros Brix se calibran con soluciones de sacarosa de % p/p conocido de manera que se pueda medir directamente en °Brix en vez de en las unidades típicas de densidad. Se necesita material de vidrio limpio y seco (o enjuagado con la muestra) para evitar la dilución y/o la contaminación con agua o muestras previas. El diámetro del cilindro de vidrio que contiene la muestra debe ser aproximadamente el doble que el del hidrómetro para evitar la fricción entre ambos. Hay que eliminar el aire o el dióxido de carbono de la muestra antes de hacer las mediciones con el hidrómetro.

I. Equipo.

Hidrómetro Brix, Balling o equivalente, de escala variable.

Cilindro hidrométrico de aproximadamente 250mL de capacidad.

Termómetro.

Papel de laboratorio.

II. Procedimiento.

1. Recoger una muestra representativa homogénea, eliminando las partículas gruesas. Transferir al cilindro del hidrómetro, teniendo cuidado para que se formen la menor cantidad posible de burbujas.
2. Anotar la temperatura de la muestra.
3. Elegir un hidrómetro de la escala de rango apropiado y sumergirlo en la solución con un suave movimiento de rotación.
4. Cuando alcance el nivel estable de flotación, anotar la lectura del fondo del menisco, como se indica en la Fig. 63.

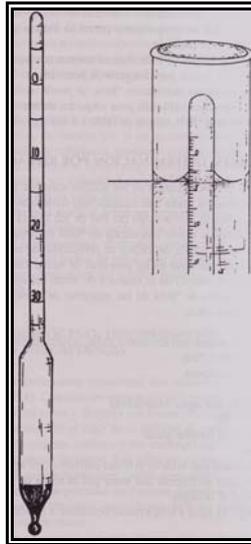


Fig. 63. Hidrómetro de vidrio diseñado para flotar en un líquido de posición vertical.

5. Si es necesario, utilizar el factor de corrección adecuado según se indica en la tabla del Anexo 3.4.5.-FACTORES DE CORRECCIÓN PARA LAS MEDICIONES DEL HIDRÓMETRO BRX TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 68°F (20°C). Si no se dispone de dicha tabla, se puede utilizar un factor de corrección aproximado de $\pm 0,06$ para cada grado por encima o por debajo de los 20°C. Alternativamente, se puede llevar la temperatura de la muestra a 20°C antes de la medida.

III. Notas suplementarias.

1. En el zumo no fermentado (o en vino fermentado), los efectos de boya del aire y/o el dióxido de carbono pueden producir valores erróneamente altos. Ambos se reducen significativamente filtrando la muestra al vacío. Las lecturas deben tomarse tan pronto como el hidrómetro alcanza un nivel constante. Para determinar el contenido de sólidos solubles de un zumo no debe utilizarse una muestra que contenga excesiva materia particulada. Si las muestras están muy turbias, se aumenta la precisión dejando reposar y decantando la muestra antes de la medición.
2. La precisión es también tanto mayor cuanto más corto es el rango de la escala del hidrómetro.

3. Dado el problema que supone manejar datos erróneos, los autores recomiendan que siempre que sea posible se ajuste la temperatura de la muestra a la que está calibrado el hidrómetro. Si se utiliza un baño de agua para ello se puede producir estratificación de la temperatura, por lo que se deben agitar la muestra antes del análisis.
4. Aunque el hidrómetro Brix esté calibrado a 0,1°B el valor más cercano a 0,1°B. Es decir, no se deben dar resultados con más de dos decimales, aunque las tablas de corrección de temperaturas parezcan indicar que es posible obtener resultados más precisos.
5. Es aconsejable calibrar los hidrómetros nuevos con soluciones de contenido conocido de azúcar para asegurar la precisión.
6. Si no se dispone de un hidrómetro °Brix, se puede utilizar un hidrómetro de gravedad específica calibrado para “líquidos de mayor densidad que el agua” y convertir a °Brix, según la tabla del Anexo 3.4.1.-CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE.

2.7.4.5.14.2.- DETERMINACIÓN POR REFRACTOMETRÍA

Cuanto mayor es la concentración de los sólidos solubles, mayor es el índice de refracción de la muestra, dado que cuantas más moléculas haya en la muestra, mayor es la desviación (refracción) del haz de luz que la atraviesa. La mayoría de los refractómetros tienen una escala de °Brix (calibrada con soluciones de sacarosa) junto con la escala del índice de refracción, de manera que se pueden medir los °Brix directamente en las muestras de zumo. Dado que los sólidos solubles (especialmente etanol) de la muestra de zumo influyen en el índice de refracción, las mediciones de °Brix de las muestras de zumo que está fermentando son erróneamente altas.

I. Equipo.

Refractómetro de mano, refractómetro Abbe, o refractómetro digital equivalente (rango: 1,300-1,700).

Fuente de agua circulante.

Fuente de luz.

Botella de lavado con agua desionizada.

Hisopos de algodón.

Papel de filtro o de limpiar gafas.

II. Procedimiento.

1. Con instrumentos que utilicen prismas enfriados con agua, conectar el suministro de agua de manera que entre por la tetina de entrada del instrumento y salga al desagüe.
2. Hacer circular el agua a temperatura constante a través del prisma de iluminación.
3. Consultar el manual de operaciones del instrumento utilizado para ponerlo en funcionamiento.
4. Los refractómetros de campo deben tener las temperaturas de lectura corregidas para 20°C (68°F). En ausencia de tal corrección, consultar la tabla del Anexo 3.4.6.-FACTORES DE CORRECCIÓN DE LAS MEDICIONES DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 20°C (68°F).
5. Normalizar los instrumentos con agua desionizada de manera que el índice de refracción sea 1,330, que corresponde a una concentración de azúcar de 0°Brix.
6. Secar los prismas con papel de filtro o de limpiar gafas.
7. Con un hisopo de algodón, aplicar varias gotas de zumo o de concentrado adecuadamente diluido a la lente y repetir la operación.
8. Si el refractómetro no está calibrado en °Brix, los valores del índice de refracción se pueden convertir al % de los valores de sacarosa equivalentes (véase la tabla del Anexo 3.4.7.-ESCALA INTERNACIONAL DE LOS ÍNDICES DE REFRACCIÓN DE SOLUCIONES DE SACAROSA A 20°C (68°F)).

III. Notas suplementarias.

1. El índice de refracción varía de manera significativa con la temperatura de la solución, de manera que si no se corrige, pequeñas diferencias con la temperatura de referencia producen errores significativos. Los refractómetros de laboratorio suelen tener un termómetro incorporado. Las unidades de campo sin capacidad de compensación de temperatura proporcionan solamente un valor aproximado del contenido de sólidos solubles.
2. Las muestras para analizar deben ser representativas, homogéneas y libres de materia particulada que pueda dañar los prismas o alterar la precisión.
3. Además de la temperatura, el alcohol constituye la principal interferencia en la medición del índice de refracción. Por ello no se deben usar refractómetros para determinar los sólidos solubles de vino o mosto que está fermentando.

2.7.4.6.- CONTROL DE EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN

Este procedimiento es de aplicación a aquellos equipos de inspección, medición y ensayo empleados en el control de las variables del proceso y de las características especificadas de materias primas y productos, y cuyo uso puede incidir en la calidad de los productos.

Se establecerá un procedimiento para controlar y realizar el mantenimiento y cuidado de los equipos de inspección, medición y ensayo. Establece la metodología que debe usarse en la verificación/calibración, y la frecuencia de las mismas.

Los equipos de inspección, medición y ensayo sujetos a calibración o verificación utilizados en el proceso serán recogidos en un listado.

El analista antes de uso comprobará que los equipos utilizados estén calibrados o verificados y se encuentran dentro del período de validez de la calibración o verificación.

No se usarán equipos que tengan avería, o no estén calibrados o verificados, retirándose estos equipos hasta que se subsane la avería, se calibre o verifique el equipo, o bien cause baja definitiva para su uso.

Las calibraciones y verificaciones podrán ser externas o internas.

2.7.4.6.1.- CALIBRACIÓN / VERIFICACIÓN INTERNA

Serán realizadas a través de sistemáticas de operación definidas y documentadas en instrucciones técnicas específicas para el calibrado a realizar.

La verificación periódica consiste en comprobar el buen estado de los equipos de seguimiento y medición para su uso.

Tanto de las calibraciones como de las verificaciones se dejará constancia de la metodología usada y de los resultados obtenidos.

2.7.4.6.2.- CALIBRACIÓN / VERIFICACIÓN EXTERNA

Se encargará la calibración de los equipos que lo precisen a Laboratorios Acreditados, solicitando los certificados y resultados de la calibración.

Así, las operaciones de calibración realizadas por una entidad externa deberán quedar registradas en un Certificado de Calibración que, dependiendo del laboratorio o entidad externa, puede tener los siguientes datos:

- Identificación del laboratorio o entidad que ha efectuado la calibración.
- Número de certificado.
- Identificación y trazabilidad y/o datos de los patrones empleados.
- Identificación del equipo calibrado.
- Declaración de trazabilidad y/o datos de los patrones empleados (última calibración realizada, entidad que la efectuó, incertidumbre.)
- Condiciones de calibración.

- Método de calibración (breve descripción del documento aplicado y/o referencia del mismo si corresponde a un procedimiento).
- Medidas realizadas.
- Resultados e incertidumbres.
- Fecha de calibración.
- Sello del laboratorio y firma de la persona responsable de la calibración.

Se deberá comprobar que los instrumentos miden correctamente realizando análisis interlaboratorio, es decir, sometiendo una muestra a un análisis interno y además a uno realizado por un Laboratorio Acreditado.

2.7.4.7.- DEGUSTACIÓN Y CATA

Este procedimiento tiene por objeto establecer el sistema de actuación y los criterios aplicables en la realización del análisis organoléptico de los productos implicados en el proceso objeto de este proyecto, ya sean materias primas, productos terminados, etc.

2.7.4.7.1.- COMITÉ DE CATA

Se organizará un comité de cata, responsable de realizar el análisis organoléptico a los productos, ya sea con el fin de lanzar productos nuevos al mercado, compararlos, valorarlos, etc.

2.7.4.7.2.- EL ANÁLISIS SENSORIAL. CONCEPTOS BÁSICOS

El vino es una bebida que se aprecia por sus caracteres organolépticos, esto es, por los caracteres de algunos de sus componentes, que nuestros sentidos pueden percibir. Se llama cata o degustación el concepto que formamos del vino por la vista, el olfato y el paladar. Otros métodos usados para juzgar un vino, tales como el análisis químico y la observación microscópica, pueden ayudar a la degustación, pero nunca sustituirla, ya que dos vinos con la misma composición química pueden tener un sabor muy diferente y por consiguiente un valor muy distinto.

Los caracteres que se toman en consideración en la cata son:

- La nitidez.
- El color.
- El olor.
- El sabor.

2.7.4.7.2.1.- LA NITIDEZ

La nitidez se comprueba observando a contraluz el vino, en una copa de cristal incoloro de superficie lateral lisa y muy limpia. La nitidez depende de los cuerpos sólidos en suspensión que presente el producto, de más o menos tamaño y en diversa cantidad, que le quitan al mismo la perfecta transparencia.

2.7.4.7.2.2.- EL COLOR

El color debe ser el propio del producto en cuestión, detallado en el Reglamento de la D.O. correspondiente. Debe tenerse en cuenta que la falta de nitidez no permite apreciar la calidad del color ni su intensidad.

2.7.4.7.2.3.- EL OLOR

Los olores del vino se perciben bien al agitar algo el líquido en la copa no completamente llena. En función de la respuesta del producto a este acto pueden deducirse muchos matices, ya que el olor del vino depende de muchos de sus componentes físico-químicos, además de su vejez, graduación, tipo y estado de la uva, etc.

2.7.4.7.2.4.- EL SABOR

El sabor se percibe bebiendo el vino lentamente, a pequeños sorbos. El sabor, al igual que el olor, depende de muchos factores, como la graduación, contenido de azúcar, en ácidos, en carbónico, etc.

2.7.4.7.3.- METODOLOGÍA BÁSICA

La metodología que debe seguirse en una degustación de estos productos es la siguiente:

- La degustación no es posible cuando se está resfriado, calenturiento y, en general, enfermo.
- La acción estimulante del hambre no permite juzgar bien los productos.
- No se debe fumar, ya que afecta a todos los catadores. El abuso del tabaco quita sensibilidad al paladar y especialmente al olfato, sobre todo si se tiene la costumbre de tragarse el humo y echarlo por la nariz.
- No es recomendable catar en ayunas, ya que puede juzgarse con demasiada severidad, ni después de comer, ya que pueden alterados los sentidos, sobre todo si los alimentos ingeridos son muy salados y muy condimentados. Para realizar una prueba mejor y más crítica es aconsejable hacerlo antes de la comida de mediodía.
- Es mejor comenzar por los vinos de menor color y graduación (los finos) e ir aumentando, dejando los caldos dulces para el final, porque el sabor dulce persiste en el paladar y le quita sensibilidad.

- Se debe comer de vez en cuando, un pedacito de pan tierno o un pico, o beber un sorbito de agua para limpiar la boca y devolver al paladar su sensibilidad.
- Cuando el vino ya se presenta al olfato como defectuoso o alterado, no conviene llevarlo a la boca, para dejar el paladar en condiciones de poder seguir examinando los productos restantes.
- El catador debe alcanzar el mayor grado posible de objetividad y evitar los prejuicios.
- Debe evitarse la “charla” innecesaria y las distracciones, intentando mantener la concentración en la percepción de los sentidos.
- Debe interrumpirse el proceso o realizar una pausa si se detecta en el catador cansancio, que suele aparecer tras un gran número de pruebas, alcanzándose la sensación de no percibir ya con suficiente justeza las diferencias más delicadas.

2.7.4.7.4.- CUALIDADES DEL CATADOR

- **Sensibilidad.** El arte de valorar correctamente un vino basándose en el sensorialismo es una capacidad que se posee o no se posee. Puede ser mejorada y desarrollada por la formación, por la experiencia de muchos años y por la comparación constante y consciente, pero no puede ser adquirida a la fuerza, pues sus bases son innatas. Por otro lado, es en gran parte una cuestión de sensibilidad. Todas las sensaciones verdaderas están dominadas siempre por las vivencias básicas de agrado o desagrado, a pesar de los matices que existen entre ambos conceptos. Con ello, la percepción sensorial tiene siempre por naturaleza una cierta subjetividad. Las sensaciones son difíciles de comunicar a otras personas en todos sus detalles. Y más difíciles resultan aún de determinar cuantitativamente. Además, se olvidan rápidamente cuando la impresión deja de estar presente. Por otro lado, la sensibilidad está desarrollada en mayor o menor grado según las personas y también según la edad.

- **Objetividad.** Cada persona, en sus percepciones y valoraciones, está determinada de manera muy esencial por su propio estado momentáneo, por la costumbre y por lo que entiende bajo el nombre “típico”. Si a ello se añade un alto concepto de si mismo, la fe en la infalibilidad de los propios juicios o una valoración exagerada del carácter del vino que se consume normalmente, la valoración objetiva será imposible por completo.
- **Conocimientos y experiencia.** El conocimiento sobre el tipo de los Vinos de Jerez es una buena facultad para comparar, así como una memoria muy fiel para las diferencias más sutiles. Junto a estos conocimientos generales, que se pueden adquirir de manera más o menos completa probando a menudo, de forma consciente y controlada, los distintos vinos, debe existir también el conocimiento sobre todas las influencias que alteran de manera característica a un vino en su desarrollo, en su envejecimiento. Un buen catador debe estar familiarizado con su aparato sensorial, debe saber usarlo correctamente y debe aprender a afinarlo continuamente.

2.7.4.7.5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS COPAS

El examen del vino se puede ver influido por el vidrio como materia prima, pero también por el tamaño de la copa, por su forma y por el grado de limpieza. Una buena copa para vino o copa de catador debe ser de vidrio absolutamente incoloro, fino, puro y liso, libre de enturbiamientos, burbujas de gas o asperezas. La copa debe ser de paredes finas para permitir una valoración correcta del aspecto del vino.

Más esencial que el color es la forma de la copa. En realidad, se pueden catar las bebidas con copas de las más diversas formas y dimensiones. Pero en la comparación de varios vinos, en la valoración de toda una serie de muestras, es imprescindible utilizar para todos los vinos una copa de la misma forma, tamaño y grosor, o sea idénticas. Las copas deben tener pie para evitar dejar huellas de los dedos en el vidrio.

La copa usada para beber Vino de Jerez es apropiada ya que por su forma más estrecha por arriba conserva mejor los bouquets del vino y facilita la rotación del mismo en la copa.

Durante el examen del olor, se obtiene una sensación marcadamente más intensa y exacta al hacer girar levemente el vino debajo de la nariz en la copa llena. Es importante aquí trabajar siempre con la misma cantidad de vino, es decir que cada copa de la serie comparativa debe quedar igual de llena. Así también existirá igual superficie de vino, lo que también influye sobre la intensidad del olor.

En el caso de grandes series de muestras, es conveniente también tapar las copas empleadas habitualmente en la degustación. En caso contrario, el vino se degrada al cabo de un tiempo y la muestra ya no corresponde al vino original. Para tapar las copas se emplean los denominados vidrios de reloj, aunque pueden utilizarse también los pies de las copas rotas.

El vidrio tiene la propiedad de absorber los olores ambientales incluso cuando está seco. Una copa que ha permanecido largo tiempo en el armario tendrá un olor especial: a madera, a resina, a laca o quizás a polvo. Estos olores de la copa pueden pasar al vino, influyendo de manera muy negativa en la degustación. Es por ello que deben limpiarse bien antes.

2.7.4.7.6.- OLER CORRECTAMENTE

El órgano del sentido del olfato es la nariz. El desencadenamiento de la sensación olfativa ocurre cuando las sustancias aromáticas penetran junto con el aire de la respiración. En la parte superior de la mucosa nasal, en el cornete nasal superior, justo debajo del etmoides, se encuentra la zona olfativa. La mucosa olfativa se halla protegida, a la mayor distancia posible de las fosas nasales, o sea fuera de la corriente respiratoria directa. No es mucho mayor que una moneda pequeña (hasta 600mm²). De ella parten los nervios olfativos directamente hasta el bulbo olfativo del cerebro. En la mucosa olfativa desembocan también las fibras nerviosas que transmiten las sensaciones táctiles, relacionadas muchas veces con los olores.

Las sustancias aromáticas llegan hasta la mucosa olfativa al inspirar a través de las fosas nasales, pero sólo de manera incompleta, pues la localización de la sensación olfativa no se halla en el camino de la corriente de aire. Si se quieren percibir con mayor claridad los olores más finos, es necesario que éstos pasen de la parte inferior de la nariz a la superior. Este proceso se puede acelerar olfateando, con lo que se crea un remolino de aire que conducirá las sustancias aromáticas hacia arriba. Al olfatear se consigue una máxima sensación olfativa. Al oler respirando a fondo no penetran más sustancias aromáticas en la nariz, sino en los pulmones, y con éstos no se puede oler.

A ello se añade que en la copa sólo existe un número limitado de moléculas aromáticas. Si éstas han sido espiradas sin poder llegar hasta el epitelio olfativo, cesará toda percepción olfativa hasta que no se hayan liberado nuevas moléculas aromáticas. Por ello, en la práctica:

- No se debe llenar nunca la copa hasta el borde, para que se conserve un espacio de aroma por encima de la superficie del vino.
- Se mueve la superficie del vino haciendo girar rítmicamente la copa, con lo que se acelera la difusión de las moléculas aromáticas y se intensifica la sensación olfativa.

Las sustancias aromáticas pueden ser percibidas también al espirar, pues entonces son arrastradas a través de la nariz por la corriente de aire procedente de la cavidad faríngea. Esto sucede cuando, después de tragar, se abre de nuevo el paso nasofaríngeo obstruido por el velo del paladar. Ésta es la razón de que en realidad se huelan algunas sustancias que se cree degustar. Lo que en la práctica se conoce por “resabio” de un vino no es siempre un componente gustativo puro, pues tiene también un componente olfativo.

La disposición peculiar de la zona olfativa hace que en los resfriados, los catarros, es decir siempre que la mucosa nasal está congestionada (nariz tapada), resulte imposible oler o la sensación olfativa queda alterada, pues las sustancias aromáticas transportadas por la corriente de aire no pueden pasar libremente hasta la zona de percepción.

2.7.4.7.7.- DEGUSTAR CORRECTAMENTE

El sabor no es sólo una sensación gustativa, sino una percepción combinada del sentido del gusto y del sentido del olfato. Las sustancias volátiles del vino proporcionan matices más delicados a la percepción gustativa, pues se difunden hacia la nariz y allí son percibidos de manera inconsciente. El alcohol etílico es en este sentido más bien un portador neutro de sabor.

La localización principal de los órganos gustativos se halla en la lengua, en la mucosa de la lengua. Pero no en toda su superficie, sino en la punta, en los bordes laterales y en la base posterior se encuentran las papilas gustativas. La parte central de la lengua y su cara inferior carecen de órganos gustativos. Por consiguiente, estas zonas no reaccionan ante los estímulos gustativos, pero sí ante la presión, el frío, el calor, el carácter liso o rugoso y el dolor. También los labios y la mucosa de las mejillas, las encías y el paladar óseo son insensibles al sabor, por lo menos en el hombre adulto. En cambio, se encuentran papilas gustativas más atrás de la lengua, en el paladar blando.

Así pues, en la cavidad bucal, las yemas gustativas:

- Están distribuidas por diversas zonas sobre las denominadas papilas.
- Existen además tres tipos de papilas gustativas: caliciformes, filiformes y fungiformes.
- Las yemas gustativas tienen aparentemente la capacidad de reaccionar de manera diferente ante las distintas sensaciones gustativas.

Es importante mencionar que la intensidad de la sensación gustativa no se distribuye por igual en toda la boca y la lengua. Tan solo en las zonas citadas se hallan las papilas gustativas, y en ellas terminan las fibras del nervio gustativo, que constituye la unión con el cerebro. El hecho de que la impresión gustativa sea más intensa y duradera en la parte posterior que en la anterior de la lengua es debido a la estructura de las papilas caliciformes y filiformes. Tan sólo las papilas fungiformes (punta de la lengua) son libres y ligeramente móviles por lo que reaccionan de manera rápida y fina, pero no perdurable ni tampoco ante todas las impresiones gustativas.

En el momento de catar un vino, y para obtener una impresión gustativa completa y lo más correcta posible, es decir, para analizar correctamente la muestra es necesario repartir con regularidad el sorbo de vino por toda la boca. Para ello se debe sorber, saborear el vino, manteniéndolo sobre la lengua y aspirando al mismo tiempo un poco de aire.

Esta manera de saborear el vino es importante también por otra razón: con ella se consigue que el vino se agite dentro de la cavidad bucal y libere así una mayor cantidad de sustancias aromáticas. Con ello se aumenta la riqueza de la prueba, aunque sólo sea por el movimiento del campo sensorial (oscilación de las papilas fungiformes dentro del líquido). Con los movimientos rítmicos del vino sobre la lengua se intenta crear un estímulo regulador y simultáneo de todas las yemas gustativas. Si sólo entran en contacto con el vino un tipo u otro de yemas gustativas, la impresión gustativa que se produce no es clara y varía al repetirse la operación. También es importante, sobre todo en las pruebas comparativas, que el sorbo sea igual de grande y se conserve en la boca durante el mismo tiempo, aunque no demasiado, pues entonces el vino se calienta y la saliva fluye y modifica la percepción. Es una cuestión de práctica.

Mientras se paladea la muestra de vino se tiene tiempo de registrar mentalmente las distintas impresiones gustativas, de ordenarlas y de determinar la impresión dominante, de notar las características del vino y, después de escupir el líquido, de observar el sabor que queda en la boca. Esta última determinación se puede facilitar realizando movimientos de masticación.

Una vez adquirida esta mecánica de la degustación se podrá tener la seguridad de que un mismo vino no será valorado de manera distinta cada vez que se cata. La persona que prueba un vino una vez con la parte anterior y otra con la posterior de la boca, una vez a pequeños sorbos y otra en mayores cantidades, una vez catándolo cuidadosamente y otra “bebiéndolo” simplemente, nunca podrá catar objetivamente, pues en cada operación obtendrá una nueva sensación gustativa y un nuevo juicio sobre el vino, es decir que nunca tendrá sobre él una valoración útil.

Si una persona admite que domina ya rutinariamente el arte de catar vinos, nunca descubrirá este error fundamental, pues es bien sabido que los errores se deben buscar en primer lugar en uno mismo.

En realidad, las verdaderas yemas gustativas se hallan muy escondidas, protegidas en el epitelio de la mucosa. Sólo están en contacto con la superficie libre a través de un pequeño canal, el poro gustativo.

En el caso de las papilas caliciformes, los surcos están llenos de secreciones salivares y a veces también de restos de comida o del último vino catado, cuyas sustancias gustativas pueden influir en la valoración del vino. La razón es que ciertas impresiones gustativas tengan un efecto prolongado o sean percibidas con especial intensidad después de deglutida la sustancia, se debe buscar probablemente en la estructura anatómica de las yemas gustativas situadas en la base de la lengua.

También la costumbre de aplicar la lengua contra el paladar al catar un líquido puede tener su explicación en que con ello se intenta inconscientemente apretar o vaciar los surcos de la mucosa lingual, para que estén libres para recibir la nueva impresión gustativa.

2.7.4.7.8.- SALA DE CATAS

Las bodegas son un lugar poco apropiado para catar el vino, ya que en ellas no se obtiene casi nunca una imagen correcta del vino a enjuiciar. Las bodegas no están libres de olores, es demasiado oscura, la temperatura es demasiado baja y la humedad demasiado alta. El catador incluso puede tener frío y su juicio quedará desviado por las influencias ambientales.

Una sala de catas debe tener las siguientes características:

- La temperatura oscila siempre entre 19 y 20°C. Esta temperatura no es demasiado baja para que los catadores no se encuentren incómodos por un frío excesivo ni demasiado alta para que los vinos no se calienten con excesiva rapidez.
- La humedad relativa del aire oscila entre el 60 y 65%.
- Está libre de olores. A él no llegan humos ni olores y está prohibido fumar en su interior. También se recomienda a los catadores que el día que se va a realizar una cata de importancia no usen lociones ni perfumes.
- Es una sala muy soleada, y además posee varias fuentes de luz que permiten percibir el color exacto del vino.
- Las paredes y el techo están pintados de blanco, y la mesa, sillas y demás mobiliario son también blancos, con el fin de que no influyan en la percepción del color del vino.

2.7.4.7.9.- VALORACIÓN DEL EXAMEN SENSORIAL

La valoración “cuantitativa” que se realiza en las catas es sencilla, y se basa en degustar las muestras, compararlas y ordenarlas de 1 a X, según el número de muestras. La muestra que se califica con un 1 se considera la mejor. La de mayor número se considera la peor, según el factor que va a tenerse en cuenta (nitidez, acidez, etc.).

La cata debe realizarse por triplicado, y los resultados serán anotados por los catadores en los folios de que disponen.

Se realizará un análisis estadístico, que consistirá en hallar el promedio obtenido de cada muestra, la moda y el recorrido entre el mayor valor obtenido y el menor de cada muestra.

2.7.4.7.10.-PREPARACIÓN DE UNA CATA

Para preparar una cata deben seguirse los siguientes pasos:

- Dos horas antes de la hora marcada de la cata, se debe encender el equipo que adecuará la temperatura del local a la necesaria.
- Se debe comprobar también que no existen olores extraños en la sala. En caso afirmativo procederá a ventilar la sala o hacer lo posible para que estos desaparezcan.
- Se debe preparar con antelación el vino que va a degustarse, e introducirlo en el frigorífico para que alcance la temperatura adecuada.
- Se colocará una copa por catador y vino a catar.
- Las copas deben ser frotadas concienzudamente con un paño muy limpio, sin polvos ni olores, para eliminar de ellas todo posible olor extraño, o bien se las debe enjuagar con el vino en cuestión.
- Se deben rechazar todas las copas agrietadas o con los bordes estropeados.
- Además, se preparará, por cada catador, lo siguiente:
 - Una servilleta.
 - Un escupidor.
 - Un platillo con picos o pan.
 - Una ficha de cata.

- Dos folios en blanco por si necesitan hacer alguna anotación personal.
- Un vaso de agua.

Después de la cata se debe recoger la sala y fregar las copas y demás útiles empleados.

2.7.5.- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA

El vino y el mosto son unos productos muy sensibles, desde el punto de vista organoléptico y microbiológico, a las alteraciones procedentes de una deficiente sanidad o limpieza de las instalaciones de la bodega. La limpieza metódica de los elementos de una bodega influye decisivamente en la calidad de los vinos obtenidos.

Se puede distinguir y definir la limpieza como las operaciones destinadas a eliminar la suciedad adherida en las superficies para dejarlas limpias, de la desinfección como los tratamientos aplicados a las superficies limpias para reducir o eliminar los microorganismos situados sobre ellas. Con ambas técnicas se consigue obtener superficies físicamente limpias, químicamente exentas de residuos de productos de limpieza y biológicamente libres de microorganismos indeseables.

2.7.5.1.- PRINCIPIOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La higiene de los materiales de la bodega siempre debe realizarse con la sucesión de las siguientes etapas:

- Prelavado. Para la eliminación de la suciedad no adherida a las superficies de las instalaciones.
- Limpieza. Eliminación de la suciedad adherida a las superficies con detergentes.
- Primer aclarado. Eliminación de los restos de detergentes.

- Desinfección. Destrucción de los microorganismos residuales sobre las superficies una vez limpias.
- Segundo aclarado. Eliminación de los restos de desinfectantes.

No siempre se completa el ciclo de higiene antes descrito, pues a veces no es necesario llegar a la desinfección de los materiales, aunque de hacerlo, siempre es obligado eliminar la suciedad en las etapas previas de prelavado y limpieza con detergentes. A medida que la vendimia se transforma en vino y éste se aproxima a su embotellado, las operaciones de higienización deben ser cada vez más estrictas, pudiendo considerarse los siguientes niveles de higiene:

- Mínimo. Eliminación de la suciedad gruesa, mediante un simple prelavado con agua, y aplicado a suelos y diversos materiales generalmente de vendimia.
- Elemental. Eliminación de la suciedad, mediante un prelavado y una limpieza con detergentes, aplicándolo a la maquinaria de la vendimia, así como a locales de vinificación y depósitos de almacenamiento de vinos.
- Esmerado. Eliminación de la suciedad y empobrecimiento de los microorganismos, mediante el ciclo completo de la higienización, y aplicado a todas las superficies en contacto con el vino: tuberías, bombas, válvulas, etc.
- Muy esmerado. Eliminación de la suciedad y eliminación casi total de los microorganismos mediante el ciclo completo de la higienización, aplicándolo sobre todo a la línea de embotellado de vino.

2.7.5.1.1.- NATURALEZA DE LAS SUPERFICIES A LIMPIAR

En la industria vitivinícola se puede emplear una gran cantidad de materiales, siendo en todos ellos susceptible de acumularse la suciedad, aunque en los de superficie lisa es más difícil su fijación: vidrio, acero inoxidable, resina epoxy, etc. y en los de superficie rugosa es más fácil que ésta se deposite: madera, materiales plásticos, hormigón sin revestir, etc.

El acero inoxidable es un material excelente frente a la acumulación de la suciedad, permitiendo fácilmente su extracción o destartarizado, e incluso también su desinfección, aunque depende del grado de pulido de su superficie.

Independientemente del tipo de material utilizado, la disposición o topografía de la superficie es también otro factor de gran importancia, debiendo ser ésta lo más plana posible o a lo sumo con curvas suaves, evitando los rincones o ángulos muertos, así como también las juntas, cordones de soldadura, etc. que interrumpen la continuidad superficial.

2.7.5.1.2.- ORIGEN DE LA SUCIEDAD

La suciedad en la industria enológica puede tener fundamentalmente tres orígenes:

- Suciedad externa. Cuyo origen es ajeno al mosto o al vino, encontrándose barro, tierra o polvo que generalmente acompaña a la vendimia y a sus elementos de transporte, así como aceites y grasas procedentes de la maquinaria e instalaciones de la bodega, y otros residuos como restos de productos enológicos, productos de limpieza y desinfección, incrustaciones o precipitaciones de agua, etc.
- Suciedad mineral. Sedimentos o incrustaciones de sales de ácido tartárico: bitartrato potásico y tartrato cálcico, producidas durante la fermentación alcohólica y conservación del vino, afectando sobre todo a la totalidad de las paredes interiores de los recipientes, así como a maquinaria e instalaciones que trabajan con frío. Generalmente se encuentran mezcladas con la suciedad de origen orgánico.

- Suciedad orgánica. En unos casos se trata de residuos de las vendimias o de los vinos, donde destacan los restos de tejidos vegetales, proteínas desnaturalizadas, materia colorante, etc. y en otros casos de poblaciones vivas o muertas de microorganismos vínicos; siendo las levaduras los de mayor volumen, encontrando también otros de bacterias lácticas o acéticas, aunque en algunas ocasiones también pueden aparecer hongos y mohos. Todos estos residuos también pueden encontrarse con la suciedad de tipo mineral.

El conocimiento del tipo de suciedad a eliminar o del microorganismo a desinfectar, permite acertar con el tipo de tratamiento o de producto indicado para su eliminación. Pudiendo entonces clasificarse la suciedad en función de sus propiedades:

- Hinchable en el agua: proteínas, etc.
- Soluble en el agua: azúcares, ácidos, etc.
- Insoluble: tierra, sales, etc.
- Emulsionable: grasas, lípidos, etc.
- Soluble en medio ácido: carbonato cálcico, etc.
- Soluble en medio alcalino: sales del ácido tartárico, etc.

2.7.5.1.3.- CALIDAD DEL AGUA

El agua es un elemento primordial en las operaciones de limpieza y desinfección, pues por una parte es el solvente donde se disuelven los productos de la higienización, y por otra parte es el vector o vehículo donde se despega y arrastra la suciedad arrancada de las superficies sucias. La calidad del agua utilizable en la industria alimentaria exige que siempre sea potable, esto es apta para el consumo humano, aunque para algunos determinados destinos pueden necesitarse algunas especificaciones suplementarias, tales como la ausencia de sales en el caso de su uso en calderas o calentadores de agua, o bien una pureza microbiológica y de gran limpidez para su utilización en las líneas de embotellado.

Las características de calidad exigibles al agua para la industria alimentaria, se fijan en el Real Decreto 1138/1990 definiéndose como “las aguas potables de consumo público son aquellas aguas potables utilizadas para este fin, cualquiera que sea su origen, bien en estado natural o después de un tratamiento adecuado, ya sean aguas destinadas directamente al consumo o aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano y que afecten a la salubridad del producto alimentario final”.

- pH

Indica el nivel de acidez de agua, siendo la neutralidad (pH: 7,0) el valor más adecuado y con unos límites entre 6,5 y 9,2. Un pH demasiado bajo puede ser corrosivo para las conducciones metálicas, mientras que si el pH es excesivamente alto, entonces pueden producirse incrustaciones calcáreas.

- Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la inversa de la resistividad, y ésta mide la resistencia al paso de la corriente eléctrica a través del agua, variando en función de las sales y otras sustancias que contiene en solución; por lo tanto su valor expresado en micro siemens/cm, permite valorar la calidad del agua potable ($<1.500\text{mS/cm}$) o la del agua para calderas ($<3.000\text{mS/cm}$).

- Parámetros de contaminación

Las materias en suspensión de carácter orgánico, tales como restos vegetales, residuos humanos o animales, etc., aumentan la turbidez de agua y consumen una importante cantidad de oxígeno que se emplea en degradar por vía biológica o química dichas materias; considerándose entonces que cuando un agua contiene una mayor cantidad de oxígeno, tanto más pura es.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) es la cantidad de oxígeno expresada en miligramos, necesaria para degradar la materia orgánica contenida en un litro de agua a $20\text{ }^\circ\text{C}$ y durante 5 días. Normalmente un agua no contaminada contiene entre 1 a 3 mg/L.

La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno expresada en miligramos, consumida por la materia oxidable contenida en un litro de agua, siendo ésta de origen orgánico o también mineral.

El contenido en carbono orgánico total expresa directamente la cantidad de materia orgánica del agua, siendo para agua potable inferior a $0,2\text{mg/L}$.

- Cloruros y sulfatos

Favorecen la corrosión de los metales a partir de 100mg/L , con un límite de 250mg/L en el agua potable.

- Amoníaco

Su presencia en el agua indica una polución del agua reciente, siendo su límite en agua potable de $0,05\text{mg/L}$. Puede combinarse con el cloro formándose las cloraminas responsables del típico olor a agua clorada.

- Sodio y potasio

Su exceso puede producir espuma, siendo su límite en agua potable de 10mg/L.

- Calcio y magnesio

En concentraciones elevadas producen incrustaciones en las conducciones o en las calderas, siendo los cationes responsables de la dureza de agua, la cual se mide en “grados hidrotimétricos o de dureza” variando según países.

- Grado hidrotimétrico alemán = 0,01g CaO/L de agua
- Grado hidrotimétrico francés = 0,01g CaCO₃/L de agua
- Grado hidrotimétrico alemán = 0,01g CaCO₃/700mL de agua

En el agua potable el límite de calcio es de 75mg/L y el de magnesio de 125mg/L. Las aguas se pueden clasificar de acuerdo con su dureza en los siguientes tipos:

Tipo	Grado hidrotimétrico francés
Muy blanda	< 7
Blanda	7 – 14
Medianamente blanda	14 – 22
Dureza media	22 – 32
Dura	32 – 54
Muy dura	> 54

Tabla 34 Clasificación del agua según el grado hidrotimétrico francés.

Tipo	ppm CaCO ₃ /L
Buena calidad	150
Calidad media	300
Calidad aceptable	500
Difícilmente utilizable	> 600

Tabla 35 Clasificación del agua según la concentración de CaCO₃.

Además del grado o título hidrotimétrico del agua (TH), también se distinguen los siguientes parámetros:

- Dureza carbonatada o título alcalimétrico completo (TAC) como suma de los carbonatos y bicarbonatos alcalinos.
 - Título alcalimétrico (TA) como suma de los carbonatos alcalinos.
 - Dureza permanente no carbonatada (P) como $P = TH - TAC$.
 - Dureza temporal expresada como $TH - P$.
- Otros parámetros químicos

Además en el agua potable los límites de otras sustancias son las siguientes:

Sustancia	Grado hidrotimétrico francés
Mercurio	0,001
Cadmio	0,01
Manganeso	0,05
Hierro	0,2
Arsénico	0,005
Cobre	1,0
Zinc	5,0
Plomo	0,1
Cromo VI	0,005
Fluoruros	1,0
Hidrocarburos	0,1
Polifosfatos	5,0

Tabla 36. Concentraciones límite de otras sustancias en agua.

- Contenido en microorganismos

La presencia de mohos, levaduras, bacterias lácticas y acéticas de origen vínico, no generan problemas de potabilidad, aunque es conveniente evitar su presencia, especialmente en las operaciones de embotellado de los vinos, ante el riesgo de contaminación. Sin embargo, la existencia de otras bacterias puede ser un importante riesgo para la salud humana, fijándose los siguientes límites para el agua potable:

Microorganismo	Número máximo
Bacterias coniformes	20 en 100mL
Escherichia Coli	1 en 100mL
Estreptococos fecales	1 en 100mL

Clostridium sulfitorreductor	1 en 100mL
Salmoneras	1 en 1.000mL

Tabla 37. Concentración mínima de microorganismos en agua potable.

2.7.5.1.4.- MECANISMOS DE LA LIMPIEZA

La suciedad se adhiere a las superficies debido a la intervención de una serie de mecanismos, donde destacan la tensión superficial, las fuerzas electrostáticas y las fuerzas de Van der Waals. En la limpieza se debe en primer lugar reducir o eliminar estas causas, para que el líquido pueda infiltrarse entre la superficie y la suciedad, y así luego poder ser despegada con facilidad.

El mecanismo de la limpieza se produce en la secuencia de las siguientes etapas:

- Mojado o humectado previo.
- Separación de la suciedad de la superficie.
- Dispersión y estabilización de la suciedad en el líquido de limpieza.
- Evacuación de la suciedad por aclarado.

El mojado previo de la suciedad solamente es posible si su superficie tiene un carácter hidrófilo, o bien si ésta adquiere esta propiedad con la utilización de sustancias tensioactivas o detergentes añadidos, fijándose el polo hidrófobo sobre la suciedad, mientras que el polo contrario hidrófilo se orienta hacia la fase líquida. Estas sustancias también reducen la tensión superficial del agua, y permiten un a mejor penetración en las zonas difíciles donde la suciedad se acumula más. A partir de una cierta concentración del producto tensioactivo en un medio acuoso, se forman micelas o pequeñas partículas en suspensión de la suciedad, estando rodeadas del tensioactivo y con sus polos hidrófilos situados hacia el exterior. Las operaciones mecánicas de cepillado o de formación de corrientes de líquido a presión, facilitan el arranque y la dispersión de la suciedad, debiendo evitarse la refinación de las micelas mediante la agitación del líquido.

Una vez eliminado el líquido cargado de micelas de suciedad con detergente, el aclarado con agua limpia tiene por misión terminar de evacuar estas micelas, así como también hacer desaparecer los restos de detergente adherido a la superficie limpia. Esta eliminación nunca es completa, quedando siempre algún residuo sobre la superficie limpia, razón por la cual los detergentes nunca deben ser tóxicos.

En la mayor parte de las ocasiones la limpieza se contempla con el empleo de productos de limpieza, siendo ésta a veces potenciada con medios de tipo mecánico, aunque en algunas ocasiones es suficiente acudir a una mera limpieza mecánica para conseguir los resultados buscados, evitando de este modo el empleo de detergentes y su problemático vertido al medio ambiente. La limpieza mecánica puede ser realizada por cepillado de las superficies sucias, utilizando simplemente agua a presión, e incluso la aplicación de ultrasonidos.

Desde el punto de vista medioambiental, no sólo es interesante reducir los vertidos de productos de limpieza y desinfección, sino también reducir los vertidos de agua de limpieza o aclarado que también contaminan, existiendo hoy día una tendencia hacia la ejecución de una primera limpieza en seco con medios mecánicos y luego aplicar sobre los materiales las medidas de higiene expuestas, pro ya de una manera minimizada y ecológica.

2.7.5.1.5.- PRINCIPIOS DE LA DESINFECCIÓN

La desinfección tiene por objeto reducir de una forma notable la población de microorganismos situados sobre un determinado material, a diferencia de la esterilización donde se persigue la eliminación total de los mismos. En la industria enológica es suficiente en la mayor parte de los casos alcanzar el nivel de la desinfección de los materiales en contacto con los mostos o los vinos, aunque a medida que el mosto o el vino se aproximan a su embotellado, puede exigirse entonces el nivel de esterilidad.

La desinfección siempre debe hacerse después de someter a los materiales a una limpieza y aclarado previo, pues con estas operaciones se elimina una importante carga microbiana contenida en la suciedad, y de este modo la aplicación de las técnicas de desinfección o de productos desinfectantes pueden ser notablemente reducidos. Otro aspecto importante a considerar, es que debe hacerse inmediatamente antes del uso del material desinfectado, pues al tener que eliminar los restos de desinfectante con un posterior aclarado o al cesar las condiciones de la desinfección física, los materiales pueden volver a contaminarse en función del tiempo transcurrido.

La desinfección y esterilización puede hacerse de dos maneras, la primera aplicando determinados tratamientos físicos, donde destacan el calor, las radiaciones ultravioletas, y la eliminación mecánica como la filtración o centrifugación de los líquidos. La segunda consiste en aplicar determinados productos de desinfección los cuales son objeto del presente capítulo.

2.7.5.2.- PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Estas sustancias deben ser utilizadas de una maneja eficaz y racional, para lo cual deben cumplir el mayor número posible de los siguientes requisitos:

- Autorizados por la legislación alimentaria.
- Suficientes propiedades de detergencia o desinfección.
- Eficaces en un amplio espectro de uso.
- No formarán espuma.
- Fácilmente eliminables por aclarado con agua.
- No transmitirán olores ni sabores extraños.
- Las cantidades residuales no serán tóxicas para el aplicador, ni tampoco para el consumidor.
- Biodegradables y no corrosivos para los materiales.

- No alterarán las superficies de los materiales tratados.
- Productos de bajo coste.

2.7.5.2.1.- DETERGENTES

Los detergentes son unos compuestos químicos que permiten la separación de la suciedad de la superficie de los materiales, estando condicionada su eficacia a su concentración, a la temperatura de aplicación, y a las operaciones mecánicas auxiliares.

- Detergentes alcalinos o cáusticos

Son los productos de limpieza más utilizados, eliminando la suciedad por solubilización y disgregación, producen muy pocas espumas, y mantienen el pH de la solución alto, con un fuerte poder tampón. Los detergentes alcalinos se saponifican con la grasa que contiene la suciedad, y neutralizan los componentes ácidos de ésta, siendo los más habituales:

- Sosa cáustica o hidróxido de sodio. Es un limpiador energético, dependiendo su actividad de la temperatura de aplicación. Además se utiliza como desincrustante, para la eliminación de los sedimentos o costras de tartratos.
 - Carbonato sódico o sosa Solvay. Es un detergente muy alcalino, que emulsiona muy bien las grasas sobre todo en caliente.
 - Metasilicato sódico. Es menos corrosivo que la sosa, de excelentes propiedades emulsionantes de las grasas, pero de débil poder humectante.
 - Fosfato trisódico. Detergente más débil que la sosa, buen emulsionante, y muy utilizado sobre superficies metálicas.
- Detergentes ácidos o desincrustantes

Se utilizan menos que los alcalinos, actuando por disolución y disgregación, empleándose principalmente para eliminar depósitos de origen calizo. Inicialmente se utilizaron diluciones de los ácidos minerales fuertes: ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, y sobre todo el ácido sulfúrico, presentando con frecuencia importantes problemas de corrosión. En la actualidad se emplean mezclas de ácidos no corrosivos, algunos de ellos de naturaleza orgánica, como el ácido glucónico, ácido láctico, ácido fosfórico, etc. Se suelen mezclar con productos tensioactivos sintéticos, así como sustancias inhibidoras de la corrosión, pasivantes, y productos acondicionadores para evitar precipitaciones en el agua.

- Detergentes neutros

Son productos de síntesis industrial de alto poder detergente y antiespumante, estando muy indicados para la limpieza de los depósitos revestidos de resinas formofenólicas muy delicadas frente a los otros detergentes.

Para mejorar las prestaciones de los detergentes antes mencionados, se pueden mezclar con ellos otras sustancias, como los agentes tensioactivos, los productos secuestrantes, los oxidantes, e incluso los productos enzimáticos, cuyas propiedades se describen a continuación.

- Agentes tensioactivos

También llamados sobreactivos, o agentes de superficie, o simplemente mojantes, actúan reduciendo la tensión superficial de las soluciones de limpieza. Son compuestos orgánicos cuya molécula presenta dos polos, uno de los cuales es lipófilo y el otro es hidrófilo. El primero se fija sobre la suciedad o sobre las superficies, mientras que el segundo se orienta hacia la fase acuosa, facilitando de este modo la humectación y la separación de la suciedad.

Los tensioactivos aniónicos son los más utilizados, estando su parte lipófila formada por una cadena grasa recta y poco ramificada de 12 a 18 átomos de carbono. La parte hidrófila está constituida por un radical carboxilo (COO^-) o por un radical sulfonado (SO_3^-). Son muy estables en medios alcalinos, pero precipitan con los cationes calcio y magnesio de las aguas duras, y además tienen el inconveniente de formar espuma.

Los tensioactivos catiónicos están formados por una cadena hidrocarbonada de carácter lipófilo, mientras que la parte hidrófila suele estar compuesta de amonio cuaternario. Presentan al mismo tiempo propiedades antimicrobianas, incompatibles con los tensioactivos aniónicos, y son muy fácilmente absorbidos por las paredes, por lo que son de difícil aclarado.

Los tensioactivos anfóteros son poco usados, presentando un carácter catiónico en medio ácido y aniónico en medio básico.

- Productos secuestrantes

Estos productos también se llaman quemantes o “builders”, que permiten la disolución de los elementos minerales de la suciedad, y especialmente el calcio y el magnesio de las aguas duras. Los productos secuestrantes más utilizados son:

- Polifosfatos. Como el tripolifosfato, tetrafosfato, hexametafosfato y pirofosfato sódico o potásico, que actúan secuestrando el calcio y el magnesio del agua, manteniendo la alcalinidad deseada y favoreciendo o manteniendo la dispersión de la suciedad en el medio. Hoy día están en entredicho por provocar un importante crecimiento de las algas en las aguas residuales.
- Sales sódicas del ácido etilen-diamin-tetracético (EDTA), con pH óptimo entre 10 y 13.
- Ácido glucónico.

La “relación secuestrante” es el coeficiente que multiplicado por los grados de dureza de un agua, resulta los gramos de sustancia secuestrante a añadir a 1.000 litros de agua dura. El “poder secuestrante” es la cantidad de calcio en gramos/litro, acomplexado por 100 gramos de producto secuestrante.

- Productos oxidantes

Se emplean para destruir la materia orgánica que contiene la suciedad, siendo los productos más utilizados el agua oxigenada, los compuestos yodados en medio ácido y los compuestos clorados en medio básico.

- Productos enzimáticos

Son enzimas proteolíticas, pectolíticas o lipolíticas, que descomponen por hidrólisis la materia orgánica de la suciedad, facilitando de este modo su disgregación.

- Otros aditivos

Los silicatos actúan como inhibidores de la corrosión de los metales, estabilizando además el pH del detergente, y también contribuyen a la dispersión de la suciedad, siendo los más utilizados el metasilicato sódico hidratado y el ortosilicato sódico. Los carbonatos ayudan a la suspensión de las grasas, siendo los más usados, el carbonato sódico, el sesquicarbonato sódico y la carboximetil celulosa.

2.7.5.2.2.- DESINFECTANTES

Los desinfectantes son unas sustancias que reducen de una manera importante la población microbiana de un medio, pudiendo actuar sobre ellos de dos formas: con el sufijo “cida” como los fungicidas o bactericidas que provocan su muerte, o con el sufijo “estático” como los fungiestáticos o bacterioestáticos que inhiben el crecimiento o la multiplicación de los microorganismos. Pueden actuar de varias maneras: desnaturalización de las proteínas del protoplasma celular, alteración o rotura de las paredes celulares, inactivación del complejo enzimático, acción oxidante o reductora, etc.

Los desinfectantes disponibles para la industria alimentaria se agrupan en las siguientes familias:

- Familia de los halógenos

Los más utilizados son el cloro y los derivados clorados, así como también el yodo y los derivados yodados.

Cloro y sus derivados. Raramente se emplea directamente el cloro en forma de gas, sino que se utiliza mediante sus combinaciones químicas, que por descombinación liberan este gas. El cloro actúa sobre los microorganismos por oxidación del material celular, y penetra en el protoplasma de la célula destruyendo su complejo enzimático. Es importante eliminar previamente la suciedad mediante la aplicación de productos de limpieza, pues de no hacerlo se perdería eficacia por oxidación de la materia orgánica depositada. El cloro es un compuesto corrosivo sobre todo a pH inferior a 8,0 debiendo utilizarse en medio alcalino, y con un óptimo de eficacia a temperatura ente 50° a 60°C.

Los hipocloritos de calcio o de sodio (lejías) forman ácido hipocloroso, que se descompone en ácido clorhídrico y oxígeno. El dióxido de cloro (ClO₂) presenta las mismas propiedades que los hipocloritos y se utiliza diluido. La cloramina reacciona con el agua formando ácido hipocloroso, de menor eficacia que los hipocloritos, pero de acción más prolongada. Además, los compuestos clorados se pueden utilizar asociados a los detergentes, resultando unos productos que presentan a la vez propiedades de limpieza y de desinfección.

Hoy día la utilización del cloro en las bodegas se encuentra muy cuestionado, pues a pesar de ser un barato y excelente desinfectante de amplio espectro, puede ser el origen del olor a humedad o a corcho en los vinos, combinándose con los fenoles y pudiendo éstos a su vez ser transformados por los mohos en cloroanisoles de olor característico.

Yodo y sus derivados. En la industria enológica, el yodo se utiliza bastante poco por colorear las materias plásticas y comunicar a los vinos sabores defectuosos definidos como de “farmacia”. Su acción desinfectante se debe a la coagulación de los fosfolípidos en las paredes celulares o su acción sobre los aminoácidos. Su actividad a la misma dosis es tres veces mayor que la del cloro, poseyendo un amplio espectro sobre las levaduras y las bacterias.

El yodo puede asociarse con todos los detergentes, formándose unos productos conocidos como “yodóforos”, que son estables en medio ácido de pH inferior a 3,0 ó 4,0 y con temperaturas inferiores a los 40°C, de actividad inhibida por la materia orgánica y de propiedades corrosivas frente a los metales. El tricloruro de yodo se asocia a compuestos de actividad aniónica, formando unos productos llamados “clorodióforos”, más estables y menos corrosivos que los anteriores.

- Familia de los oxidantes

Agua oxigenada. Su utilización directa está prohibida en las bodegas, aunque pueden emplearse los perboratos o persulfatos alcalinos que también producen oxígeno naciente de alto poder oxidante. Sus restos pueden fácilmente ser eliminados de las superficies tratadas por simple evaporación.

Permanganato potásico. Es un desinfectante poco activo y requiere un contacto prolongado y mejor a elevada temperatura. Se utiliza en la desinfección de barricas en medio ácido.

Ácido peracético. Se trata de un excelente bactericida y especialmente sobre las esporas bacterianas. No forma espuma, y puede presentar problemas de corrosión sobre los metales, incluido el acero inoxidable, especialmente cuando los niveles de cloro superan los 60mg/L. Se utiliza como desinfectante y conservante de los medios filtrantes en las instalaciones de embotellado con filtración amicróbica.

- Familia de los aldehídos

Formaldehído. El formaldehído o formol es un gas incoloro de olor fuerte e irritante, que se comercializa en soluciones acuosas al 30 ó 40 por ciento y estabilizado con alcohol metílico para impedir su polimerización. Actúan lentamente sobre los microorganismos, por desnaturalización de las proteínas y alquilación de los ácidos nucleicos. En presencia del ión amonio se forma un compuesto llamado examina, que es inodoro y tóxico. También se utiliza como desinfectante ambiente en forma gaseosa, cuando las condiciones de humedad son elevadas.

Glutaraldehído. Actúa sobre los microorganismos de una forma similar al formol, siendo muy eficaz frente a las esporas bacterianas. Es activo en presencia de materia orgánica, aumentando su biocidad en valores de pH neutro o ligeramente alcalino. Se trata de un buen desinfectante ambiental, dependiendo de su humedad relativa y de su temperatura; siendo incompatible con los ácidos y bases fuertes, así como con las sustancias con radicales NH^- y OH^- .

- Familia de los tensioactivos

Tensioactivos aniónicos tienen una elevada capacidad detergente, pero su poder desinfectante es bajo, aunque aumentan la acción de otros desinfectantes al facilitar su penetración. En concentraciones elevadas poseen una acción bactericida Gram (-).

Tensioactivos catiónicos son los derivados del amonio cuaternario. Son productos catiónicos de origen sintético, derivados del NH_4 donde los hidrógenos son sustituidos por grupos orgánicos y halogenados, que actúan perforando las paredes celulares y desactivando las enzimas; aunque no son muy eficaces frente a las bacterias Gram (-), pudiendo crearse cepas microbianas resistentes. Forman abundante espuma, debiéndose preparar con aguas blandas y alcalinas, en concentraciones de 150 a 300ppm.

Los compuestos más conocidos son: cloruro de benzalconio o n-alkil-dimetil-bencil amonio, cloruro de 3-4 alquil-diclorofenil-dimetil amonio, cloruro de cetil-piridina, bromuro de cetil-trimetil amonio, y bromuro de tetrametil amonio.

Tensioactivos anfólitos o anfóteros. Presentan a la vez un carácter aniónico y catiónico, incorporando a la molécula un aminoácido, generalmente la glicina, y de una estructura tipo R-NH-CH₂-COOH. Combinan las propiedades detergentes de los compuesto aniónicos y la capacidad desinfectante de los catiónicos, por lo que limpian y desinfectan a la vez, en un efecto conocido como “one shot”. Utilizados a un pH inferior a su punto isoeléctrico, presentan las propiedades de los tensioactivos catiónicos, con un alto poder desinfectante, de amplio espectro, biodegradables, inodoros, y poco corrosivos. Entre estas sustancias destacan los de la familia de la dodecil-aminoetil-glicina.

Tensioactivos no iónicos. No presentan propiedades desinfectantes, pero aumentan la permeabilidad de las paredes celulares de las bacterias Gram (-), que las hace más sensibles a la acción de otros biocidas.

- Desinfectantes gaseosos

Aparte de los citados anteriormente: cloro, formol y glutaraldehído, para la desinfección ambiente de locales o materiales como los tampones de corcho en sacas, se pueden utilizar los siguientes desinfectantes:

Óxido de etileno. Se trata de un gas inflamable, perdiendo esta propiedad cuando se mezcla con anhídrido carbónico o los freones, permaneciendo en estado líquido a temperaturas inferiores a 10°C, con un gran poder de penetración, destruyendo tanto las células vegetativas como también las esporas.

Anhídrido sulfuroso. De propiedades desinfectantes conocidas y ya descritas.

- Otros desinfectantes

Biguanidas y biguanidas poliméricas (clorhexidina). Presentan una buena actividad frente a las bacterias, pero muy débil con mohos y levaduras.

Ácido octinilsuccínico. Recomendable para limpieza y desinfección (“one shot”) de depósitos con anhídrido carbónico y en ausencia de tartratos.

2.7.5.2.3.- INCOMPATIBILIDADES Y ELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Existen incompatibilidades en el uso conjunto de los diversos productos para la limpieza y desinfección, pudiendo producirse entre ellos una reacción de precipitación o una pérdida de eficacia, aunque la mayor parte de los productos comerciales se componen de varias sustancias compatibles que mejoran sus prestaciones. Las asociaciones comerciales más frecuentes son:

- Alcalinos + clorados.
- Alcalinos + oxidantes.
- Alcalinos + amonio cuaternario.
- Ácidos + yodados.
- Ácidos oxidantes + peróxidos.
- Ácidos + catiónicos.

Las incompatibilidades entre los diferentes productos de higienización se pueden resumir como sigue:

Producto	Incompatible con	Causa de incompatibilidad
Base	Ácido	Neutralización
Ácido	Alcalinos	Neutralización
Secuestrante	Ninguno	
Tensioactivos	Tensioactivos catiónicos	Formación de sales neutras inactivas
Tensioactivos	Tensioactivos aniónicos	Formación de sales neutras inactivas
Tensioactivos	Ácidos y bases	Rango de pH pequeño afectado por las
Calor	Tensioactivo no iónico	Precipitación
Agua oxigenada	Formol	Reducción con pérdida de poder
Compuestos	Ácido	Pérdida de poder desinfectante
Compuesto yodados	Alcalinos	Pérdida de actividad
Formol	Agua oxigenada	Oxidación con pérdida de poder

Tabla 38. Incompatibilidades entre productos de limpieza.

La elección del producto de limpieza o desinfección puede hacerse dependiendo de los siguientes aspectos: según el tipo de material o sustrato, según el tipo de suciedad, según los microorganismos a eliminar, y según el procedimiento de limpieza o desinfección utilizado.

- Elección en función del material o sustrato

Material	Incompatible con	Causa de incompatibilidad
Acero inoxidable	Alcalinos fuertes	Productos clorados en medio ácido Ácido clorhídrico Productos abrasivos
	Amonios cuaternarios	
	Productos clorados básicos	
	Ácido fosfórico	
	Ácido nítrico	
Aceros revestidos con resinas	Álcalis	Productos abrasivos
	Amonios cuaternarios	Alcoholes
	Alcalinos clorados	Altas temperaturas
	Ácidos	Alcalinos fuertes Ácidos
Hormigón sin revestir	Alcalinos	Anhidrido sulfuroso gas
	Alcalinos clorados	Amonio cuaternario
	Álcalis	Alta presión Productos abrasivos
Hormigón revestido con resina epoxy	Amonios cuaternarios	Alcoholes
	Alcalinos clorados	Altas temperaturas
	Ácidos	Alcalinos fuertes
Hormigón vitrificado	Alcalinos	Ácidos
	Alcalinos clorados	Altas temperaturas y presiones
	Alcalinos	Alcoholes
Materiales plásticos	Alcalinos clorados	Altas temperaturas
	Ácidos minerales	Productos yodados
	Amonios cuaternarios	Productos abrasivos
Madera	Anhidrido sulfuroso	Ácidos fuertes
	Alcalinos	Amonios cuaternarios
	Permanganato ácido	Compuestos clorados
Goma	Alcalinos	Compuestos yodados
	Compuestos clorados	Altas temperaturas
	Ácidos débiles	Amonios cuaternarios
Cobre, latón y bronce	Alcalinos	Halógenos
Hierro y galvanizado	Tensioactivos	Oxidantes Ácidos

Tabla 39. Producto de limpieza en función del material a limpiar.

- Elección en función del tipo de suciedad

Tipo de suciedad	Productos o sistemas recomendados
Procedentes de la vendimia o del vino: orgánicos, lías, materia colorante, azúcares, microorganismos, etc. Tartratos	Oxidantes Tensioactivos Alcalinos clorados Alcalinos fuertes Alcalinos
Grasas de maquinaria	Tensioactivos Alcalinos fuertes Alcalinos
Minerales: carbonatos, tierra, etc.	Ácidos
Óxidos metálicos	Ácidos
Restos de adhesivos	Alcalinos + tensioactivos

Tabla 40. Producto de limpieza en función del tipo de suciedad.

- Elección según los microorganismos a eliminar

Desinfectantes	Bacterias Gram (+)	Bacterias Gram (-)	Bacterias esporuladas	Levaduras	Mohos
Compuestos clorados	++	++	+	++	+
Agua oxigenada	++	++	+	+	+
Amonios cuaternarios	++	++	++	++	+
Yodóforos	++	+	-	++	+
Aldehídos	+	+	+	+	+

++: muy eficaz +: eficaz -: ineficaz

Tabla 41. Producto de limpieza en función del tipo de microorganismo a eliminar.

- Elección según el procedimiento utilizado

Las operaciones de limpieza manual precisan de productos poco o nada agresivos para el manipulador, utilizables a bajas concentraciones y eficaces a bajas temperaturas. Sin embargo, las operaciones de limpieza automática permiten el uso de productos más agresivos, aunque no corrosivos para los materiales, pudiendo emplearse a altas temperaturas, con poca o nula formación de espuma, y con concentraciones elevadas.

2.7.5.3.- PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La limpieza y desinfección en la industria alimentaria pueden ser realizadas con la aplicación de determinados métodos de higienización, los cuales podrán ser utilizados sobre los locales de la industria, o bien sobre la maquinaria e instalaciones de la misma, teniendo en estos elementos una importancia decisiva su diseño desde el punto de vista sanitario. Cada operación realizada en la bodega, supone la aplicación de una metodología de limpieza o desinfección determinada, por lo que es conveniente establecer un protocolo o programa al respecto, así como también disponer de un sistema de control de los resultados sanitarios.

2.7.5.3.1.- MÉTODOS DE HIGIENIZACIÓN

Los métodos de higienización comprenden aquellos sistemas que pueden aplicarse de manera manual o automática sobre los materiales a limpiar o desinfectar, facilitando por una parte el trabajo a realizar para el personal encargado de estos menesteres, y por otra parte para mejorar la eficacia de las operaciones sanitarias.

- Cepillado

La limpieza puede realizarse de un modo manual o mecánico, dependiendo de la dificultad de la superficie a limpiar, así como de su extensión, debiendo tener en cuenta en el primer caso, disponer de una adecuada protección para el operario encargado de ejecutarla.

- Aspersión

Este método de limpieza está indicado para las grandes superficies, tanto interiores como exteriores de los depósitos, y también de otras instalaciones de la bodega: paredes, suelos, etc. El tiempo de contacto del producto aplicado con la superficie debe ser lo suficiente, pudiéndose introducir un estabilizante de espuma, que permita una mayor adherencia sobre ésta, y eliminándose posteriormente fácilmente con los aclarados.

La aspersión puede ser realizada manualmente, facilitando el trabajo mediante un aparato portátil de lavado a alta presión, donde con ayuda de una boquilla colocada en el extremo de una lanza con una manguera, se puede proyectar agua fría o caliente, e incluso mezclando el producto de limpieza o desinfección. Generalmente estos aparatos proporcionan un caudal entre 10 a 20 litros por minuto, a una presión en la salida de la boquilla de 100 a 150bar, y una potencia ente 3,0 a 7,5 CV.



Fig. 64. Grupo portátil de lavado a alta presión.

También la aspersión puede ser realizada de un modo mecánico e incluso totalmente automático, aplicándose sobre todo esta modalidad a la limpieza y desinfección interior de los depósitos; estableciendo un circuito cerrado, donde una bomba impulsa el fluido hacia un aspersor situado en la parte superior e interior del recipiente, proyectándolo con fuerza hacia las paredes, resbalando a continuación por las mismas y recogándose en la parte inferior para volver a ser bombeado de nuevo. Los aspersores utilizados pueden ser móviles o colocados fijos en los depósitos, funcionando generalmente a bajas presiones, y con diversos modelos: bola, disco, cañones, etc. en función del tamaño del recipiente a limpiar y de las prestaciones deseadas. Las presiones oscilan entre 2 y 12 bar, con caudales entre 30 y 300 litros por minuto, y un alcance de 2 a 15 metros de radio.

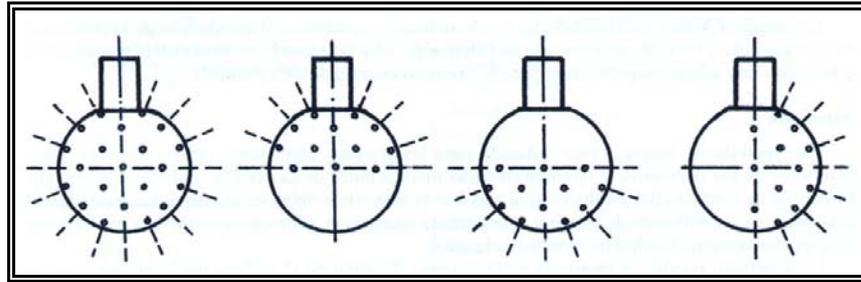


Fig. 65. Cabezales de limpieza de "bola".

El producto de limpieza o desinfección se recoge en un pequeño recipiente situado a pie de depósito, pudiendo ser transportado hacia otros depósitos por higienizar, de tal modo que se aproveche el producto aplicado, siempre que éste no haya perdido eficacia. Existe en el mercado un aparato sobre ruedas, que contiene en un solo conjunto todos los elementos necesarios para realizar este tipo de trabajo.

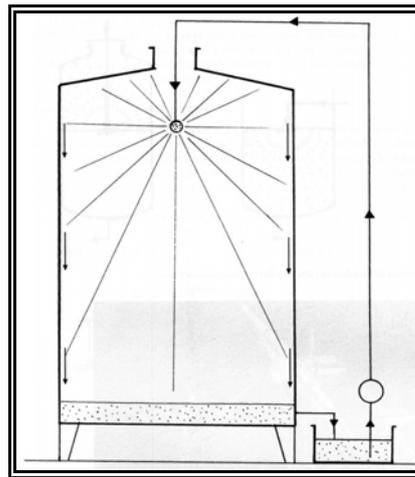


Fig. 66. Limpieza de un depósito por aspersion, en circuito cerrado.

- Limpieza C.I.P. (Cleaning In Place)

La traducción de este sistema es la de “limpieza en el lugar” o “limpieza in situ”, disponiendo de una instalación central y fija en un lugar de la bodega, donde se preparan las soluciones de detergente y desinfectante, así como también las aguas de enjuague, pudiendo ser recuperadas una vez utilizadas, y siendo todas ellas movidas de una manera automática por un grupo de bombeo a través de un sistema de conducciones fijas, dotadas de un conjunto de electroválvulas. Se utiliza preferentemente en la limpieza de depósitos, mediante el sistema de aspersión en circuito cerrado, suponiendo una importante serie de ventajas, donde destacan las siguientes:

- Economía en el personal de limpieza.
- Economía en el consumo de productos utilizados.
- Economía en el consumo de agua.
- Automatización del sistema, con reducción de posibles errores y mejora de la calidad de las operaciones de higienización.

Como consecuencia de estas ventajas, utilizaremos este sistema C.I.P. para el lavado de los depósitos de almacenamiento y de formulación.

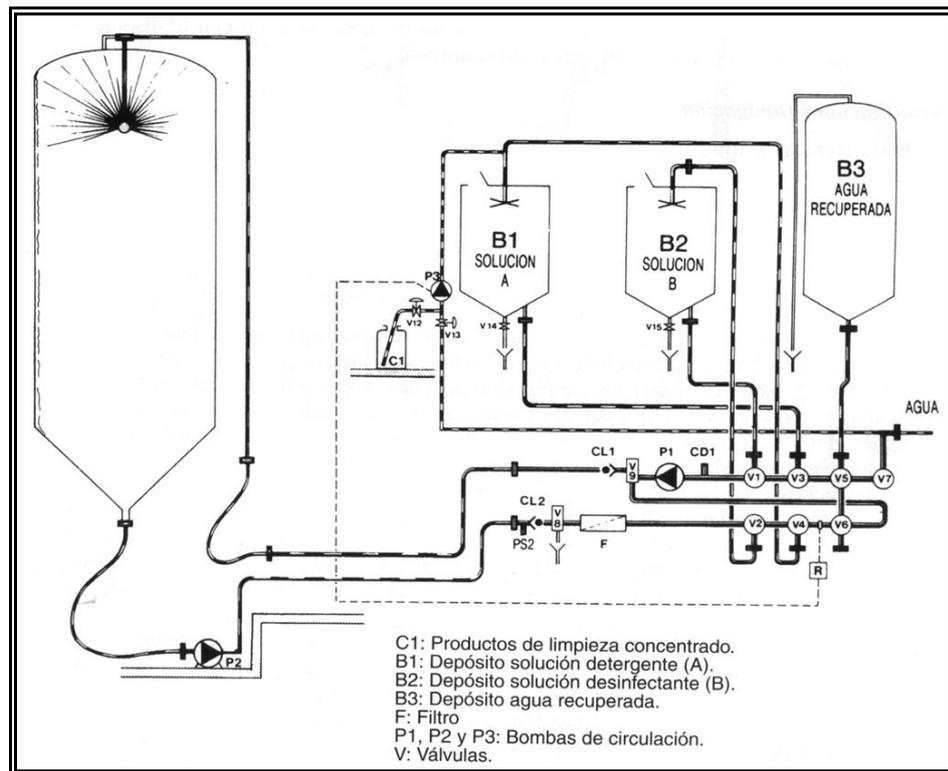


Fig. 67. Instalación de limpieza C.I.P.

- Inmersión

La inmersión o el remojo se utiliza para el tratamiento del pequeño material que se puede desmontar o transportar, pudiendo realizarse la limpieza y desinfección con o sin agitación, llegando en algunos casos a utilizar ultrasonidos, para mejorar el arranque y arrastre de la suciedad depositada.

- Circulación

Este sistema se utiliza para la limpieza o desinfección de circuitos, tales como canalizaciones, tuberías, valvulería, etc. haciendo circular el producto mediante una bomba, en sentido contrario al habitual de funcionamiento, y mejor en régimen turbulento para despegar y arrastrar más fácilmente la suciedad. En algunos casos las tuberías fijas se pueden limpiar haciendo circular varias bolas de caucho esponjoso con núcleo de goma dura, que permiten un mayor desprendimiento de la suciedad acumulada en las paredes. Es importante dejar escurrir bien los restos de agua del interior de las conducciones, para lo cual se deben instalar con cierta pendiente, así como que permanezcan abiertas y bien ventiladas, evitando de este modo la formación o acumulación de olores extraños en su interior.

- Nebulización y fumigación

Estas técnicas son utilizadas para la desinfección de superficies abiertas (nebulización) o bien de recintos cerrados (fumigación). Para ello se utilizan gases desinfectantes o bien aerosoles que permiten distribuir uniformemente el producto sobre las superficies o espacios en tratamiento, pudiendo permanecer largo tiempo en contacto con ellas mejorando de este modo su eficacia antimicrobiana.

2.7.5.3.2.- OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA

El diseño de la bodega y especialmente la ejecución en obra de las instalaciones previstas son de gran importancia para facilitar las operaciones de higienización. Debido a que el proceso que estamos diseñando se va a implantar en una bodega ya existente, comentaremos algunas de las características constructivas que pueden estar siendo utilizadas en ésta, para facilitar la limpieza de dicha bodega, y de las que nuestro proceso se beneficiará cuando lo adaptemos al sistema de saneamiento existente. No obstante, no entraremos en el diseño ni elección del sistema debido a que este tema no entra dentro del ámbito de este proyecto.

Se debe evitar en la medida de lo posible, la instalación de plataformas como soporte de la maquinaria o bien de zonas más bajas, salvo en el sistema de evacuación de aguas residuales. Las conducciones de cualquier genero: eléctricas, agua, vino, aire comprimido, etc. nunca deben instalarse directamente sobre el suelo, siendo preferible hacerlo por las paredes a una cierta altura o bien colgadas de los techos.

Los pavimentos estarán contruidos acordes con el uso a que se destina la zona de trabajo. Cuando exista una actividad donde la presencia de líquidos es casi constante, los suelos estarán dotados de una buena pendiente, mayor del 0,5%, orientada hacia un desagüe para su evacuación, así como contar con un revestimiento de un material impermeable, fácilmente limpiable y antideslizante. Por el contrario, cuando los trabajos son más pesados o de circulación intensiva y la presencia de líquidos puede ser ocasional, el pavimento será resistente al desgaste y a las rayaduras, con pendientes menores y evitando la formación de fisuras o hundimientos que dificulten la operación de limpieza. Es de vital importancia que la ejecución de las pendientes diseñadas sea la correcta, evitando de este modo la acumulación de líquidos en charcos sin posibilidad de escurrido, siendo preferible en todos los casos exagerar las pendientes.

La red de desagüe o saneamiento debe ser lo más sencilla posible, evitando los recodos donde se pueden acumular cantidades importantes de suciedad. En las zonas de la bodega donde se trabaja con materias sólidas (recepción de uva, prensado, evacuación de orujos, filtración por tierras, etc.) la instalación de canales de desagüe de gran sección y protegidos por rejillas, parece ser la solución ideal de cara a una mejor evacuación de los sólidos derramados. Sin embargo, desde el punto de vista medio ambiental, la solución no es correcta, pues se induce a la limpieza mediante el arrastre con grandes cantidades de agua, existiendo hoy día una tendencia a dificultar estas erróneas operaciones, colocando sumideros o canales con poca superficie exterior, y que obliguen a una limpieza mecánica previa. El trayecto del agua debe ser mínimo hasta los sumideros o canales de desagüe. Los posibles sistemas de evacuación en las bodegas pueden clasificarse en los siguientes tipos: sumideros sifónicos centrados, canal central con rejilla, ríngolas laterales abiertas, y ríngolas laterales semiabiertas.

La superficie interior de los desagües debe ser impermeable y lo más lisa posible, mejor en sección redondeada para evitar la adherencia de la suciedad, estando dotados de una pendiente suficiente para evacuar fácilmente las aguas de escurrido, y con sumideros desatracables y provistos de cierre sifónico para evitar los malos olores. Se protegerán mediante rejillas desmontables, mejor construidas de material inoxidable, resistentes y de un tamaño de orificios suficiente para permitir el tránsito humano o de carretillas sobre ellas.

La instalación de saneamiento enterrada debe estar dotada de secciones importantes, mayores de 120 a 200mm, con pendientes también pronunciadas, y siempre construida en tramos rectos unidos por arquetas practicables en sus extremos. Puede existir un depósito subterráneo junto al colector de salida de las aguas residuales, con objeto de desviar el mosto o vino derramado por accidente procedente de un depósito y de una capacidad similar a la de los aéreos de la bodega.

Las paredes de los locales de la bodega y especialmente en las zonas de mayor suciedad, deben estar dotadas de un revestimiento adecuado para permitir su limpieza e incluso su desinfección, no permitiéndose la formación de mohos y evitando la acumulación de agua en el encuentro con el pavimento, dotándolas de una pieza de “media caña”.

Las instalaciones sanitarias de la bodega se completan con las correspondientes redes de agua fría a presión para limpieza, dotada de un número suficiente de tomas de agua con sus mangueras flexibles recogidas sobre la pared, así como de agua caliente en algunas ocasiones y también de aire comprimido. Estas conducciones se instalarán vistas sobre los paramentos y a una altura suficiente que permita su fácil acceso por parte de los operarios.

Las operaciones de limpieza y desinfección en la industria enológica se realizan de acuerdo con las diversas fases de elaboración del vino, pudiendo describirse las siguientes:

- Limpieza previa a la vendimia

La maquinaria y las instalaciones que participan en esta etapa de la elaboración, deben ser revisadas en su correcto funcionamiento, siendo debidamente lubricadas con grasa alimentaria y lavadas para eliminar la suciedad acumulada desde el final de la campaña anterior. Para ello se pueden utilizar detergentes alcalinos o neutros a las dosis indicadas por el fabricante.

- Limpieza durante la vendimia

Tanto las máquinas vendimiadoras, como el pequeño material de vendimia: cajas, espuestas, etc., y los elementos de transporte deben ser lavados con agua a presión, incluso cepillados y desinfectados con soluciones acuosas de anhídrido sulfuroso al 2%. Estos cuidados deben extremarse en los remolques de transporte en el caso de vendimias realizadas a máquina. En este sentido es importante instalar en la bodega un lavadero de remolques o de maquinaria agrícola, dotándolo de una solera inclinada con desagüe, y los correspondientes puntos de agua y de aire a presión.

Las tolvas de descarga de uva o en su caso las cintas transportadoras, así como las despalladoras, estrujadoras, bombas de vendimia, tuberías de vendimia y las prensas, deben diariamente ser limpiadas con agua a presión o mejor con un detergente y luego enjuagadas con agua abundante; dedicando una especial atención a la bomba de vendimia, donde la acumulación de suciedad es mayor al tratarse del punto más bajo de la instalación. Los suelos también deben ser diariamente limpiados de restos de vendimia y otras suciedades acumuladas.

- Limpieza finalizada la vendimia

Terminada la campaña de vendimia, las instalaciones deben ser lavadas a fondo con productos de limpieza y al final bien enjuagadas, desmontando todo aquel material susceptible de alterarse o estropearse con la inactividad, o en caso de no poder hacerlo, protegiéndolo mediante engrasado o con una cubierta impermeable en el caso de los motores eléctricos. El sulfodosificador debe ser vaciado de la solución sulfurosa, y luego enjuagado su interior haciéndolo funcionar en vacío, y por fin desmontar la bomba dosificadora y la boquilla de inyección colocada sobre la tubería de vendimia.

- Higiene del material vinario

Fuera de la vendimia y de las operaciones encadenadas con ella, como los descubes y trasiegos, la higiene del material vinario se refiere a la limpieza e incluso desinfección de las conducciones: tuberías, válvulas, bombas, etc., o depósitos de almacenamiento y estabilización de vinos, así como también del material de filtración, e incluso del de crianza.

El destartarizado de una manera periódica es una operación de gran interés para mantener la debida asepsia en los materiales de la bodega y especialmente en los depósitos. Las sales del ácido tartárico insolubilizadas se depositan en las paredes de los recipientes a razón de 200 a 300 gramos/HL y año, formándose una costra que engloba restos de suciedad y puede constituir un foco de contaminación microbiana, además de poseer como subproducto un importante valor económico. El destartarizado mecánico se hace mediante percusión con martillos o mejor con la aplicación puntual de una fuente de calor de un soplete, sobre la superficie tartarizada, la cual se agrieta y facilita de este modo su extracción. Este sistema puede dañar de manera importante la superficie interior de los depósitos, siendo preferible hacer un destartarizado químico, donde las paredes no sufren daño alguno, realizándose por solubilización con productos desincrustantes alcalino en soluciones al 5 ó 10% y por aspersión o rociado en circuito cerrado.

En cuanto a la limpieza y desinfección de los diferentes tipos de depósitos, maquinaria e instalaciones enológicas, se pueden utilizar los correspondientes productos, cuya descripción y aplicaciones se ha hecho anteriormente en el apartado "*Productos de limpieza y desinfección*". Además de las operaciones de higienización, es importante establecer un programa de mantenimiento de la maquinaria e instalaciones, realizando inspecciones periódicas sobre las mismas y reparando los elementos dañados o estropeados.

- Limpieza y desinfección de la zona de embotellado

Además de las estrictas normas de limpieza y desinfección utilizadas en el proceso de embotellado de los vinos, la higienización de la zona de embotellado debe ser estricta, disponiendo de unas instalaciones asépticas, con pavimentos y paredes lavables, equipamientos construidos en acero inoxidable, todos ellos desmontables para una mejor limpieza y contando con un amplio espacio para facilitar estas operaciones.

La esterilización de la línea de embotellado se hace con agua caliente o vapor de agua, con la metodología expuesta en los métodos de higienización, siendo difícil de limpiar y desinfectar la taponadora, que frecuentemente recibe salpicaduras de vino en los cabezales de taponado, pudiéndose desinfectar por quemado de las mordazas con alcohol o bien desmontándolas y sumergiéndolas en una solución desinfectante. Los tapones deben llegar a la bodega estériles y debidamente envasados dentro de sacos herméticos e impermeables.

2.7.5.3.3.- CONTROLES SANITARIOS

Los controles que se realizan en la limpieza y desinfección de la bodega, se dividen por una parte en la comprobación de la ausencia de productos de limpieza en los materiales en contacto con la vendimia o con el vino, siendo realizada por medición de sus posibles restos en el agua de enjuague, bien midiendo la diferencia de pH entre el agua de entrada y de salida, o mejor mediante la diferencia de valores de la conductividad eléctrica en ambos casos.

Por otra parte, la comprobación de la ausencia de productos desinfectantes se realiza generalmente mediante el control microbiológico de las superficies tratadas, pudiendo dividirse éstas en accesibles o inaccesibles y aplicando las siguientes técnicas de control:

- Superficies accesibles: pavimentos, paredes, superficie de depósitos y maquinaria, etc. La técnica de barrido consiste en frotar la superficie a comprobar con un algodón húmedo estéril, en un área de 25cm² o 100cm de longitud, con el objeto de arrastrar los microorganismos comprendidos en esas zonas. Los algodones luego son sumergidos y agitados en un líquido estéril para desprenderlos, siendo a continuación cultivados en un medio adecuado para su conteo e identificación. La técnica de impresión directa consiste en aplicar sobre la superficie a controlar, un medio de cultivo fijado sobre un soporte, con el fin de recoger directamente sobre el los microorganismos y luego ser cultivados en una estufa para su conteo e identificación.

- Superficies inaccesibles: interior de botellas. El método del rodado consiste en introducir dentro de la botella un medio de cultivo licuado, distribuyéndolo por el interior de la botella mediante rodado donde se solidifica sobre las paredes, y luego introduciendo la botella en una estufa para apreciar el número de colonias que aparecen en la misma. El método de arrastre consiste en introducir dentro de las botellas de 100 a 200mL de agua estéril, agitándola para desprender los microorganismos de sus paredes, para luego ser cultivados en un medio adecuados en un medio adecuado para su conteo e identificación.
- Control del aire. Se utilizan bombas volumétricas portátiles, que inyectan a través de una membrana filtrante una cantidad de aire conocida. Finalizada la operación, la membrana se coloca sobre un medio de cultivo estéril para su incubación y posterior control.
- Control de líquidos. Tanto el control de los mostos o de los vinos, como los líquidos de las operaciones anteriores, se hacen pasar a través de un filtro estéril donde quedan retenidos, siendo colocada luego ésta sobre un medio de cultivo estéril para su incubación y posterior conteo e identificación.

La numeración de los microorganismos en un medio líquido puede hacerse también directamente utilizando hematímetros tipo Thoma o Malassez; mientras que la identificación de los muertos o vivos puede hacerse rápidamente con ayuda del azul de metileno que colorea las células muertas, o bien por bioluminiscencia, donde las células vivas se colorean de verde y las muertas de naranja.

2.7.5.3.4.- PLAGAS DE LAS BODEGAS

Los insectos y los roedores son las plagas más frecuentes que suelen tener las bodegas, por lo que deben aplicarse medidas preventivas para evitar su aparición, mediante el diseño de las instalaciones que impidan su entrada desde el exterior; o bien en el caso de que éstas aparezcan, aplicando las medidas oportunas para su eliminación.

La desinsectación de las instalaciones enológicas comprende tres puntos críticos, el primero durante las operaciones de vendimia, donde la mosca de la fruta o del vinagre encuentra un hábitat adecuado por la presencia de materias vegetales y temperaturas óptimas para su desarrollo de 24° a 27°C. el segundo en los locales de embotellado de vinos, generalmente con restos de éstos y a una temperatura del local adecuada para su desarrollo, donde la presencia de insectos es indeseable, llegando a instalarse trampas eléctricas para su eliminación. Y el tercero, es en la fase de crianza en botella, donde los taponos de corcho pueden sufrir una plaga de gusanos taladradores, procedentes de varias especies de lepidópteros: *Nemapogon cloacelleus*, *Dryadula pactolia*, *Oenophila flavum*, *Nemapogon granellus*, etc. que en ambientes húmedos, hacen la puesta de huevos sobre los taponos de vino embotellados, avivando las larvas que penetran en el interior del tapón en galerías y pudiendo provocar pérdidas de vino. La aplicación de insecticidas en estos casos, debe ser realizada con precaución, para evitar la contaminación de los vinos con productos indeseables, recomendándose el uso de piretrinas o similares inocuos para el consumo humano.

La desratización de las instalaciones puede ser realizada por métodos físicos con la ayuda de trampas o cebos colocados en lugares estratégicos, o mejor con los métodos químicos basados en el empleo de cebos envenenados. Las industrias alimentarias deben establecer un programa de prevención y eliminación sistemática de roedores, contando con un plano de las instalaciones, donde se ubica la posición de las trampas o cebos, y una memoria donde conste el producto empleado, modo de empleo y la frecuencia de su reposición. Periódicamente se comprobará el estado de las trampas o cebos, anotando el consumo de producto envenenado, indicios de presencia de roedores, animales muertos, etc., con el objeto de controlar la plaga e incluso llegar a eliminarla de las instalaciones.

2.7.6.- AGUA Y VERTIDOS ENOLÓGICOS

En el proceso de la elaboración de los mostos o vinos, se producen una importante cantidad de sustancias o materiales de desecho, donde algunos de ellos son susceptibles de un aprovechamiento por su apreciable valor económico, mientras que la mayor parte no lo son, siendo precisamente éstos últimos los que vertidos al medio ambiente contribuyen a producir su progresiva degradación.

En la producción de los mostos o vinos, no interviene solamente la uva como materia prima, sino también otros productos o materiales, que bien durante el mismo proceso de elaboración, o después a lo largo del circuito comercial, pueden ser vertidos al medio ambiente y por lo tanto ser considerados como contaminantes. Además de los subproductos de la uva: raspones, orujos, fangos, lías, vinazas, etc., hay que sumar los productos de limpieza y desinfección, los materiales de filtración, los productos enológicos, los materiales de envasado: botellas, briks, tapones, cápsulas, etiquetas, etc., así como también los embalajes comerciales de todos estos productos o materiales, etc. Todos ellos se pueden considerar como vertidos o “efluentes” de las bodegas, aunque en un sentido más estricto, cuando se hable de efluentes se considera únicamente a los residuos líquidos derivados de la actividad vitivinícola, donde el agua como elemento de limpieza juega un papel de gran importancia.

2.7.6.1.- CALIDAD Y CONSUMO DE AGUA EN LAS BODEGAS

El agua es el elemento primordial en las operaciones de limpieza y desinfección, pues por una parte es solvente donde se disuelven los productos de la higienización, y por otra parte es el vector o vehículo donde se despega y arrastra la suciedad arrancada de las superficies sucias. En este sentido, hasta hace unos pocos años se decía que “un buen vino se elabora con una buena cantidad de agua”, refiriéndose a la necesidad de limpieza e higiene en las bodegas; pero en la actualidad este concepto debe ser corregido, y no en el sentido de perder la asepsia necesaria, sino de conseguirlo con el menor consumo de agua posible, pudiendo entonces cambiarse la frase anterior por la de “un buen vino se elabora en una bodega limpia con poco agua”. La razón de este cambio de estrategia se encuentra en que siempre es mejor y de menor costo depurar pequeñas cantidades de agua muy contaminadas, que hacerlo en grandes volúmenes con una baja carga de contaminación. El diseño de las instalaciones de la bodega y una normativa de buenas prácticas aplicadas en la misma, son los instrumentos para conseguir el fin perseguido.

2.7.6.1.1.- CALIDAD DEL AGUA ENOLÓGICA

La calidad del agua utilizable en la industria alimentaria, y por lo tanto también en las bodegas, exige que siempre sea potable, ésto es apta para el consumo humano; aunque para algunos determinados destinos pueden necesitarse algunas especificaciones suplementarias, tales como la ausencia de sales en el caso de su uso para calderas o calentadores de agua; o bien una pureza microbiológica y de gran limpidez para su utilización en las líneas de embotellado. En el apartado 2.7.5.1.3.-CALIDAD DEL AGUA se exponen las características físicas, químicas y biológicas que debe reunir este importante suministro.

En una bodega se pueden encontrar tres tipos de aguas:

- Las aguas pluviales que deben ser escrupulosamente separadas de las aguas residuales, donde su carga contaminante es nula, y por lo tanto pueden ser vertidas directamente al medio ambiente a través de los cauces públicos.
- Las aguas de intercambio calórico utilizadas en los procesos de refrigeración o calentamiento, donde al concluir su cometido permanecen igual de limpias como cuando llegaron, pudiendo entonces sumarse a las aguas pluviales, siempre y cuando entren limpias en la bodega y no hayan sufrido contaminación alguna dentro de la misma, salvo la diferencia de temperatura, donde algunos autores la consideran como un modo de contaminación. En los cauces públicos, el incremento de temperatura media de una sección de los mismos tras la zona de dispersión no deberá superar los 3°C.

Esta agua debe tener una temperatura inicial adecuada, así como no producir incrustaciones ni sedimentos, tampoco ser corrosiva, y por supuesto no favorecer ninguna forma de vida. Los criterios de calidad mínimos en este sentido según la Water Resources Comision (Ontario) son los siguientes:

- Turbidez (mg/L): 50.
 - Dureza (grados franceses): 50.
 - Hierro (mg/L): 0,5.
 - Manganeso (mg/L): 0,5.
- Las aguas de limpieza para el lavado e incluso desinfección de los edificios, maquinaria e instalaciones enológicas, deben ser perfectamente potables desde el punto de vista microbiológico, y reunir además los siguientes criterios mínimos según la Water Resources Comision para la industria alimentaria:
 - Residuo a 180°C (mg/L): 500.

- pH: 6,5 a 8,5.
- Dureza (grados franceses): 15.
- Alcalinidad (meq/L): 3,0.
- Cloruros (mg/L): 250.
- Sulfatos (mg/L): 250.
- Hierro (mg/L): 0,2.
- Manganeso (mg/L): 0,2.
- Sílice (mg/L): 50.
- Nitratos (mg/L): 10.
- Nitritos (mg/L): ausencia.
- Sustancias extraídas con éter de petróleo: ausencia.
- Color (UI): 5,0.
- Sustancias en suspensión (mg/L): 10.
- Bacterias coniformes por 100ml: las de las aguas potables para el consumo humano.

Las aguas industriales destinadas a las calderas, generadores de vapor, lavadoras de botellas, pasteurizadores, o cualquier otra instalación donde se trabaje con elevadas temperaturas, deben ser ablandadas para evitar incrustaciones en esos elementos, mediante los oportunos tratamientos con resinas de intercambio iónico y de fosfatos; teniendo en cuenta que a una temperatura de 60° a 70°C las incrustaciones solamente se producen con aguas cuya dureza supera los 16° franceses, por lo que no es necesario ablandar el agua para alcanzar un valor inferior, o en caso de que así sea se deberá proceder a una mezcla con agua no tratada.

2.7.6.1.2.- CONSUMO DE AGUA EN LAS BODEGAS

La cantidad de agua anual que puede ser consumida en una bodega para su higienización, excluyendo las aguas de intercambio calórico, es muy variable; pues depende como antes se ha comentado, del diseño de sus instalaciones y de las prácticas de limpieza seguidas en los distintos procesos; así como también del tipo de actividad vinícola desarrollada, los cuales además variarán cuando se embottle el vino en botellas nuevas o recuperadas.

El consumo de agua en la limpieza de los envases oscila entre 0,5 a 1,0 litros por cada hectolitro de capacidad. Para el enjuagado de las botellas nuevas se estima un consumo de 0,5 a 1,5 litros por botella, y cuando se trata de botellas de recuperación, donde las botellas deben ser lavadas y enjuagadas, el consumo se eleva hasta 1,5 a 2,0 litros por botella. A pesar de las dificultades que ofrece el cálculo global del consumo anual del agua de limpieza, una orientación razonable para una bodega de ciclo completo con botellas nuevas, puede ser el siguiente (R. Boulton):

$$\text{Consumo máximo anual (litros de agua / Kg de uva)} = 50,92 \cdot \text{Kg de uva}^{-0,326}$$

Los efluentes procedentes del simple enjuague de las botellas nuevas no suelen sufrir contaminación alguna, pues únicamente pueden arrastrar algunas pequeñas cantidades de polvo o de impurezas de la fabricación del vidrio; razón por la cual se considera que no son aguas contaminadas, y por lo tanto pueden ser deducibles de los efluentes de la bodega, solamente en el caso de que puedan ser separadas de las mismas y mezcladas con las pluviales y las de intercambio calórico.

Dependiendo de la actividad vinícola de la bodega, se pueden establecer los siguientes consumos anuales medios de agua, sin tener en cuenta las aguas de intercambio calórico, donde los datos se refieren a botellas nuevas. En el caso de botellas de recuperación, se añadirá a las siguientes cifras estimadas, un consumo de 2,0 litros de agua/litro de vino o 1,5 litros de agua/kg de uva:

- Bodega de transformación de uva en vino: 1,0 a 3,0 litros de agua/kg de uva.

- Bodega de crianza y embotellado de vinos: 1,0 a 2,5 litros de agua/litro de vino.
- Bodega de almacenamiento y embotellado de vinos: 0,5 a 1,5 litros de agua/litro de vino.
- Bodega de ciclo completo: 2,0 a 4,0 litros de agua/kg de uva.

Ubicaremos nuestro proceso dentro del tercer tipo de bodega, ya que nosotros fundamentalmente almacenaremos parte de los vinos que se producen en otras zonas de las instalaciones y después de la mezcla los mantendremos almacenados para su posterior salida, ya sea en camiones cisternas o para la planta de embotellado existente en las instalaciones ajenas a nuestro proceso. Nuestra bodega producirá unos 16.000L de vino/día lo que supone 3.664.000L/año por lo que el consumo estimado de agua en el proceso será aproximadamente de:

$$8.000 - 24.000 \text{ L de agua/día} \Rightarrow 1.832.000 - 5.496.000 \text{ L de agua/año}$$

La actividad vitivinícola es totalmente estacional, es decir, que el proceso de elaboración sucede en un período del año bastante corto, durante el cual la vendimia es recogida y procesada en la bodega, realizándose el resto de actividades con una mayor regularidad durante el resto del año. Esto quiere decir que en las instalaciones donde se reciba la vendimia, el consumo de agua será también de tipo estacional, mientras que en otras bodegas donde únicamente se embotellan los vinos, el consumo de agua se reparte de forma equitativa a lo largo de los meses. En las bodegas donde se procesa la vendimia, durante el período de la misma, el cual transcurre en un mes, y durante uno o dos más para realizar los trasiegos, el consumo de agua es del orden de un 40 a 50% del consumo anual; pudiendo ser estimado con la siguiente ecuación (R. Boulton):

$$\text{Consumo máximo en vendimia (litros de agua/kg de uva)} = 10,2 \cdot \text{kg de uva}^{-0,292}$$

La distribución del consumo de agua durante el año depende por lo tanto del tipo de actividad vinícola de la bodega, pudiendo establecerse en una bodega de ciclo completo el siguiente reparto:

- Vendimia y trasiegos de vinos: 40-50%.
- Tratamientos y crianza de vinos: 25-35%.
- Estabilización y embotellado de vinos: 15-25%.

2.7.6.1.3.- EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS

La medición en continuo del caudal de los efluentes de la bodega permite conocer directamente el volumen de la cantidad de vertidos producidos, y en consecuencia permitir el dimensionado del sistema de depuración. Para ellos es preciso instalar un dispositivo capaz de medir la cantidad de líquido que circula por unidad de tiempo, pudiendo realizarse de dos maneras:

- Medición directa de los vertidos. Sobre un único colector de salida de los efluentes, donde se pueden utilizar varios sistemas, como: canales de medición de una determinada sección y pendiente, donde la altura alcanzada por el líquido que circula por el canal, permite conocer su caudal instantáneo, pudiendo quedar registrado mediante un dispositivo eléctrico o electrónico. Este sistema es conveniente cuando los caudales sobrepasan los 1.000L/h. Cuando la evacuación se hace por medio de una tubería, por donde el líquido circula en carga, la instalación de un caudalímetro en línea permite medir y registrar el caudal que circula por la misma. Por último, cuando las instalaciones son pequeñas, el volumen de vertidos se puede conocer utilizando un depósito de acumulación de capacidad conocida, o bien mediante el tiempo de funcionamiento de una bomba de evacuación de caudal contrastado.
- Medición indirecta de los vertidos. Conociendo la cantidad de agua limpia que entra en la bodega mediante un caudalímetro, y de donde se deduce el volumen empleado para otros destinos distintos a los de limpieza, siempre que se trate de aguas limpias y que sean contrastadas y evacuadas por una red distinta a los primeros, tales como: agua para riego de jardines, agua de intercambio calórico, agua de enjuague de botellas nuevas, etc.

2.7.6.2.- CARGA CONTAMINANTE DE LOS EFLUENTES ENOLÓGICOS

Los vertidos líquidos de las bodegas se caracterizan, de una manera general, por presentar un impacto sobre el medio ambiente apreciable, por lo que tienen que ser depurados en las mismas antes de su vertido a los colectores o cauces públicos, debiéndose esta carga de polución a su concentración en sustancias orgánicas y no a un efecto de toxicidad de alguno de sus componentes. Las sustancias que contienen los vinos presentan una fuerte Demanda Química de Oxígeno (DQO), así como también una buena biodegradabilidad, excepto los polifenoles, con una relación DBO/DQO situada entre valores de 0,5 a 0,7, que permite establecer de modo fácil un tratamiento de depuración de tipo biológico.

El vertido o efluente de una bodega es discontinuo y, por lo general, está relacionado con una serie de operaciones semanales, mensuales, etc., que se realizan en la elaboración del vino. En vendimia es particularmente acusado. Las características más destacables de este vertido son:

- Caudales variables.
- Valores de pH variables (3,5-7).
- Elevadas puntas de DQO.
- Alta concentración de sólidos en suspensión.

2.7.6.2.1.- PARÁMETROS DE LA CONTAMINACIÓN Y SU TOMA DE MUESTRAS

Los principales parámetros medibles que pueden definir el mayor o menor grado de contaminación de las aguas residuales son los siguientes:

- DQO (mg/L). Es la cantidad total de polución oxidable de un efluente; correspondiendo a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar las materias orgánicas y minerales contenidas en los vertidos. El método oficial de análisis se basa en una oxidación del exceso de dicromato potásico en medio ácido y en presencia de sulfatos de plata y de mercurio, siendo valorado con sulfato de amonio, permitiendo la medición de niveles inferiores a los 700mg/L. existe otro método más rápido y sencillo de realizar, pero mucho menos preciso, basado en la oxidación de la materia orgánica por el dicromato potásico en medio ácido y en caliente, midiéndose este parámetro por polimetría.
- DBO (mg/L). Es la cantidad de polución biodegradable de un efluente, que corresponde a la cantidad de oxígeno necesaria, para unos determinados microorganismos, de oxidar las materias carbonadas biodegradables. Generalmente esta medida se hace en cinco días y a una temperatura de 20°C, por lo que entonces se habla de las DBO₅. La DBO forma parte de la DQO, aunque en ocasiones es interesante conocer los dos parámetros y especialmente para evaluar la relación DQO/DBO, que permite caracterizar mejor el tipo de fluido.

La medición de la DBO mediante el método oficial es relativamente complicada, aunque se pueden emplear otros métodos aproximados y menos complicados, unos basados en la medición del anhídrido carbónico desprendido por la respiración de los microorganismos de manera proporcional al oxígeno consumido, y otros fundamentados en el consumo de oxígeno contenido en un recinto antes y después de la prueba.

Los valores de la DBO y de la DQO de un efluente son la suma de las sustancias individuales que contienen. Así, para las contenidas en los vinos, éstas presentan los siguientes valores individuales:

Sustancia	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DBO ₅ /DQO
Ácido acético	1.033	558	0,540
Ácido cítrico	697	350	0,502
Ácido gálico	989	515	0,521
Ácido láctico	971	571	0,588

Ácido málico	751	500	0,699
Ácido tartárico	508	270	0,531
Epicatequina	1.643	768	0,467
Etanol	2.120	1.367	0,645
Glucosa	1.090	750	0,688
Glicerol	1.202	635	0,528
Malvidol	1.259	258	0,205
Polifenoles tintos	1.830	271	0,148
Pirocatecol	1.917	695	0,362

Tabla 42. Niveles de DQO y DBO₅ en efluentes de bodegas.

- Materias en suspensión (MES mg/L). Es la cantidad de elementos no solubles contenidos en una unidad de volumen del efluente. Se determina por diferencia de pesado de un filtro, antes y después de pasar un cierto volumen del líquido a analizar, siendo previamente desecado a una temperatura de 105°C.
- Sólidos sedimentables (mg/L). Es la cantidad de sólidos que sedimentan en una o dos horas en una probeta de decantación cónica tipo Imhoff.
- Temperatura (°C). Permite conocer la temperatura de los efluentes, siendo medidas en el lugar donde se producen.
- Turbidez (NTU). Este parámetro se mide mediante un aparato llamado turbidímetro o nefelómetro, que permite evaluar aproximadamente la carga contaminante del vertido.
- Conductividad eléctrica (µS/cm). Permite conocer la cantidad de sales disueltas en los efluentes, midiéndose rápidamente con un aparato conductímetro.
- pH. Este valor permite conocer el nivel de acidez de los efluentes, siendo fácilmente medido por medio de un aparato peachímetro.

- Nitrógeno total (mg/L). Corresponde a la suma de las sustancias nitrogenadas minerales o inorgánicas y las orgánicas contenidas en los vertidos, siendo determinado en el laboratorio por el método de Kjeldahl. En ocasiones se puede también analizar determinadas fracciones del mismo, como el nitrógeno amoniacal y el nitrógeno nítrico.
- Fósforo (mg/L). Equivale a la suma del contenido en fósforo orgánico y mineral de los efluentes.
- Materias oxidable (MO mg/L de oxígeno). Este parámetro corresponde a la media ponderada de la DQO y DBO₅ determinadas después de una decantación de dos horas y mediante la siguiente expresión: $MO = (DQO + 2 \cdot DBO_5) / 3$. Este valor permite estimar el nivel de polución global de los vertidos.
- Sustancias inhibidoras (equitox). Se utiliza la prueba de los Daphna magna, que son unos pequeños crustáceos, donde se determina la concentración de efluentes que inmovilizan al 50% de esta población en un período de 24 horas.
- Equivalente por habitante (EH). Es la cantidad de contaminación generada por una persona durante un día, siendo definido con los siguientes valores:
 - Sólidos en suspensión: 90g.
 - Materias oxidables: 57g.
 - Nitrógeno total: 15g.
 - Fósforo total: 4g.
 - Compuestos organohalogenados: 0,05g.
 - Equitox: 0,2g.

Aproximadamente unos 1.000L de agua de limpieza, que contienen unos 5g/L de materias oxidables, corresponden a la polución generada por una producción de 1.000 a 2.000 litros de vino, equivalen a 90EH.

- Unidades de daño (UD). Corresponde a una unidad de valoración de la contaminación de las aguas residuales para un determinado volumen de vino, estimándose según los siguientes datos:
 - Sustancias degradables con materias orgánicas superiores al 10%: 1,0UD.
 - Sustancias degradables con materias orgánicas inferiores al 10%: 0,1UD.
 - Sustancias oxidables: 2,2UD.

Los dos primeros valores se expresan en m³ o en toneladas respecto de la cantidad total de vino elaborado, mientras que el tercero se expresa en unidades de 100kg sobre la misma cantidad. En la elaboración de los vinos se estiman aproximadamente 0,5UD por cada 1.000L de vino embotellado.

La **toma de muestras** es una operación de gran importancia en la evaluación de la carga contaminante de las aguas residuales, en primer lugar para diseñar con la mayor exactitud posible la instalación de depuración de estos vertidos, y en segundo lugar para comprobar su funcionamiento con cierta periodicidad. El volumen de muestra que se toma para enviar al laboratorio para proceder a su análisis es de uno o dos litros, pudiendo conservarse hasta dos o tres días a una temperatura de 4°C, o almacenarse por congelación a 20°C bajo cero cuando el período de conservación sea más largo.

La toma de muestras puede hacerse de manera puntual sin ningún orden establecido, siendo mejor hacerlo en intervalos de tiempo regulares o bien cuando en una bodega se realiza una determinada operación de la elaboración, o incluso mejor mediante un sistema automático y continuo de determinación, donde además se puede medir exactamente el volumen de los vertidos en cada momento. Con la analítica de las muestras se establece la concentración de la polución por unidad de volumen, y conociendo la cantidad de vertidos diarios, entonces se puede determinar la carga de polución diaria, calculada de la siguiente forma:

$$\text{Carga de polución diaria} = \text{Concentración de la polución} \cdot \text{Caudal diario}$$

2.7.6.2.2.- CARGA CONTAMINANTE Y VARIABILIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS BODEGAS

La contaminación del agua proviene básicamente de las operaciones de limpieza que tienen lugar en la industria bodeguera:

- Aguas de laboratorio: presencia de productos químicos contaminantes utilizados en determinaciones y mediciones de parámetros en el laboratorio enológico.
- Aguas domésticas: proceden de cafetería, oficinas y sanitarios. Son similares a las aguas residuales domésticas.
- Limpieza de depósitos y botas: altos contenidos en sales (tartratos y bitartratos), sólidos en suspensión que producen altos consumos de oxígeno y turbidez.
- Limpieza de filtros: parte del material filtrante pasa a formar parte del vertido. Favorece la fermentación anaerobia al disminuir el oxígeno y forma espumas.
- Limpieza de suelos: presenta básicamente sólidos en suspensión. Suele emplearse hipoclorito sódico (lejía).

Los efluentes de las bodegas contienen una carga contaminante muy superior a la de los vertidos urbanos, oscilando según valores de 10 hasta 200 veces más y dependiendo del grado de concentración de los vertidos. En general estos efluentes presentan las siguientes características:

- La concentración de la materia orgánica es elevada, con valores medios de la DQO entre 10.000 a 20.000mg/L, pudiendo alcanzar hasta los 200.000mg/L en el caso de fangos o lías puros, y con cifras medias de 5.000 a 10.000mg/L para la DBO₅ y hasta 150.000mg/L también para los mismos fangos o lías. La relación entre la DBO₅/DQO oscila entre valores de 0,5 a 0,7.
- La materia orgánica se encuentra fundamentalmente en forma soluble, por lo que no puede ser separada mediante una simple sedimentación, no pudiendo almacenarse largo tiempo sin su putrefacción.
- Los componentes de los efluentes son fácilmente biodegradables, excepto los compuestos fenólicos que oscilan entre 60 a 225mg/L, cuya degradación biológica es más difícil, e incluso pueden ser tóxicos para la fauna acuática con cantidades relativamente bajas.
- Los vertidos contienen en algunos casos abundantes materias en suspensión, tales como: pepitas, hollejos, tartratos, tierras de filtración, etc., que pueden fácilmente ser separados mediante la sedimentación o el tamizado.
- El valor del pH es normalmente ácido con cifras entre 3,0 a 5,0 aunque en ocasiones puntuales pueden llegar hasta valores de 10 a 11 cuando se atizan soluciones de sosa para el lavado o destartarizado de los depósitos.

- Los efluentes presentan una carencia acusada de nitrógeno y de fósforo, con una relación de $DBO_5/N/P$ del orden de 100/1/0,3. Sin embargo, cuando los vertidos proceden del lavado de las botellas de recuperación, entonces pueden contener una abundante cantidad de fosfatos, los cuales pueden desarrollar un desmesurado crecimiento de las algas, las cuales al pudrirse pueden demandar una importante cantidad de oxígeno contenido en las aguas continentales.
- Los restos de ferrocianuro procedentes de la clarificación azul son notablemente tóxicos para la fauna acuática, por lo que su vertido debe ser prohibido y tratado de forma independiente.

De la misma forma que el consumo de agua en las bodegas varía a lo largo del año debido a la estacionalidad de la producción vitivinícola, la carga contaminante también es diferente por las distintas operaciones que se realizan en las bodegas. El período punta de contaminación coincide también con el de consumo de agua, siendo la vendimia y los sucesivos trasiegos durante cuatro a seis semanas, donde se puede alcanzar una DQO entre 10 a 70g/L de efluentes, con un valor medio de 20g/L que equivale a una polución por hectolitro de unos 17EH. Fuera del período de vendimia, la polución se encuentra ligada al tipo de operación que se realiza en cada momento en la bodega, destacando entre ellas las siguientes:

	pH	Sólidos en suspensión (mg/L)	DQO	DBO ₅	Polifenoles (mg/L)	DBO ₅ /DQO
Lavado de depósitos del primer trasiego	3,7	17.500	15.200	9.700	120	0,64
Lavado de depósitos del segundo trasiego	3,7	3.500	16.300	9.300	185	0,57
Lavado de depósitos de una clarificación	4,5	4.400	12.800	12.800	90	0,53
Lavado de un filtro de tierras	3,7	28.400	10.100	10.100	110	0,52

Tabla 43. Carga contaminante de las distintas operaciones en una bodega.

Según H. Bauer, la distribución del nivel de contaminación de las aguas residuales en una bodega de elaboración de vinos blancos, puede obedecer al siguiente reparto:

- Prensado: 8,8%.
- Desfangado de mostos: 21,4%.
- Lías del primer trasiego: 49,9%.
- Lavado del primer trasiego: 11,2%.
- Lías del segundo trasiego: 2,4%.
- Lavado del segundo trasiego: 1,4%.
- Lavado de botellas: 4,9%.

2.7.6.2.3.- REGLAMENTACIÓN DE LOS VERTIDOS

En nuestro país la reglamentación básica en materia de vertidos de las aguas residuales se encuentra en el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas; el Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas; y el Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

En Andalucía los vertidos se rigen por el Decreto N° 16/1999, de 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado. En su Anexo III muestra los siguientes valores máximos de los parámetros de contaminación:

VALORES MÁXIMOS INSTANTANEOS DE
LOS PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN

Temperatura	<40°C
pH (intervalo)	5,5 – 9,5 unidades
Conductividad	5.000S/cm
Sólidos en suspensión	500mg/L
Aceites y grasas	100mg/L
DBO ₅	650mg/L
DQO	1.100mg/L
Aluminio	20mg/L
Arsénico	1mg/L
Bario	20mg/L
Boro	3mg/L
Cadmio	0,5mg/L
Cianuros	5mg/L
Cobre	5mg/L
Cromo total	5mg/L
Cromo hexavalente	1mg/L
Estaño	4mg/L
Fenoles totales	2mg/L
Fluoruros	15mg/L
Hierro	10mg/L
Manganeso	2mg/L
Níquel	0,1mg/L
Plata	10mg/L
Plomo	2mg/L
Selenio	1mg/L
Sulfuros	5mg/L
Toxicidad	25Equitox.m ³
Zinc	5mg/L
N total (Kjeldahl)	50mg/L

Tabla 44. Valores máximos de sustancias según la reglamentación andaluza.

Además Jerez dispone de una Ordenanza Municipal de Medio Ambiente donde se establecen las concentraciones máximas instantáneas y contaminantes permisibles en las descargas de vertidos no domésticos:

VALORES MÁXIMOS INSTANTANEOS DE LOS PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN	
DBO	750mg/L de O ₂
DQO	1.500 mg/L de O ₂
pH	6 - 9,5 unidades
Conductividad (20°C)	4.000µS/cm
Temperatura	40°C
Materia Sedimentables	50mL/L
Sólidos en suspensión	600g/L
Aceites y grasas	200mg/L
Arsénico	1mg/L

Plomo	1mg/L
Cromo total	5mg/L
Cromo hexavalente	1mg/L
Cobre	1mg/L
Zinc	1mg/L
Níquel	1mg/L
Mercurio	0,1mg/L
Cadmio	1mg/L
Hierro	20mg/L
Boro	1mg/L
Cianuros	1mg/L
Sulfuros	5mg/L
Sulfatos	500mg/L
Fosfatos	100mg/L
Manganeso	10mg/L
Amoníaco	100mg/L
Plata	9mg/L
Fenoles	50mg/L
Detergentes biodegradables	10 mg/L

Tabla 45. Valores máximos de sustancias según la reglamentación municipal.

2.7.6.2.4.- MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL VOLUMEN Y LA CARGA CONTAMINANTE DE LOS EFLUENTES

El coste de depuración de las aguas residuales depende del costo de instalación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR), así como también del tipo o de la intensidad de tratamientos a realizar en la misma para su depuración, los cuales a su vez se encuentran íntimamente relacionados con el volumen de vertidos y con su carga contaminante. La reducción de ambos factores implica por lo tanto un menor costo de su depuración, por lo que la primera labor a efectuar para solucionar los vertidos de cualquier actividad, y por lo tanto de las bodegas, es conseguir una reducción de los mismos. El mejor sistema de limpieza es no ensuciar, y cuando se mancha siempre es mejor que se haga de forma concentrada.

La reducción de los volúmenes y carga contaminante de los vertidos que se consigue aplicando en la bodega una serie de medidas, algunas importantes y otras no tanto, pero que sumadas pueden suponer la minimización de los efluentes generados.

- Separar completamente las redes de saneamiento de las aguas residuales o de higienización, de las aguas limpias procedentes de pluviales, intercambio calórico o enjuague de botellas nuevas. También, cuando sea posible, separar las aguas residuales de uso industrial, de las de uso doméstico, pues su tratamiento es conveniente hacerlo de manera diferenciada; aunque cuando se trata de pequeñas viviendas o de aseos instalados dentro de las bodegas, el unirlos no supone inconveniente alguno.

La incorporación directa de las aguas residuales de las bodegas a las estaciones depuradoras de las poblaciones, nunca debe ser permitida, pues al tratarse de unas industrias de campaña con aportes fluctuantes y con un tipo de vertidos de características diferentes, puede suceder que se altere gravemente la flora microbiana de la depuradora y ésta deje temporalmente de funcionar. Será preciso realizar un tratamiento de depuración previo, para poder regular el aporte de los vertidos y también para acondicionar los efluentes a los de la otra depuradora.

- El diseño de la bodega puede condicionar el volumen de agua consumido y también su grado de contaminación, especialmente en lo referente a los pavimentos, sistema de saneamiento utilizado, materiales de construcción de los depósitos de fermentación y almacenamiento, así como también de la maquinaria., y por último del programa de limpieza establecido en la bodega; cuyo detalle se comentó en el apartado 2.7.5.3.2.- OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA.
- Separación y valorización de los subproductos enológicos, donde destacan los siguientes:
 - Orujos. Aprovechamiento por destilación del alcohol que contienen, con posterior comportamiento para la obtención de materia orgánica, y obtención de aceite a partir de las pepitas y harinas grasas para la alimentación animal.

- Fangos, heces o lías. Presentan un elevado grado de contaminación, con una DQO entre 200 y 250 gramos de oxígeno por litro, destinándose principalmente a la destilación y obtención de tartratos.
- Tierras de filtración residuales. Presentan un elevado poder contaminante cuando son arrastradas por el agua de limpieza, con una cantidad de materia en suspensión de 60 a 150g/L, una DQO entre 25 y 70g/L, una DBO₅ de 20 a 60g/L, y unos valores de pH entre 3,5 y 4,0.

Para evitar o reducir el vertido de estas tierras muy cargadas de contaminantes, se plantea la sustitución de este tipo de filtros por otros más ecológicos como los tangenciales, o bien instalar en los filtros de tierras unos dispositivos adicionales conocidos como “filtro de residuos”, que tienen por misión secar los restos de la filtración, extrayéndolos prácticamente sólidos de los mismos. Su valorización puede hacerse mediante el aprovechamiento de los tartratos, o bien como compostado para su utilización agrícola.

- Aguas de destartarizado con sosa de los depósitos. Presentan un elevado poder contaminante, con una DQO a veces superior a los 100g de oxígeno/L y unos valores de pH entre 9 y 11. la mejor solución es valorizarlas para la obtención de tartratos.
- Aspectos a tener en cuenta en las diferentes operaciones de limpieza de la bodega.
 - Limpieza:
 - Limpieza de la suciedad en el menor tiempo posible para evitar incrustaciones.
 - Realización de los lavados siempre con mangueras de caudal adecuado y boquillas provistas de cierre.

- Utilizar agua a presión y en caliente siempre que no dañe a las superficies.
- Realizar la primera limpieza en seco antes de utilizar agua.
- Recoger los restos sólidos y nunca arrastrarlos con agua.
- Respetar las instrucciones y dosis indicadas en los productos de limpieza.
- Recepción de vendimia:
 - Mantenimiento adecuado de la maquinaria para evitar fugas y derrames.
 - Lavado diario de la maquinaria con sistemas de presión, para evitar las incrustaciones de la suciedad.
 - Empleo de mangueras de caudal adecuado y a presión para los lavados de remolques, toldos y cajas de vendimia. Ejecución de estas operaciones en zonas dispuestas para ellos: pavimentadas y con red de saneamiento.
 - Empleo de maquinaria específica para el lavado de las cajas de vendimia.
 - Recogida en recipientes de todos los rechazos o deslíos derivados de la selección manual de la uva. No abandonarlos en el suelo y evitar su contacto con las aguas residuales, siendo valorizados en la alcoholera.
- Fermentación:
 - Utilizar ciclos cerrados o equipos de frío para la refrigeración de los depósitos.
 - Evitar el llenado de los depósitos de forma excesiva para prevenir los desbordamientos durante la fermentación.

- Prevenir los derrames durante los trasiegos y el llenado de los depósitos, prestar especial atención al final del llenado o vaciado de los mismos, especialmente cuando las mangueras o tuberías se encuentran completamente llenas de líquidos.
 - Limpieza de los depósitos o de las prensas inmediatamente después de vaciados, para evitar incrustaciones.
 - Realizar una primera limpieza de los depósitos de fermentación en seco, aprovechando los restos de sustancias adheridas para enviarlos a su prensado, prestando especial cuidado en su traslado.
 - Almacenamiento de los orujos resultantes del prensado de manera adecuada, protegiéndolos especialmente de la lluvia y evitando su lixiviado hacia los desagües o el terreno.
- Estabilización:
- Recogida y aprovechamiento de las lías resultantes de los procesos de clarificación y estabilización con destino a la alcoholera.
 - Recogida en seco y aprovechamiento de los tartratos depositados en las paredes de los depósitos.
 - En las clarificaciones con claras de huevo frescas, no verter las yemas por el desagüe y aprovechándolas como subproducto alimentario.
- Crianza en barrica:
- Recogida de los turbios para su destilación en la alcoholera.
 - Lavado de las barricas con maquinaria adecuada que ahorre agua.
 - Eliminar las barricas excesivamente viejas con importantes riesgos de fugas.

- Especial cuidado en el trasiego de las barricas para evitar pérdidas y derrames, evitando llenarlas en exceso cuando se realiza la fermentación en estos recipientes para prevenir desbordamientos.
- Filtración:
 - Restringir el uso de los filtros de tierras, a favor de otros sistemas de filtración que generen menos residuos.
 - Realizar la limpieza de los filtros una vez utilizados, sin dejar que la suciedad se seque.
 - Dosificar adecuadamente los productos de limpieza y desinfección.
- Embotellado:
 - Sustitución del enjuagado de las botellas por otros sistemas que no consuman agua: soplado, aspiración, etc.
 - Ajuste de todos los elementos de la línea de embotellado para evitar pérdidas y derrames.

2.8.- RESULTADOS FINALES

2.8.1.- ELECCIÓN DE MATERIALES

Los elementos que van a formar parte de la nueva instalación, estarán contruidos en acero inoxidable. Esta elección se debe a las características de este material, que lo hacen óptimo para este tipo de instalaciones. Cabe destacar alguna de estas características:

- Facilidad de limpieza y esterilización.
- Resistencia a la corrosión.
- Material resistente, duradero y sin mantenimiento.
- Neutralidad desde el punto de vista químico y biológico.
- Nula cesión de componentes y ausencia de sabores extraños.
- Depósitos transportables y polivalentes.
- Excelente relación calidad – precio.

Su única desventaja frente a las conducciones de materiales plásticos es su mayor precio, aunque esto se ve compensado por su gran resistencia al uso. Una conducción de acero inoxidable puede estar operativa, si su mantenimiento es adecuado, más de 25 años.

Los aceros inoxidable son aleaciones de hierro con otros metales, que le confieren una elevada resistencia a la corrosión, pudiendo ser de tipo magnético aleados con el cromo (serie 400), dentro de los cuales se encuentran los aceros martensíticos y los ferríticos, o bien de tipo no magnético aleados con el cromo y níquel (serie 300), entre los que se incluyen los austeníticos, siendo estos últimos los utilizados en la fabricación de depósitos. Los aceros inoxidable se definen según distintas normas internacionales, empleándose sobre todo en nuestro país la AISI norteamericana, en dos tipos de acero inoxidable para calderería: AISI 304 y AISI 316. La equivalencia de estos materiales con otras normas se detalla a continuación:

Norma	Tipos de acero inoxidable	
AISI (USA)	304	316
AFNOR (Francia)	Z6CN 18/10	Z3CND 18/12
DIN (Alemania)	X5CrNi 18/10	X5CrNiMo 18/10
UNE (España)	X6CrNi 18/10	X6CrNiMo 17/12/03
SIS (Suecia)	23-32	23-47
BSI (Gran Bretaña)	302 S 15	316 S 31

Tabla 46. Equivalencias entre las normas de materiales.

Las diferencias que existen entre los aceros inoxidable AISI 304 y AISI 316, se explican según su composición en la aleación:

Elemento	AISI 304	AISI 316
Carbono	<0,08%	<0,06%
Manganeso	<2,00%	<2,00%
Silicio	<1,00%	<1,00%
Fósforo	<0,045%	<0,045%
Azufre	<0,030%	<0,030%
Cromo	18,0 a 20,0 %	16,0 a 18,5 %
Níquel	8,0 a 10,5 %	11,0 a 14,0 %
Molibdeno		2,0 a 3,0 %

Tabla 47. Diferencia de composición entre aceros inoxidable 304 y 316.

La proporción de cromo garantiza, a partir de 12%, la resistencia del acero a la oxidación, siendo además a partir del 17%, especialmente resistente a los ácidos oxidantes.

La fracción de níquel hasta aproximadamente un 8%, eleva la resistencia a la corrosión, pero solamente la existencia de al menos un 2% de molibdeno, hace que éste sea especialmente resistente a la acción de sustancias reductoras, como por ejemplo el anhídrido sulfuroso.

El anhídrido sulfuroso es un componente habitual de los vinos y de los alcoholes destilados de vino. Este anhídrido sulfuroso es un importante agente corrosivo para el acero inoxidable AISI 304, por lo que se recomienda la utilización de acero inoxidable AISI 316, a pesar de ser aproximadamente un 20 a 30% más caro que el AISI 304, ya que éste es capaz de resistir niveles de anhídrido sulfuroso libre en los vinos de 50 a 70mg/L, mientras que el AISI 316 puede aguantar concentraciones de hasta 700 a 800mg/L de anhídrido sulfuroso libre. (Ver Anexo 3.4.13.-CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACERO).

2.8.2.- DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

2.8.2.1.- SISTEMA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS INOXIDABLES

Por sistema de tuberías se entiende el conjunto de tuberías, bridas, juntas, válvulas, tornillos de sujeción y accesorios de tuberías sometidos a la presión del fluido a conducir.

Para la elección del material empleado en los sistemas de tuberías del proceso se ha tenido en cuenta el código B.31.3 de la American Society of Mechanical Engineers (ASME). Las siguientes son las condiciones generales que se han evaluado al elegir el material del sistema de tuberías del proceso:

- Las propiedades del fluido que se transporta.
- Las condiciones de operación (presión interior, temperatura, etc.).
- Posible exposición al fuego con respecto a la pérdida de elasticidad, temperatura de degradación, punto de fusión o combustibilidad de la tubería o material de soporte.

- Capacidad de aislamiento térmico para proteger la tubería del fuego.
- Sensibilidad de la tubería a fallas quebradizas que pueden ocasionar una peligrosa fragmentación o falla de choque térmico cuando se expone al fuego.

Las conducciones para líquidos en la industria enológica deben cumplir los siguientes requisitos:

- Construidas de materiales inatacables por el mosto o el vino, o por otro tipo de sustancias empleadas en su limpieza y desinfección.
- Nula cesión de sabores u olores extraños a los mostos o vinos.
- Elevada resistencia mecánica a las manipulaciones normales de bodega.
- Instalaciones estancas para evitar fugas de los líquidos, y dispuestas con ligera pendiente para evacuar fácilmente los restos contenidos en su interior.
- Racionalidad en la instalación, combinando conducciones fijas y móviles, utilizando los materiales más adecuados, y empleando la valvulería y accesorios imprescindibles, todo ello con objeto de presentar un costo razonable.
- Paredes interiores lo más lisas posible para evitar resistencias a la circulación, seleccionando el diámetro más adecuado en función de las condiciones de la bodega y también de las velocidades de circulación.
- Utilizar en la bodega el mismo diámetro en todas las conducciones, así como también el mismo tipo de rosca. Empleando preferentemente para las mismas la norma DIN NW.

Teniendo en cuenta la capacidad de los depósitos, las conducciones deberán poseer un diámetro adecuado, aunque hoy día se considera que éstas nunca deben ser inferiores a los 50mm de diámetro interior.

Este tipo de conducciones deben montarse mediante juntas roscadas, con el propósito de facilitar las operaciones de limpieza y mantenimiento. Su diámetro debe ser único y acorde con la dimensión estándar fijada para la capacidad de la bodega, empleándose preferentemente roscas redondeadas alimentarias tipo DIN, con atornilladuras estancas por medio de anillo de empaquetadura con perfil de media caña o tórico, y materiales de goma alimentaria o de tipo elástico similar resistente hasta los 200°C.

El diseño, fabricación, ensamblaje, pruebas e inspecciones de los sistemas de tuberías serán adecuados para la presión y temperatura de trabajo esperadas y para los máximos esfuerzos combinados debido a presiones, dilataciones u otras semejantes en las condiciones normales o transitorias de puesta en marcha y/o situaciones anormales de emergencia.

Debido a las características de la alimentación (vino), por la presencia de sulfuroso libre (importante acidez), y al mantenimiento de las propiedades de los productos, se utilizarán tuberías de acero inoxidable AISI 316 por motivos de seguridad frente a la corrosión. Su elevado precio compensa la durabilidad, resistencia, inalterabilidad e higiene de este material, razones por las cuales hacen que hoy día sea considerado como el de mejor calidad para las conducciones que exige la industria alimentaria.

Los sistemas de tuberías serán adecuadamente soportados y protegidos contra daño físico y excesivos esfuerzos debidos a vibración, dilatación, contracción o asentamiento.

El sistema de tubería tendrá suficiente número de válvulas para operar el sistema adecuadamente y proteger el conjunto. Las válvulas críticas deberán tener indicación de posición.

Las válvulas empleadas en el proceso serán de dos tipos: de mariposa y de retención. Salvo en puntos concretos del proceso (a la entrada del sistema y demás puntos donde pueda producirse el retorno del fluido), las válvulas serán de mariposa. Las válvulas de mariposa están concebidas en instalaciones que requieran las siguientes características:

- Dimensiones y pesos reducidos.
- Montaje y desmontaje rápido.
- Fácil maniobrabilidad.
- Posibilidad de regulación manual y automática.
- Automatización eléctrica, neumática e hidráulica.
- Reducida pérdida de carga.
- Estanqueidad total y permanente.

Las tuberías que descargan líquidos a los tanques llevarán válvulas de retención como protección contra retorno, si la disposición de las tuberías lo hace posible.

Las válvulas unidas a los recipientes y sus conexiones serán de acero. Cuando las válvulas se instalen fuera del recipiente, el material deberá tener una ductilidad y puntos de fusión comparables al acero a fin de poder resistir razonablemente las tensiones y temperaturas debidas a la exposición a un fuego.

Las tuberías, válvulas y accesorios se probarán antes de ser cubiertas, enterradas o puestas en servicio de acuerdo con los códigos de diseño: por una prueba hidrostática a 1,5 veces la máxima presión prevista. La presión será mantenida hasta completar la inspección visual de todos los puntos y conexiones.

En nuestra red dispondremos de cuatro tuberías principales dispuestas de forma paralela entre si, a lo largo de las mismas se dispondrán ramales de conexión con los distintos depósitos. Además estas cuatro tuberías principales estarán conectadas entre si por una tubería transversal a ellas por un lado y mangueras de PVC de calidad alimentaria por el lado opuesto (Ver Plano 6.4.-P & ID). Con esto conseguimos que todos los depósitos se encuentren interconectados entre si, aumentando la versatilidad de la planta para poder asumir distintos pedidos de distintos productos y almacenar las materias primas necesarias para la obtención de éstos.

A continuación enumeramos una lista de los elementos que será necesario instalar:

- Tubos de acero inoxidable AISI-316 de 2½" de tamaño nominal, Schedule 5S.
- Codos de acero inoxidable AISI-316 de 2½" de tamaño nominal, Schedule 5S.
- Tes de acero inoxidable AISI-316 de 2½" de tamaño nominal, Schedule 5S.
- Mangueras enológicas de PVC.
- Electroválvulas.
- Válvulas de retención

2.8.2.2.- DEPÓSITOS

La utilización de depósitos verticales de acero inoxidable se debe a que tienen una serie de ventajas sobre otros tipos de recipientes:

- Su elevado grado de higiene, su fácil limpieza y su posibilidad de recibir en cualquier momento una carga de vino o de otras bebidas.
- La posibilidad de almacenar en ellos cualquier tipo de vino, pues sus paredes internas sin poros, por su densidad y su carácter liso, se comportan de manera absolutamente indiferente.
- La facilidad de esterilización de los recipientes, y de mantenerlos en condiciones estériles cuando sea preciso.
- La reducción muy considerable de la merma, el escaso contacto entre el aire y la bebida.
- Los vinos acabados pueden conservar durante años el mismo nivel de desarrollo si están almacenados en tanques.

- La buena conductividad térmica de la pared metálica, que hace posible influir rápida e intensamente sobre la temperatura del contenido. Los recipientes metálicos pueden ser temperados directamente por rociado o por medio de un manto doble, indirectamente a través de la temperatura ambiental.
- Los tanques pueden ser fabricados en la forma y tamaño que se desee, hasta 10.000 hectolitros, con lo que la cuestión del espacio puede ser resuelta de la manera más rentable posible en la empresa.
- Los tanques tienen una mayor duración que cualquier otro tipo de recipiente. A partir de una cierta capacidad sus costos se abaratan.

Los depósitos de acero inoxidable se construyen de forma cilíndrica, a base de una sucesión de virolas unidas por soldadura y de una anchura cada una de ellas estandarizada con la de las bobinas del fabricante. En estas condiciones, las paredes de los depósitos trabajan a tracción, donde este material es especialmente resistente, impidiendo la deformación del mismo y permitiendo además el empleo de espesores muy reducidos, que abaratan mucho la construcción de los mismos. Las virolas de mayor espesor se sitúan en la parte baja del depósito, donde los valores de la presión son más elevados, pudiendo reducirse a medida que se colocan más hacia arriba, utilizándose generalmente chapas de 1,5 a 3,0mm de espesor, aunque nunca deberían instalarse con menos de 2,0mm.

Para la construcción del fondo y del techo de los depósitos, el espesor de las chapas de acero inoxidable superiores a los 2,0mm, debido a que estos elementos deben soportar esfuerzos de flexión y de compresión menos adecuados para espesores delgados.

- Aberturas

Todos los recipientes deben dotarse con aberturas de tamaño adecuado y en número suficiente para permitir el acceso a efectos de inspección y limpieza interna.

- Mirillas. Las mirillas son aberturas con un diámetro interior de 50mm como mínimo.
 - Agujeros de mano. Un agujero de mano podrá ser utilizado para limpieza del recipiente o para inspección. Si es para limpieza no debe tener menos de $100mm \times 150mm$ o debe tener un diámetro interior de 120mm.
 - Agujeros de cabeza. Los agujeros de cabeza son aberturas a través de las cuales se puede introducir simultáneamente la cabeza, un brazo y una lámpara.
 - Bocas de hombre. Las bocas de hombre son aberturas a través de las cuales puede entrar y salir del recipiente una persona que no lleve consigo equipos auxiliares. Las dimensiones de las bocas de hombre no deben ser inferiores a $320mm \times 420mm$ o un diámetro interior de 420mm.
 - Agujeros de rescate. Son aquellos que permiten la entrada y salida de una persona equipada con dispositivo de protección y rescate. Deben tener 600mm de diámetro.
 - Boca de medición. Tendrá un diámetro de acuerdo a su uso y se colocará en el techo de cada tanque, sobre la línea longitudinal superior del cilindro y/o sobre la tapa de la entrada de hombre. Se utilizará para poder sondear el mismo y verificar la cantidad de producto que contiene.
- Acabado de la superficie

La terminación de la superficie tiene también una gran importancia, siendo las superficies lisas menos degradables que las rugosas, presentando una menor adherencia de los tartratos o de la suciedad, y siendo además más fáciles de limpiar. Los acabados de las superficies del acero inoxidable pueden ser las siguientes:

- V. “Superficie pulida alto brillo”. Elevado precio.
- IV. “Superficie pulida”. Se emplea en algunos depósitos. Existen distintos tipos de acabado en función del tamaño del grano de pulimento: 180 a 320.
- IIIId. “Superficie recocida brillante con gas protector”. Se utiliza en depósitos alimentarios.
- IIIc. “Superficie laminada en frío, tratada por calor y relaminado” Se utiliza en depósitos alimentarios.
- IIIb. “Superficie laminada en frío, tratada por calor y decapado”. Excesivamente rugosa para depósitos alimentarios.
- IIa. “Superficie laminada en caliente, tratada por calor y decapado”. Excesivamente rugosa para depósitos alimentarios.

Para nuestros depósitos aplicaremos el acabado de “superficie pulida alto brillo”, ya que supondrá un ahorro en costes de mantenimiento y limpieza a largo plazo, a pesar de su elevado precio inicial.

Los depósitos de acero inoxidable pueden construirse sobre patas, siendo de mayor costo pero movibles, o bien construirse sobre bancadas de menor precio; los primeros tienen una limitación de volumen de hasta 500 a 700HL, mientras que los segundos no presentan una limitación de volumen.



Fig. 68. Depósitos con patas para almacenamiento de vino.**2.8.2.2.1.- CARACTERÍSTICAS**

Depósito de acero inoxidable AISI-316 de dos capacidades, 10.000L y 20.000L, de fondo elíptico (Ver Plano DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO DE 10.000L Y 20.000L, ALZADO), con los siguientes accesorios de acero inoxidable:

- Boca superior redonda para inspección de 460mm.
- Válvula de sobrepresión de 2".
- Equipo de limpieza de bola fija perforada.
- Equipo de nivel completo formado por regleta, grifo nivel y tubo nivel de plástico transparente.
- Grifo toma muestra.
- Boca elíptica de hombre.
- Tubuladura inferior con válvula de mariposa M/S NW-50.
- Tapa superior de 400mm de diámetro, con cuello de al menos 300mm.
- Puerta frontal ovalada de apertura interior, con un tamaño de 340×460mm para depósitos de menos de 1.000HL de capacidad.
- Dos salidas, una de fondo para el vaciado total y otra lateral situada en la parte baja del cilindro, con un diámetro interior de 50mm para depósitos menores de 8.000HL. Válvula de mariposa con rosca alimentaria normalizada (DIN NW), con tapón de seguridad exterior.
- Grifo tomamuestra y tubo de nivel lateral con cierre opcional.
- Válvula de doble efecto de seguridad para la salida y entrada de aire en el depósito, situada en el cuello o la tapa superior del mismo.

- Opcionalmente pueden instalarse un codo decantador colocado en la salida lateral, una bola de limpieza o similar en la parte superior del depósito, y un termómetro analógico lateral.

2.8.2.2.2.- DISTANCIA ENTRE RECIPIENTES

Basándonos en el Artículo 18 de la ITC MIE - APQ 1: “Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles” la distancia mínima entre los distintos depósitos será de 1m.

El componente que otorga peligrosidad a las sustancias que se almacenarán en los depósitos es el etanol, sobre todo cuando se trate de alcohol de vino que alcanza un grado alcohólico volumétrico adquirido en torno al 95-96%.

Para darle versatilidad al proceso diseñado, asumiremos que se puede almacenar etanol en cualquier depósito y así estaremos preparados para cualquier modificación en la producción.

El RAPQ realiza una clasificación de los productos químicos en el Artículo 4 de la ITC MIE - APQ 1:

1. Clase A.-Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 °C sea superior a 1 bar.

Según la temperatura a la que se almacenan pueden ser considerados como:

a. Subclase A1.-Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0 °C.

b. Subclase A2.-Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.

2. Clase B.-Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 °C y no están comprendidos en la clase A.

Según su punto de inflamación pueden ser considerados como:

- a. Subclase B1.-Productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38 °C.
 - b. Subclase B2.-Productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual o superior a 38 °C e inferior a 55°C.
3. Clase C.-Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 °C y 100 °C.
 4. Clase D.-Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 °C.

El etanol puro tiene una presión de vapor a 20°C de 5,8KPa (0,058bar) y un punto de inflamación de 13°C en cámara cerrada. Debido a esto, lo clasificaremos como B1.

En función del cuadro Tabla 48 del anteriormente mencionado Artículo 18, obtenemos la distancia de 1,5m. Pero aplicando la “Nota 5”, ya que nuestros depósitos son de 10m³ y 20m³, la distancia mínima entre depósitos es de **1m**.

Clase de producto	Tipos de recipiente sobre los que se aplica la distancia	Distancia mínima (D-Dimensión según notas 1 y 6)	Observaciones
A/A1	Entre recipientes de subclase A1.	1/2 de la suma de los diámetros de los recipientes.	Nota 2.
	A recipientes para productos de las clases A2, B, C ó D.	D (mínimo: 15 metros).	Nota 2.
A/A2	Entre recipientes a presión para productos de la subclase A2.	1/4 de la suma de los diámetros de los recipientes con un mínimo de 2 metros.	Nota 2.
	A recipientes para productos de las clases B, C ó D.	D (mínimo: 15 metros).	Nota 2.
B	A recipientes para productos de las clases B, C ó D.	0,5 D (mínimo: 1,5 metros). El valor puede reducirse a 25 metros si es superior.	Nota 5.
C	A recipientes para productos de las clases C ó D.	0,3 D (mínimo: 1,5 metros). El valor puede reducirse a 17 metros si es superior.	Nota 5.
D	A recipientes para productos de clase D.	0,25 D (mínimo: 1,5 metros).	Notas 3, 4 y 5.
Líquidos Inestables	A recipientes para productos de cualquier clase.	D (mínimos: Los Indicados arriba según su clasificación A1, A2, B, C ó D).	-

Tabla 48. Distancia entre recipientes.

Nota 1. D será igual al diámetro del recipiente, salvo que su generatriz sea superior a 1,75 veces el diámetro, en cuyo caso se tomará como D la semisuma de generatriz y diámetro.

El valor de D a considerar será el que, una vez aplicadas las distancias del cuadro II-5, de lugar a la distancia mayor.

Nota 2. Cuando la capacidad total de almacenamiento sea inferior a 100m³ se considerarán las distancias fijadas en el Capítulo VIII <<Características específicas para almacenamiento de productos de la clase A>>, en los demás casos se aplicará el presente cuadro.

Nota 3. Si el almacenamiento de estos productos se efectúa a temperaturas superiores a su punto de inflamación, las distancias entre los recipientes se mantendrán de acuerdo con lo preceptuado para los productos de la clase B.

Nota 4. Si el almacenamiento de estos productos coexiste con el de las clases B ó C, dentro de un mismo cubeto, la distancia mínima será de 0,3 D (mínimo: 1,5 metros).

Nota 5. El límite de distancia mínima podrá reducirse a un metro para productos de las clases B, C o D, cuando la capacidad de los tanques sea inferior a 50m³.

Nota 6. Si los recipientes son cilíndricos horizontales y dispuestos paralelamente (batería) la distancia mínima de separación entre las generatrices de los mismos se basará en el diámetro exclusivamente.

2.8.2.3.- EQUIPOS DE IMPULSIÓN

2.8.2.3.1.- BOMBA SELECCIONADA

Para el trasiego de las distintas sustancias que intervienen en el proceso se emplearán electrobombas centrífugas. Éstas se dispondrán de forma que se minimice la distancia y la elevación a todos los equipos del proceso, para así minimizar las pérdidas de carga y la potencia necesaria para el trasiego de los distintos productos. La elección de bombas centrífugas tiene su fundamento en:

- Gran versatilidad.
- Sencillez.
- Bajo coste inicial.
- Flujo uniforme (sin pulsaciones).
- Pequeño espacio necesario para su instalación.

- Costos bajos de operación y mantenimiento.
- Funcionamiento silencioso.

Se recurrirá a duplicar los equipos de impulsión a fin de evitar detener la producción a causa de averías. Para ello se dispondrán de las bombas en paralelo, lo que facilitaría además un aumento en el caudal trasegado si fuese necesario.

Debido a que la red de tuberías hace posible el trasiego de materia entre todos los depósitos, será necesario posibilitar el mismo en ambos sentidos, por lo que se instalarán bombas en paralelo en las que se invierta el sentido de la aspiración y de la impulsión.

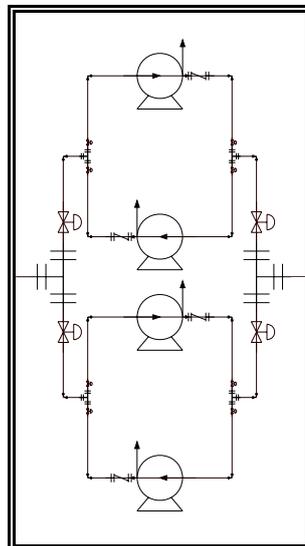


Fig. 69. Esquema equipos de impulsión.

Se utilizarán cuatro bombas centrífugas modelo I-502/2 de la casa Deloule o similar que cumplen las características técnicas calculadas en el Anexo 3.3.5.- CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE IMPULSIÓN y que se pueden observar en el Anexo 3.5.1.-EQUIPOS DE IMPULSIÓN.

Casa comercial	Modelo	Caudal (m ³ /h)	Altura (m)	NPSH _r (m)	r.p.m.	Motor (kW)
DELOULE	I-502/2	33	40	5	760	12,5

Tabla 49. Características de la bomba seleccionada.

2.8.2.3.2.- BOMBAS CENTRÍFUGAS

La denominación de bombas centrífugas se da generalmente a las máquinas que tienen un rodete giratorio montado sobre el eje y una carcasa que está fija. La forma del rodete, y la configuración de su carcasa correspondiente, determina también la manera según la cual es acelerado el fluido a través de la bomba.

La verdadera bomba centrífuga utiliza un impulsor o rodete que origina con su giro un movimiento de rotación del líquido que la circunda, con dos componentes, una radial debida a la fuerza centrífuga, originada por el giro, y otra tangencial a la periferia de la impulsor. La dirección exacta que el líquido tomará es la resultante de las dos componentes y la velocidad que se comunica al líquido representa la energía que se añade al mismo.

Las bombas centrífugas descargan el fluido con una presión uniforme, sin golpes ni pulsaciones. Operan a velocidades elevadas y se conectan directamente al motor. La línea de descarga puede cerrarse totalmente sin que se produzcan averías.

En función del líquido que se vaya a transportar se emplea un tipo u otro de rodete: cerrado (para líquidos sin sólidos en suspensión), abierto (para líquidos con sólido en suspensión), semiabierto, etc. los líquidos viscosos no se pueden bombear con bombas centrífugas.

El material utilizado en la construcción de estas bombas es el acero inoxidable, sobre todo en las partes que están en contacto con los líquidos a transportar.

Son máquinas sencillas y relativamente baratas, donde la presión y el caudal dependen del número de revoluciones de la bomba, con caudales muy elevados cuando las presiones son bajas, y viceversa, aumentando la presión cuando el caudal es alto.

2.8.2.3.3.- ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSTALACIÓN DE UNA BOMBA

- Alcachofa: evita la entrada de suciedad en la bomba.
- Válvula de pie: hace posible el cebado al retener el líquido.
- Válvula de compuerta: se colocan en la aspiración algunas veces y siempre en la impulsión para regular el caudal.
- Válvula de retención en la impulsión: en la línea de impulsión de cada bomba centrífuga estará instalada una válvula de retención con objeto de evitar el retroceso del fluido en caso de parada de la bomba.
- Reductor en la aspiración: para mejorar la aspiración y evitar la cavitación se aumenta el diámetro de la tubería de aspiración. El reductor se monta para evitar la formación de bolsa de aire en la parte superior.
- Bomba de vacío: la bomba centrífuga requiere cebado, es decir, llenado del líquido a trasegar. Para esto, se conecta la tubería de aspiración a una bomba de vacío que extrae el aire de la bomba, encargándose la presión atmosférica de que la bomba se llene de líquido. Por la llave de purga del aire, que se abre durante el cebado, se elimina el aire que llenaba la bomba.

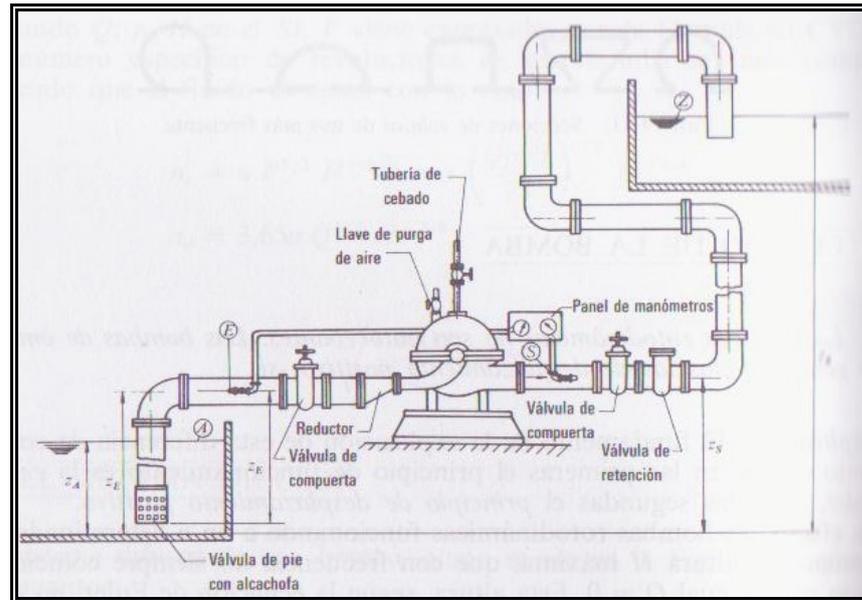


Fig. 70. Instalación de una bomba centrífuga.

2.8.2.4.- HOMOGENIZACIÓN DE LOS VGL

La homogenización o “remontado por difusión” consiste en inyectar un gas por la parte inferior de un depósito, utilizando una parrilla o un difusor con orificios de 1 a 2mm, de tal forma que se produce un importante movimiento del vino, logrando en unos casos una perfecta mezcla, o en el caso de elaboración de vendimias tintas, un profundo bazuqueo por inmersión del sombrero en una mezcla de mosto-vino y burbujas de menor densidad que los hollejos.

En nuestro caso utilizaremos este sistema de mezcla perfecta en los depósitos de formulación para obtener VGL con características homogéneas. Para ello emplearemos lanzas de difusión de la casa Abelló-Lindé (Ver Anexo 3.5.2.- LANZA DIFUSIÓN/AGITACIÓN) con rosca NW-50.

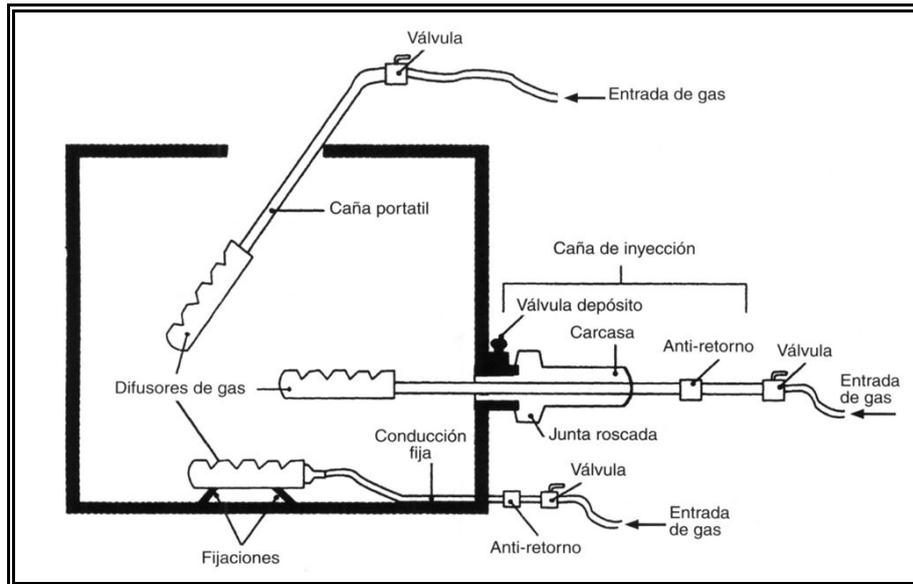


Fig. 71 Sistemas de homogenización de vino con gas inerte.

Las presiones de utilización son del orden de 3 a 5 bares, tomadas generalmente del circuito de media presión situado a la salida de la fuente de suministro de gas nitrógeno de una instalación de inertización de depósitos ya existente en la bodega, con un caudal de 20m³/h y durante un tiempo de unos 5 a 15 minutos, alcanzando un caudal de unos 3L/HL vino tratado por remontado. La instalación puede ser móvil, introduciendo el difusor por la boca del depósito hasta el fondo, o bien a través de una válvula lateral con ayuda de un dispositivo especial en forma de caña, o también puede ser fija colocada de manera permanente o temporal en el fondo del recipiente.

Además de la mezcla del producto con el nitrógeno se consigue:

- La prolongación de las características sensoriales del vino durante el periodo de conservación.
- Evitar los procesos oxidativos y el desarrollo de microorganismos aerobios por desplazamiento del oxígeno permitiendo la reducción de la dosis de SO₂.
- Se eliminan focos de contaminación.

- Se reducen tiempos de proceso: para un depósito de 100.000L el tiempo de efectuar un coupage es inferior a 2 minutos.
- Tras la agitación, el depósito queda inertizado.
- Es más rentable que los sistemas convencionales.
- La lanza móvil de agitación se puede introducir y extraer con el depósito lleno de vino sin derramar una gota de éste.
- Puede aplicarse en cualquier depósito de la bodega.

2.8.2.4.1.- NITRÓGENO

El nitrógeno es el gas inerte más utilizado, pues es totalmente inerte y atóxico, siendo además de bajo coste y su solubilidad en el agua o en el vino es muy inferior a la del anhídrido carbónico. En enología se utiliza la calidad “R” que contiene menos de 10 volúmenes de oxígeno en un millón, encontrándose en balas o botellas de acero de 20 a 50 litros de capacidad en forma de gas licuado hasta una presión de 200 atmósferas según la temperatura, aunque en instalaciones importantes se puede almacenar en recipientes a presión de 1.000 a 3.000 litros situados en el exterior de las construcciones. Un litro de nitrógeno líquido puede producir a la presión atmosférica y a una temperatura normal, una cantidad de unos 640 litros de gas.

A continuación mostramos unas comparativas de las propiedades físicas más importantes de los gases enológicos:

	Argón (Ar)	Dióxido de carbono (CO ₂)	Nitrógeno (N ₂)	Oxígeno (O ₂)	Ozono (O ₃)	Dióxido de azufre (SO ₂)
Peso molecular (gramos)	39,94	44,01	28,02	32,00	48,00	64,06
Masa volúmica a 0°C y 1atm (g/L)	1,7828	1,9768	1,2507	1,4289		2,9268
Densidad en relación con el aire	1,38	1,53	0,96	1,10	1,66	2,26
Punto de fusión (°C)	-189,2		-209,9	-218,4	-251,0	-75,5
Punto de ebullición (°C)	-185,7	-78,5	-195,8	-183,0	-112,0	-10,0
Solubilidad en agua (mL/100g de agua a 0°C)	5,6	179,7	2,35	4,89	0,49	22,84
Solubilidad en agua (mL/100g de agua a t°C)	2,20 (t=50)	90,10 (t=20)	1,55 (t=20)	2,60 (t=20)	0,00 (t=60)	4,50 (t=50)
Color identificativo	Amarillo	Gris	Negro	Blanco		Verde y

El reductor seleccionado es el modelo OMT B242 de la casa CGE (Ver Anexo 3.5.3.-REGULADOR DE NITRÓGENO).

Para toda instalación de reductor de presión, es necesario asegurarse en el momento de la instalación:

- Que las canalizaciones estén limpias (soplado para eliminar las partículas sólidas: rebabas, escoria de las soldaduras, virutas metálicas, etc.).
- Que el gas esté filtrado.
- Que el aparato este protegido por una válvula (sobre todo si estamos hablado de alta presión aguas arriba), o por una seguridad en la entrada. Esta seguridad debe colocarse aguas arriba de la válvula.
- Que la lira de impulsión aguas abajo del regulador esté bien situado (proscribir los picados sobre canalización de diámetros no apropiados para el caudal o sobre los conos o sobre los codos, etc.).
- Que la lira de impulsión del regulador esté realizada con un tubo de diámetro adaptado.
- Que el volumen aguas abajo entre el reductor de presión y la primera válvula sea correctamente dimensionado. Se aconseja también tener a proximidad del reductor de presión purgas aguas arriba y aguas abajo y manómetros.

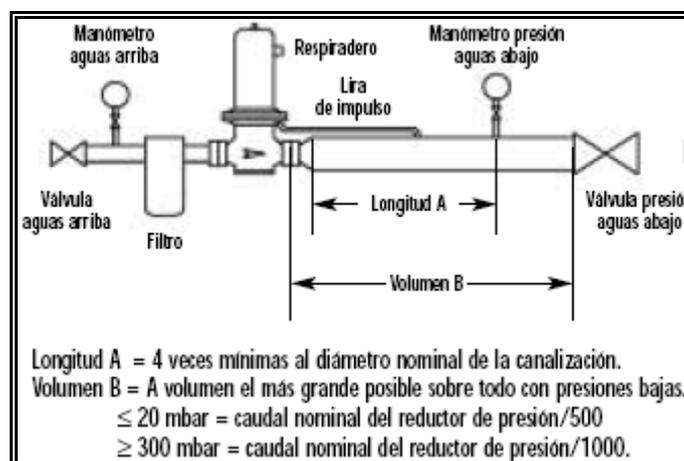


Fig. 73. Montaje estándar equipo reductor.

2.8.2.5.- INERTIZACIÓN DEL SISTEMA

Debido al riesgo de oxidación al que se ven sometidos los distintos vinos en los depósitos de almacenamiento, en los de formulación y durante su trasiego por medio del sistema de tuberías, se utilizará un sistema de inertización con nitrógeno para evitar el contacto entre éstos y el oxígeno presente en el aire. Es decir, se sustituirá la atmósfera de aire por una atmósfera de gas inerte con material adaptado.

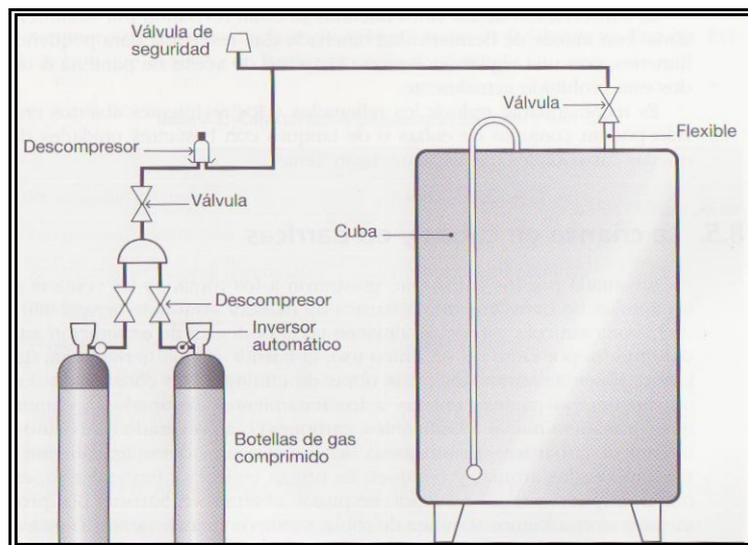


Fig. 74. Protección del vino en tanque bajo atmósfera en gas inerte.

Además, sería conveniente eliminar el oxígeno disuelto en el vino que éste pudiera contener. La solubilidad de un gas en un líquido es proporcional a la presión parcial de este gas en la atmósfera gaseosa en contacto con el líquido. Al dispersarse las finas burbujas se desarrolla una presión entre el gas introducido (N_2) y el gas disuelto (O_2). La diferencia entre ambas presiones parciales provoca el abandono del gas disuelto en el vino. La eficacia del método depende del vino, la temperatura, la duración, el volumen de gas y el tamaño de las burbujas.

Para formar una capa de gas por encima de la superficie del vino para evitar su contacto con el aire es preferible el uso de nitrógeno debido a su baja solubilidad en el vino, 14mg/L (el CO_2 tiene una solubilidad de 1.500mg/L). Para impedir el desarrollo de microorganismos aerobios sobre la superficie del vino se debe reducir la concentración del O_2 desde el 20,9% en el aire hasta 0,5% o menos en la superficie del vino.

La gasificación se realiza mejor introduciendo el gas a través del tiro inferior del tanque. Si se opera correctamente se pueden conseguir concentraciones de O₂ inferiores al 1%. La cantidad de gas necesaria para desplazar adecuadamente el O₂ de tanques vacíos y tuberías es considerable. Para ello podemos ayudarnos de las siguientes curvas:



Fig. 75. Volumen de gas nitrógeno utilizado en la operación de eliminación de O₂ disuelto.

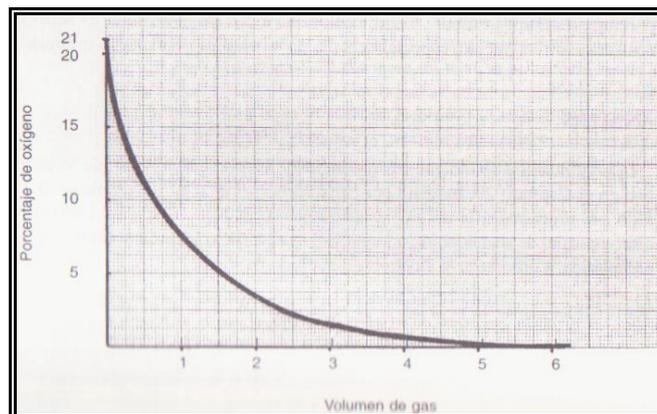


Fig. 76. Volumen de gas nitrógeno utilizado en la operación de inertización.

En el transcurso del almacenamiento, es necesario mantener una ligera sobrepresión (10 a 20mbar en general), sin escape gaseoso.

2.8.2.5.1.- EQUIPOS DE CONTROL DE PRESIÓN

Estos equipos han de aportar el caudal de gas suficiente para cubrir todas las demandas de la bodega, que incluyen, además de la inertización, las agitaciones.

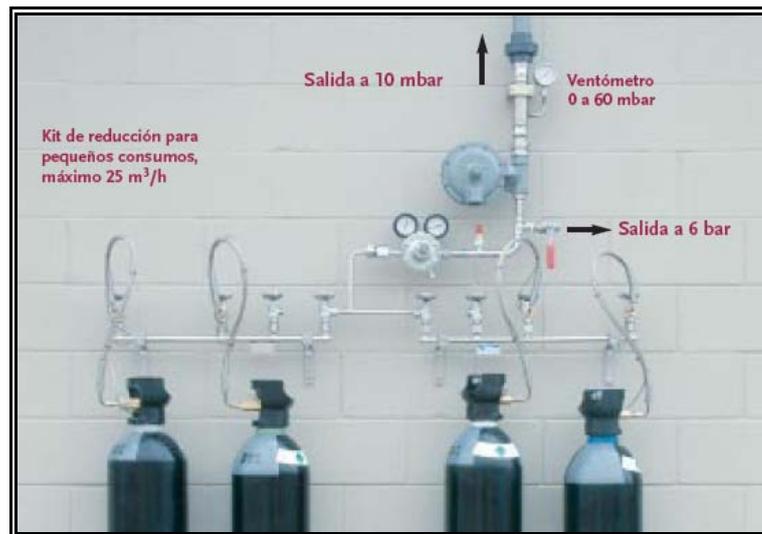


Fig. 77. Kit de reducción.

Cuando la presión desciende en el depósito, debido a una contracción del gas, por una fuga o por que se vacía, total o parcialmente, el depósito de vino, el equipo de regulación deja fluir gas hasta alcanzar la presión prefijada.

Después, cierra el paso del gas hasta un nuevo descenso de la presión.

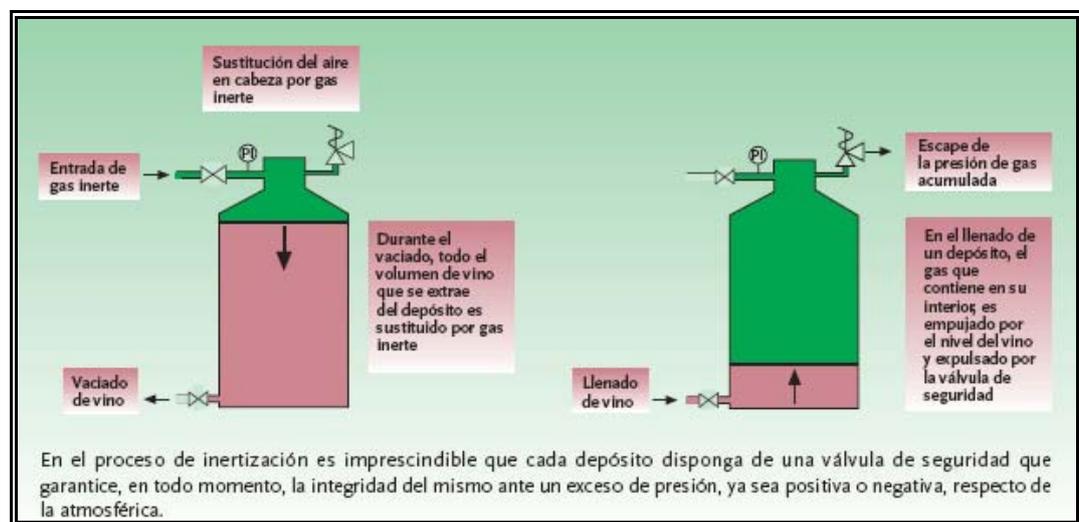


Fig. 78. Esquema proceso de inertización.

2.8.2.6.- ELEMENTOS DE CONTROL

Todo proceso industrial es controlado básicamente por tres tipos de elementos: el transmisor, el controlador y la válvula o elemento final de control.

La instrumentación del proceso tiene por objeto obtener la medida, transmisión a distancia, el registro, el control, la totalización, etc. de aquellos datos que sean de interés para el control de la misma.

Desde el punto de vista de la instrumentalización, para el proceso de obtención de VGL, se pueden distinguir dos tipos de parámetros a medir:

- Parámetros medibles en continuo

Son aquellos para los cuales la tecnología se ha desarrollado lo suficiente como para que existan instrumento que los miden de una forma automática en tiempo real. Destacan entre éstos: presión, temperatura, nivel.

- Parámetros a determinar mediante análisis químico

Son aquellos que tienen que ser determinados mediante análisis y, por tanto, tiene que transcurrir un cierto tiempo entre la toma de muestra y el dato analítico. Entre estos parámetros se pueden citar: graduación alcohólica, densidad, azúcares reductores, acidez, etc. (Ver 2.7.4.-ANÁLISIS DEL VINO)

Los instrumentos de medida, así como los análisis de laboratorio que dan las determinaciones de parámetros, son fundamentales para el control sobre el proceso. Una mala medida de alguno de los parámetros se puede traducir en un mal funcionamiento de alguna etapa, o un consumo excesivo de energía, sin obtener rendimientos adecuados.

2.8.2.6.1.- SENSORES EN LA PLANTA

Como ya se ha indicado anteriormente, las variables a medir en continuo durante la producción de VGL son: nivel, presión, y temperatura.

2.8.2.6.1.1.- SENSOR DE NIVEL

Cada depósito dispondrá de un sensor de nivel por ultrasonidos (VEGASON 62) que se conectarán mediante la red AS-i al PLC, para que éste conozca en cada momento el nivel y el volumen trasegado.

Se utilizan sensores por ultrasonidos ya que necesitamos una exactitud para controlar la cantidad de materia trasegada en cada instante. (Ver Anexo 3.5.6.-SENSOR DE NIVEL).

Impulsos ultrasónicos cortos en la gama de 30kHz a 70kHz son enviados por un transductor sobre el producto a medir, son reflejados por la superficie del producto y captados nuevamente por el transductor. Se propagan a la velocidad de la luz. El tiempo desde la transmisión hasta la recepción de la señal es proporcional al nivel del depósito. El comprobado procesamiento de señales ECHOFOX filtra con seguridad el eco de nivel correcto a partir de un sinnúmero de reflexiones de interferencia. No se requiere un ajuste con depósito vacío o lleno.

2.8.2.6.1.2.- SENSOR DE TEMPERATURA

Cada depósito dispondrá de un sensor de temperatura tipo TAA431 que se conectarán mediante la red AS-i al PLC, para que éste conozca en cada momento la temperatura de proceso.

El sensor de temperatura tipo TAA431 es un transmisor universal con esclavo AS-i integrado. La transmisión se lleva a cabo según el protocolo analógico 7.3, el cual está integrado por defecto en todos los maestros de la especificación AS-i 2.1. Una vez que el sensor de temperatura se conecta a la red AS-interface, el maestro AS-i lo reconoce automáticamente y comienza con la transmisión de datos. En la memoria del controlador se representa el valor de temperatura directamente como valor de 16 bits estándar. Debido al empleo de un elemento del sensor Pt de la clase de precisión A y a la calibración interna de fábrica, se consigue una precisión de 0,1 K a 60 °C. La acreditada técnica de ifm con electrónica sobre film flexible proporciona además un excelente tiempo de respuesta, lo cual convierte a este sensor en un dispositivo apropiado para todo tipo de procesos. (Ver Anexo 3.5.4.-SENSOR DE TEMPERATURA).

2.8.2.6.1.3.- SENSOR DE PRESIÓN

Cada depósito dispondrá de un sensor de presión tipo PPA024 que se conectarán mediante la red AS-i al PLC, para que éste conozca en cada momento la temperatura de proceso. (Ver Anexo 3.5.5.-SENSOR DE PRESIÓN).

2.8.2.6.2.- ELECTROVÁLVULAS DE CONTROL

Se emplearán electroválvulas de mariposas con actuador eléctrico (Ver Anexo 3.5.7.-ELECTROVÁLVULA).

Utilizaremos el modelo 5836 (Butterfly valve with electrical servomotor 230 V - Stainless steel 316) de la casa Bene Inox o similar. Serán “todo o nada”, ya que el control de caudal se realiza mediante los sensores de nivel y conviene que el trasiego se realice lo más rápido que se pueda, lo que dependerá de los equipos de impulsión.

2.8.2.6.3.- SISTEMA DE CONTROL

Muchos dispositivos de control trabajan conectados a diferentes redes de datos y protocolos. Por ello, hoy suelen dividirse los niveles de control en distintas jerarquías. Se diferencian por ejemplo en lo que respecta a la respuesta temporal, modo de protección, tipo o utilización de los datos de transmisión. Para explicar las funciones y el comportamiento de **AS-Interface** dentro de la jerarquía de control en la comunicación industrial, se muestran a continuación un par de detalles aclaratorios para la interconexión de los distintos niveles:

- A nivel de control de planta se interconectan las computadoras principales, a veces incluso de varias fábricas. Para este volumen de datos del orden de megabytes sin requerimientos de tiempo real, Industrial Ethernet es lo más apropiado.
- En cambio, a nivel de campo y proceso, la interconexión de los controles y participantes por medio de PROFIBUS o PROFINET constituye la solución que da los resultados más favorables.

- El AS-Interface es una interfaz de fácil manejo que se puede incorporar muy sencillamente a nivel de los actuadores y sensores, es decir, a primer nivel de campo con el más bajo volumen de datos y un elevado número de equipos integrados que comunican en tiempo real: las condiciones ideales para el flexible y robusto sistema AS-Interface.

La nueva opción IE/AS-i LINK PN IO del AS-Interface da mayor impulso a la tendencia al uso de PROFINET en sistemas de automatización. Con ello, el AS-i no sólo constituye una alternativa al cableado convencional, sino también funciona como enlace universal con los sistemas de bus de campo de la era de Industrial Ethernet.

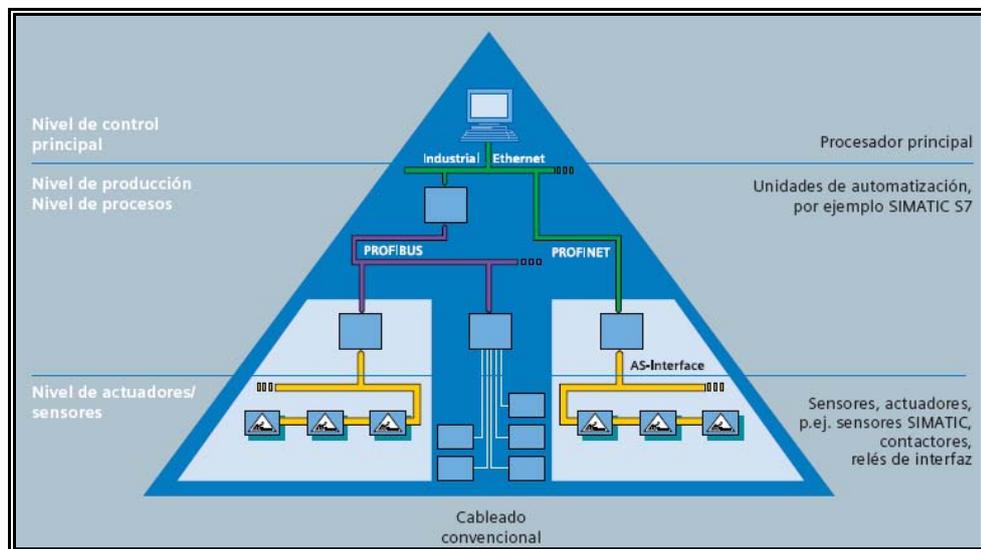


Fig. 79. Esquema de funcionamiento del sistema de automatización.

2.8.2.6.3.1.- CONFIGURACIÓN

El sistema AS-Interface está compuesto por un maestro, una fuente de alimentación AS-i y estaciones (nodos), denominadas esclavos. El maestro de AS-Interface se encarga del intercambio de datos con los esclavos mediante polling.

En un ciclo, se intercambian cuatro bits de datos en sentido entrada y cuatro bits de datos en sentido salida. Una fuente de alimentación de AS-i especial permite, aparte de esto, la transmisión de datos y energía por un cable. De este modo, los datos y la energía se transmiten al mismo tiempo a través de un cable de dos hilos. Y así, el costoso cableado de la instalación es cosa del pasado.

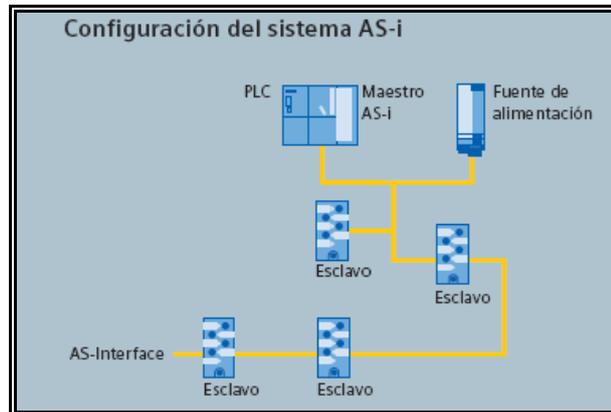


Fig. 80. Configuración del sistema AS-i.

2.8.2.6.3.1.1.- PLC

El PLC ejecuta cíclicamente la lógica de control del programa, leyendo y escribiendo datos.

El PLC relaciona el programa con las entradas y salidas físicas. El funcionamiento básico del PLC es muy sencillo:

- El PLC lee el estado de las entradas.
- El programa almacenado en el PLC utiliza las entradas para evaluar la lógica. Durante la ejecución del programa, el PLC actualiza los datos.
- El PLC escribe los datos en las salidas.

Ver Anexo 3.5.11.1.-PLC: CPU 226 (REF.: 6ES7 216-2AD23-0XB0)

2.8.2.6.3.1.2.- Maestro AS-Interface

El maestro AS-Interface constituye el enlace con los sistemas de control primarios, administrando de forma autónoma el flujo de datos en la línea AS-Interface y asumiendo, aparte de consultar las señales, las tareas de parametrización, supervisión y diagnóstico. (Ver Anexo 3.5.11.2.-MAESTRO CP 243-2).

2.8.2.6.3.1.3.- Cable de AS-Interface

El cable plano perfilado y amarillo es característico de AS-Interface. A través de éste se transmiten tanto los datos como la energía para los sensores. Para el suministro de 24 V de los actuadores se emplea un segundo cable plano, un cable perfilado negro. Los dos cables emplean una técnica de contacto desarrollada especialmente para AS-i, la cual permite conectar todas las estaciones de manera sencilla y polarizadas correctamente en cualquier punto de los dos cables perfilados. (Ver Anexo 3.5.11.5.-CABLE AS-i PERFILADO).

2.8.2.6.3.1.4.- Fuentes de alimentación de AS-Interface

Las fuentes de alimentación de AS-Interface generan un voltaje de 30V_{CC} con una gran estabilidad y reducida ondulación.

Estas alimentan a los equipos electrónicos de la red que consiste en los módulos AS-i y al maestro, así como a los sensores conectados. Por medio del desacoplamiento integrado de los datos, las fuentes de alimentación aseguran la separación de datos y energía, transmitidos al mismo tiempo a través del cable de dos hilos de AS-Interface. (Ver Anexo 3.5.11.4.-FUENTE DE ALIMENTACIÓN: SITOP SMART 10A (REF.: 6EP1 334-2BA01)).

2.8.2.6.3.1.5.- Esclavos AS-Interface

Las estaciones en AS-Interface – denominadas esclavos – ofrecen, además de los equipos electrónicos de AS-i, la posibilidad de conectar sensores y actuadores. Pueden instalarse hasta 62 esclavos de distintas características en una red AS-i. El usuario puede optar por módulos E/S para el montaje en el tablero o descentralizados y montados a nivel de campo. Además obtendrá también sensores y actuadores que ya disponen de un esclavo AS-i integrado y que, de esta manera, pueden conectarse directamente con el cable de AS-Interface. (Ver Anexo 3.5.11.3.-MÓDULO DIGITAL: EM 222 (REF. 6ES7 222-1BF22-0XA0)).

2.8.2.6.3.1.6.- Ventajas

- Cableado mínimo y ahorro de costos: un cable en lugar de miles.
- Montaje rápido, mantenimiento sencillo: gracias a la tecnología de desplazamiento del aislante.
- Libertad sin necesidad de armario eléctrico: gracias a la configuración modular de E/S.
- Configuración sencilla y rápida: en sólo dos pasos
- Funciones de seguridad integradas: ASIsafe: permite la integración de componentes de seguridad.
- Características técnicas del autómeta: Ver Anexo 3.5.11.2.-MAESTRO CP 243-2.
- El maestro va conectado a una unidad central (Ver Anexo 3.5.11.1.-PLC: CPU 226 (REF.: 6ES7 216-2AD23-0XB0)).
- Estos a su vez están conectados a un ordenador tipo PC desde donde se puede gestionar todo el proceso, ya sea de forma automática o manual.
- Las señales de los distintos sensores se conectan a los módulos digitales (Ver Anexo 3.5.11.3.-MÓDULO DIGITAL: EM 222 (REF. 6ES7 222-1BF22-0XA0)) que son los que envían las señales al maestro.

- Todos estos equipos utilizarán la energía suministradas por distintas fuentes de alimentación (Ver Anexo 3.5.11.4.-FUENTE DE ALIMENTACIÓN: SITOP SMART 10A (REF.: 6EP1 334-2BA01)).

2.8.2.6.3.2.- SOFTWARE DE SIMATIC BATCH

Siemens dispone de un software específico para instalaciones con depósitos y tuberías, donde se producen continuos trasiegos de materiales.

La versión actual del sistema SIMATIC BATCH V7.0 destaca sobre todo por las siguientes características funcionales nuevas:

- Con ayuda de un confortable editor de fórmulas que permite vincular los parámetros del proceso o las constantes mediante las cuatro reglas aritméticas, usted puede introducir las fórmulas correspondientes en los puntos de progresión de una cadena secuencial (parámetros de fases, transiciones).
- Profundización y perfeccionamiento de la interacción con SIMATIC Route Control:
 - Exportación a SIMATIC BATCH de los puntos de la planta específicos de Route Control ("locations") para transportes de materiales, definidos con el Administrador SIMATIC (SIMATIC Manager).
 - Estos puntos de la planta pueden ser utilizados como parámetros de transferencia (origen, destino o vía) para las fases del transporte, de forma que los productos de un lote puedan ser conducidos a otras secciones definidas.
- En las transiciones es posible comparar variables de texto y cadenas (strings) de texto invariables.
- Los nombres de los productos se pueden guardar en las fórmulas.

- El soporte del sistema de la gestión de versiones de recetas, fórmulas y objetos de librería facilita la validación de la planta.
- Gracias al almacenamiento de las configuraciones personalizadas de cada usuario, por ejemplo, la interfaz del operador, las ventanas o el idioma, el entorno de trabajo habitual está disponible en todos los clientes.
- En el editor de recetas y en el BatchCC (excepto en la ventana de mensajes) se cambia inmediatamente al nuevo idioma, es decir, antes de terminar la aplicación que se está ejecutando.

2.8.2.6.3.2.1.- SIMATIC Route Control

SIMATIC Route Control (RC) amplía el sistema de control de procesos SIMATIC PCS 7 con un sistema universal para configurar, controlar, supervisar y diagnosticar transportes de materiales a través de redes de tuberías.

Con SIMATIC Route Control, SIMATIC PCS 7 no sólo puede automatizar los procesos productivos y sus almacenes y depósitos correspondientes, sino también los transportes de materiales vinculados.

SIMATIC Route Control domina tanto rutas de transporte simples como redes de transporte complejas. SIMATIC Route Control está especialmente predestinado para plantas con un gran número de tuberías ramificadas y extensos parques de depósitos, como los que se dan, sobre todo, en la industria química, petroquímica y alimentaria.

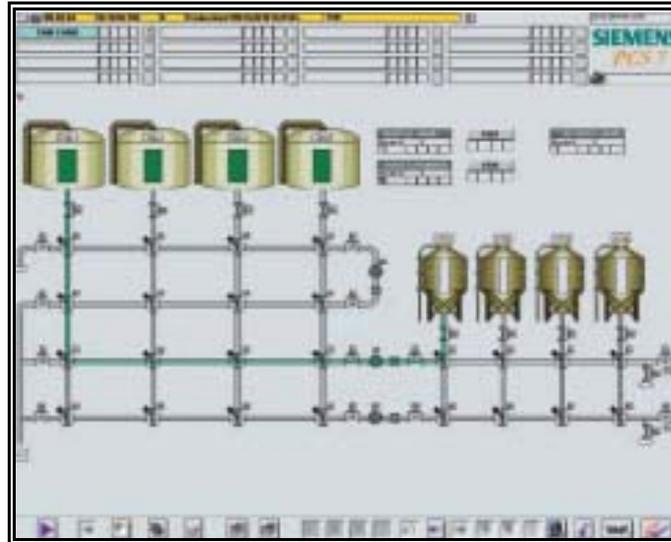


Fig. 81. Sinóptico de proceso SIMATIC PCS 7: vista general de rutas de transporte.

2.8.2.7.- SISTEMA DE LIMPIEZA C.I.P.

Las plantas C.I.P. de limpieza son automáticas y limpian tuberías, tanques y una gran variedad de equipos.

2.8.2.7.1.- DISEÑO DEL CIP FIJO DE UNA LINEA

Consta de los siguientes elementos:

- 2 depósitos AISI 316, encamisados, de 1000L para preparación de soluciones de limpieza. Fondos cónicos.
- 1 depósito AISI 304, sin encamisar, de 1500L para agua recuperada. Fondos cónicos.
- El calentamiento se realiza por intercambiador de vapor, con válvula modulante de vapor y purgadores,...
- Dosificación de concentrados mediante bombas peristálticas, de pistón o membrana.
- Bomba de impulsión Hyginox SE de 5,5kW.
- Colectores fabricados en AISI 316 con válvulas de mariposa neumáticas con C-TOP.

- Bastidor con patas regulables en altura en AISI 304.
- Filtro en el retorno.
- Control de temperatura en los depósitos y en impulsión, y control de conductividad en el retorno.
- Control de niveles de los depósitos.
- Control de flujo en el retorno.
- Manómetro en la impulsión de la bomba.
- Visualización y mando con panel táctil de 10".
- Control del sistema mediante PLC Siemens.
- 5 programas: preparación, limpieza corta depósito, limpieza corta líneas, limpieza larga depósito y limpieza larga líneas. Activación manual de válvulas. Visualización del estado de la planta. Cambio de parámetros.
- Dimensiones: Ver Anexo 3.5.10.-EQUIPO CIP.

2.8.2.8.- ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA

Este cuadro llevará todos los elementos eléctricos de seguridad necesarios. El material de construcción del armario será poliéster.

Todo el accionamiento y control de la planta irá centralizado en este armario, que dispondrá de los siguientes elementos:

- Seccionador general marcha – paro.
- Contactores para el accionamiento de todos los motores y bombas de la planta.
- Fusibles de protección.
- Relés y temporizadores auxiliares de maniobra.

- Selectores para el accionamiento manual o automático de cada aparato.
- Lámparas de señalización de marcha de diversos aparatos.
- Alarmas luminosas y acústicas de anomalías en los diversos puntos de la planta.

FACULTAD DE CIENCIAS

TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO



PROYECTO FIN DE CARRERA

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN
DE CABECEO O BLENDING DE
LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN
“JEREZ-XÉRÈS-SHERRY**

AUTOR:

D. LEOPOLDO DEL PRADO GALLO

JULIO, 2009

FACULTAD DE CIENCIAS

TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO



PROYECTO FIN DE CARRERA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CABECEO O BLENDING DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN “JEREZ-XÉRÈS-SHERRY”

TUTORES:

PROF. DR. D. Luis Pérez Rodríguez. Catedrático de Tecnología de
Alimentos.

PROF. DR. D. Víctor Palacios Macías. Profesor Titular de
Tecnología de Alimentos.

Departamento De Ingeniería Química, Tecnología De Alimentos Y
Tecnologías Del Medio Ambiente.

Documento 3.- ANEXOS

3.1.- ÍNDICE DE LOS ANEXOS

DOCUMENTO 3.- ANEXOS	3-1
3.1.- ÍNDICE DE LOS ANEXOS.....	3-2
3.2.- EMPLAZAMIENTO DE LA BODEGA	3-8
3.2.1.- EL MARCO DEL JEREZ	3-9
3.2.2.- EL CLIMA	3-10
3.2.3.- EL SUELO	3-11
3.2.3.1.- VARIEDADES DE UVA	3-12
3.2.3.2.- PALOMINO FINO	3-13
3.2.3.3.- PALOMINO DE JEREZ	3-14
3.2.3.4.- PEDRO XIMÉNEZ	3-14
3.2.3.5.- MOSCATEL	3-15
3.3.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	3-17
3.3.1.- ESTUDIO DE MERCADO DE LOS VINOS DE JEREZ	3-17
3.3.1.1.- EXISTENCIAS	3-17
3.3.1.2.- PRINCIPALES MERCADOS	3-18
3.3.1.3.- VENTAS POR TIPOS DE VINO	3-19
3.3.1.4.- MERCADOS EXTERIORES	3-20
3.3.1.5.- MERCADO NACIONAL	3-21
3.3.1.6.- ESTACIONALIDAD DE LAS VENTAS	3-23
3.3.1.7.- EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS	3-23
3.3.1.8.- ESTIMACIÓN DE LAS VENTAS	3-25
3.3.1.9.- ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	3-28
3.3.2.- BALANCE DE MATERIA	3-30
3.3.3.- DISEÑO DE LOS DEPÓSITOS	3-33
3.3.3.1.- DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS	3-33
3.3.3.2.- DISEÑO MECANICO DE LOS DEPÓSITOS	3-35
3.3.3.2.1.- PRESIÓN DE PROYECTO, P_p	3-36
3.3.3.2.2.- Temperatura de Proyecto, T_p	3-36
3.3.3.2.3.- Velocidad del viento	3-37
3.3.3.2.4.- Tipo de material	3-37
3.3.3.2.5.- Margen de sobreespesor de corrosión (c)	3-38
3.3.3.2.6.- Tensión máxima admisible, σ	3-38
3.3.3.2.7.- Prueba hidráulica	3-39
3.3.3.2.8.- Eficiencia de soldadura, E	3-40

3.3.3.2.9.-	Espesor mínimo de pared, $e_{\text{mínimo}}$	3-41
3.3.3.2.10.-	Espesor de la envolvente cilíndrica, e	3-42
3.3.3.2.11.-	Espesor de los fondos, e_f	3-44
3.3.3.2.12.-	Altura de la pestaña, h	3-46
3.3.3.2.13.-	TUBULADURAS DE CONDUCCIONES	3-47
3.3.3.2.14.-	COMPROBACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA	3-49
3.3.3.2.14.1.-	PRESIÓN EXTERNA	3-49
3.3.3.2.14.2.-	ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LOS RECIPIENTES	3-52
3.3.3.2.14.3.-	EFECTO SÍSMICO	3-53
3.3.3.2.14.3.1.-	Determinación del coeficiente sísmico, S	3-54
3.3.3.2.14.3.2.-	Esfuerzos cortantes	3-57
3.3.3.2.14.3.3.-	Momentos flectores	3-58
3.3.3.2.14.4.-	Comprobación de un recipiente sometido a esfuerzos combinados	3-59
3.3.4.-	DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS	3-61
3.3.4.1.-	RED DE TUBERÍAS	3-61
3.3.4.2.-	CAUDALES MÁXIMOS QUE CIRCULARÁN POR LAS TUBERÍAS	3-62
3.3.4.3.-	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LAS TUBERÍAS	3-62
3.3.4.4.-	CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS TUBERÍAS	3-64
3.3.4.5.-	PÉRDIDAS DE CARGA	3-67
3.3.4.5.1.-	PÉRDIDAS PRIMARIAS	3-67
3.3.4.5.2.-	PÉRDIDAS SECUNDARIAS	3-69
3.3.4.5.3.-	PÉRDIDAS TOTALES	3-70
3.3.5.-	CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE IMPULSIÓN	3-70
3.3.5.1.-	CÁLCULO DE LA ALTURA ÚTIL	3-70
3.3.5.2.-	CÁLCULO DE LA ALTURA DE ASPIRACIÓN	3-72
3.3.5.3.-	CÁLCULO DE LA POTENCIA	3-76
3.3.5.3.1.-	POTENCIA ÚTIL	3-76
3.3.5.3.2.-	POTENCIA DE ACCIONAMIENTO	3-77
3.3.5.4.-	ELECCIÓN DE LA BOMBA	3-77
3.3.6.-	CÁLCULO DEL NITRÓGENO NECESARIO	3-79
3.3.6.1.-	INERTIZACIÓN	3-79
3.3.6.2.-	HOMOGENIZACIÓN	3-79
3.4.-	GRÁFICAS Y TABLAS	3-81
3.4.1.-	CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE	3-81
3.4.2.-	NOMOGRAFÍA DE VINOS DE MESA	3-83
3.4.3.-	NOMOGRAFÍA DE VINOS DE POSTRE	3-84

3.4.4.-	CORRECCIONES DE TEMPERATURA DE LOS HIDRÓMETROS DE ALCOHOL	3-85
3.4.5.-	FACTORES DE CORRECCIÓN PARA LAS MEDICIONES DEL HIDRÓMETRO BRIX TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 68°F (20°C)	3-87
3.4.6.-	FACTORES DE CORRECCIÓN DE LAS MEDICIONES DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 20°C (68°F)	3-88
3.4.7.-	ESCALA INTERNACIONAL DE LOS ÍNDICES DE REFRACCIÓN DE SOLUCIONES DE SACAROSA A 20°C (68°F)	3-89
3.4.8.-	DIAGRAMA PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD RELATIVA DE TUBERÍAS	3-90
3.4.9.-	GRÁFICA DE MOODY	3-91
3.4.10.-	LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCIDENTES	3-92
3.4.11.-	FACTOR “A” PARA DEPÓSITOS CILÍNDRICOS	3-93
3.4.12.-	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS ISA-S 5.1	3-95
3.4.13.-	CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACERO	3-96
3.4.14.-	DIÁMETROS NOMINALES. TUBOS REUNIDOS	3-97
3.5.-	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	3-99
3.5.1.-	EQUIPOS DE IMPULSIÓN	3-99
3.5.2.-	LANZA DIFUSIÓN/AGITACIÓN	3-101
3.5.3.-	REGULADOR DE NITRÓGENO	3-102
3.5.4.-	SENSOR DE TEMPERATURA	3-104
3.5.5.-	SENSOR DE PRESIÓN	3-106
3.5.6.-	SENSOR DE NIVEL	3-108
3.5.7.-	ELECTROVÁLVULA	3-109
3.5.8.-	VÁLVULA DE RETENCIÓN	3-109
3.5.9.-	MANGUERA ENOLÓGICA	3-110
3.5.10.-	EQUIPO CIP	3-111
3.5.11.-	RED AS-i	3-112
3.5.11.1.-	PLC: CPU 226 (REF.: 6ES7 216-2AD23-0XB0)	3-112
3.5.11.2.-	MAESTRO CP 243-2	3-118
3.5.11.3.-	MÓDULO DIGITAL: EM 222 (REF. 6ES7 222-1BF22-0XA0)	3-119
3.5.11.4.-	FUENTE DE ALIMENTACIÓN: SITOP SMART 10A (REF.: 6EP1 334-2BA01)	3-120
3.5.11.5.-	CABLE AS-i PERFILADO	3-123
3.5.11.6.-	CONECTOR DE UNIÓN AS-i	3-124
3.6.-	SEGURIDAD E HIGIENE	3-125
3.6.1.-	INTRODUCCIÓN	3-125

3.6.2.-	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	3-126
3.6.2.1.-	OBJETO	3-126
3.6.2.2.-	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN	3-127
3.6.2.2.1.-	LAS BOMBAS	3-127
3.6.2.2.2.-	INSTRUMENTACIÓN EN GENERAL	3-128
3.6.2.2.3.-	DEPÓSITOS DE LA PLANTA	3-128
3.6.2.2.3.1.-	Limpieza y cuidados de los tanques metálicos	3-128
3.6.2.2.3.2.-	Esterilización de los tanques	3-132
3.6.2.3.-	TIPOS DE MANTENIMIENTO	3-134
3.6.2.4.-	COSTES DIRECTOS DEL MANTENIMIENTO	3-139
3.6.3.-	ANÁLISIS DE RIESGO Y PUNTOS DE CONTROL	3-140
3.6.3.1.-	INTRODUCCIÓN	3-141
3.6.3.2.-	PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA ARCPC	3-142
3.6.3.3.-	METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA ARCPC	3-143
3.6.3.3.1.-	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O TEMA A ANALIZAR	3-143
3.6.3.3.2.-	FORMACIÓN DEL EQUIPO	3-143
3.6.3.3.3.-	RECOPIACIÓN DE LOS DATOS RELATIVOS AL PRODUCTO Y SU UTILIZACIÓN	3-144
3.6.3.3.4.-	ANÁLISIS DEL PROCESO DESDE LA RECEPCIÓN HASTA LA EXPEDICIÓN	3-144
3.6.3.3.5.-	CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO Y DESPUÉS COMPROBACIÓN DEL MISMO	3-144
3.6.3.3.6.-	DETERMINACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO POR CADA FASE U OPERACIÓN	3-144
3.6.3.3.7.-	DETERMINACIÓN DEL EFECTO QUE PRODUCE EL FALLO (RIESGO)	3-145
3.6.3.3.8.-	ESTABLECIMIENTO DE LOS CONTROLES A REALIZAR	3-145
3.6.3.3.9.-	ELABORACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES Y MÉTODOS ANALÍTICOS CORRESPONDIENTES A LOS CONTROLES ESTABLECIDOS	3-146
3.6.3.3.10.-	ESTABLECIMIENTO DE LOS LÍMITES CRÍTICOS	3-148
3.6.3.3.11.-	ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES PREVENTIVAS	3-148
3.6.3.3.12.-	ESTABLECIMIENTO DE LA ACCIÓN A TOMAR	3-148
3.6.3.3.13.-	ESTABLECIMIENTO DE REGISTROS	3-148
3.6.3.3.14.-	ESTABLECIMIENTO DE LA SISTEMÁTICA PARA VERIFICAR Y REVISAR EL ARCPC	3-149
3.6.3.3.15.-	FORMACIÓN	3-149
3.6.3.4.-	DEFINICIONES	3-149
3.6.3.5.-	DIAGRAMA DE FLUJO	3-150

3.6.3.6.-	CUADRO DE GESTIÓN: ARCPC PROCESO VINO	3-151
3.6.3.7.-	GUÍA PARA LA APLICACIÓN	3-153
3.6.3.7.1.-	ELABORACIÓN	3-153
3.6.3.7.1.1.-	Presencia de etilenglicol, dietilenglicol, propilenglicol	3-153
3.6.3.7.2.-	ESTABILIZACIÓN Y CORRECCIONES	3-154
3.6.3.7.2.1.-	Presencia de etilenglicol, dietilenglicol, propilenglicol	3-154
3.6.3.7.2.2.-	Restos de ferrocianuro	3-154
3.6.3.7.2.3.-	Incorporación al vino de productos tóxicos por equivocación	3-155
3.6.3.7.3.-	EMBOTELLADO	3-155
3.6.3.7.3.1.-	Contaminación microbiológica	3-155
3.6.3.7.3.2.-	Presencia de cristales u otros cuerpos extraños en el vino	3-156
3.6.3.7.3.3.-	Vidrios en el exterior de la botella	3-156
3.6.3.7.3.4.-	Aparición de residuos de productos de limpieza de máquinas	3-157
3.6.3.7.3.5.-	Incorporación al vino de productos tóxicos por equivocación	3-157
3.6.4.-	EVALUACION DE RIESGOS	3-157
3.6.4.1.-	CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE TRABAJO	3-157
3.6.4.2.-	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	3-158
3.6.4.3.-	ESTIMACIÓN DE RIESGOS	3-158
3.6.4.4.-	VALORACIÓN DE RIESGOS	3-160
3.6.5.-	MEDIDAS ADOPTADAS	3-160
3.6.5.1.-	DESARROLLO DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	
LABORALES	3-161	
3.6.5.1.1.-	SEÑALIZACIÓN	3-161
3.6.5.1.1.1.-	Distribución de la señalización	3-162
3.6.5.2.-	LUGARES DE TRABAJO	3-164
3.6.5.3.-	PROCESOS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	3-167
3.6.5.4.-	SEGURIDAD ALIMENTARIA	3-168
3.6.5.5.-	FICHAS DE SEGURIDAD	3-169
3.6.6.-	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y EXPLOSIONES	3-169
3.6.6.1.-	INTRODUCCIÓN	3-169
3.6.6.2.-	FUENTES DE PELIGRO DE INCENDIO	3-170
3.6.6.3.-	ANÁLISIS DEL GRADO DE RIESGO DE INCENDIO	3-175
3.6.6.4.-	MEDIDAS PREVENTIVAS ADOPTADAS	3-178
3.6.6.5.-	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	3-179
3.6.6.6.-	PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES	3-183
3.6.7.-	cubetos de retención	3-184
3.6.8.-	VÁLVULAS DE SEGURIDAD	3-187

3.6.8.1.-	DEFINICIONES	3-187
3.6.8.2.-	TIPOS DE VÁLVULAS	3-189
3.6.8.2.1.-	SEGÚN SU ELEVACIÓN	3-189
3.6.8.2.2.-	SEGÚN SU ACTUACIÓN	3-189
3.6.8.2.3.-	SEGÚN SU AGRUPACIÓN	3-189
3.6.8.2.4.-	SEGÚN SU CONEXIÓN	3-189
3.6.8.3.-	ELEMENTOS	3-190
3.6.8.4.-	FUNCIONAMIENTO	3-190
3.6.8.5.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	3-196
3.6.8.6.-	MONTAJE	3-197
3.6.8.7.-	INSTALACIÓN	3-199
3.6.8.8.-	MANTENIMIENTO	3-203
3.6.8.9.-	NÚMERO DE VÁLVULAS Y CAPACIDAD DE ALIVIO	3-205
3.6.9.-	VENTEOS	3-209
3.6.9.1.-	VENTEOS NORMALES	3-209
3.6.9.2.-	VENTEOS DE EMERGENCIA	3-210
3.6.9.3.-	TUBERÍAS DE VENTEO	3-211
3.6.10.-	BOTELLAS DE NITRÓGENO	3-211
3.6.11.-	PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS	3-214
3.6.12.-	ILUMINACIÓN	3-217
3.6.13.-	PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO	3-218
3.7.-	IMPACTO MEDIO AMBIENTAL	3-219
3.8.-	CONTROL DE CALIDAD	3-220
3.8.1.-	CONCEPTO DE CALIDAD	3-220
3.8.1.1.-	DISTINTIVOS DE CALIDAD	3-222

3.2.- EMPLAZAMIENTO DE LA BODEGA

Según el artículo trece del Reglamento de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda” y de su Consejo Regulador, los vinos amparados por la denominación de origen "Jerez-Xérès-Sherry" deben criarse necesariamente en bodegas enclavadas en las ciudades de Jerez de la Frontera, Puerto de Santa María o Sanlúcar de Barrameda o, previa autorización del Consejo Regulador, en las viñas de sus términos municipales situadas dentro del área delimitada al Este por el meridiano de Greenwich 6° 05' Oeste, al Norte por el paralelo 36° 49' Norte, y al Sur, por la margen derecha del río Guadalete.

El nuevo proceso se emplazará en una bodega en la ciudad de Jerez de la Frontera (Cádiz). Esta ciudad tiene unas características geográficas y estratégicas privilegiadas para la comercialización de los Vinos Generosos de Licor, ya que se encuentra en el centro de la zona de producción y en ella están establecidas las principales bodegas del marco.

La ciudad de Jerez de la Frontera está perfectamente comunicada por mar, tierra y aire. Dispone de aeropuerto y ferrocarril y a través de la autopista AP-4 se comunica con una ciudad tan importante como Sevilla que se encuentra a 93,7 Km. Además tiene la posibilidad de comunicación marítima a través de los puertos de Cádiz y Algeciras. Cádiz está a 40 Km. siguiendo la autopista AP-4, mientras que Algeciras se encuentra a 101,1 Km. utilizando la autovía A-381.

Jerez posee una privilegiada situación respecto a los mercados de compra y consumo y líneas principales de distribución, lo que justifica la ubicación de la bodega que se proyecta en el lugar elegido.

3.2.1.- EL MARCO DEL JEREZ

La región de producción de los vinos amparados por las Denominaciones de Origen "Jerez-Xérès-Sherry" y "Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda", comúnmente denominada el "Marco del Jerez", está constituida por terrenos ubicados en los términos municipales de Jerez de la Frontera, El Puerto de Santa María, Sanlúcar de Barrameda, Chipiona, Trebujena, Rota, Puerto Real, Chiclana de la Frontera y determinados pagos de Lebrija.

Dentro de esta región de producción se distingue una parte tradicionalmente designada "Jerez Superior", integrada por los pagos de tierras albarizas de los términos municipales de Jerez, El Puerto de Santa María, Sanlúcar de Barrameda, así como algunos de Trebujena y, por otra parte, la denominada "Zona" integrada por los pagos de tierras de barros y arenas de los términos municipales de Chipiona, Trebujena, Rota, Puerto Real, Chiclana de la Frontera y Lebrija.



Fig. 82 Zonas de producción y crianza del Jerez.

3.2.2.- EL CLIMA

El clima de la región corresponde al de una zona meridional cálida, con importante influencia del Océano Atlántico. El viento de poniente es el que aporta a la cepa la humedad marítima, regando durante las madrugadas las viñas de Jerez con los rocíos o blanduras. Ello actúa como un factor moderador, atenuando los rigores del verano del Marco y el efecto de los vientos cálidos de levante.

La vid soporta en período activo una temperatura media de 17,5° centígrados. La región goza anualmente de casi 300 días de sol despejado e intensa luminosidad.

La pluviosidad alcanza una media de 600L/m², y se concentra en su mayor parte entre los meses de octubre a mayo, proporcionando al suelo las reservas de agua que serán utilizadas por la planta en los meses secos del verano. El mes de septiembre suele ser seco, factor favorable para la maduración y sanidad de la uva.

Temperatura media de las máximas	23,7°C
Temperatura media de las medias	17,1°C
Temperatura media de las mínimas	10,4°C
Pluviometría	635mm en 76 días
Evapotranspiración potencial (ETP)	3.194mm
Humedad relativa a las 8 horas	74%
Humedad relativa a las 18 horas	63%
Horas de sol anuales	3.100
Luminosidad	Días despejados: 173
	Días nubosos: 176
	Días cubiertos: 16

Tabla 52. Datos climáticos medios (desde 1872).

Estas condiciones climáticas favorecen el óptimo desarrollo de las plantas y la perfecta maduración de la uva hasta el momento de la vendimia.

3.2.3.- EL SUELO

La zona productora comprende los municipios de la provincia de Cádiz: Jerez, Puerto de Santa María, Sanlúcar de Barrameda, Trebujena, Chipiona, Rota, Puerto Real y Chiclana, así como el de Lebrija en la provincia de Sevilla, distinguiéndose entre estos los terrenos de albarizas en la subzona de Jerez Superior, alcanzando una superficie de viñedo de unas 22.500 hectáreas. Los terrenos de viñedos proceden del Oligoceno (Terciario), estando formados por los siguientes tipos:

- “Albarizas” situadas en lo alto de las lomas, de color blanquecino (alba significa blanca en latín), bastante ricas en caliza, y que labradas se esponjan admitiendo aire y agua procedente de los vientos húmedos del mar próximo. Estas tierras representan cerca del 70% de los viñedos, y producen los mostos más finos y aromáticos. Dependiendo de su contenido en caliza se dividen en los siguientes subtipos:

Albarizas	Contenido en caliza (%)
Tajón	80
Tosca	40 a 80
Lentejuela	50 (mezcladas con “barros)
Lustrillo	30 a 50 (tierras amarillo rojizas)

Tabla 53. Tipos de albarizas.

La roca albariza es una marga blanca y orgánica formada por la sedimentación de algas diatomeas de las aguas de un mar interior que cubría la comarca en el periodo Oligoceno. Es rica en carbonato cálcico, arcilla y sílice; pobre en componentes orgánicos (1,3% al 1,5%) y en nitrógeno. La albariza tiene un alto poder retentivo de la humedad por su porosidad, almacenando la lluvia caída en invierno para nutrir la cepa en los meses secos.

- “Barros” o “bujeos” de color más oscuro por contener una mayor proporción de materia orgánica, con un contenido en caliza inferior al 30%, y producen vinos de inferior calidad. Estas tierras se sitúan en las partes bajas de las zonas de cultivo.

- “Arenas” que son tierras sueltas y de color amarillo rojizo, situadas en los lugares próximos a los cursos de agua. Con una composición de arena, arcilla y menos del 20% de caliza.

Tradicionalmente los viticultores jerezanos dividen la zona de producción en "pagos", considerándose como tales a cada pequeña zona de viñas, con tierra y condiciones microclimáticas homogéneas, y habitualmente delimitadas por accidentes topográficos. Algunos pagos famosos son los de Añina, Balbaína, Carrascal o Macharnudo.

Los diferentes pagos se clasifican en función de:

- ubicación / tipo de suelo
- altitud
- exposición al sol y los vientos
- proximidad al mar

Por otra parte, dentro de la zona de producción se distingue una parte tradicionalmente designada "Jerez Superior", integrada fundamentalmente por los pagos de tierras albarizas de los términos municipales de Jerez, El Puerto de Santa María, Sanlúcar de Barrameda, así como algunos de Trebujena y, por otra parte, la denominada "Zona" integrada en gran medida por los pagos de tierras de barros y arenas de los términos municipales de Chipiona, Trebujena, Rota, Puerto Real, Chiclana de la Frontera y Lebrija.

3.2.3.1.- VARIEDADES DE UVA

El Reglamento del Consejo Regulador señala las siguientes variedades de viníferas aptas para la elaboración del Jerez: Palomino, Pedro Ximénez y Moscatel.

La primera de ellas es, sin duda, la variedad fundamental en la elaboración del vino de Jerez, mientras que las otras dos, por su mayor contenido en azúcar y sus características organolépticas, son utilizadas mayoritariamente para la elaboración de vinos dulces.

3.2.3.2.- PALOMINO FINO

La uva palomino es sin duda la variedad reina de Jerez. Gracias a sus especiales características vitícolas y enológicas ha ido extendiéndose cada vez más y hoy es la variedad preponderante en la elaboración del Jerez; aproximadamente un 95% de la superficie total de viñedos del Marco se dedica a esta variedad.

Se trata de una variedad relativamente "neutra" desde el punto de vista de sus connotaciones organolépticas, si bien la experiencia ha demostrado que es la ideal para todo el complejo proceso ulterior de la crianza, momento en el que el Jerez alcanza su verdadera dimensión como vino.

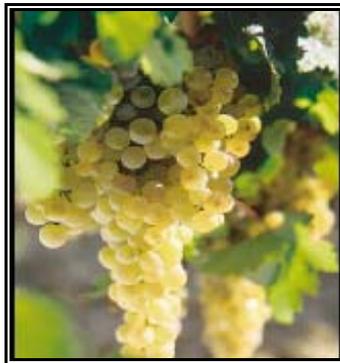


Fig. 83. Racimo de uva Palomino.

Características principales:

- Racimos grandes.
- Fruto de tamaño medio.
- Color verde pálido.
- Zumo con poco color.

- Cont. medio de azúcar 11° Baumé.
- Acidez total media 3,7g/L.

Tiene abundantes sinonimias: Albán, Albar, Horgazueta, Jerez, Jerez fina, Listán, Listán común, Palomino, Palomino de Chipiona, Palomino del pinchito, etc. Su cultivo es muy antiguo en la zona, por lo que debe considerarse autóctona.

Gracias a sus especiales características vitícolas y enológicas ha ido extendiéndose cada vez más y es la variedad preponderante en la elaboración del Jerez. Constituye una singularidad más de la viticultura de esta zona, a la que está muy bien adaptada, y su especial cultivo sobre la albariza da lugar a productos de gran calidad.

3.2.3.3.- PALOMINO DE JEREZ

Sub-variedad tradicional, de uso minoritario en la actualidad. Con un contenido en azúcar ligeramente superior (media de 11,1° Baumé) al igual que la acidez (4 g/L.)

3.2.3.4.- PEDRO XIMÉNEZ

Cultivada desde hace mucho tiempo en el Marco de Jerez, es una variedad tradicional en distintas zonas andaluzas. Da vinos dulces de gran calidad, que tienen gusto de fruta y aroma particular, para lo cual la uva se somete previamente al soleo, perdiendo parte de su humedad. Su fino hollejo acelera este proceso.

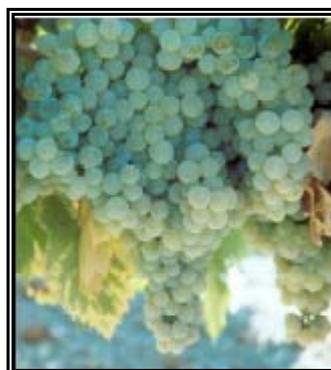


Fig. 84. Racimo de uva Pedro Ximénez.

Características:

- Usada para vinos dulces, por su mayor contenido en azúcar –media de 12,8° Baumé.
- Acidez –4,5 g/L.
- Piel fina, que facilita el proceso de “soleo”o pasificación.

Sus principales sinonimias son: Alamis, Pedro Jiménez, Pedro Ximen, Ximen, Ximénez, etc.

3.2.3.5.- MOSCATEL

Variedad utilizada en el Marco de Jerez para la producción de los vinos de este nombre. El Moscatel cultivado es el denominado "de Chipiona". Otras sinonimias son Moscatel de Alejandría, Moscatel gordo, Moscatel de España, etc. Es una variedad originaria de África, aunque extendida en muchas zonas vitícolas de todo el mundo, y citada ya en la antigüedad por Columela, en los primeros años de la era Cristiana. En la zona del Jerez da lugar a las producciones especiales que llevan su nombre, de una gran calidad. Se desarrolla mejor en viñedos situados cerca del mar.

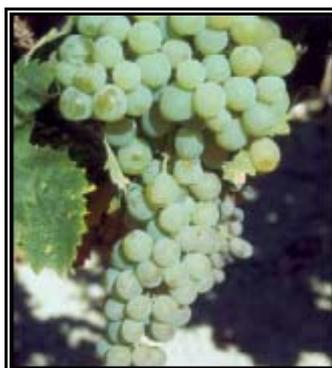


Fig. 85. Racimo de uva Moscatel.

Características:

- Frecuente en las áreas costeras (arenas) de la D.O.
- Usada de forma tradicional para vinos dulces.

- Contenido medio en azúcar – 11,7° Baumé.
- Acidez – 4,1 g/L.

3.3.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.3.1.- ESTUDIO DE MERCADO DE LOS VINOS DE JEREZ

3.3.1.1.- EXISTENCIAS

La Zona de Crianza de las D.O. del Jerez está constituida exclusivamente por las localidades de Jerez de la Frontera, El Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda. En estas tres ciudades existen un total de 74 bodegas inscritas como Bodegas de Crianza. A su vez, estas bodegas se dividen en dos tipos: Bodegas de Crianza y Expedición (59) - comúnmente denominadas “Exportadores”- y las Bodegas de Crianza y Almacenado (15), dedicadas a la comercialización de sus vinos en el mercado interno y habitualmente denominadas “Almacenistas”.

Las existencias totales de vinos en crianza en estas bodegas a comienzos de la Campaña 2008/2009 (1 de septiembre de 2008) ascendían a 503.487 botas, (2.517.435 hectolitros). La evolución de las existencias de Vino de Jerez en crianza a lo largo de las últimas campañas ha sido la siguiente (datos en botas de 500 litros, al final de cada una de las campañas):

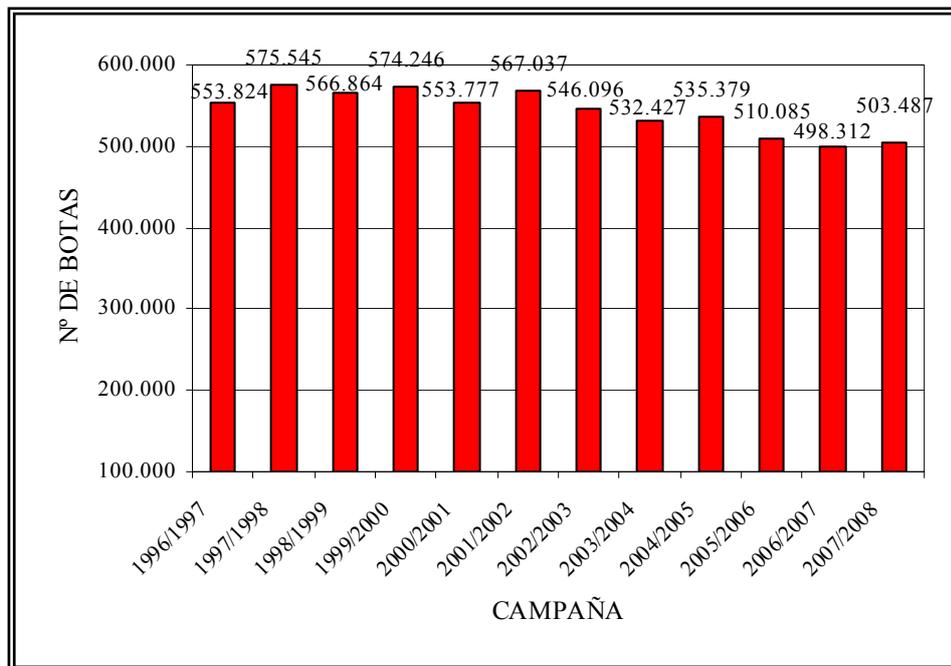


Fig. 86. Existencias totales de vino de crianza.

El Consejo Regulador, a través del control de la documentación correspondiente a las entradas y salidas de bodega, así como mediante los aspillados periódicos de las existencias en crianza que realiza el Órgano de Control y Vigilancia, lleva un seguimiento de las existencias de vinos en poder de cada una de las bodegas inscritas, diferenciando los vinos que se encuentran en un proceso de crianza biológica (con velo de flor) de las correspondientes al resto de los vinos, en envejecimiento de tipo oxidativo. Como puede apreciarse en el cuadro siguiente, prácticamente el 50% de las existencias en crianza al 1 de septiembre de 2008 correspondían a vinos en crianza biológica, es decir, finos o manzanillas.

MUNICIPIO	Exportadores			Almacenistas			Total Vinos
	Cr. Biológica	Otros Vinos	Total	Cr. Biológica	Otros Vinos	Total	
Jerez de la Frontera	138.785	210.503	349.288	1.964	7.103	9.067	359.355
El Puerto de Santa María	18.403	10.095	28.498	0	0	0	28.498
Sanlúcar de Barrameda	73.876	20.849	94.726	16.627	5.282	21.909	116.634
TOTAL	231.064	241.447	472.512	18.591	12.385	30.976	503.487

Tabla 54. Existencias de vinos (nº de botas) en los 3 principales municipios de la D.O.

3.3.1.2.- PRINCIPALES MERCADOS

La comercialización total de vinos amparados por las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla - Sanlúcar de Barrameda” durante el año 2008 ascendió a 50.540.694 litros. El volumen siguió concentrándose en los mercados de la Unión Europea, con más de un 91% del total. El Reino Unido siguió liderando el ranking de los países consumidores de vinos amparados durante el pasado año, con un volumen total exportado superior a 14,2 millones de litros, lo que supone un 28,1% del volumen total. España consolidó su posición como segundo mercado, gracias fundamentalmente al consumo de Manzanilla.

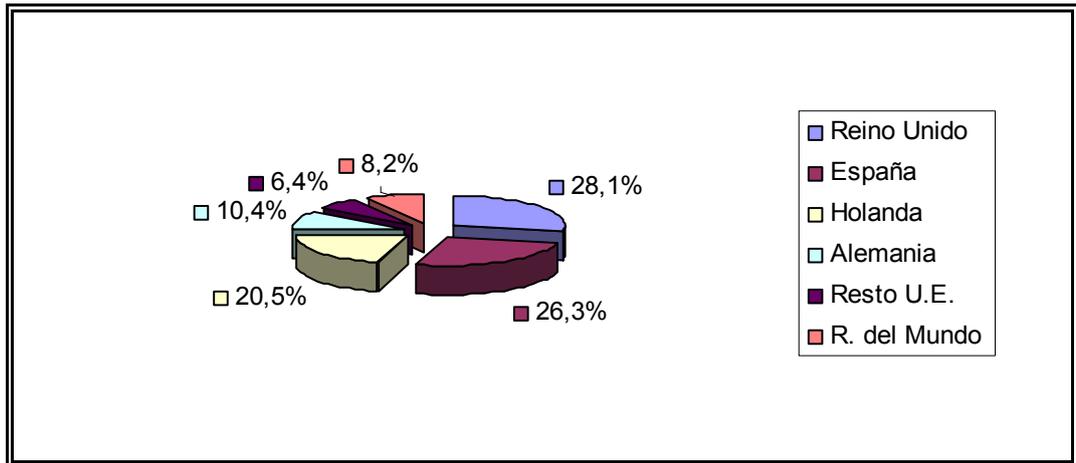


Fig. 87. Distribución de las ventas de Vino de Jerez.

3.3.1.3.- VENTAS POR TIPOS DE VINO

La existencia de marcadas preferencias en los diferentes mercados hacia distintos tipos de vinos de Jerez, explica que la evolución experimentada por cada uno de los mercados condicione igualmente la distribución total de las ventas por tipos de vino.

El tipo de vino amparado más popular continuó siendo el Fino, con un 23,8% de las ventas totales, o lo que es lo mismo, más de 12 millones de litros. Le siguen los vinos generosos de licor como el Medium y el Cream, con cuotas de mercado superiores al 21%, gracias a su posición dominante en mercados de gran importancia como el británico y el holandés. La Manzanilla, líder en el mercado nacional, supone un 17,2% de las ventas totales de vinos amparados. En el capítulo de “Otros” se agrupan principalmente vinos dulces naturales como el Pedro Ximénez y el Moscatel.

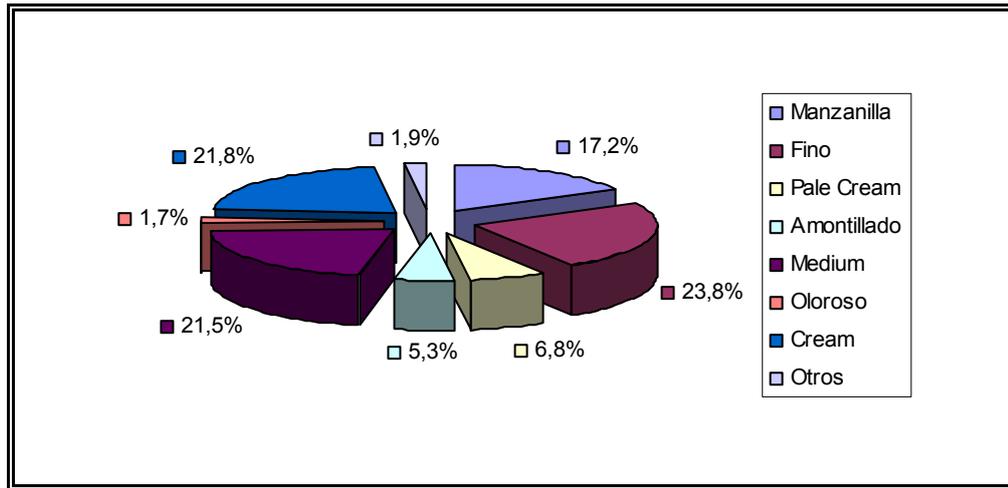


Fig. 88. Ventas por tipo de vino.

3.3.1.4.- MERCADOS EXTERIORES

Como es tradicional, la exportación supone una parte muy importante de la comercialización de los vinos de Jerez. Prácticamente las tres cuartas partes de nuestros vinos son consumidos anualmente fuera de nuestras fronteras. En total, las salidas al exterior alcanzaron en el pasado año 37,2 millones de litros, con protagonismo de los tipos Fino, Cream y Medium.

Las preferencias de los mercados son muy diferentes, en el Reino Unido, USA y Canadá la hegemonía es del Cream, mientras en Holanda y Alemania prefieren el Medium.

Las distintas cuotas de venta de cada uno de los mercados exteriores del vino de Jerez quedan reflejadas en el cuadro siguiente:

	MANZANILLA	FINO	PALE	AMONTIDO.	MEDIUM	OLOROSO	CREAM	OTROS	TOTAL
REINO UNIDO	261.663	1.563.062	3.323.269	2.270.049	436.158	149.870	6.480.761	51.146	14.535.977
	1,8%	10,8%	22,9%	15,6%	3,0%	1,0%	44,6%	0,4%	100,0%
HOLANDA	610.023	3.801.328	3.308	6.723	5.202.523	11.845	747.895	61.346	10.444.990
	5,8%	36,4%	0,0%	0,1%	49,8%	0,1%	7,2%	0,6%	100,0%
ALEMANIA	46.807	1.116.610	1.757	26.664	3.897.429	44.986	122.834	154.235	5.411.322
	0,9%	20,6%	0,0%	0,5%	72,0%	0,8%	2,3%	2,9%	100,0%
ESTADOS UNIDOS	61.009	254.381	630	23.867	449.367	16.919	1.028.180	20.366	1.854.719
	3,3%	13,7%	0,0%	1,3%	24,2%	0,9%	55,4%	1,1%	100,0%
BÉLGICA	62.228	1.392.809	1.080	9.527	171.450	2.097	19.625	1.419	1.660.233
	3,7%	83,9%	0,1%	0,6%	10,3%	0,1%	1,2%	0,1%	100,0%
SUECIA	21.798	23.933		157.797	67.374	28.917	188.511	2.283	490.613
	4,4%	4,9%	0,0%	32,2%	13,7%	5,9%	38,4%	0,5%	100,0%
CANADÁ	5.055	39.647	12.834	3.912	97.261	4.558	274.343	4.023	441.632
	1,1%	9,0%	2,9%	0,9%	22,0%	1,0%	62,1%	0,9%	100,0%
DINAMARCA	1.482	54.680	45	7.793	80.311	27.330	112.511	8.988	293.138
	0,5%	18,7%	0,0%	2,7%	27,4%	9,3%	38,4%	3,1%	100,0%
FILANDIA	8.442	16.059	27	12.266	64.028	72.755	91.269	2.100	266.945
	3,2%	6,0%	0,0%	4,6%	24,0%	27,3%	34,2%	0,8%	100,0%
IRLANDA	1.153	15.796	21.483	3.374	49.288	421	116.600	733	208.847
	0,6%	7,6%	10,3%	1,6%	23,6%	0,2%	55,8%	0,4%	100,0%
OTROS	117.997	656.559	16.997	57.650	314.539	80.940	299.519	89.718	1.633.918
	7,2%	40,2%	1,0%	3,5%	19,3%	5,0%	18,3%	5,5%	100,0%
TOTAL	1.197.655	8.934.862	3.381.429	2.579.621	10.829.727	440.637	9.482.047	396.356	37.242.333
	3,2%	24,0%	9,1%	6,9%	29,1%	1,2%	25,5%	1,1%	100,0%

Tabla 55. Distribución internacional del Vino de Jerez.

La estacionalidad del consumo del Sherry en los mercados exteriores, es especialmente significativa en el mercado británico, en el que la campaña de Navidad es la más importante del año, y noviembre el mes de mayor número de expediciones de vinos desde las bodegas.

3.3.1.5.- MERCADO NACIONAL

El mercado nacional continúa aumentando su peso en las ventas de vinos amparados y ya sobrepasa el 26% del total, a pesar de haberse producido un ligero descenso con respecto al año 2007.

La Manzanilla con un 56,5% de las ventas y el Fino con el 23,2% siguen siendo los tipos preferidos por los consumidores españoles. Sigue igualmente manteniéndose la fuerte estacionalidad en las ventas, asociada al consumo durante las ferias, romerías y fiestas de primavera, comunes no solamente en Andalucía sino también en otras zonas de España.

Además del evidente protagonismo de Andalucía en el consumo de vinos amparados, con un 62% del consumo total, destaca el 15% de la Comunidad Autónoma de Madrid o el 7% de Cataluña. Las distintas cuotas de venta de cada uno de los mercados exteriores del vino de Jerez quedan reflejadas en el cuadro siguiente:

	MANZANILLA	FINO	PALE CREAM	AMONDO.	MEDIUM	OLOROSO	CREAM	OTROS	TOTAL
ANDALUCIA	5.573.412	1.065.933	25.971	105.618	17.181	268.458	955.296	246.968	8.258.837
	67,5%	12,9%	0,3%	1,3%	0,2%	3,3%	11,6%	3,0%	100,0%
ARAGON	20.596	17.321		99	53	360	5.003	841	44.273
	46,5%	39,1%	0,0%	0,2%	0,1%	0,8%	11,3%	1,9%	100,0%
ASTURIAS	29.601	26.427		2	90	944	2.348	3.225	62.637
	47,3%	42,2%	0,0%	0,0%	0,1%	1,5%	3,7%	5,1%	100,0%
BALEARES	24.040	15.208		40	132	1.060	6.579	2.590	49.649
	48,4%	30,6%	0,0%	0,1%	0,3%	2,1%	13,3%	5,2%	100,0%
CANARIAS	13.596	30.601	172	123	1.860	2.747	12.781	7.731	69.611
	19,5%	44,0%	0,2%	0,2%	2,7%	3,9%	18,4%	11,1%	100,0%
CANTABRIA	137.550	4.507		97	745	14	5.334	2.129	150.376
	91,5%	3,0%	0,0%	0,1%	0,5%	0,0%	3,5%	1,4%	100,0%
CASTILLA-LA MANCHA	171.166	543.890	7.293	635	2.639	17.352	50.411	43.151	836.537
	20,5%	65,0%	0,9%	0,1%	0,3%	2,1%	6,0%	5,2%	100,0%
CASTILLA-LEON	68.253	8.103		19	626	41	10.223	5.454	92.719
	73,6%	8,7%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	11,0%	5,9%	100,0%
CATALUÑA	422.692	266.827	1	1.336	2.066	13.389	126.547	68.047	900.905
	46,9%	29,6%	0,0%	0,1%	0,2%	1,5%	14,0%	7,6%	100,0%
EXTREMADURA	121.679	672		2	9	35	676	2.210	125.283
	97,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	1,8%	100,0%
GALICIA	12.903	3.296		45	1.122	755	1.439	3.554	23.114
	55,8%	14,3%	0,0%	0,2%	4,9%	3,3%	6,2%	15,4%	100,0%
MADRID	597.508	978.700	6.759	6.737	2.072	105.477	229.683	114.392	2.041.328
	29,3%	47,9%	0,3%	0,3%	0,1%	5,2%	11,3%	5,6%	100,0%
MURCIA	31.049	771	240	132	492	180	900	3.264	37.028
	83,9%	2,1%	0,6%	0,4%	1,3%	0,5%	2,4%	8,8%	100,0%
NAVARRA	12.976	1.826		23	117	24	1.481	939	17.386
	74,6%	10,5%	0,0%	0,1%	0,7%	0,1%	8,5%	5,4%	100,0%
PAIS VASCO	158.825	58.422		222	2.284	6.701	23.993	8.699	259.146
	61,3%	22,5%	0,0%	0,1%	0,9%	2,6%	9,3%	3,4%	100,0%
RIOJA	8.363	1.304		1.328	29	135	784	5.588	17.531
	47,7%	7,4%	0,0%	7,6%	0,2%	0,8%	4,5%	31,9%	100,0%
VALENCIA	110.769	66.003		353	731	15.479	96.537	22.129	312.001
	35,5%	21,2%	0,0%	0,1%	0,2%	5,0%	30,9%	7,1%	100,0%
TOTAL	7.514.987	3.089.811	40.436	116.811	32.248	433.151	1.530.015	540.911	13.298.370
	56,5%	23,2%	0,3%	0,9%	0,2%	3,3%	11,5%	4,1%	100,0%

Tabla 56. Distribución regional de las ventas de Vino de Jerez.

En el caso del mercado nacional, además de la indudable importancia del período navideño, es de destacar que la época más importante de ventas es la primavera, cuando tienen lugar el mayor número de ferias y fiestas tradicionales a las que está asociado el consumo de nuestros vinos.

3.3.1.6.- ESTACIONALIDAD DE LAS VENTAS

Se observan unos picos de producción en los meses de mayo, julio y noviembre. Esto se debe a las ferias de primavera y a las compras previas al período navideño.

3.3.1.7.- EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS

A lo largo del pasado año se ha registrado un descenso global de las ventas de vinos amparados del 8,4%. La pérdida de ventas fue especialmente importante en los mercados exteriores, con una caída global de la exportación cercana al 10%. Las ventas nacionales por su parte sufrieron una caída más moderada -el 3,6%- tras las subidas continuadas de los últimos ejercicios. Las caídas de volumen fueron generalizadas en casi todos los mercados principales de los vinos amparados, como puede apreciarse en el cuadro adjunto.

Prácticamente la totalidad de la comercialización de productos amparados se efectúa embotellada, estando contadas las partidas que salen a granel, exclusivamente aquellas de uso en la industria alimentaria autorizada, que se encuentre debidamente inscrita en los registros correspondientes del Consejo Regulador.

	1.997	1.998	1.999	2.000
Exportación Embotellado	637.897,17	646.465,96	574.999,88	557.505,14
Exportación Granel	23.059,84	23.916,94	22.472,42	20.820,54
Total Exportación	660.957,01	670.382,90	597.472,30	578.325,68
España	138.061,83	143.956,19	145.448,80	141.212,62
TOTAL	799.018,84	814.339,09	742.921,10	719.538,30
G.Bretaña/N.Irlanda	231.276,63	223.518,15	205.721,83	204.609,29
Holanda	211.033,57	222.242,08	196.757,30	197.888,33
Alemania	103.667,64	115.061,45	95.128,36	85.760,66
Estados Unidos	28.673,00	26.628,36	24.526,83	24.255,37
Bélgica/Luxemburgo	25.273,64	26.599,17	24.539,85	15.861,44
Dinamarca	14.276,73	13.180,24	9.465,93	7.995,81
Canadá	6.017,28	6.002,24	5.420,96	6.127,88
Suecia	6.409,89	7.158,29	7.352,35	5.940,48
Irlanda		5.742,64	5.183,86	5.520,92
Suiza		2.205,47	2.357,74	2.341,79
Otros	34.328,63	22.044,81	21.017,29	22.023,71
	2.001	2.002	2.003	2.004
Exportación Embotellado	549.320,54	535.450,47	501.990,11	475.073,79
Exportación Granel	19.681,38	16.669,90	15.500,50	16.466,05

LEOPOLDO DEL PRADO GALLO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Total Exportación	569.001,92	552.120,37	517.490,61	491.539,84
España	138.678,13	136.324,23	128.144,62	137.103,43
TOTAL	707.680,05	688.444,60	645.635,23	628.643,27
G.Bretaña/N.Irlanda	205.696,27	213.468,40	193.387,60	202.979,14
Holanda	188.766,18	180.413,25	169.203,94	144.011,52
Alemania	87.231,89	74.994,69	73.199,45	65.734,36
Estados Unidos	25.579,48	22.927,90	25.678,11	22.646,43
Bélgica/Luxemburgo	15.368,28	14.058,35	12.839,20	13.864,16
Dinamarca	7.088,56	5.728,62	6.561,77	4.956,81
Canadá	4.585,85	5.118,30	5.320,09	4.894,87
Suecia	6.885,54	6.854,29	5.664,25	4.534,74
Irlanda	4.099,86	3.768,70	2.535,04	2.339,21
Suiza	2.681,43	2.569,11	1.836,63	2.049,78
Otros	21.018,58	22.218,76	21.264,53	23.528,82
	2.005	2.006	2.007	2.008
Exportación Embotellado	453.279,56	415.807,54	406.050,64	365.820,51
Exportación Granel	11.650,02	7.669,78	7.649,52	6.602,82
Total Exportación	464.929,58	423.477,32	413.700,16	372.423,33
España	135.120,42	139.081,55	137.961,82	132.983,61
TOTAL	600.050,00	562.558,87	551.661,98	505.406,94
G.Bretaña/N.Irlanda	181.999,41	164.845,65	162.544,09	145.359,77
Holanda	143.540,01	128.144,09	118.827,16	104.449,90
Alemania	64.409,84	54.208,12	57.741,25	54.113,22
Estados Unidos	20.658,71	22.511,86	18.231,77	18.547,19
Bélgica/Luxemburgo	16.794,01	17.844,13	18.014,72	16.602,33
Dinamarca	4.613,61	4.458,24	4.360,37	2.931,38
Canadá	4.543,17	4.548,38	4.148,75	4.416,32
Suecia	4.715,51	3.958,29	5.474,46	4.906,13
Irlanda	2.513,12	1.737,04	2.219,16	2.088,47
Suiza	2.048,69	1.520,79	1.829,72	1.800,78
Otros	19.093,50	19.700,73	20.308,71	17.207,84

Tabla 57. Evolución de las exportaciones de Vino de Jerez (Datos en HL).

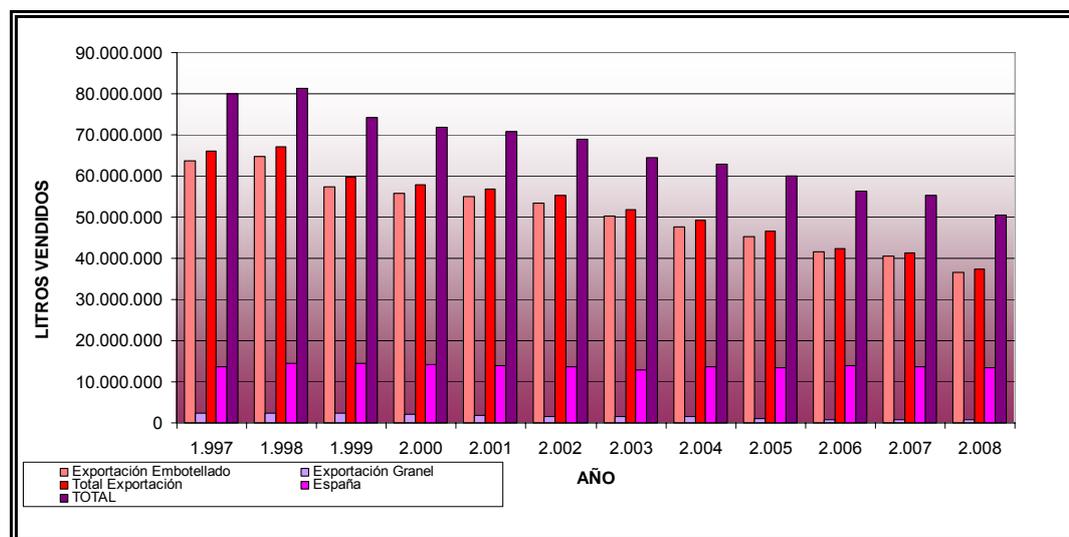


Fig. 89. Ventas de Vino de Jerez.

Si nos centramos en las ventas de los VGL (Cream, Pale Cream, Medium y Dry), observamos que constituyen más de la mitad de las ventas totales de los vinos de Jerez y se observa la especial importancia que alcanzan en los mercados exteriores, ya que las ventas superan el 60% del total de Jerez vendido en el mundo.

3.3.1.8.- ESTIMACIÓN DE LAS VENTAS

Podemos estimar una aproximación de las ventas de Vino de Jerez, así como de VGL, para los años 2.009 y 2.010 si nos centramos en las cantidades vendidas en los últimos años.

	2.001		2.002		2.003		2.004	
	LITROS	%	LITROS	%	LITROS	%	LITROS	%
PALE CREAM	5.259.715	7,43%	6.646.443	9,65%	5.211.739	8,07%	5.622.167	8,94%
MEDIUM	18.596.866	26,28%	16.789.979	24,39%	15.816.161	24,50%	13.354.942	21,24%
CREAM	12.934.079	18,28%	12.807.226	18,60%	13.043.880	20,20%	12.891.940	20,51%
OTROS	670.269	0,95%	675.907	0,98%	693.721	1,07%	791.085	1,26%
TOTAL VGL	37.460.929	52,93%	36.919.555	53,63%	34.765.501	53,85%	32.660.134	51,95%
TOTAL JEREZ	70.768.005		68.844.468		64.563.523		62.864.327	
	2.005		2.006		2.007		2.008	
	LITROS	%	LITROS	%	LITROS	%	LITROS	%
PALE CREAM	4.369.663	7,28%	4.130.137	7,34%	4.145.195	7,51%	3.436.767	6,80%
MEDIUM	13.000.298	21,67%	11.774.222	20,93%	12.160.821	22,04%	10.866.249	21,50%
CREAM	12.764.619	21,27%	12.568.418	22,34%	11.928.906	21,62%	11.017.871	21,80%
OTROS	832.853	1,39%	930.017	1,65%	1.078.688	1,96%	960.273	1,90%
TOTAL VGL	30.967.433	51,61%	29.402.794	52,27%	29.313.610	53,14%	26.281.161	52,00%
TOTAL JEREZ	60.005.000		56.255.877		55.166.198		50.540.694	

Tabla 58. Evolución de las ventas de VGL.

Con estos datos podemos obtener un ajuste lineal de los litros vendidos en función del año en cuestión, tanto para la totalidad de los Vinos de la D.O. de Jerez como para los VGL en particular.

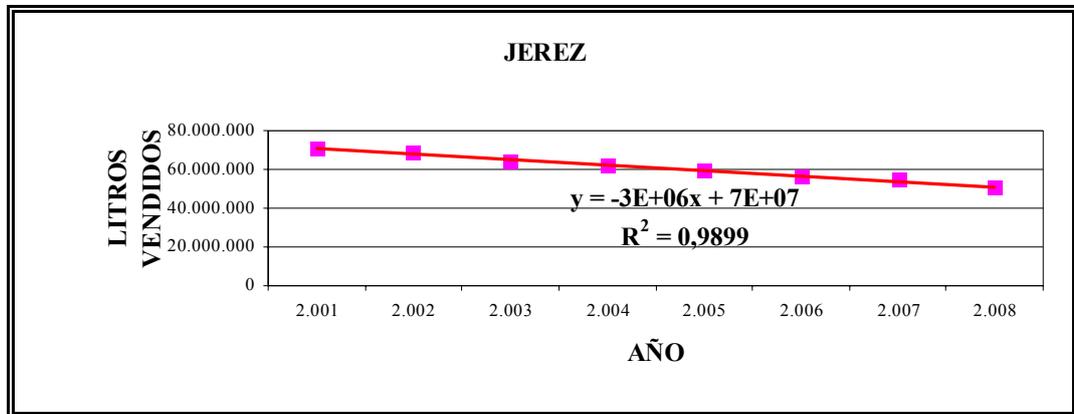


Fig. 90. Regresión lineal de la evolución de las ventas de Vino de Jerez.

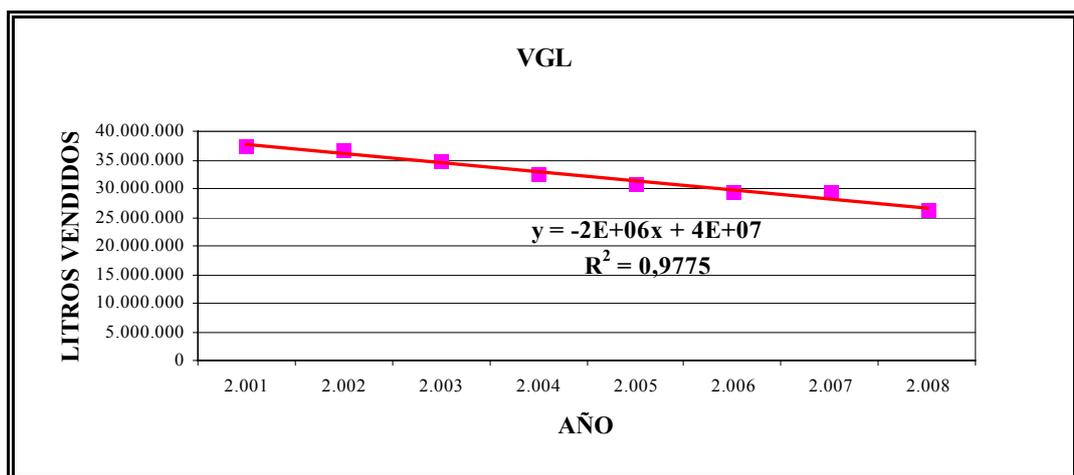


Fig. 91. Regresión lineal de las ventas de VGL.

Si hacemos regresiones para cada tipo de vino en particular, obtenemos unos coeficientes de correlación (R^2) muy bajos, lo que nos indica que el ajuste no es muy bueno:

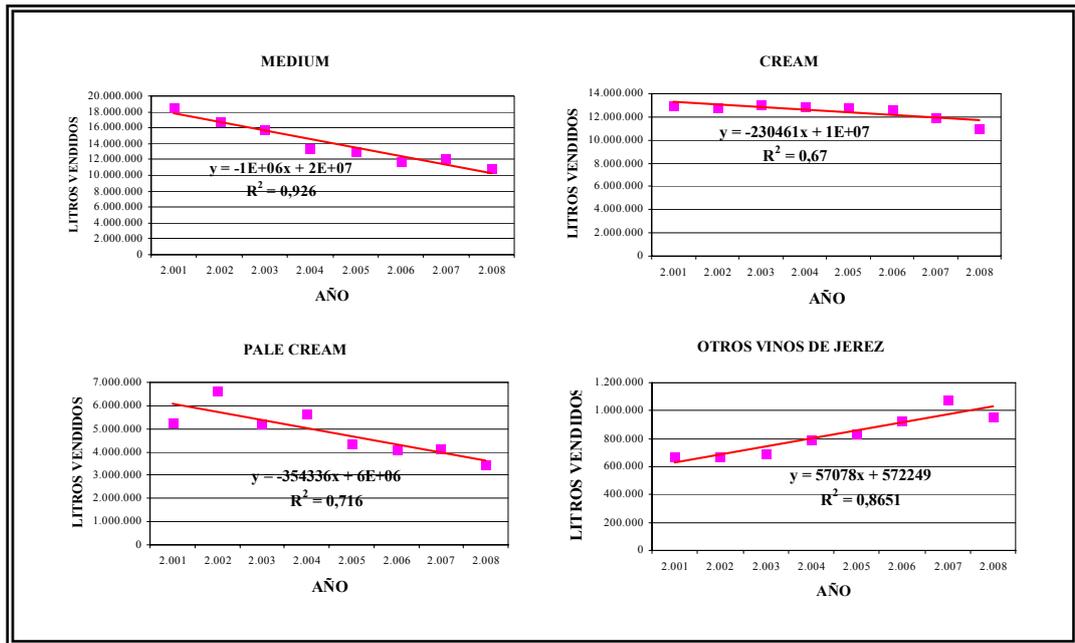


Fig. 92. Regresiones lineales de los distintos tipos de VGL.

Sin embargo, las proporciones de las ventas de cada tipo de VGL en cada año son muy similares, con lo que podemos calcular el promedio a lo largo de estos años para conocer que porcentaje de Pale Cream, Medium, Cream y Dry se venderá en sucesivas campañas:

	% PROMEDIO JEREZ	% PROMEDIO VGL
PALE CREAM	7,94	15,06
MEDIUM	22,98	43,59
CREAM	20,44	38,78
OTROS	1,36	2,57
TOTAL VGL	52,71	100,00

Tabla 59. Porcentajes promedios de VGL vendidos entre el 2.001 y el 2.008.

Con estos porcentajes y las regresiones lineales anteriormente calculadas podemos hacer una aproximación de los litros que se venderán en los próximos años.

ESTIMACIÓN DE LAS VENTAS		
AÑO	2.009	2.010
REGRESIÓN	Fig. 90	Fig. 90
PALE CREAM	3.651.890	3.413.724
MEDIUM	10.569.434	9.880.123
CREAM	9.402.747	8.789.524
OTROS	623.935	583.244
TOTAL VGL	24.248.006	22.666.615

TOTAL JEREZ	46.000.000	43.000.000
--------------------	------------	------------

Tabla 60. Ventas previstas de Vino de Jerez.

Debido a que el coeficiente de correlación de la Fig. 90 es superior utilizaremos los datos basados en esta regresión.

Si observamos las ventas de los VGL particularmente, el Medium y el Cream son los de mayor aceptación, sobre todo en el extranjero. Debido a esto, la implantación de nuestro proceso se basará en estos datos de producción.

3.3.1.9.- ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La Zona de Crianza de las Denominaciones de Origen está constituida exclusivamente por las localidades de Jerez de la Frontera, El Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda.

En estas tres ciudades existen un total de 74 bodegas inscritas como Bodegas de Crianza. A su vez, estas bodegas se dividen en dos tipos:

- Bodegas de Crianza y Expedición, comúnmente denominadas “Exportadores”.
- Bodegas de Crianza y Almacenado, dedicadas a la comercialización de sus vinos en el mercado interno y habitualmente denominadas “Almacenistas”.

Las existencias totales de vinos en crianza en estas bodegas al comienzo de la Campaña 2007/2008 (1 de septiembre de 2007) ascendían a 498.312 botas, o lo que es lo mismo, 2.491.560 hectolitros. Dicha cantidad es inferior a un porcentaje del 2% con respecto a los inventarios en crianza al comienzo de la campaña precedente. La evolución de las existencias de Vino de Jerez en crianza a lo largo de las últimas campañas ha sido la siguiente (datos en botas de 500 litros, al final de cada una de las campañas):

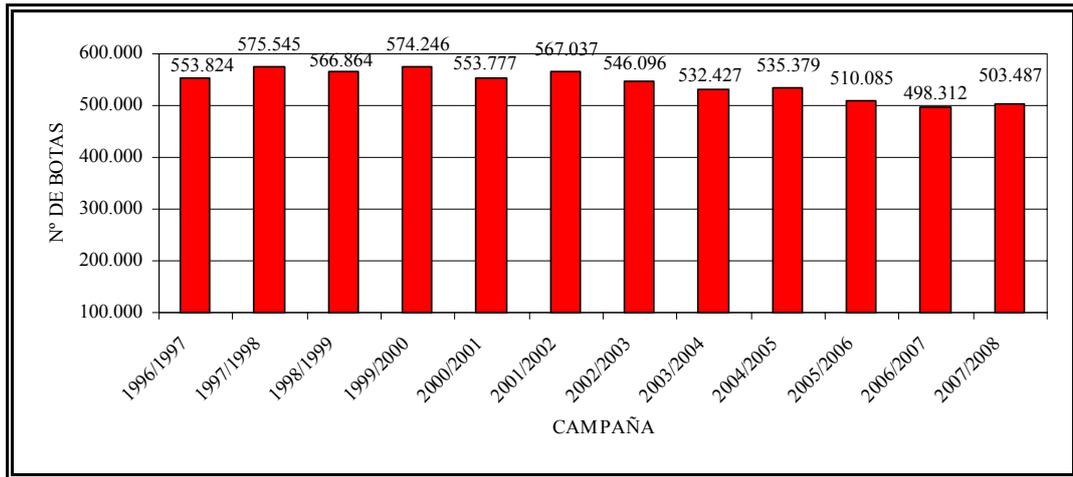


Fig. 93. Evolución de las existencias de vino de crianza.

La existencia media de las últimas once campañas de vino de Jerez ha sido de 543.090 botas, lo que suponen 36.939HL por bodega, por lo que podríamos estimar una **producción anual de 36.000HL** para el proceso proyectado. Esto supondría aproximadamente el 15,34% de la producción anual estimada de VGL para los próximos dos años, por lo que estaremos capacitados para soportar cualquier posible demanda del mercado, ya sea en forma de picos de producción como en la elaboración de productos con diferentes características organolépticas.

Con esta capacidad total de producción, estableceremos distintos grados de prioridad en función de la demanda del mercado para cada uno de los productos.

La siguiente tabla muestra los porcentajes seleccionados para la producción de los distintos VGL, así como la capacidad anual para cada tipo de vino que se obtendría si consideramos una producción total de VGL de 36.000HL/año.

TIPO DE VGL	PORCENTAJE	LITROS/AÑO
PALE CREAM	15,06%	542.181
MEDIUM	43,59%	1.569.200
CREAM	38,78%	1.395.986
OTROS (DRY,...)	2,57%	92.633
TOTAL	100,00%	3.600.000

Tabla 61. Estimación de la producción del proceso proyectado.

3.3.2.- BALANCE DE MATERIA

Como se ha indicado a lo largo de este proyecto, el proceso tratado está orientado a la obtención de VGL de la D.O. de Jerez, sin embargo, la variedad de los productos sólo depende de las exigencias de los clientes dentro de los requisitos mínimos del Reglamento de la D.O. “Jerez-Xérès-Sherry”.

Debido a esto, realizaremos unos cálculos que servirán de orientación para comprender el trabajo que el sistema de control deberá realizar a la hora de seleccionar las materias primas necesarias y las proporciones de las mismas, para obtener un producto con unas determinadas características.

Debido a la gran cantidad de propiedades físico-químicas que se pueden analizar y modificar para la producción de VGL (Ver 2.7.4.-ANÁLISIS DEL VINO), vamos a simplificar los cálculos utilizando los parámetros que más habitualmente se usan en las bodegas y que son los exigidos por el Reglamento de la D.O. de Jerez:

- Graduación alcohólica.
- Densidad.
- Azúcares reductores.

Realizaremos los cálculos en función de unos datos teóricos, a modo de ejemplo, tanto de las materias primas como de los productos, pero respetando los límites del reglamento (Ver 2.7.1.1.-TIPOS DE VINOS DE JEREZ). Por lo que los datos a utilizar son:

	Nombre	Gr. Alc. (%)	Densidad (kg/L)	Azúc. Red. (kg/L)
MATERIAS PRIMAS	Fino ¹	16,0	0,9875	<0,001
	Amontillado ¹	18,0	0,9980	<0,005
	Oloroso ¹	17,0	0,9850	<0,005
	Pedro Ximénez ¹	16,0	1,1602	0,4-0,5
	MCR ²	0,0	1,3110	0,820
	Alcohol de vino ²	96,0	0,8185	0,000
	Vino de color ²	16,0	1,1105	0,5000
PRODUCTOS	Pale Cream	15,5	1,0145	0,045-0,115

	Medium	15,0	1,0370	<0,115
	Cream	15,5	1,0321	>0,115
	Dry	15,0	1,0380	<0,045

¹ Vinos bases ² Aditivos

Tabla 62. Propiedades físico-químicas de las sustancias implicadas en el blending.

Las proporciones en las que se van a realizar las distintas mezclas dependen de las características deseadas de los productos. Todas toman los vinos base en mayor proporción, añadiéndole los aditivos para darle al producto las características deseadas. A continuación se muestran las composiciones básicas de los distintos productos:

	Fino	Oloroso	Amontillado	P.X.	MCR	Alcohol de vino	Vino de Color
Pale Cream	X				X	X	X
Medium			X		X	X	
Cream		X		X	X	X	X
Dry	X				X	X	

Tabla 63. Composición de los productos del proceso de blending.

Según esto, si quisiéramos obtener un Pale Cream (PC) deberíamos mezclar Fino (F) y MCR. Vamos a tomar como base de cálculo 1L de producto, por lo que calcularemos la cantidad de cada una de las materias primas necesarias para obtener 1L de PC.

Empezaremos la mezcla con 10.000L de F y 1.000L de MCR, por lo que obtendremos un producto con estas características:

	V (L)	m (kg)	Alc. (L)	Azúc. Red. (kg)
Fino	10.000	9.875	1.600	0,5
MCR	1.000	1.311	0	820
PC'	11.000	11.186	1.600	820,5
Pale Cream		1,0169	14,5	0,0746
Propiedades		ρ (kg/L)	Gr. Alc. (%)	Azúc. Red. (kg/L)

Tabla 64. Propiedades del PC después del primer blending.

El producto resultante tendría una graduación alcohólica de 14,5%, que estaría por debajo del 15,5% necesario para cumplir con los requisitos. Debido a esto, habría que añadirle Alcohol de Vino (AV) para aumentarle la graduación alcohólica.

Para calcular el volumen de AV que se debe añadir se hace un balance de materia de alcohol:

Alcohol necesario (L) en PC'' = Alcohol (L) en PC' + Alcohol (L) en AV

$$15,5\% \cdot (11.000 + V_{AV}) = 14,5\% \cdot 11.000 + 96\% \cdot V_{AV}$$

Donde V_{AV} es el volumen de AV que es necesario añadir para obtener la graduación alcohólica deseada (15,5%).

Resolviendo la ecuación anterior obtenemos: $V_{AV} = 135,80L$.

Realizando la mezcla del PC inicial con el AV, obtenemos:

	V (L)	m (kg)	Alc. (L)	Azúc. Red. (kg)
PC'	11.000	11.186	1.600	820,5
AV	135,80	111,15	130,37	0,0
PC''	11.135,80	11.297,15	1.730,37	820,5
Pale Cream		1,0145	15,54	0,0737
Propiedades		ρ (kg/L)	Gr. Alc. (%)	Azúc. Red. (kg/L)

Tabla 65. Parámetros del PC después de la adición de AV.

Con ésto, obtenemos el producto con las características deseadas. No obstante, si quisiéramos modificar algún otro parámetro se procedería a añadir nuevos aditivos a la mezcla y a recalcular las características resultantes. Este proceso se repetirá tantas veces hasta que se alcancen las características deseadas en el producto resultante.

A partir de estos datos podemos escalarlos para la base de cálculo estimada de 1L de PC producido:

	V (L)	%	V (L)
F	10.000,00	89,80	0,8980
MCR	1.000,00	8,98	0,0898
AV	135,80	1,22	0,0122
PC''	11.135,80	100,00	1,0000

Tabla 66. Porcentajes de materias primas para la obtención de 1L de PC.

El PLC se encargará de realizar todos estos cálculos ya que dispondrá de los parámetros analíticos medidos en el laboratorio y que son imputados en el sistema.

3.3.3.- DISEÑO DE LOS DEPÓSITOS

Para la realización del diseño de los depósitos de almacenamiento y formulación se han seguido los siguientes códigos y reglamentos:

- Reglamento de aparatos a presión.
- Ordenanza general de higiene y seguridad en el trabajo.
- Norma sismorresistente PDS-1.
- Secciones del ASME boiler and pressure vessels code:
 - Section II: material specifications.
 - Section VIII: division 1: rules for construction of pressure vessel.

Dichos códigos y reglamentos definen las exigencias mínimas requeridas en el diseño de recipientes de construcción soldada, no sometidos a fuego y contruidos en acero aleado o inoxidable.

3.3.3.1.- DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS

Con la denominación de recipientes a presión se encuadra a los aparatos contruidos por una envolvente, normalmente metálica, capaz de contener un fluido, líquido o gaseoso, cuyas condiciones de temperatura y presión son distintas a las del medio ambiente.

La forma más común de los recipientes a presión es la cilíndrica, por su fácil construcción y requerir menores espesores que otras formas geométricas para resistir una misma presión, salvo la forma esférica, cuyo uso se reduce a grandes esferas de almacenamiento, dada su mayor complejidad en la construcción.

El tipo de depósito elegido para el proceso es cilíndrico-vertical. Dos son los motivos que han influido en esta elección:

1. Esta geometría permite aprovechar al máximo el espacio disponible en la nave de vinificación.
2. Este tipo de depósito puede ser construidos en volúmenes muy grandes, con lo que se reduce el coste relativo.

La capacidad de producción deseada, hace necesario dos volúmenes distintos de depósitos, 10.000L y 20.000L, esto se hace para:

- Mantener una trazabilidad tanto de las materias primas como de los productos acabados, para lo cual es mejor disponer de depósitos que se llenen al máximo con el material propio de cada partida.
- Flexibilizar la planta, ya que podrá almacenar distintas especificaciones de la misma materia prima o del mismo producto en distintos tanques.
- Adaptarse a la demanda del mercado utilizando depósitos completos y no desaprovechando parte de la capacidad de los mismos por ser ésta excesiva.

En la elección de las dimensiones se ha tenido en cuenta que el depósito sea lo más alto posible para facilitar la homogenización por gas en el caso de los depósitos de formulación y minimizará el espacio ocupado por el proceso en la planta. Para esto, se ha estimado una relación entre la altura y el diámetro del depósito de 1,5:

$$\alpha = \frac{H}{D} = 1,5$$

Ecuación 5. Relación entre altura y diámetro de los depósitos.

Al tratarse de un depósito cilíndrico, la expresión para el cálculo de su volumen es la siguiente:

$$V = \frac{\pi \cdot D_i^2 \cdot H}{4}$$

Ecuación 6. Volumen de un depósito cilíndrico.

Siendo:

$V =$ volumen del cilindro (m^3).

$D_i =$ radio del cilindro (m).

$H =$ altura del cilindro (m).

Sustituyendo las capacidades deseadas y resolviendo el sistema generado por la Ecuación 5 y la Ecuación 6, obtenemos los siguientes parámetros para nuestros depósitos:

Depósito (m^3)	D_i (m)	H (m)
10	2,040	3,060
20	2,570	3,855

Tabla 67. Dimensiones características de los depósitos.

A modo de resumen tendremos los siguientes depósitos construidos verticalmente en acero AISI-316 y con una geometría cilíndrica:

	Dpsto. 10 m^3	Dpsto. 20 m^3	V_{TOTAL} (m^3)
Materias primas	4	15	340
Producto final	6	14	340
Formulación	2	-	20
TOTAL	12	29	700

Tabla 68. Número y capacidad de los depósitos del proceso.

3.3.3.2.- DISEÑO MECANICO DE LOS DEPÓSITOS

El diseño y cálculo mecánico de los elementos que forman parte de los depósitos consiste, básicamente, en la determinación de sus espesores, tomando como datos de partida: la geometría del recipiente, sus dimensiones, el material utilizado, las condiciones de presión y temperatura, las cargas debidas al viento y terremoto, peso específico del fluido y la reglamentación aplicable.

Todo recipiente a presión está formado por la envolvente, dispositivo de sujeción o apoyo del propio equipo, conexiones por las que entran y salen los fluidos, elementos en el interior y accesorios en el exterior del recipiente.

A continuación se determinan las variables que intervienen en el proceso:

3.3.3.2.1.- PRESIÓN DE PROYECTO, P_p

La presión manométrica de diseño, medida en la parte más elevada del recipiente en su posición de servicio deberá estar indicada en la hoja de datos del recipiente.

Se recomienda diseñar un recipiente y sus componentes para una presión mayor que la de operación. Este requisito se satisface utilizando una presión de diseño de $3,5\text{kg/cm}^2$, 10% más de la presión de trabajo o 2kg/cm^2 mayor que la presión de operación, la que sea mayor.

La presión de trabajo a la que estarán sometidos los depósitos será aproximadamente la atmosférica ($1,033\text{kg/cm}^2$) y estará limitada por la presión de tarado de la válvula de seguridad o válvula de presión y vacío. Estas válvulas están taradas de 30 a 50 milibar ($= 5,098 \cdot 10^{-2}\text{kg/cm}^2$) para sobrepresión y de -2 a 4 milibar para vacío. Debido a esto la máxima presión de trabajo será $5,098 \cdot 10^{-2}\text{kg/cm}^2$ + la presión atmosférica, es decir, $1,084\text{kg/cm}^2$.

$$P_p \geq 1,1 \cdot P_{\text{trabajo}} \Rightarrow P_p = 1,1 \cdot 1,084 = 1,192\text{kg/cm}^2$$

$$P_p = 3,5\text{kg/cm}^2$$

$$P_p = P_{\text{trabajo}} + 2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 1,084 + 2 = 3,084\text{kg/cm}^2$$

Ecuación 7. Presión de proyecto máxima.

Por lo que concluimos que la presión de proyecto será **$3,5\text{kg/cm}^2$** .

3.3.3.2.2.- TEMPERATURA DE PROYECTO, T_p

La temperatura de diseño también debe aparecer reflejada en la hoja de datos del recipiente. Debe ser superior a la máxima que se produzca durante la operación, y es habitual adoptar como temperatura de proyecto el valor de:

$$T_{\text{proyecto}} = \text{Máxima temperatura de operación} + 20^\circ\text{C}$$

La temperatura máxima que se alcanzó en Jerez de la Frontera durante el mes de agosto del año 2.005 rondó los 40°C, por lo que tomaremos esta como temperatura de operación, a pesar de que dentro de las instalaciones no se alcanzará dicha temperatura.

$$T_{\text{proyecto}} = (40 + 20)^{\circ} C = 60^{\circ} C$$

3.3.3.2.3.- VELOCIDAD DEL VIENTO

Se suele adoptar como velocidad o presión unitaria del viento en proyecto la mayor velocidad de viento registrada en los últimos 20 años, en nuestro caso, ya que los recipientes se encontrarán situados en el interior del recinto bodeguero la presión unitaria del viento será cero.

3.3.3.2.4.- TIPO DE MATERIAL

Los materiales utilizados comúnmente en la construcción de los recipientes son: aceros al carbono, acero de baja aleación, aceros inoxidable y, en menor medida, otros materiales como aluminio, plásticos reforzados, etc. La elección del material a utilizar se realiza en base a tres factores fundamentales: temperatura de proyecto, presión de proyecto y características corrosivas del fluido contenido en el recipiente.

En nuestro caso este último concepto es el que nos dictará el material a utilizar, ya que los otros dos no son especialmente restrictivos. La posible presencia de anhídrido sulfuroso entre los fluidos a almacenar en los recipientes hace que nos decantemos por un acero inoxidable como material de fabricación de los mismos, ya que esta sustancia es altamente corrosiva para los otros materiales.

Concretamente, en la industria alimentaria y por consiguiente en este proceso, utilizaremos el acero inoxidable AISI-316.

3.3.3.2.5.- MARGEN DE SOBREESESOR DE CORROSIÓN (C)

Cuando los fluidos son medianamente corrosivos, normalmente se recurre a la solución de utilizar aceros inoxidable, para los cuales el margen de corrosión es nulo.

$$c = 0$$

3.3.3.2.6.- TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE, σ

Los recipientes a presión se calculan con unos espesores de pared capaces de soportar sin deformación la presión a la que se verán sometidos. Expresado en otros términos, que la tensión a la que trabaja el material sea inferior a la máxima tensión admisible del mismo.

Esta tensión máxima admisible depende de las características del material y del coeficiente de seguridad que se adopte, variando con la temperatura de trabajo. Cada norma o código obtiene el valor de la tensión máxima admisible de forma diferente, aunque en general las variables que se barajan son casi siempre las mismas.

Según el código ASME VIII, Div. 1, la máxima tensión admisible – σ – a la temperatura del proyecto es el mínimo de los siguientes valores:

$$\sigma = \text{mínimo} \left(\frac{\sigma_R}{4}, \frac{5}{8} \cdot \sigma_Y \right)$$

Ecuación 8. Máxima tensión admisible.

Siendo:

σ = tensión máxima admisible a la temperatura de proyecto, kg/mm².

σ_R = carga de rotura del material a temperatura ambiente (20°C), kg/mm²

σ_Y = límite elástico o carga que produce una deformación permanente del 0,2% a la temperatura de proyecto, kg/mm².

Así, el acero AISI-316 es un acero inoxidable de cromo – níquel con las siguientes propiedades:

$$\begin{aligned}\sigma_R &= 515MPa = 52,55kg/mm^2 \\ \sigma_Y &= 205MPa = 20,92kg/mm^2\end{aligned}$$

Por lo que la tensión máxima admisible a la temperatura de proyecto será:

$$\sigma = \text{mínimo}\left(\frac{52,55}{4}, \frac{5}{8} \cdot 20,92\right) = 13,08kg/mm^2$$

3.3.3.2.7.- PRUEBA HIDRÁULICA

Todo recipiente sometido a presión debe ser comprobado antes de su puesta en operación. La comprobación consiste en ensayos no destructivos, tales como radiografiados, comprobación con líquidos penetrantes y partículas magnéticas de las soldaduras, y una prueba hidráulica del recipiente a una presión mayor que la de proyecto.

El valor mínimo de la presión de prueba hidráulica para el código ASME, Sec. VIII, Div. 1 es:

$$P_{Hm} = 1,5 \cdot P \cdot \frac{\sigma_a}{\sigma}$$

Ecuación 9. Presión a aplicar durante la prueba hidráulica.

Siendo:

P_{Hm} = Presión hidráulica mínima, kg/cm².

P = Presión de operación o trabajo = 1,084kg/cm²

σ = Tensión máxima admisible a temperatura de proyecto, kg/mm².

σ_a = Tensión máxima admisible a temperatura ambiente, kg/mm².

Al ser la temperatura de proyecto muy similar a la temperatura ambiente, no hay variación entre la tensión máxima admisible a temperatura de proyecto y la tensión máxima admisible a temperatura ambiente, por lo que su cociente es igual a 1.

Debido a esto, la presión hidráulica mínima será:

$$P_{Hm} = 1,5 \cdot 1,084 = 1,63 \frac{kg}{cm^2}$$

La prueba hidráulica inicial se realizará a temperatura ambiente.

El reglamento español de aparatos a presión requiere, además de una prueba inicial, otra **periódica** a una presión de:

$$P_{Hm} = 1,3 \cdot P \cdot \frac{\sigma_a}{\sigma} = 1,3 \cdot 1,084 = 1,41 \frac{kg}{cm^2}$$

Ecuación 10. Presión durante las pruebas hidráulicas periódicas.

La realización de la prueba hidráulica periódica estará de acuerdo con la instrucción técnica MIE-AP-6 que complementa el Reglamento de Aparatos a Presión.

El diseñador ha de verificar en todos los casos que las tensiones en las paredes durante la prueba hidráulica no superen el 90% del límite elástico del material, y en caso contrario deberá aumentar los espesores de las paredes de forma que se cumpla esta condición. Cuando la prueba se realice en posición vertical, se deberá tener en cuenta la sobrepresión producida por la columna de líquido.

3.3.3.2.8.- EFICIENCIA DE SOLDADURA, E

La unión entre chapas se realiza, normalmente, por medio de la soldadura, y ésta representa una discontinuidad dentro del trazado de la chapa que puede producir una intensificación local de las tensiones a que se encuentra sometido el material. Esta razón, junto con la posibilidad de producirse defectos en la realización de la soldadura y el calentamiento y rápido enfriamiento al que está sometida la zona próxima a la soldadura, dan pie a considerar la zona de soldadura como debilitada.

Teniendo en cuenta este hecho, en el cálculo de los recipientes se introduce una reducción en la tensión máxima admisible multiplicando a ésta por un coeficiente denominado eficiencia de la soldadura (E), cuyo valor varía según las normas o códigos, y de acuerdo a la soldadura y los controles efectuados sobre ella. Así, para el código ASME VIII, Div. 1, el valor de la eficiencia es:

- E = 0,55 si no se realiza radiografiado de la soldadura.
- E = 0,85 si se realiza un radiografiado por puntos a las soldaduras.
- E = 1 si el radiografiado de las soldaduras es total.

En nuestro caso el valor seleccionado será de E = 0,55 ya que la presión de trabajo es muy baja y por tanto la seguridad no se ve afectada. El radiografiado nos da una mayor seguridad pero encarecerá de manera notable el depósito final por lo que queda desestimada.

3.3.3.2.9.- ESPESOR MÍNIMO DE PARED, $e_{\text{mínimo}}$

Cuando se calculan los espesores requeridos de los recipientes a presión, así como de sus soportes, además de las exigencias del código ASME, división VIII, sección 1, deberán tenerse en cuenta que:

El espesor mínimo, excluido el sobreespesor por corrosión, de la envolvente y del fondo, será el mayor de los siguientes:

$$e_{\text{mínimo}} = \left(\frac{D_i}{1.000} \right) + 2,54 + c$$

$$e_{\text{mínimo}} \geq 2,5 + c = 2,5\text{mm}$$

$$e_{\text{mínimo}} = 3\text{mm}; \text{ para acero inox.}$$

Ecuación 11. Espesor mínimo de pared.

Siendo:

$e_{\text{mínimo}}$ = espesor mínimo de la envolvente en mm.

D_i = diámetro interior en mm.

c = sobreespesor por corrosión, en nuestro caso $c = 0\text{mm}$.

En consecuencia, el espesor mínimo de pared en cualquier parte del recipiente no debe ser inferior al mayor de los tres espesores calculados.

Depósito (m^3)	D_i (mm)	$e_{\text{mínimo}}$ (mm)	$e_{\text{normalizado}}$ (mm)
10	2.040	4,58	5
20	2.570	5,11	6

Tabla 69. Espesores mínimos de los depósitos.

3.3.3.2.10.- ESPESOR DE LA ENVOLVENTE CILÍNDRICA, e

La carcasa está formada por una serie de virolas soldadas unas a otras, entendiéndose por virola a un trozo de tubería o una chapa (o más si el diámetro es muy grande) que convenientemente curvada y soldada forma un cilindro sin soldaduras circunferenciales.

La unión de varias virolas forma la carcasa, de forma que la suma de las alturas de los cilindros obtenidos por las virolas sea la requerida para la carcasa.

Las soldaduras de una virola son axiales o longitudinales, ya que están realizadas siguiendo la generatriz del cilindro, y al contrario, las soldaduras que unen virolas, o los fondos con la carcasa, son circunferenciales o transversales, por estar realizadas siguiendo una circunferencia situada, obviamente, en un plano perpendicular al eje del cilindro.

La presión interna en un elemento cilíndrico produce dos tipos de tensiones: circunferenciales o transversales y axiales o longitudinales, siendo el valor de las primeras doble que el de las segundas. Por lo tanto, cuando en las diferentes normas o códigos se incluyen las fórmulas que definen el espesor exigido, éstas están basadas en las tensiones circunferenciales que se producen, por ser superiores los espesores requeridos por éstas.

Como ya ha sido dicho, la norma más utilizada es ASME, Sección VIII, Div. 1, de la que se exponen las fórmulas que determinan los espesores mínimos requeridos.

$$e_{\phi} = \frac{P' \cdot R_i}{\sigma \cdot E - 0,6 \cdot P'}$$

Ecuación 12. Cálculo de espesor por tensión circunferencial, en función del radio interior.

$$e_l = \frac{P' \cdot R_i}{2 \cdot \sigma \cdot E + 0,4 \cdot P'}$$

Ecuación 13. Cálculo de espesor por tensión longitudinal, en función del radio interior.

Donde:

e = Espesor de la carcasa, en mm.

P = Presión de proyecto, en kg/cm².

P' = Presión de proyecto más la debida a la altura de la columna de líquido,

o sea $P + \frac{H \cdot \rho}{10^4}$, en kg/cm².

En nuestro caso consideraremos el caso más desfavorable para el diseño, para lo cual la presión debida al peso del líquido debe ser máxima. Para que ésto se produzca, tanto la altura como la densidad del líquido deben ser los máximos de los disponibles.

Depósito (m ³)	H (mm)	P (kg/cm ²)	P' (kg/cm ²)
10	3.060	3,5	3,901
20	3.855	3,5	4,010

Tabla 70. Presión de proyecto e hidrostática.

H = Altura de la columna de líquido en el recipiente. Para que la presión debida al peso del líquido sea máxima, este valor corresponde a la altura del depósito

ρ = Densidad del líquido, en kg/dm³. Para que la presión debida al peso del líquido sea máxima, esta densidad debe ser la mayor de los productos que se introducirán en el depósito y corresponde al MCR.

$$\rho_{MCR} = 1,3110 \frac{kg}{dm^3}$$

R_i = Radio interior corroído del cilindro en mm.

σ = tensión máxima admisible del material a la temperatura de proyecto,
 1.308kg/cm².

E = Eficiencia de las soldaduras, 0,55.

Esfuerzos	V (m ³)	P' (kg/cm ²)	R _i (mm)	e (mm)	e _{normalizado} (mm)
Circunferenciales	10	3,901	1.020	5,54	6
	20	4,010	1.285	7,19	8
Longitudinales	10	3,901	1.020	2,76	3
	20	4,010	1.285	3,58	4

Tabla 71. Espesores de las envolventes en función de la presión interna.

Como se puede observar las tensiones circunferenciales son mayores que las longitudinales, ya que los espesores obtenidos son el doble para éstas.

Estos espesores son mayores que el valor obtenido como espesor mínimo de pared, por lo que tomamos como espesor mínimo de la envolvente el mayor valor de los calculados por las distintas ecuaciones empleadas, o sea 6mm para los depósitos de 10m³ y 8mm para los de 20m³.

3.3.3.2.11.- ESPESOR DE LOS FONDOS, e_f

Los fondos son las tapas que cierran la carcasa. Los fondos generalmente son bombeados, existiendo una gran diversidad de tipos entre ellos.

Todos estos fondos se realizan a partir de chapa, a la que mediante estampación se le da la forma deseada.

Los fondos más usuales para depósitos que trabajan a baja y media presión son los fondos elípticos 2:1 y los policéntricos, tanto los de tipo Korbbogen (Pseudoelíptico 2:1) como los tipo Klopper (10:1).

El tipo de fondo influye en el espesor de este de manera notable, por lo que es necesaria una selección adecuada.

Las expresiones para el cálculo del espesor de los diferentes tipos de fondo son:

- Fondos elípticos: $e_f = \frac{P' \cdot D_i}{200 \cdot E \cdot \sigma - 0,2 \cdot P'} + c$
- Fondos policéntricos: $e_f = \frac{P' \cdot M \cdot R}{200 \cdot E \cdot \sigma - 0,2 \cdot P'} + c$; $M = \frac{3 + \sqrt{\frac{R}{r}}}{4}$

Donde:

R = radio de curvatura mayor.

r = radio de curvatura menor.

σ = tensión máxima admisible del material a la temperatura de proyecto, 13,08kg/mm².

D_e = diámetro exterior de la envolvente. Corresponderá al diámetro interior más el espesor correspondiente.

V (m ³)	D _i (mm)	e (mm)	D _e (mm)
10	2.040	6	2.052
20	2.570	8	2.586

Tabla 72. Diámetro interior y exterior de la envolvente de los depósitos.

En la siguiente tabla se muestran las fórmulas para calcular estos parámetros para los diferentes tipos de fondo:

Tipo de fondo	R (mm)	r (mm)	H _{fondo} (mm)	Volumen parte bombeada
Elíptico 2:1	-	-	0,25 · D _i	0,13 · D _i ³
Pseudoelíptico o Korbogen	0,8 · D _e	$\frac{D_e}{6,5}$	0,25 · D _i	0,13 · D _i ³
Policéntrico 10:1 o Klopper	D _e	$\frac{D_e}{10}$	0,194 · D _i	0,1 · D _i ³

Tabla 73. Parámetros característicos de los diferentes fondos.

Así, obtenemos los siguientes resultados:

V (m ³)	Fondo	R (mm)	r (mm)	H _{fondo} (mm)	M	Volumen parte bombeada (m ³)	e _f (mm)
10	Elíptico	-	-	510,00	-	1,104	5,53
	Korbogen	1.641,60	315,69	510,00	1,32	1,104	5,87
	Klopper	2.052,00	205,20	395,75	1,54	0,849	8,57

20	Elíptico	-	-	642,50	-	2,207	7,17
	Korbbogen	2.068,80	397,85	642,50	1,32	2,207	7,62
	Klopper	2.586,00	258,60	498,58	1,54	1,697	11,10

Puesto que los tres tipos de fondo se fabrican por estampación de chapas, y el conformado es de similar dificultad para los tres tipos, se elige el tipo **elíptico**, que es el que requiere menor cantidad de material, al tener que utilizar espesores normalizados. El espesor de los fondos no puede ser menor que el de la envolvente y en nuestro caso los espesores normalizados de envolventes y fondos calculados coinciden.

V (m ³)	e _{envolvente} (mm)	e _{fondo} (mm)
10	6	6
20	8	8

Tabla 74. Espesores normalizados de envolvente y fondos de los depósitos.

3.3.3.2.12.- ALTURA DE LA PESTAÑA, h

En todos los fondos se realiza la transición de una figura bombeada a una cilíndrica, que es la carcasa; esta línea de transición, denominada justamente línea de tangencia, está sometida a grandes tensiones axiales que se traducen en fuertes tensiones locales, y éste es el punto más débil del recipiente; por esta razón no es aconsejable realizar la soldadura de unión fondo-carcasa a lo largo de esta línea. Para evitar esta coincidencia, los fondos bombeados se construyen con una parte cilíndrica, denominada pestaña o faldilla, cuya altura mínima “h” varía según la Norma o Código de Cálculo utilizado, pero en general deberá ser no menor que el mayor de los siguientes valores:

$$h_1 \geq 0,3 \cdot \sqrt{D_e \cdot e_f}$$

$$h_2 \geq 3 \cdot e_f$$

$$h_3 \geq 25\text{mm}$$

Ecuación 14. Altura de pestaña.

La altura máxima de la pestaña será de 100mm, siendo:

D_e = Diámetro exterior de la carcasa, mm.

e_f = Espesor del fondo, mm.

V (m ³)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	h _{máximo} (mm)
10	33,29	18	25	34
20	43,15	24	25	44

Tabla 75. Altura de pestaña.

3.3.3.2.13.- TUBULADURAS DE CONDUCCIONES

Todo recipiente debe tener como mínimo una conexión de entrada del fluido y otra de salida, aunque siempre tienen muchas más. Seguidamente se indican los servicios más comunes que precisan conexiones en el recipiente:

- De entrada y salida de fluidos.
- Para instrumentos, como manómetros, termómetros, indicadores o reguladores de caudal.
- Para válvula de seguridad.
- Para servicios tales como drenaje, venteo, de limpieza, paso de hombre, paso de mano, etc.

Salvo en casos excepcionales, las conexiones se realizan embridadas, ya que permiten su montaje y desmontaje sin tener que realizar ningún corte ni soldadura.

Las diversas partes que conforman la conexión embridada son las siguientes:

- Tubuladura.
- Placas de refuerzo.
- Brida.
- Pernos y tuercas.
- Juntas o guarniciones.

- Tapas o bridas ciegas para las conexiones de servicios.

La tubuladura es el tronco cilíndrico que se suelda al recipiente y a la brida, y está constituida normalmente de tubería; sólo en caso de conexiones de grandes tamaños (diámetro nominal $\geq 24''$) o no disponer de trozos de tubos para tamaños medios (DN entre 12'' y 20'') se construye de chapa soldada.

Los diámetros y dimensiones de las tuberías están normalizados por lo que se debe elegir un diámetro de conexión que esté incluido dentro de los normalizados.

Las conexiones están sometidas, además de a la presión interna, a otras tensiones que les transmiten las tuberías que a ellas llegan. Estas tensiones son debidas, básicamente, a las fuerzas y momentos producidos por la dilatación térmica y por los pesos del fluido y de la propia línea. Por esta razón las normas exigen unos espesores mínimos, para las tubuladuras, superiores a los exigidos para los otros elementos sometidos a presión. Estos espesores mínimos, para ASME, Sec. VIII, Div. 1, son:

$$e_{\text{mínimo}} = \frac{e_{ST}}{0,875} + c, \text{ en mm.}$$

Ecuación 15. Espesor de las tubuladuras.

Siendo:

e_{ST} = Espesor nominal de la tubería, suponiendo que tiene Schedule Standard, en mm = 2,108 (N.S. 2½'', Sch 5S)

c = Sobreepesor de corrosión, en mm.

En nuestro caso todas las conexiones poseen un espesor de 2,108mm. Por tanto, el espesor mínimo para las tubuladuras será $e_{\text{mínimo}} = 2,409\text{mm}$.

Como se verá en el Anexo 3.3.4.4.-CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS TUBERÍAS, los espesores requeridos por presión para las conducciones del proyecto son menores que los espesores estándar de las mismas, con lo cual se tomará a todos los efectos como espesor para las tubuladuras el espesor mínimo.

3.3.3.2.14.- COMPROBACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA

En el diseño de recipientes a presión es necesario estudiar diferentes condiciones de carga posibles en la vida del depósito. Estas cargas pueden ser producidas por la coincidencia o no de circunstancias (presión interna, presión externa, acción del viento, movimientos sísmicos,...) que producen esfuerzos en el recipiente.

El cálculo de los espesores de la envolvente y de los fondos del depósito ha sido realizado en función de los esfuerzos producidos por la acción de la presión interna, en este apartado comprobaremos que el espesor elegido es suficiente para soportar las cargas debidas a la presión externa, movimientos sísmicos y a la acción combinada de varias cargas.

3.3.3.2.14.1.- PRESIÓN EXTERNA

Los depósitos no se verán sometidos normalmente a presión externa, sólo se podría dar este caso en condiciones de operación incorrecta, concretamente durante el vaciado de los depósitos.

Suponiendo el peor de los casos posibles, que se produzca vacío total, la presión exterior máxima a la que se puede ver sometido el recipiente es de una atmósfera (1,033kg/cm²).

La presión externa, actuando sobre un recipiente cilíndrico, induce en la pared del mismo esfuerzos circunferenciales y longitudinales de compresión, siendo el valor de los primeros dobles de los segundos. Es necesario estudiar los esfuerzos circunferenciales de compresión por el fenómeno de inestabilidad elástica que producen en el recipiente. En general, la inestabilidad elástica es un fenómeno que debe ser considerado en todas las estructuras con rigidez limitada, cuando están sometidas a flexión, torsión, compresión, o una combinación de estas cargas. En el fallo por inestabilidad elástica se dice que la estructura se abolla o se aplasta.

El aplastamiento o pandeo local de recipientes producido por excesiva presión externa normalmente se inicia por pequeñas irregularidades en la forma geométrica de los mismos. Una pequeña deformación en la forma cilíndrica o falta de circularidad en su sección transversal puede producir esfuerzos de flexión, bajo la presión externa, que tenderán a deformar aún más la envolvente cilíndrica. Tenemos así un sistema inestable en el cual cualquier deficiencia en la geometría cilíndrica produce, bajo presión exterior, esfuerzos de flexión que a su vez aumentan el defecto hasta llegar al aplastamiento del cilindro. Debido a este fenómeno, cuando se diseña un recipiente para presión externa, no será suficiente el conocimiento del esfuerzo admisible del material, como en el caso de presión interna. Se debe utilizar otro criterio, que es, con las características particulares del aparato (material, espesor y geometría), calcular la máxima presión externa que puede aguantar. Esta máxima presión admisible es directamente proporcional al módulo de elasticidad del material y al momento de inercia de la envolvente, e inversamente proporcional al cubo del radio de curvatura.

Es muy frecuente que un mismo recipiente pueda estar sometido a presión interna y, en ocasiones, a presión externa, normalmente por operación incorrecta. En estos recipientes como en todos en general, se debe realizar el diseño, primero a presión interna o se dimensiona con los espesores mínimos, y luego se comprueba si estos espesores son correctos para resistir la presión externa de diseño o proyecto.

Para realizar el cálculo de la presión externa seguiremos, como hasta ahora el código ASME, sección VIII, división 1.

Antes de iniciar el cálculo comenzaremos indicando el significado de la simbología utilizada:

A = Factor función de las dimensiones del recipiente.

B = Factor determinado por las gráficas del ASME sec. VIII, div. 1.

D_e = Diámetro exterior, en mm.

L = Longitud total, en mm, y cuyo valor será la distancia entre líneas de tangencia más un tercio de la altura de cada fondo.

$$L = L_{tt} + \frac{2}{3} \cdot H_{fondo}$$

Ecuación 16. Longitud total de la envolvente.

V (m ³)	H _{envolvente} (mm)	h (mm)	L _{tt} (mm)	H _{fondo} (mm)	L (mm)
10	3.060	34	3.128	510,00	3.468,00
20	3.855	44	3.943	642,50	4.371,33

Tabla 76. Cálculo de la longitud total.

e = Espesor de la envolvente, en mm. (Ver Tabla 71)

c = Sobreepesor por corrosión, en mm. c = 0mm.

P_e = Presión externa de proyecto, en kg/cm². P_e = 1,033kg/cm².

P_a = Valor calculado de la presión externa máxima de trabajo, en kg/cm².

La máxima presión admisible de trabajo, P_a, que soporta una carcasa cilíndrica de relación $\frac{D_e}{e} \geq 10$, se calcula siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Se determinan los valores de las siguientes relaciones geométricas:

V (m ³)	L/D _e	D _e /e
10	1,69	342,00
20	1,69	323,25

Tabla 77. Relaciones geométricas de los depósitos.

2. Con las relaciones anteriores y la gráfica que se recogen en el ASME sec. VIII div. 1, se puede calcular el valor del factor A. (Ver 3.4.11.- FACTOR “A” PARA DEPÓSITOS CILÍNDRICOS)

V (m ³)	A
10	0,00011
20	0,00011

Tabla 78. Factor A.

3. Tomando el valor de A y la gráfica relativa al material que aparece en el código que estamos siguiendo (Ver 3.4.11.-FACTOR “A” PARA DEPÓSITOS CILÍNDRICOS), calculamos el valor del parámetro B en función de la temperatura de diseño. Para valores de A que queden a la izquierda de la gráfica, como en nuestro caso, se utiliza la ecuación:

$$P_a = \frac{2 \cdot A \cdot E}{3 \cdot \left(\frac{D_e}{e}\right)}$$

Ecuación 17. Presión exterior admisible.

Siendo E el modulo de elasticidad en lb/in², que para el acero inoxidable AISI Tp 316 es 2,90·10⁶lb/in². Obtenemos las siguientes presiones admisibles:

V (m ³)	P _a (psi)
10	0,62
20	0,66

Tabla 79. Presiones exteriores admisibles calculadas.

Una vez calculada la presión máxima admisible de trabajo, P_a, se compara con la presión externa de proyecto, P_e, si P_e ≥ P_a el espesor es correcto.

En nuestro caso tenemos:

$$P_e = 1,033\text{kg/cm}^2 = 14,7\text{psi} \text{ y } P_a = 1,67\text{psi}.$$

Por lo que el espesor elegido es suficiente para soportar los esfuerzos debidos a la presión externa.

3.3.3.2.14.2.- ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LOS RECIPIENTES

Los depósitos de se encuentran en el interior de la nave de vinificación de la bodega, por lo que, las cargas ocasionadas por el viento serán nulas. En consecuencia el espesor elegido es suficiente para soportar la acción del viento sobre los depósitos.

3.3.3.2.14.3.- EFECTO SÍSMICO

La posibilidad de producirse movimientos sísmicos obliga, en las zonas propensas a ellos, a calcular los recipientes de forma tal que resistan terremotos de intensidades medias, ya que si éstos se producen en sus grados de intensidad máxima no será posible contrarrestar su efecto destructor.

El cálculo de una torre o recipiente sometido a la acción sísmica puede realizarse según uno de los criterios siguientes:

- Estudio dinámico del recipiente, bajo los criterios de la mecánica y la elasticidad.
- Estudio estático del recipiente sometido a un sistema de fuerzas equivalentes, y que se denominan acciones sísmicas.

Es habitual utilizar el segundo criterio y éste será el que se desarrolle en este apartado.

Durante el terremoto la base de los recipientes está sometida a un movimiento con una componente horizontal y otra vertical. Por esta razón, las acciones sísmicas, al ser debidas a las masas de inercia de los diferentes elementos, se desarrollan en todos los puntos que forman el recipiente, pueden estudiarse separadamente en sus componentes horizontal y vertical.

a) La acción sísmica horizontal se calculará por la fórmula:

$$F = S \cdot Q$$

Ecuación 18. Acción sísmica horizontal.

Siendo Q el peso del recipiente en kg y S un coeficiente denominado “sísmico”.

La dirección de la fuerza dentro del plano horizontal puede ser cualquiera, debiendo elegirse la más desfavorable en cada caso.

b) La acción sísmica vertical será determinada de acuerdo a la fórmula:

$$V = \pm v \cdot Q$$

Ecuación 19. Acción sísmica vertical.

Siendo v un coeficiente cuyo valor, generalmente aceptado, es de 0,08, 0,13 y 0,25 para las zonas de intensidades sísmicas bajas, medias y altas, respectivamente.

En general, se puede prescindir de la componente vertical por su escasa influencia en los recipientes, salvo si son excesivamente esbeltos, en los cuales pueden producirse riesgo de pandeo.

3.3.3.2.14.3.1.- Determinación del coeficiente sísmico, S

Los diferentes países dividen sus territorios en zonas cuyo riesgo de sufrir un terremoto es similar, produciéndose un determinado número de “zonas sísmicas”. En España, esta división, al igual que el cálculo sísmico, figura en la “Norma de Construcción Sismorresistente” de octubre de 2002.

En forma general se pueden dividir las distintas zonas del globo terráqueo en estas tres clases:

- Zona primera: de sismicidad baja.
- Zona segunda: de sismicidad media.
- Zona tercera: de sismicidad alta.

La zona geográfica en la que se encuentra la instalación es considerada de sismicidad baja (zona primera).

El coeficiente sísmico S viene determinado en función de la zona y del modo siguiente:

$$S = \frac{0,026 \cdot B}{\sqrt[3]{T}}$$

Ecuación 20. Coeficiente sísmico.

Siendo:

- B = 1, para la zona sísmica primera.
- B = 2, para la zona sísmica segunda.
- B = 4, para la zona sísmica tercera.

y T el período de oscilación del recipiente en segundos. Cuando las masas están repartidas uniformemente a lo largo de su altura, el valor de T se determina por la fórmula siguiente:

$$T = \frac{2}{10^4} \cdot \left(\frac{H_{total}}{D_e} \right)^2 \cdot \left(\frac{Q \cdot D_e}{H_{total} \cdot e} \right)^{1/2}$$

Ecuación 21. Período de oscilación del recipiente.

Siendo:

H_{total} = altura total recipiente, en mm.

$$H_{total} = H + 2h + 2H_{fondo}$$

Ecuación 22. Altura total del recipiente.

D_e = diámetro exterior recipiente, en mm

e = espesor recipiente, en mm.

V (m ³)	D _i (mm)	D _e (mm)	e (mm)	H (mm)	H _{fondo} (mm)	h (mm)	H _{total} (mm)
10	2.040	2.052	6	3.060	510,00	34	4.148
20	2.570	2.586	8	3.855	642,50	44	5.228

Tabla 80. Dimensiones de los recipientes.

Q = peso del recipiente, en kg.

$$Q = Q_{contenente} + Q_{contenido} = V_{contenente} \cdot \rho_{acero} + V_{líquido} \cdot \rho_{líquido}$$

Ecuación 23. Peso del recipiente.

Material	Densidad (kg/L)
Acero	8,000
MCR	1,311

Tabla 81. Densidades en los depósitos.

El volumen del esqueleto metálico del depósito corresponde a la suma del volumen ocupado por el acero de la carcasa cilíndrica, los fondos y las pestañas:

$$V_{\text{contenente}} = \frac{\pi \cdot H}{4} \cdot (D_e^2 - D_i^2)_{\text{envolvente}} + 2 \cdot \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot (D_e^2 - D_i^2)_{\text{pestaña}} + 2 \cdot 0,13 \cdot (D_e^3 - D_i^3)_{\text{fondo}}$$

Ecuación 24. Volumen ocupado por el acero de los depósitos.

Sustituyendo los valores correspondientes en esta expresión obtenemos:

Depósito (m ³)	V _{envolvente} (L)	V _{pestañas} (L)	V _{fondos} (L)	V _{acero inox.} (L)
10	118,01	2,62	39,18	159,81
20	249,77	5,70	82,94	338,41

Tabla 82. Volúmenes de las partes metálicas de los depósitos.

El volumen de líquido almacenado en el interior del depósito será de 10.000L y 20.000L. Por lo que el peso total del recipiente será:

V _{acero inox.} (L)	P _{acero inox.} (kg)	V _{líquido} (L)	P _{líquido} (kg)	Q (kg)
159,81	1.278,48	10.000	13.110	14.388,48
338,41	2.707,28	20.000	26.220	28.927,28

Tabla 83. Peso de los depósitos.

Si las masas no están más o menos repartidas uniformemente es preciso utilizar fórmulas más sofisticadas que determinan el período por medio del cálculo con masas concentradas.

Con estos datos, podemos calcular el período de oscilación del recipiente:

Depósito (m ³)	H _{total} (mm)	D _e (mm)	Q (kg)	e (mm)	T (s)
10	4.148	2.052	14.388,48	6	0,028
20	5.228	2.586	28.927,28	8	0,035

Tabla 84. Período de oscilación de los depósitos.

No obstante, el mínimo valor de T a utilizar en cualquier caso es **0,125s** ($\sqrt[3]{T} = 0,5$), debiendo adoptarse este valor en el caso de que el obtenido por cálculo sea inferior.

Sustituyendo estos parámetros en la expresión para el cálculo del coeficiente sísmico obtenemos:

Depósito (m ³)	S
----------------------------	---

10	0,052
20	0,052

Tabla 85. Coeficiente sísmico de los depósitos.

Con los valores obtenidos para el coeficiente sísmico (S) y para el peso de los depósitos llenos (Q), obtenemos los valores de la acción sísmica horizontal (F) en función de la Ecuación 18:

Depósito (m ³)	F (kg)
10	748,20
20	1.504,21

Tabla 86. Acción sísmica horizontal.

A continuación se realiza el cálculo del esfuerzo cortante en la base y en la sección x-x, así como de los momentos flectores que estos esfuerzos producen en el recipiente. Comenzaremos indicando el significado de la simbología utilizada:

S = Coeficiente sísmico. S = 0,052.

Q = Masa del recipiente en servicio, (kg). (Ver Tabla 83)

H = Altura total del recipiente, (mm). Debe considerarse la distancia del fondo del depósito al suelo (300mm).

x = Altura de la sección estudiada, es decir, la línea de tangencia del fondo superior, por ser el caso más desfavorable ($H_{\text{fondo}} + H_{\text{suelo}}$) (mm).

Depósito (m ³)	H _{cilindro} (mm)	H _{suelo} (mm)	H _{fondo} (mm)	h (mm)	H (mm)	x (mm)
10	3.060	300	510,00	34	4.448	3.938,00
20	3.855	300	642,50	44	5.528	4.885,50

Tabla 87. Altura de los depósitos.

T_s = Esfuerzo cortante, (kg).

M_s = Momento flector, (kg · m).

3.3.3.2.14.3.2.- Esfuerzos cortantes

- En sección x-x:

$$T_s = 2 \cdot S \cdot Q \cdot \left(\frac{X}{H}\right) - S \cdot Q \cdot \left(\frac{X}{H}\right)^2$$

Ecuación 25. Esfuerzo cortante en la sección x-x, en kg.

Estudiaremos la sección correspondiente a la línea de tangencia del recipiente que es donde se acumularán las tensiones. Utilizaremos la altura del faldón como el caso más desfavorable, ya que el faldón se soldará como máximo a la altura de la pestaña del fondo. Esto lo haremos así para evitar tensiones en la línea de tangencia del fondo inferior.

Con estas consideraciones obtenemos y los datos de la Tabla 87 obtenemos:

Depósito (m ³)	Q (kg)	S	T _s (kg)
10	14.388,48	0,052	247,69
20	28.927,28	0,052	469,20

Tabla 88. Esfuerzos cortantes en las líneas de tangencia de los depósitos.

- En la base:

$$T_s = S \cdot Q$$

Ecuación 26. Esfuerzo cortante en la base del depósito.

Depósito (m ³)	Q (kg)	S	T _s (kg)
10	14.388,48	0,052	748,20
20	28.927,28	0,052	1.504,22

Tabla 89. Esfuerzos cortantes en las bases de los depósitos.

3.3.3.2.14.3.3.- Momentos flectores

- En sección x-x:

$$M_s = \frac{S \cdot Q}{H} \cdot \left(\frac{X^2}{10^3}\right) - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{S \cdot Q}{H^2}\right) \cdot \left(\frac{X^3}{10^3}\right)$$

Ecuación 27. Momento flector en la sección x-x.

Depósito (m ³)	Q (kg)	S	H (mm)	x (mm)	M _s (kg·m)
10	14.388,48	0,052	4.448	810,00	103,66
20	28.927,28	0,052	5.528	942,50	227,98

Tabla 90. Momentos flectores de los depósitos.

- En base:

$$M_s = \frac{2}{3} \cdot (H \cdot S \cdot Q \cdot 10^{-3})$$

Depósito (m ³)	Q (kg)	S	H (mm)	M _s (kg·m)
10	14.388,48	0,052	4.448	2.218,67
20	28.927,28	0,052	5.528	5.543,55

Tabla 91. Momentos flectores en las bases de los depósitos.

3.3.3.2.14.4.- COMPROBACIÓN DE UN RECIPIENTE SOMETIDO A ESFUERZOS COMBINADOS

Hasta este apartado se han estudiado las diferentes cargas y tensiones que se producen en un recipiente por las diferentes causas (presión interna, presión externa, presión de prueba hidráulica, efecto sísmico, etc.) separadamente. Estas causas pueden producirse simultáneamente y, por tanto, sumarse las tensiones producidas en el material.

En teoría, debería realizarse este control en cada sección del recipiente a lo largo de toda su altura; pero por razones prácticas se debe controlar como mínimo en las siguientes secciones de la carcasa:

- Línea de tangencia.
- Secciones donde se modifica el diámetro de la carcasa (conos).

Si en la comprobación de los espesores en estas secciones se encuentra que es preciso aumentar estos espesores, se hace necesario comprobar más secciones, de forma que el recipiente sea diseñado con unos espesores diferentes a lo largo de su altura (recipiente con espesores escalonados). La mínima altura de igual espesor debe ser el ancho de virola (2 a 2,6m) y en todo caso se debe intentar un equilibrio entre el mínimo número de virolas con diferentes espesores y el mínimo peso de acero utilizado.

Debido a que nuestro depósito no tiene ninguna sección cónica, deberemos comprobar el espesor únicamente en la sección de la línea de tangencia.

La comprobación se realiza con el cálculo a tensión y a compresión, debiendo resultar que en ambos casos el espesor requerido sea menor que el adoptado. Expresado en forma matemática:

$$e \geq \max (e_1, e_2)$$

Como los esfuerzos debidos a presión externa (vacío interno) son despreciables, calcularemos sólo los debidos a presión interna.

Para el cálculo del espesor de la parte sometida a tracción disponemos de la siguiente expresión:

$$e_1 = \frac{P' \cdot D_i}{400 \cdot E \cdot \sigma - 1,2 \cdot P'} + \frac{4 \cdot M_x}{\pi \cdot E \cdot \sigma \cdot D_i^2} \cdot 10^3 - \frac{Q_x}{\pi \cdot \sigma \cdot D_i^2} + c$$

Siendo:

c = sobreespesor de corrosión = 0mm

D_i = diámetro interior del recipiente.

e₁ = espesor requerido para soportar la tracción, mm.

P' = presión interna, más la debida a la columna de líquido

Q_x = peso en operación sobre la sección X-X. Se supone un valor límite igual al peso total del recipiente.

σ = tensión máxima admisible del material = 13,08kg/mm²

E = coeficiente de soldadura = 0,55.

M_x = momento máximo entre las diversas condiciones, kg·m en la sección X-X estudiada. Se puede calcular como:

$$M_x = \frac{S \cdot Q}{H} \cdot \frac{x^2}{10^3} - \frac{1}{3} \cdot \frac{S \cdot Q}{H^2} \cdot \frac{x^3}{10^3}$$

x = altura del punto estudiado respecto al punto más alto del depósito.

Tomaremos la altura de la línea de tangencia que maximice el momento, que será la línea de tangencia superior. Esto se hace para maximizar el espesor de la parte sometida a tracción.

Realizando el cálculo del espesor de la parte sometida a tracción obtenemos:

Depósito (m ³)	D _i (mm)	P' (kg/cm ²)	Q _x (kg)	H (mm)	x (mm)	M _x (kg·m)	e ₁ (mm)
10	2.040	3,901	14.388,48	4.448	3.938,00	1.838,75	2,85
20	2.570	4,010	28.927,28	5.528	4.585,50	4.139,55	3,70

Tabla 92. Espesores obtenidos debidos a los esfuerzos combinados.

Este valor obtenido es menor que el espesor seleccionado para ambos depósitos, por lo que los recipientes soportarán todos los esfuerzos.

3.3.4.- DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

3.3.4.1.- RED DE TUBERÍAS

La red de tuberías está compuesta por cuatro colectores paralelos de acero inoxidable AISI-316 a las que están conectados los depósitos. Éstos colectores están conectados entre si mediante otro colector de acero transversalmente en uno de los extremos y por mangueras de PVC por el lado opuesto. Esto se ha diseñado de esta manera para facilitar las operaciones de mantenimiento o ampliación del proceso, ya que facilitará la entrada de maquinaria y equipos por el lado de las mangueras, ya que están son fácilmente desmontables (Ver Plano 6.4.-P & ID).

3.3.4.2.- CAUDALES MÁXIMOS QUE CIRCULARÁN POR LAS TUBERÍAS

Uno de los propósitos de esta instalación es ser versátil en cuanto a los productos y procesos que se puedan llevar a cabo en ella. Como pudimos ver en el apartado 3.3.1.8.-ESTIMACIÓN DE LAS VENTAS se van a producir 36.000HL/año, lo que supone unos 16.000L/día. Teniendo en cuenta que la jornada laboral es de 8h, se trasegarán una media de 2.000L/h. Sin embargo, parte del tiempo del proceso corresponderá a la mezcla de las distintas materias primas para su homogenización, por lo que deberemos suministrar ser capaces de trasegar rápidamente grandes cantidades de los distintos líquidos, en el menor tiempo posible.

Considerando además posibles picos de producción, vamos a suministrar un caudal constante en todos los puntos de la red de tuberías de 20m³/h. De esta forma conseguimos realizar el llenado y vaciado de los distintos depósitos de una forma rápida: 0,5h para los depósitos de 10.000L y 1h para los de 20.000L (si se tratase de una única sustancia).

3.3.4.3.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LAS TUBERÍAS

La definición de una tubería desde el punto de vista hidráulico se estudia en mecánica de fluidos, por lo que nos limitaremos a indicar las líneas básicas de la sistemática seguida de una manera práctica para la determinación del diámetro de una tubería. Dicho diámetro se establece inicialmente en función del caudal del fluido, que se fija generalmente en base a la experiencia, de modo que se eviten problemas mecánicos, tales como golpes de ariete, erosión del tubo, etc. No obstante, una vez establecido el diámetro será necesario comprobar la aceptabilidad del mismo estudiando que la pérdida de carga que se producirá en el fluido es aceptable y que no se presentan problemas mecánicos.

El caudal de bombeo será de 20m³/h y se estimará un valor medio usual en el diseño de conducciones para la industria alimentaria de 1,5m/s de velocidad. Valores excesivamente altos de la velocidad provocarían una pérdida de carga elevada y esto, a su vez, un gasto innecesario de potencia para la impulsión del fluido. Valores excesivamente bajos de la velocidad podrían provocar la sedimentación de sólidos sedimentables que pueda llevar el fluido, con los consecuentes problemas de atascamiento y obstrucción.

La ecuación básica para el cálculo del diámetro es la ecuación de continuidad:

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = v \left(\frac{m}{h} \right) \cdot S (m^2) = v \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Ecuación 28. Ecuación de continuidad para el cálculo del diámetro de las tuberías.

Siendo: $v = 1,5m/s$; $Q = 20m^3/h = 5,56 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$

Sustituyendo en la expresión anterior:

$$D_{interior} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,56 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,5}} = 6,870 \cdot 10^{-2} m = \mathbf{68,70mm = 2,705in}$$

La conducción estándar que más se aproxima a las dimensiones calculadas es la de **diámetro nominal de 2½ pulgadas**. Los distintos espesores disponibles son:

Tamaño nominal de tubo		D _{ext}		Schedule	Espesor de la pared		D _{int}	
in	mm	in	mm		in	mm	in	mm
2½	63,5	2,875	73,025	5S	0,083	2,108	2,709	68,809
				10S	0,120	3,048	2,635	66,929
				40ST, 40S	0,216	5,486	2,469	62,713
				80XS, 80S	0,300	7,620	2,323	59,004
				160	0,438	11,125	2,125	53,975
				XX	0,600	15,240	1,771	44,983

Tabla 93. Schedule de la tubería.

3.3.4.4.- CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS TUBERÍAS

El espesor de pared de un tubo viene dado por un número (espesor expresado en mm, o fracciones de pulgadas), pero también en la nomenclatura americana hay otras indicaciones convencionales, como es el Schedule (Sch 10, 30, 40, 80, 100, 120, 140, 160 y/o Sch STD (estándar), XS (extra strong), XXS (sobre extra strong)), que están, en cada caso, asociados a espesores numéricos.

Como puede observarse en la siguiente tabla, el tubo necesario de 2,705in (68,70mm) de diámetro interior corresponde en la nomenclatura americana con un tubo de 2½in de tamaño nominal y 5S de Schedule.

Las diferentes normas contienen fórmulas de cálculo del espesor de un tubo en función del diámetro del mismo, material y condiciones de proyecto.

Trabajando con normas americanas, la ANSI B.31.3 da las fórmulas de cálculo del espesor de un tubo metálico para el caso de estar dimensionando redes de tuberías de plantas químicas.

De acuerdo con ANSI B.31.3, el espesor mínimo de pared debido a la presión interna viene dado por:

$$e = \left(\frac{P_{diseño} \cdot D_e}{2 \cdot \sigma} + C \right) \cdot M$$

Ecuación 29. Fórmula de Barlow.

Para tuberías en que: $\frac{D_e}{e} \geq 4$

Siendo:

e = Espesor mínimo del tubo o accesorio en pulgadas, incluyendo 12,5% de tolerancia de fabricación.

P = Presión interna de diseño, en psi.

D_e = Diámetro exterior de la tubería, en pulgadas.

σ = Tensión máxima admitida por el material a la temperatura de proyecto, en psi.

M = Tolerancia de fabricación (1,125 para tubos de acero).

C = Tolerancia o sobreespesor de corrosión, en pulgadas.

Usualmente, la presión de diseño para conducciones se fija atendiendo a los siguientes criterios, que son los que se utilizan en el presente proyecto:

- Si una línea va unida a un equipo a presión, se toma como presión de diseño la presión de diseño del equipo.
- Si la línea pertenece a un sistema que tiene una válvula de seguridad, se toma como presión de diseño la presión de tarado de la válvula.
- Si la línea pertenece a la impulsión de fluido por parte de una bomba centrífuga y no esta protegida por una válvula de seguridad, la presión de diseño no será menor de 1,2 veces la presión diferencial de proyecto más la presión máxima de aspiración de la misma.

En nuestro caso, se cumplen las tres condiciones, por lo que tomaremos el caso más desfavorable.

Los depósitos están diseñados para soportar una presión de 3,5kg/cm² (49,78psi). Además, disponen de válvulas de tarado a 50milibares (0,73psi).

Para calcular la presión de diseño de la bomba aplicamos la ecuación de Bernouilli entre la entrada (aspiración) y la salida (impulsión) de la bomba:

$$\frac{P_a}{\rho \cdot g} + z_a + \frac{v_a^2}{2g} + H = \frac{P_i}{\rho \cdot g} + z_i + \frac{v_i^2}{2g} + h_f$$

Ecuación 30. Ecuación de Bernouilli.

Los términos de velocidad y de posición apenas se ven influenciados al paso por la bomba. Además las pérdidas de carga en el interior de la bomba pueden despreciarse, quedando por tanto:

$$\frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = H_{TOTAL}$$

Donde:

H_{TOTAL} = Pérdidas de carga totales por unidad de masa = 37,68m.c.l. (Ver anexo 3.3.4.5.-PÉRDIDAS DE CARGA)

g = Gravedad = 9,81m/s².

ρ = Densidad del fluido = 1.311kg/m³.

Con lo que obtenemos la siguiente diferencia de presión:

$$\Delta P = 484.599,09Pa = 70,29psi$$

Del catálogo de bombas enológicas que aparece en el anexo 3.5.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA se puede apreciar la presión máxima de aspiración. Elegimos el modelo I-502/2 /inox. de la casa comercial DELOULE o similar. Para este modelo la presión máxima de aspiración (P_a) es 60mca, o lo que es igual **85,37psi**.

Por lo que, tomando ΔP y P_a , la presión de diseño será:

$$P_{diseño} \geq 1,2 \cdot \Delta P + P_a$$

Ecuación 31. Presión de diseño del sistema de tuberías.

Por tanto, **la presión de diseño será de 169,72psi**.

El valor del límite elástico (σ) para el acero inoxidable AISI 316 es:

$$\sigma = 20.000psi$$

Aplicando la Ecuación 29 obtenemos un espesor de la pared de tubería:

$$e = 1,22 \cdot 10^{-2}in = 3,12 \cdot 10^{-1}mm$$

Como se puede apreciar los espesores de las conducciones elegidas superan ampliamente los espesores mínimos requeridos según la fórmula de Barlow. Por lo que el espesor de 2,108mm estandarizado del tubo es válido.

Sólo nos queda comprobar que la fórmula de Barlow se cumple, es decir que $D_e/e \geq 4$ ($73,025/2,108 = 34,64$).

Con este diámetro interior normalizado la velocidad del fluido por el interior de la tubería será:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 5,56 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot (68,81 \cdot 10^{-3} m)^2} = 1,495 \frac{m}{s}$$

Ecuación 32. Velocidad del fluido en la tubería.

Esto confirma la velocidad del líquido que establecimos a priori de 1,5m/s.

3.3.4.5.- PÉRDIDAS DE CARGA

Se estudia la situación más desfavorable que se puede presentar en la planta. Esta situación corresponde al recorrido más largo que se puede dar en la planta, tiene una longitud de 121m. Sobredimensionando un 10%, obtenemos 133m.

3.3.4.5.1.- PÉRDIDAS PRIMARIAS

Estas pérdidas corresponden a las pérdidas de carga producidas por el rozamiento del fluido y son directamente proporcionales a la longitud de la tubería.

Se obtienen mediante la ecuación de Fanning, ya que el fluido circula por una conducción de sección constante y caudal constante:

$$H_f = (4f) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 33. Ecuación de Fanning.

Donde:

H_f = Pérdidas de carga por unidad de masa, en m.c.l.

(4f) = Factor de fricción.

L = Longitud de la tubería, en m.

v = Velocidad del fluido, en m/s.

D = Diámetro de la tubería, en m.

g = Gravedad, en m/s^2 .

Utilizaremos los datos de los fluidos con propiedades extremas, el MCR y el alcohol, y la gráfica de Moody para calcular el factor de fricción. Para ello antes se ha calculado, la rugosidad relativa (ϵ/D) (Ver Anexo 3.4.8.-DIAGRAMA PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD RELATIVA DE TUBERÍAS) y el número de Reynolds para las distintas conducciones.

- La rugosidad relativa para tubos de acero y diámetro interior de 2,709in (68,81mm), es 0,0007 (Ver Anexo 3.4.8.-DIAGRAMA PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD RELATIVA DE TUBERÍAS).
- La rugosidad para mangueras de PVC es de 0,007mm, por lo que la rugosidad relativa para un diámetro de 2,709in (68,81mm) es de $1,02 \cdot 10^{-4}$.
- El número de Reynolds que viene dado por la siguiente expresión:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Ecuación 34. Número de Reynolds.

Donde:

μ = Viscosidad dinámica del fluido, en $\frac{N \cdot s}{m^2}$ $\left(= \frac{Kg}{m \cdot s} \right)$

D = Diámetro interior de tubería, en m.

v = Velocidad del fluido, en m/s.

ρ = Densidad del fluido, en kg/m³.

- Cuando el número de Reynolds nos sitúa en un régimen laminar ($Re < 2.000$), el factor de fricción se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$(4f) = \frac{64}{Re}$$

Ecuación 35. Ecuación para el cálculo del factor de fricción en régimen laminar.

-

Todo lo anterior se resume en la siguiente tabla:

	v	D	ρ	μ	Re	Régimen	Tubería	ϵ/D	$4f$
MCR	1,5	0,06881	1.311	0,2	676,57	Laminar	Acero	$7 \cdot 10^{-4}$	0,095
							PVC	$1,02 \cdot 10^{-4}$	0,095
Alcohol	1,5	0,06881	776,7	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$1,00 \cdot 10^6$	Turbulento	Acero	$7 \cdot 10^{-4}$	0,018
							PVC	$1,02 \cdot 10^{-4}$	0,014

Tabla 94. Cálculo del factor de fricción (4f).

Como se puede observar el factor de fricción más elevado es el que se produce para MCR, por lo que a partir de ahora emplearemos este valor como el factor de fricción para cualquier cálculo de pérdida de carga, ya que se trata de la situación más desfavorable.

$$(4f) = 0,095$$

Con estos datos ya se puede calcular la pérdida de carga debida al rozamiento del fluido con la tubería:

$$H_f = 0,095 \cdot \frac{133}{0,06881} \cdot \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 21,06 \text{m.c.l.}$$

3.3.4.5.2.- PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Estas pérdidas, así denominadas, corresponden a las pérdidas producidas por la inclusión en la línea de los diferentes accesorios que siempre originan turbulencias, cambios de dirección, estrangulamientos de vena, etc.

Para el cálculo de estas pérdidas también se utiliza la ecuación de Fanning, pero en lugar de la longitud de la tubería (L) se usa una longitud equivalente (L_{eq}), que es la longitud de tubo recto que daría lugar a unas pérdidas de carga igual a las que originan los accesorios.

$$h_f = (4f) \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Las longitudes equivalentes se calculan a partir de ábacos (Ver Anexo 3.4.10.-LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCIDENTES).

ACCESORIO	CANTIDAD	L_{eq} (m)/accesorio	L_{eq} (m)
Válvula de retención	1	4,5	4,5
Válvula on/off abierta	50	0,5	25,0
Codo de 90°	7	2,0	14,0
“Te” con descarga lateral	7	4,5	31,5
“Te” con descarga directa	20	1,5	30,0
TOTAL			105,0

Tabla 95. Longitudes equivalentes de los accesorios.

Las pérdidas secundarias serán:

$$h_f = 0,095 \cdot \frac{105}{0,06881} \cdot \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 16,62 \text{m.c.l.}$$

3.3.4.5.3.- PÉRDIDAS TOTALES

Es la suma de las pérdidas de carga primaria y secundaria.

$$H_{TOTAL} = H_f + h_f = 21,06 + 16,62 = 37,68 \text{m.c.l.}$$

3.3.5.- CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE IMPULSIÓN

3.3.5.1.- CÁLCULO DE LA ALTURA ÚTIL

La altura útil es la energía neta que la bomba debe suministrar al fluido. Se calcula aplicando la ecuación de Bernouilli entre los puntos de aspiración (a) e impulsión (i) o descarga para cada línea de flujo. (Ver Ecuación 30. Ecuación de Bernouilli.)

Agrupando términos y despejando la altura útil:

$$H_{\text{útil}} = \frac{(P_i - P_a)}{\rho \cdot g} + (Z_i - Z_a) + \frac{(v_i^2 - v_a^2)}{2 \cdot g} + H_{\text{TOTALi} \rightarrow a}$$

Ecuación 36. Altura útil de una bomba de impulsión.

Donde:

$(Z_i - Z_a)$ = diferencia de cota entre los puntos de descarga y aspiración.

$\frac{(P_i - P_a)}{\rho \cdot g}$ = diferencia de presiones entre los puntos de descarga y aspiración.

$\frac{(v_i^2 - v_a^2)}{2 \cdot g}$ = diferencia de velocidad del flujo en los puntos de descarga y aspiración.

$H_{\text{TOTALi} \rightarrow a}$ = pérdidas de carga entre los puntos de descarga y aspiración.

Siendo, para el caso más desfavorable:

P_a = presión en el punto de aspiración. El vino se aspira desde el fondo inferior de los depósitos. Por tanto, el caso más desfavorable será la presión de proyecto del depósito a la que se le añade el peso de la columna de vino almacenado en dicho depósito. Este dato fue calculado en el apartado 3.3.3.2.-DISEÑO MECANICO DE LOS DEPÓSITOS de los anexos, siendo de 4,010kg/cm² (393.246,7Pa) para los depósitos de 20.000L.

P_i = presión en el punto de descarga. El vino se descarga también desde el fondo inferior del depósito, por lo que sólo se tomará la misma presión anterior de 4,010kg/cm² (393.246,7Pa).

Z_a = cota del punto de aspiración. (Fondo inferior del depósito: 0,300m).

Z_i = cota del punto de descarga. (Fondo superior del depósito: 0,300m).

v_a = velocidad lineal de aspiración = 0m/s, el nivel de fluido en el depósito variará muy lentamente, por lo que podemos despreciar este término.

v_i = velocidad lineal de descarga = 1,50m/s.

$H_{TOTALi \rightarrow a}$ = 37,68m.c.l., como calculamos en el apartado 3.3.4.5.-

PÉRDIDAS DE CARGA de los anexos.

Con todos estos datos aplicamos la Ecuación 36 y obtenemos:

$$H_{\text{útil}} = 37,79\text{m.c.l.}$$

3.3.5.2.- CÁLCULO DE LA ALTURA DE ASPIRACIÓN

- Altura Neta Positiva en Aspiración (NPSH)

Es la altura total del líquido en la cota de referencia de la bomba menos la tensión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo. Se le denomina NPSH (Net Positive Suction Head) y expresa la máxima energía por unidad de peso que el líquido puede perder sin convertirse en vapor (altura máxima a la que puedo colocar la bomba para que no cavite). Para que tenga significado debe definirse como NPSH disponible o requerida.

- NPSH requerida (NPSH_r)

Es una característica de la bomba determinada por prueba o cálculo. Corresponde a la energía necesaria para llenar la parte de aspiración y vencer las pérdidas de rozamiento y aumento de velocidad desde la conexión de aspiración de la bomba hasta el punto en que se añade más energía. Es, repetimos, un valor que depende del diseño constructivo de la bomba y es, por tanto, un dato que debe suministrar el constructor de la misma.

- NPSH disponible (NPSH_d)

Es una característica del sistema y se define como la energía que tiene un líquido en la toma de aspiración de la bomba por encima de la energía del líquido debido a su presión de vapor o, lo que es lo mismo, el $NPSH_d$ es la diferencia de la presión a la entrada de la bomba (punto e) y la tensión de vapor del fluido a la presión y temperatura de funcionamiento, medidas ambas en metros de columna de líquido. Representa la máxima energía por unidad de peso que el fluido puede perder sin convertirse en vapor.

$$NPSH_d = \frac{P_e - P_{sat}}{\rho \cdot g} + \frac{v_e^2}{2 \cdot g}$$

Ecuación 37. Altura neta positiva de aspiración disponible.

Para que el funcionamiento de la bomba sea correcto y se eviten problemas de cavitación, esto es, formación de burbujas de vapor que al llegar a zonas de mayor presión pasarían a líquido originando ruidos, vibraciones, corrosión, arranque de material en los bordes de los rodets y descenso del rendimiento, la energía que posee el líquido a la entrada de la bomba debe ser mayor que la estipulada por el fabricante como necesaria para el funcionamiento de la bomba. Por tanto, siempre al seleccionar una bomba debe cumplirse:

$$NPSH_d \geq NPSH_r$$

Como resumen se puede decir que el $NPSH_d$ es la energía que posee el líquido a la entrada de la bomba y el $NPSH_r$ es la que debe tener el líquido para un buen funcionamiento de la misma.

A fin de evitar problemas de cavitación. En la práctica se suele exigir que el $NPSH_d$ sea al menos un 20% superior al $NPSH_r$. Para realizar los cálculos es más práctico referir la presión de entrada a la bomba a la de la superficie del líquido en la aspiración de la misma. Para ello, basta con aplicar la ecuación de Bernouilli entre los puntos de aspiración (punto a) y de entrada a la bomba (punto e). Considerando que la velocidad del flujo es nula en el punto de aspiración, al disminuir el nivel de líquido muy lentamente. Operando:

$$NPSH_d = \frac{P_a - P_{sat}}{\rho \cdot g} + (Z_a - Z_e) - H_{TOTALa \rightarrow e}$$

Ecuación 38. Altura neta positiva de aspiración disponible de la bomba.

Las pérdidas de cargas que se puedan dar entre el punto de aspiración y la entrada a la bomba serán siempre menores que las que se producirán en la conducción completa calculada en el apartado del anexo 3.3.4.5.-PÉRDIDAS DE CARGA. El cálculo se realiza de forma análoga al que se realizó en dicho apartado pero considerando exclusivamente los accesorios y conducciones que comprendan el tramo desde la aspiración a la entrada de la bomba.

Pasamos a evaluar los distintos términos que forman parte de la ecuación de NPSH_d:

P_a = presión en la superficie de aspiración. El vino se aspira desde el fondo inferior de los depósitos donde el valor de la presión será aproximadamente de $4,010\text{kg/cm}^2$ ($393.246,7\text{Pa}$).

P_{sat} = presión de saturación del vino. Según la bibliografía consultada se toma el siguiente valor: $P_{\text{sat}} = 2,70 \cdot 10^{-2}\text{kg/cm}^2 = 2649\text{Pa}$.

ρ = densidad del vino = 985kg/m^3 .

Z_a = cota de la superficie de aspiración. El fondo inferior de los depósitos se encuentra a $0,300\text{m}$.

Z_e = la bomba estará situada en el suelo de la nave por la que el punto de entrada a la misma se encontrará a $Z_e = 0\text{m}$.

$H_{\text{TOTALa} \rightarrow \text{e}}$ = pérdida de carga total entre los puntos evaluados. Esta pérdida de carga corresponderá al tramo más largo entre depósito y bomba.

- Cálculo de las pérdidas de carga en la tubería de aspiración ($H_{\text{TOTALa} \rightarrow \text{e}}$)

Realizaremos un cálculo análogo al realizado en el apartado de los anexos 3.3.4.5.-PÉRDIDAS DE CARGA.

$$H_{TOTALa \rightarrow e} = H_f + h_f$$

Aplicaremos la ecuación de Fanning en el tramo de tubería entre el tanque de almacenamiento más alejado (caso más desfavorable) y la bomba de impulsión.

Donde:

$$H_f = (4f) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = (4f) \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Sustituyendo:

$$H_{TOTALa \rightarrow e} = (4f) \cdot \frac{(L + L_{eq})}{D_i} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

L = Máxima distancia entre un tanque y la bomba = 67,478m ≈ 68m.

D_i = Diámetro interior de la tubería = 0,06881m.

(4f) = Factor de fricción = 0,095. (Ver 3.3.4.5.2.-PÉRDIDAS SECUNDARIAS).

Para el cálculo de la longitud equivalente debida a las pérdidas provocadas por los accesorios, consideraremos los siguientes elementos incluidos en la línea de aspiración:

ACCESORIO	CANTIDAD	L _{eq} (m)/accesorio	L _{eq} (m)
Válvula on/off abierta	33	0,5	16,5
Codo de 90°	5	2	10
“Te” con descarga lateral	4	4,5	18
“Te” con descarga directa	13	1,5	19,5
TOTAL			64

Tabla 96. Longitudes equivalentes en la línea de aspiración.

Por lo que las pérdidas de carga en la línea de aspiración:

$$H_{TOTALa \rightarrow e} = 0,095 \cdot \frac{(68 + 64)}{0,06881} \cdot \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 20,90m.c.l.$$

Con esto, ya estamos en condiciones de calcular el NPSH_d:

$$NPSH_d = \frac{393.246,7 - 2.649}{985 \cdot 9,81} + 0,300 - 20,90 = 19,82m.c.l.$$

Con esto podemos establecer la altura neta positiva de aspiración requerida de la bomba que utilizaremos.

$$NPSH_d \approx 1,2 \cdot NPSH_r \Rightarrow NPSH_r \approx \frac{NPSH_d}{1,2} = \frac{19,82}{1,2} = 16,52m.c.l.$$

3.3.5.3.- CÁLCULO DE LA POTENCIA

3.3.5.3.1.- POTENCIA ÚTIL

La potencia útil, W, es la potencia neta que la bomba comunica al fluido, es decir es la potencia invertida en impulsar el caudal de vino hasta la altura útil.

La ecuación utilizada para calcular la potencia es la siguiente:

$$W_{\text{útil}} = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H_{\text{útil}}$$

Ecuación 39. Potencia útil de la bomba.

Siendo:

Q = caudal que suministra la bomba (m³/s) = 5,56 · 10⁻³ m³/s

ρ = densidad del fluido que se impulsa (kg/m³) = 1.311 kg/m³

g = aceleración de la gravedad (m/s²) = 9,81 m/s²

H = altura útil (m) = 37,79 m.c.l.

Por lo que obtenemos que:

$$W_{\text{útil}} = 2.702,24W = 362,38CV$$

3.3.5.3.2.- POTENCIA DE ACCIONAMIENTO

Por otro lado, tenemos la potencia de accionamiento o potencia mecánica absorbida por el eje de la bomba, que es la potencia que debe suministrarse a la bomba para que ésta suministre al fluido la potencia útil. Equivale a la potencia hidráulica más la potencia consumida en rozamientos. La potencia de accionamiento es función del rendimiento total de la bomba:

$$W_a = \frac{W_{\text{útil}}}{\eta_{\text{total}}}$$

Ecuación 40. Potencia de accionamiento de la bomba.

El rendimiento total de la bomba, es el producto de tres rendimientos: el hidráulico, el volumétrico y el mecánico. A modo de estimación vamos a tomar como rendimiento total el 50%.

Por lo que el la potencia de accionamiento necesaria será:

$$W_a = 5.404,47W = 7,25CV$$

Se recomienda que la potencia de accionamiento sea un 20-25% superior a la calculada, por lo que la bomba seleccionada debe tener una potencia de accionamiento de **6,76kW (9,07CV)**.

3.3.5.4.- ELECCIÓN DE LA BOMBA

Una vez calculados todos los parámetros anteriores (diseño conducciones, pérdidas de carga y potencia necesaria) estamos en disposición de elegir las bombas a utilizar.

Las bombas seleccionadas deben ser aptas para el trasiego de alimentos, capaces de aportar el caudal y la altura necesarios, de fácil manejo y mantenimiento y duraderas.

Se elige para el llenado y vaciado de los depósitos **bombas centrífugas autoaspirantes de rodete flexible**. Estas bombas presentan una gran versatilidad (trasiegos de vinos, carga de los calentadores de placas o de las máquinas embotelladoras, suministro de agua y productos de limpieza, etc.), transportan el mosto sin brusquedades, presentan la posibilidad de una ampliación del sistema, fáciles de limpiar y trabajar con ellas, sus piezas interiores están fabricadas en acero inoxidable por lo que tienen una larga duración.

En caso de disponer de equipos similares, para la elección de una bomba u otra se ha de seguir el siguiente criterio:

1. Se elige primero la bomba de menor NPSH, para evitar la cavitación. Se debe cumplir que $NPSH_{disponible} \geq NPSH_{requerido}$ por el fabricante.
2. Se elige a continuación la bomba que proporcione la mayor altura útil ($H_{\text{útil}}$).
3. Se selecciona la bomba que tenga mayor rendimiento.
4. Se selecciona la bomba que consume menos potencia (mayor consumo eléctrico). Es decir, menor potencia de accionamiento.
5. En el caso de que los requisitos anteriores sean coincidentes para distintas bombas, se elige la bomba que tenga un menor diámetro de rodete, ya que los costes serán menores.

La bomba seleccionada debe tener las siguientes características:

- Fluido a impulsar: vino, MCR o alcohol de vino.
- Caudal: $20\text{m}^3/\text{h}$.
- Altura útil: $37,79\text{mcl}$
- Carga neta de aspiración requerida $< 16,52\text{mcl}$
- Potencia de accionamiento $\geq 6,76\text{kW}$

Así, seleccionaremos la bomba I-502/2 de la casa Deloule o similar cuyas características se pueden observar en el Anexo 3.5.1.-EQUIPOS DE IMPULSIÓN.

3.3.6.- CÁLCULO DEL NITRÓGENO NECESARIO

3.3.6.1.- INERTIZACIÓN

Sólo consideraremos el nitrógeno necesario para inertizar el sistema, ya que los vinos utilizados como materias primas no contienen O₂ disuelto por ser vino acabados de otros procesos de la bodega. Emplearemos la Fig. 76. Volumen de gas nitrógeno utilizado en la operación de inertización.

Calcularemos el nitrógeno necesario para desplazar el contenido de O₂ de cada depósito de 10.000L, de 20.000L y por cada metro lineal de tubería (D_{int} = 69mm) vacíos, desde la concentración atmosférica hasta el 1%.

La tubería es un cilindro de 1m de largo y 0,069m de diámetro, por lo que tiene un volumen de 3,74L.

En el gráfico, el “volumen de gas” que corresponde al 1% del eje “porcentaje de oxígeno” es 3,25. Por lo que necesitaremos 3,25L de N₂/ L de capacidad.

Así que para cada uno de los equipos necesitaremos:

Equipo	V _{nominal}	V _{total} (L)	V _{libre} (L)	N ₂ (L)
Depósito 10m ³	10.000,00	12.431,91	2.431,91	7.903,71
Depósito 20m ³	20.000,00	24.868,22	4.868,22	15.821,72
1m de tubería	3,74	3,74	3,74	12,16

Tabla 97. Volumen de N₂ necesario para la inertización.

3.3.6.2.- HOMOGENIZACIÓN

El sistema de homogenización suministrará un caudal de 20m³/h de N₂ a 0,5bar (0,49atm) de presión. Ya que por experiencia se ha comprobado que para realizar un buen coupage o blending es necesario un bar de presión por cada 10m.c.l. a homogenizar. Teniendo en cuenta que los depósitos de formulación miden algo más de 4m, con medio bar será suficiente.

La homogenización constará de 5 ciclos de 30 segundos de difusión de nitrógeno seguidos de 90 segundos de reposo. Por lo que la homogenización durará 10 minutos y se inyectarán 3,33m³ de nitrógeno.

El nitrógeno se encuentra en botellas a temperatura ambiente de 25°C, por lo que empleando la Ecuación 41 obtendremos el número de moles de suministrados:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Ecuación 41. Ley de los Gases Ideales.

Con esta cantidad (72,89mol N₂) calcularemos el volumen que necesitaríamos en condiciones normales de presión y temperatura (1atm y 273K), utilizando de nuevo la Ecuación 41.

Por lo que necesitaríamos **1,63Nm³ (2,04kg) de N₂ por cada 10m³ de producto** homogenizado, que es la capacidad de uno de los depósitos de formulación.

A continuación resumiremos los consumos de nitrógeno necesarios:

Días	Producto (m ³)	N ₂ (Nm ³)	N ₂ (kg)
1/144 (10min.)	10	1,63	2,04
1	16	2,61	3,26
20 (1 mes)	320	52,16	65,20

Tabla 98. Estimación del consumo de N₂.

3.4.- GRÁFICAS Y TABLAS

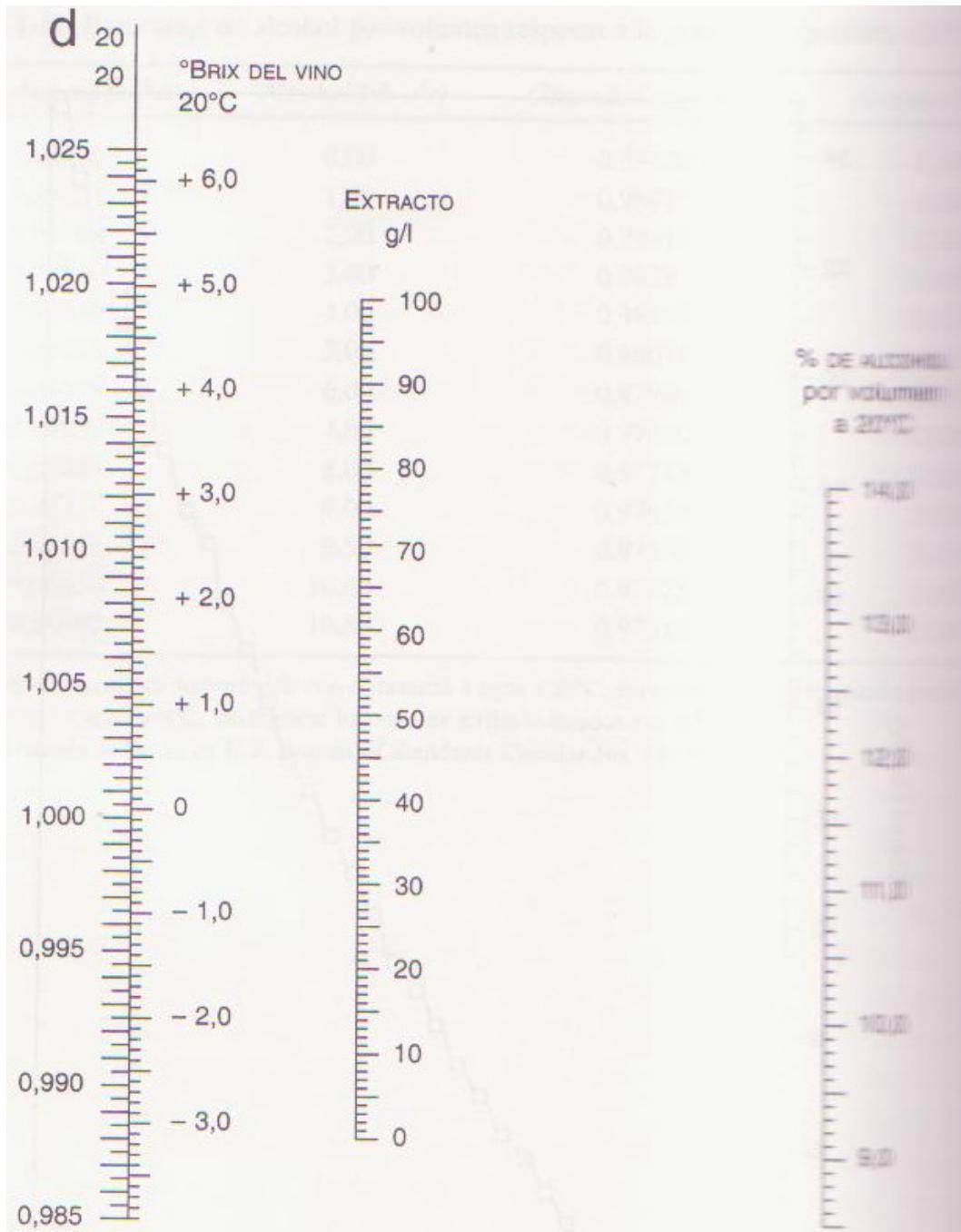
3.4.1.- CONVERSIÓN ENTRE GRAVEDAD ESPECÍFICA, °BRIX, BAUMÉ, PORCENTAJE DE AZÚCAR Y ÖECHSLE

°Brix	°Baumé	Gravedad específica a 20/20	Gravedad específica a 20/4	Gravedad específica a 15/4	% Azúcar (p/v)
0,0	0,0	1,0000	0,9982	1,0009	0,0
0,4	0,2	1,0016	0,9998	1,0025	0,4
0,8	0,4	1,0031	1,0013	1,0040	0,8
1,2	0,7	1,0047	1,0029	1,0056	1,2
1,6	0,9	1,0062	1,0045	1,0071	1,6
2,0	1,1	1,0078	1,0060	1,0087	2,0
2,4	1,3	1,0094	1,0076	1,0103	2,4
2,8	1,6	1,0109	1,0091	1,0118	2,8
3,2	1,8	1,0125	1,0107	1,0134	3,2
3,6	2,0	1,0141	1,0123	1,0150	3,6
4,0	2,2	1,0157	1,0139	1,0166	4,1
4,4	2,4	1,0173	1,0155	1,0182	4,5
4,8	2,7	1,0189	1,0171	1,0198	4,9
5,2	2,9	1,0204	1,0186	1,0213	5,3
5,6	3,1	1,0021	1,0203	1,0262	6,6
6,0	3,3	1,0237	1,0219	1,0246	6,1
6,4	3,6	1,0253	1,0235	1,0262	6,6
6,8	3,8	1,0269	1,0251	1,0278	7,0
7,2	4,0	1,0285	1,0267	1,0294	7,4
7,6	4,2	1,0301	1,0283	1,0310	7,8
8,0	4,4	1,0318	1,0300	1,0327	8,2
8,4	4,7	1,0334	1,0316	1,0343	8,7
8,8	4,9	1,0350	1,0332	1,0359	9,1
9,2	5,1	1,0367	1,0349	1,0376	9,5
9,6	5,3	1,0383	1,0365	1,0392	10,0
10,0	5,6	1,0400	1,0382	1,0409	10,4
10,4	5,8	1,0416	1,0398	1,0425	10,8
10,8	6,0	1,0433	1,0415	1,0442	11,2
11,2	6,2	1,0450	1,0432	1,0459	11,7
11,6	6,4	1,0466	1,0448	1,0475	12,1
12,0	6,7	1,0483	1,0464	1,0492	12,6
12,4	6,9	1,0500	1,0481	1,0509	13,0
12,8	7,1	1,0517	1,0498	1,0526	13,4
13,2	7,3	1,0534	1,0515	1,0543	13,9
13,6	7,6	1,0551	1,0532	1,0561	14,3
14,0	7,8	1,0568	1,0549	1,0578	14,8
14,4	8,0	1,0585	1,0566	1,0595	15,2
14,8	8,2	1,0602	1,0683	1,0612	15,7
15,2	8,4	1,0619	1,0600	1,0629	16,1
15,6	8,7	1,0636	1,0617	1,0646	16,6
16,0	8,9	1,0653	1,0634	1,0663	17,0
16,4	9,1	1,0671	1,0652	1,0681	17,5
16,8	9,3	1,0688	1,0669	1,0698	17,9

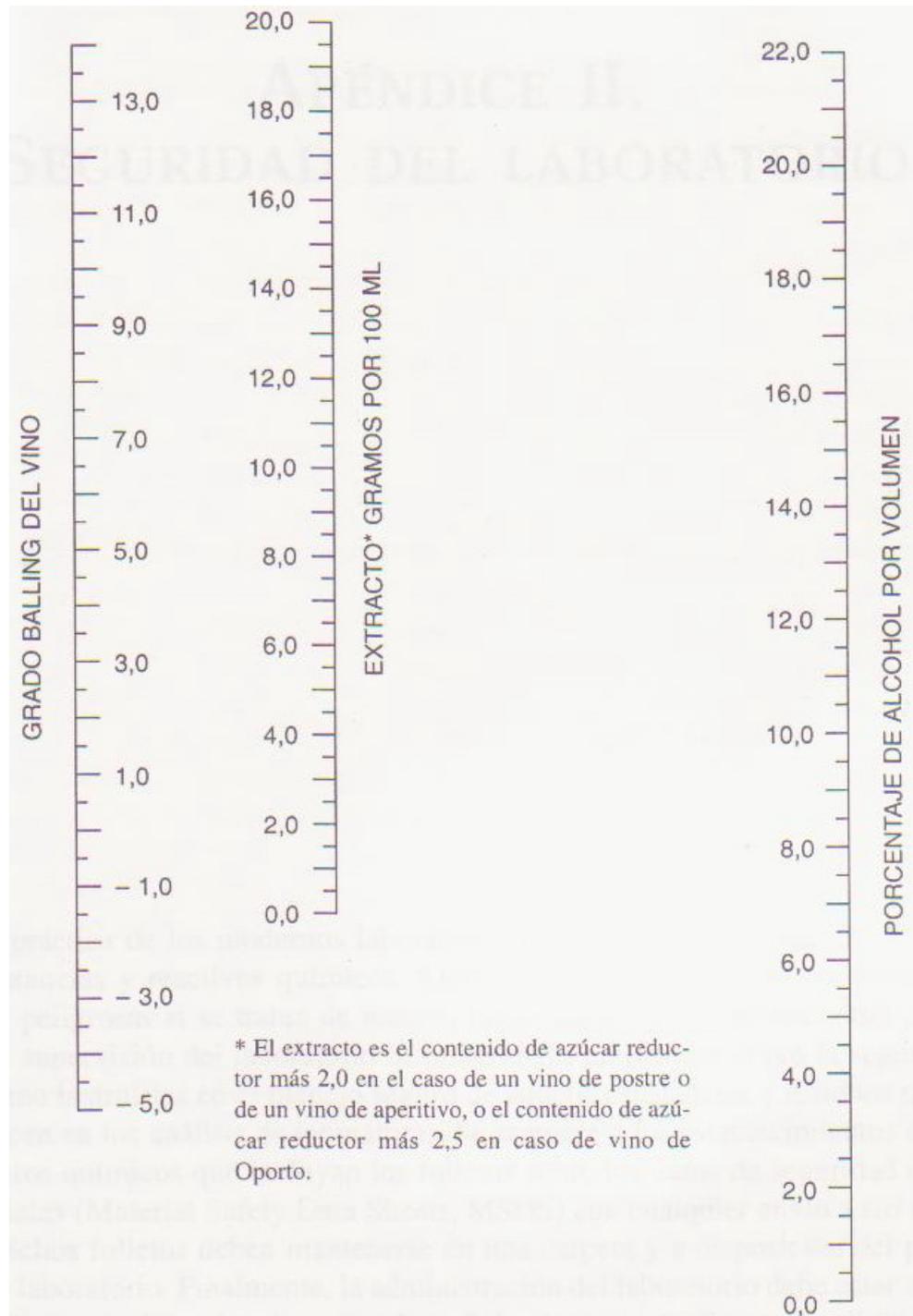
(continúa)

<i>°Brix</i>	<i>°Baumé</i>	<i>Gravedad específica a 20/20</i>	<i>Gravedad específica a 20/4</i>	<i>Gravedad específica a 15/4</i>	<i>% Azúcar (p/v)</i>
17,2	9,6	1,0706	1,0687	1,0716	18,4
17,6	9,8	1,0723	1,0704	1,0733	18,8
18,0	10,0	1,0740	1,0721	1,0750	19,3
18,4	10,2	1,0758	1,0739	1,0768	19,8
18,8	10,4	1,0776	1,0757	1,0786	20,2
19,2	10,7	1,0793	1,0774	1,0803	20,7
19,6	10,9	1,0811	1,0792	1,0821	21,2
20,0	11,1	1,0829	1,0810	1,0839	21,6
20,4	11,3	1,0846	1,0827	1,0856	22,1
20,8	11,6	1,0864	1,0845	1,0874	22,6
21,2	11,8	1,0882	1,0863	1,0892	23,0
21,6	12,0	1,0900	1,0881	1,0910	23,5
22,0	12,2	1,0918	1,0899	1,0928	24,0
22,4	12,4	1,0927	1,0908	1,0937	24,4
22,8	12,7	1,0945	1,0926	1,0955	24,9
23,2	12,9	1,0964	1,0945	1,0974	25,4
23,6	13,1	1,0982	1,0963	1,0992	25,9
24,0	13,3	1,1009	1,0990	1,1019	26,4
24,4	13,6	1,1028	1,1009	1,1038	26,9
24,8	13,8	1,1046	1,1026	1,1056	27,4
25,2	14,0	1,1064	1,1044	1,1074	27,9
25,6	14,2	1,1083	1,1063	1,1093	28,4
26,0	14,4	1,1101	1,1081	1,1111	28,9

3.4.2.- NOMOGRAFÍA DE VINOS DE MESA



3.4.3.- NOMOGRAFÍA DE VINOS DE POSTRE



3.4.4.- CORRECCIONES DE TEMPERATURA DE LOS HIDRÓMETROS DE ALCOHOL

Contenido de alcohol observado (% vol)	Sumar								Restar									
	57°F	58°F	59°F	61°F	62°F	63°F	64°F	65°F	66°F	67°F	68°F	69°F	70°F	72°F	74°F	76°F	78°F	80°F
	13,9°C	14,4°C	15,0°C	16,1°C	16,7°C	17,2°C	17,8°C	18,3°C	18,9°C	19,4°C	20,0°C	20,6°C	21,1°C	22,2°C	23,3°C	24,4°C	25,6°C	26,7°C
1	0,14	0,10	0,05	0,05	0,10	0,16	0,22	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62	0,77	0,93			
2	0,14	0,10	0,05	0,05	0,11	0,17	0,23	0,29	0,35	0,42	0,48	0,56	0,63	0,78	0,94	1,10	1,28	1,46
3	0,14	0,10	0,05	0,06	0,12	0,81	0,24	0,30	0,36	0,43	0,50	0,57	0,64	0,80	0,96	1,13	1,31	1,50
4	0,14	0,10	0,05	0,06	0,12	0,19	0,25	0,32	0,38	0,45	0,52	0,59	0,67	0,83	1,00	1,17	1,35	1,54
5	0,15	0,10	0,05	0,07	0,13	0,20	0,26	0,33	0,40	0,47	0,54	0,62	0,70	0,86	1,03	1,21	1,40	1,60
6	0,17	0,11	0,06	0,07	0,14	0,20	0,27	0,34	0,42	0,50	0,57	0,66	0,74	0,90	1,09	1,27	1,46	1,66
7	0,18	0,12	0,06	0,07	0,14	0,21	0,29	0,36	0,44	0,52	0,60	0,68	0,77	0,94	1,13	1,32	1,52	1,73
8	0,19	0,13	0,06	0,08	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,64	0,73	0,81	0,99	1,18	1,38	1,59	1,80
9	0,21	0,14	0,07	0,08	0,16	0,24	0,32	0,41	0,50	0,58	0,67	0,76	0,86	1,04	1,25	1,46	1,67	1,89
10	0,23	0,16	0,08	0,08	0,17	0,25	0,34	0,43	0,52	0,61	0,71	0,80	0,90	1,10	1,32	1,54	1,76	1,99
11	0,25	0,16	0,08	0,09	0,18	0,27	0,37	0,46	0,56	0,65	0,75	0,85	0,96	1,16	1,39	1,61	1,84	2,09
12	0,27	0,18	0,09	0,10	0,20	0,29	0,39	0,49	0,59	0,70	0,80	0,91	1,02	1,23	1,46	1,70	1,94	2,20
13	0,29	0,19	0,10	0,10	0,21	0,31	0,42	0,52	0,63	0,74	0,85	0,97	1,08	1,31	1,55	1,80	2,05	2,31
14	0,32	0,21	0,11	0,11	0,22	0,32	0,44	0,55	0,66	0,78	0,91	1,02	1,14	1,39	1,65	1,91	2,17	2,44
15	0,35	0,23	0,12	0,12	0,24	0,35	0,48	0,60	0,71	0,84	0,97	1,10	1,23	1,50	1,76	2,03	2,30	2,58
16	0,37	0,24	0,12	0,13	0,26	0,38	0,52	0,65	0,77	0,90	1,03	1,17	1,31	1,60	1,88	2,16	2,44	2,72
17	0,40	0,26	0,13	0,14	0,27	0,41	0,54	0,68	0,82	0,96	1,10	1,25	1,40	1,70	1,99	2,28	2,58	2,87
18	0,44	0,29	0,14	0,14	0,29	0,44	0,58	0,73	0,88	1,03	1,18	1,33	1,49	1,80	2,10	2,41	2,72	3,02
19	0,47	0,32	0,16	0,15	0,30	0,46	0,62	0,78	0,94	1,10	1,26	1,42	1,58	1,90	2,22	2,54	2,86	3,17
20	0,51	0,34	0,17	0,16	0,32	0,49	0,66	0,82	0,98	1,15	1,33	1,48	1,65	2,00	2,32	2,65	2,98	3,33
21	0,53	0,35	0,18	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,20	1,38	1,54	1,72	2,06	2,41	2,76	3,10	3,45
22	0,56	0,38	0,19	0,17	0,36	0,53	0,71	0,90	1,07	1,25	1,44	1,61	1,78	2,13	2,48	2,84	3,20	3,56
23	0,58	0,40	0,20	0,18	0,37	0,55	0,74	0,92	1,11	1,30	1,49	1,66	1,84	2,20	2,56	2,93	3,30	3,67
24	0,60	0,40	0,20	0,18	0,38	0,56	0,77	0,96	1,16	1,34	1,53	1,71	1,91	2,27	2,63	3,01	3,40	3,8

		Grado aparente de fuerza alcohólica a 20°C																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Temperatura (°C)	0	0,76	0,77	0,82	0,87	0,95	1,04	1,16	1,31	1,49	1,70	1,95	2,26	2,62	3,03	3,49	4,02	4,56	5,11
	1	0,81	0,83	0,87	0,92	1,00	1,09	1,20	1,35	1,52	1,73	1,97	2,26	2,59	2,97	3,40	3,87	4,36	4,86
	2	0,85	0,87	0,92	0,97	1,04	1,13	1,24	1,38	1,54	1,74	1,97	2,24	2,54	2,89	3,29	3,72	4,17	4,61
	3	0,88	0,91	0,95	1,00	1,07	1,15	1,26	1,39	1,55	1,73	1,95	2,20	2,48	2,80	3,16	3,55	3,95	4,36
	4	0,90	0,92	0,97	1,02	1,09	1,17	1,27	1,40	1,55	1,72	1,92	2,15	2,41	2,71	3,03	3,38	3,75	4,11
	5	0,91	0,93	0,98	1,03	1,10	1,17	1,27	1,39	1,53	1,69	1,87	2,08	2,33	2,60	2,89	3,21	3,54	3,86
	6	0,92	0,94	0,98	1,02	1,09	1,16	1,25	1,37	1,50	1,65	1,82	2,01	2,23	2,47	2,74	3,02	3,32	3,61
	7	0,91	0,93	0,97	1,01	1,07	1,14	1,23	1,33	1,45	1,59	1,75	1,92	2,12	2,34	2,58	2,83	3,10	3,36
	8	0,89	0,91	0,94	0,98	1,04	1,11	1,19	1,28	1,39	1,52	1,66	1,82	2,00	2,20	2,42	2,65	2,88	3,11
	9	0,86	0,88	0,91	0,95	1,01	1,07	1,14	1,23	1,33	1,44	1,57	1,71	1,87	2,05	2,24	2,44	2,65	2,86
	10	0,82	0,84	0,87	0,91	0,96	1,01	1,08	1,16	1,25	1,35	1,47	1,60	1,74	1,89	2,06	2,24	2,43	2,61
	11	0,78	0,79	0,82	0,86	0,90	0,95	1,01	1,08	1,16	1,25	1,36	1,47	1,60	1,73	1,88	2,03	2,20	2,36
	12	0,72	0,74	0,76	0,79	0,83	0,88	0,93	0,99	1,07	1,15	1,24	1,34	1,44	1,56	1,69	1,82	1,96	2,10
	13	0,66	0,67	0,69	0,72	0,76	0,80	0,84	0,90	0,96	1,03	1,11	1,19	1,28	1,38	1,49	1,61	1,73	1,84
	14	0,59	0,60	0,62	0,64	0,67	0,71	0,74	0,79	0,85	0,91	0,97	1,04	1,12	1,20	1,29	1,39	1,49	1,58
	15	0,51	0,52	0,53	0,55	0,58	0,61	0,64	0,68	0,73	0,77	0,83	0,89	0,95	1,02	1,09	1,16	1,24	1,32
	16	0,42	0,43	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	0,56	0,60	0,63	0,67	0,72	0,77	0,82	0,88	0,94	1,00	1,06
	17	0,33	0,33	0,34	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,55	0,59	0,62	0,67	0,71	0,75	0,80
	18	0,23	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51	0,53
19	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,27	

		Grado aparente de fuerza alcohólica a 20°C																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Temperatura (°C)	Restar	21	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,28
		22	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,36	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,55
		23	0,40	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51	0,54	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82
		24	0,55	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73	0,73	0,77	0,81	0,85	0,89	0,94	0,99	1,04	1,10
		25	0,69	0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,93	0,93	0,97	1,02	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31	1,37
		26	0,85	0,87	0,90	0,93	0,96	1,00	1,04	1,08	1,13	1,13	1,18	1,24	1,30	1,36	1,43	1,50	1,57	1,65
		27		1,03	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23	1,28	1,34	1,34	1,40	1,46	1,53	1,60	1,68	1,76	1,84	1,93
		28		1,21	1,25	1,29	1,33	1,38	1,43	1,49	1,55	1,55	1,62	1,69	1,77	1,85	1,93	2,02	2,11	2,21
		29		1,39	1,43	1,47	1,52	1,58	1,63	1,70	1,76	1,76	1,84	1,92	2,01	2,10	2,19	2,29	2,39	2,50
		30		1,57	1,61	1,66	1,72	1,78	1,84	1,91	1,98	1,98	2,07	2,15	2,25	2,35	2,45	2,56	2,67	2,78
		31		1,75	1,80	1,86	1,92	1,98	2,05	2,13	2,21	2,21	2,30	2,39	2,49	2,60	2,71	2,83	2,94	3,07
		32		1,94	2,00	2,06	2,13	2,20	2,27	2,35	2,44	2,44	2,53	2,63	2,74	2,86	2,97	3,09	3,22	3,36
		33			2,20	2,27	2,34	2,42	2,50	2,58	2,67	2,67	2,77	2,88	2,99	3,12	3,24	3,37	3,51	3,65
		34			2,41	2,48	2,56	2,64	2,72	2,81	2,91	2,91	3,02	3,13	3,25	3,38	3,51	3,65	3,79	3,94
		35			2,62	2,70	2,78	2,86	2,95	3,05	3,16	3,16	3,27	3,39	3,51	3,64	3,78	3,93	4,08	4,23
		36			2,83	2,91	3,00	3,09	3,19	3,29	3,41	3,41	3,53	3,65	3,78	3,91	4,05	4,21	4,37	4,52
		37				3,13	3,23	3,33	3,43	3,54	3,65	3,65	3,78	3,91	4,04	4,18	4,33	4,49	4,65	4,82
		38				3,36	3,47	3,57	3,68	3,79	3,91	3,91	4,03	4,17	4,31	4,46	4,61	4,77	4,94	5,12
		39				3,59	3,70	3,81	3,93	4,05	4,17	4,17	4,30	4,44	4,58	4,74	4,90	5,06	5,23	5,41
		40				3,82	3,94	4,06	4,18	4,31	4,44	4,44	4,57	4,71	4,86	5,02	5,19	5,36	5,53	5,71

3.4.5.- FACTORES DE CORRECCIÓN PARA LAS MEDICIONES DEL HIDRÓMETRO BRIX TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 68°F (20°C)

		°Brix								
Temp. (°C)		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Restar del grado indicado	0	0,30	0,49	0,65	0,77	0,89	0,99	1,08	1,16	1,24
	5	0,36	0,47	0,56	0,65	0,73	0,80	0,86	0,91	0,97
	10	0,32	0,38	0,43	0,48	0,52	0,57	0,60	0,64	0,67
	11	0,31	0,35	0,40	0,44	0,48	0,51	0,55	0,58	0,60
	12	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,52	0,54
	13	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,46	0,48
	14	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,40	0,41
	15	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,34
	16	0,17	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28
	17	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21
	18	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14
	19	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
20°C										
Añadir al grado indicado	21	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
	22	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15
	23	0,16	0,16	0,17	0,17	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22
	24	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
	25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38
	26	0,33	0,34	0,36	0,37	0,40	0,40	0,42	0,44	0,46
	27	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54
	28	0,46	0,47	0,49	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61
	29	0,54	0,55	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,70
	30	0,61	0,62	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,76	0,78
	35	0,99	1,01	1,02	1,06	1,10	1,13	1,16	1,18	1,20

3.4.6.- FACTORES DE CORRECCIÓN DE LAS MEDICIONES DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN TOMADAS A TEMPERATURAS DISTINTAS DE 20°C (68°F)

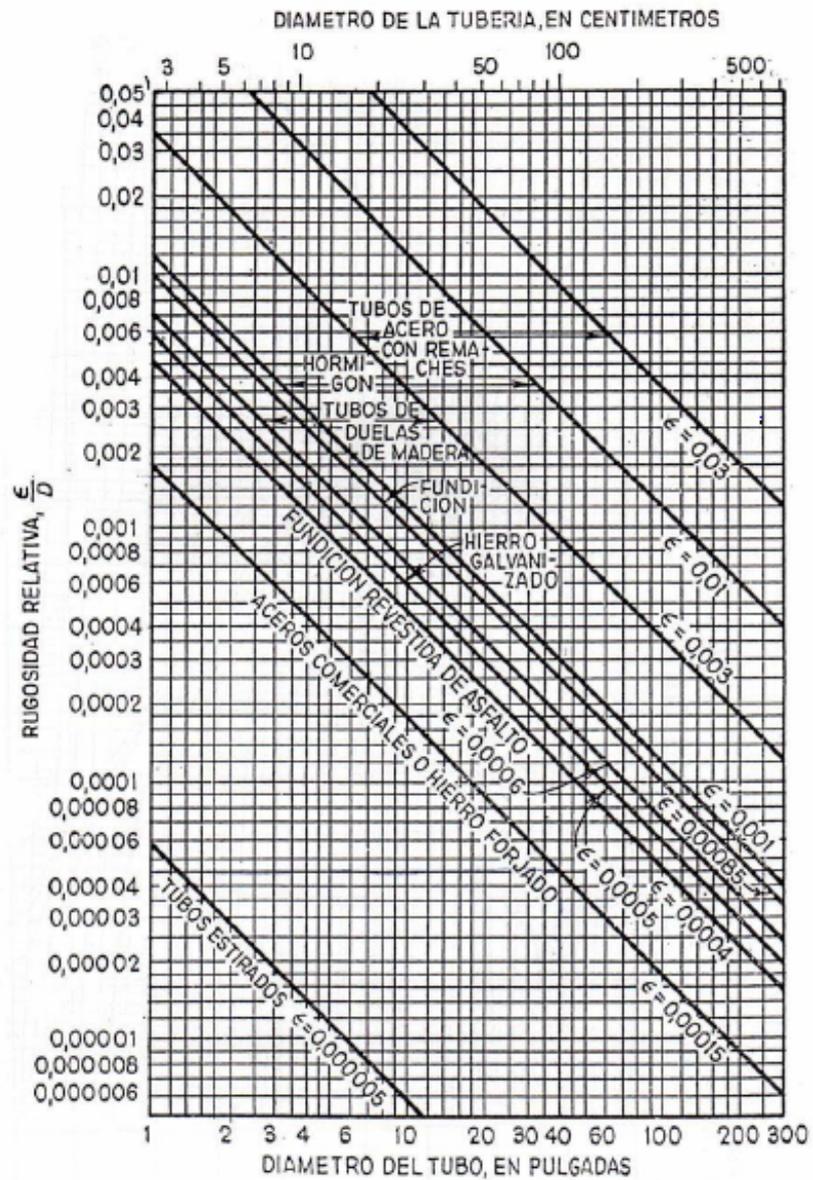
**Tabla internacional de corrección de temperatura (1936)
para el modelo normalizado de refractómetro por encima y por debajo de 20°C.**

Temp. °C	Porcentaje de sacarosa															
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	
	Restar del porcentaje de sacarosa															
10	0,50	0,54	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	
11	0,46	0,49	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	
12	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,61	0,63	0,63	
13	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,54	0,55	0,55	
14	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	0,48	
15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40	
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	
17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	
18	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
	Sumar al porcentaje de sacarosa															
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	
27	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	

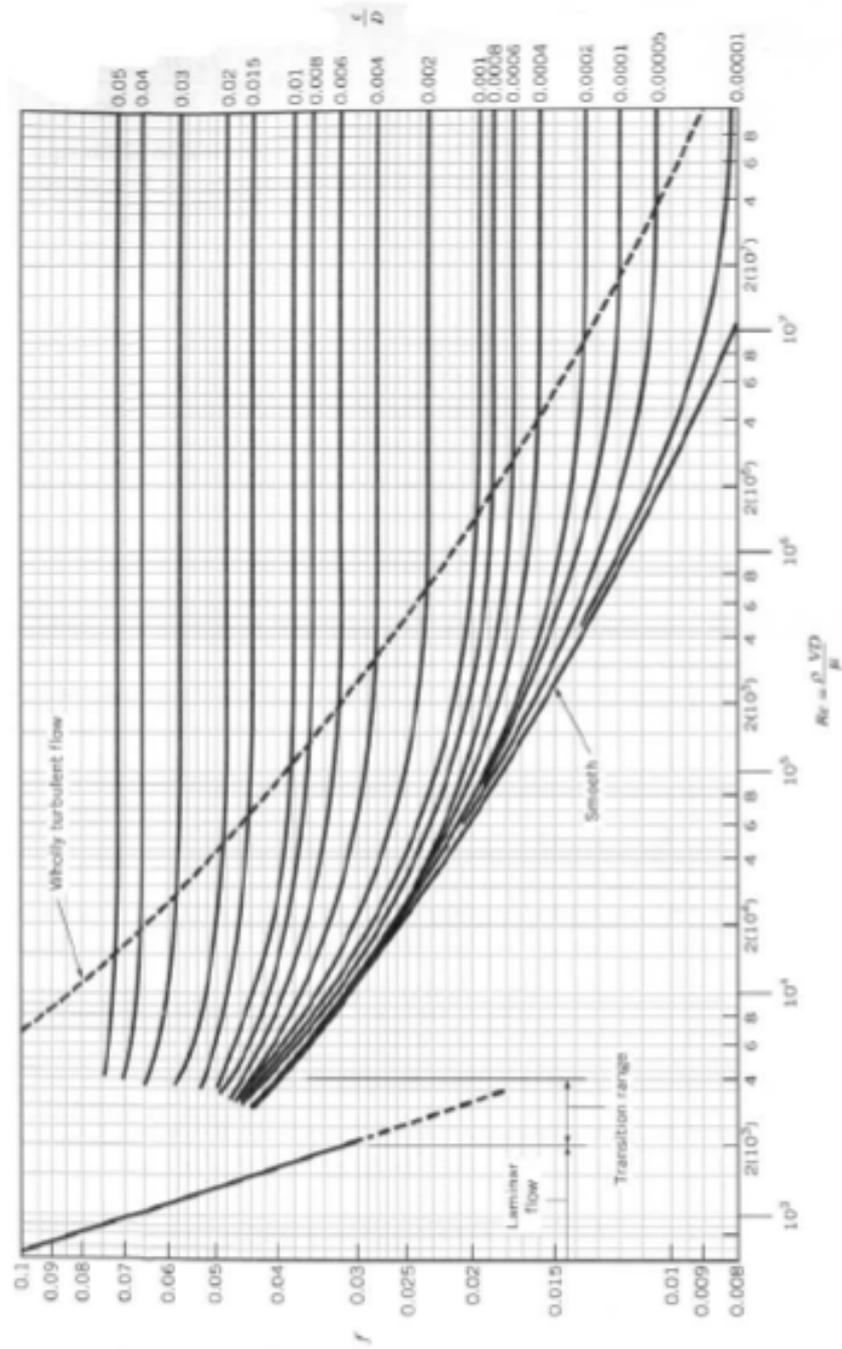
3.4.7.- ESCALA INTERNACIONAL DE LOS ÍNDICES DE REFRACCIÓN DE SOLUCIONES DE SACAROSA A 20°C (68°F)

Escala internacional (1936) de los índices de refracción de soluciones de sacarosa a 20°C.							
Índice	Porcentaje	Índice	Porcentaje	Índice	Porcentaje	Índice	Porcentaje
1,3330	0	1,3723	25	1,4200	50	1,4774	75
1,3344	1	1,3740	26	1,4221	51	1,4799	76
1,3359	2	1,3758	27	1,4242	52	1,4825	77
1,3373	3	1,3775	28	1,4264	53	1,4850	78
1,3388	4	1,3793	29	1,4285	54	1,4876	79
1,3403	5	1,3811	30	1,4307	55	1,4901	80
1,3418	6	1,3829	31	1,4329	56	1,4927	81
1,3433	7	1,3847	32	1,4351	57	1,4954	82
1,3448	8	1,3865	33	1,4373	58	1,4980	83
1,3463	9	1,3883	34	1,4396	59	1,5007	84
1,3478	10	1,3902	35	1,4418	60	1,5033	85
1,3494	11	1,3920	36	1,4441	61		
1,3509	12	1,3939	37	1,4464	62		
1,3525	13	1,3958	38	1,4486	63		
1,3541	14	1,3978	39	1,4509	64		
1,3557	15	1,3997	40	1,4532	65		
1,3573	16	1,4016	41	1,4555	66		
1,3589	17	1,4036	42	1,4579	67		
1,3605	18	1,4056	43	1,4603	68		
1,3622	19	1,4076	44	1,4627	69		
1,3638	20	1,4096	45	1,4651	70		
1,3655	21	1,4117	46	1,4676	71		
1,3672	22	1,4137	47	1,4700	72		
1,3689	23	1,4158	48	1,4725	73		
1,3706	24	1,4179	49	1,4749	74		

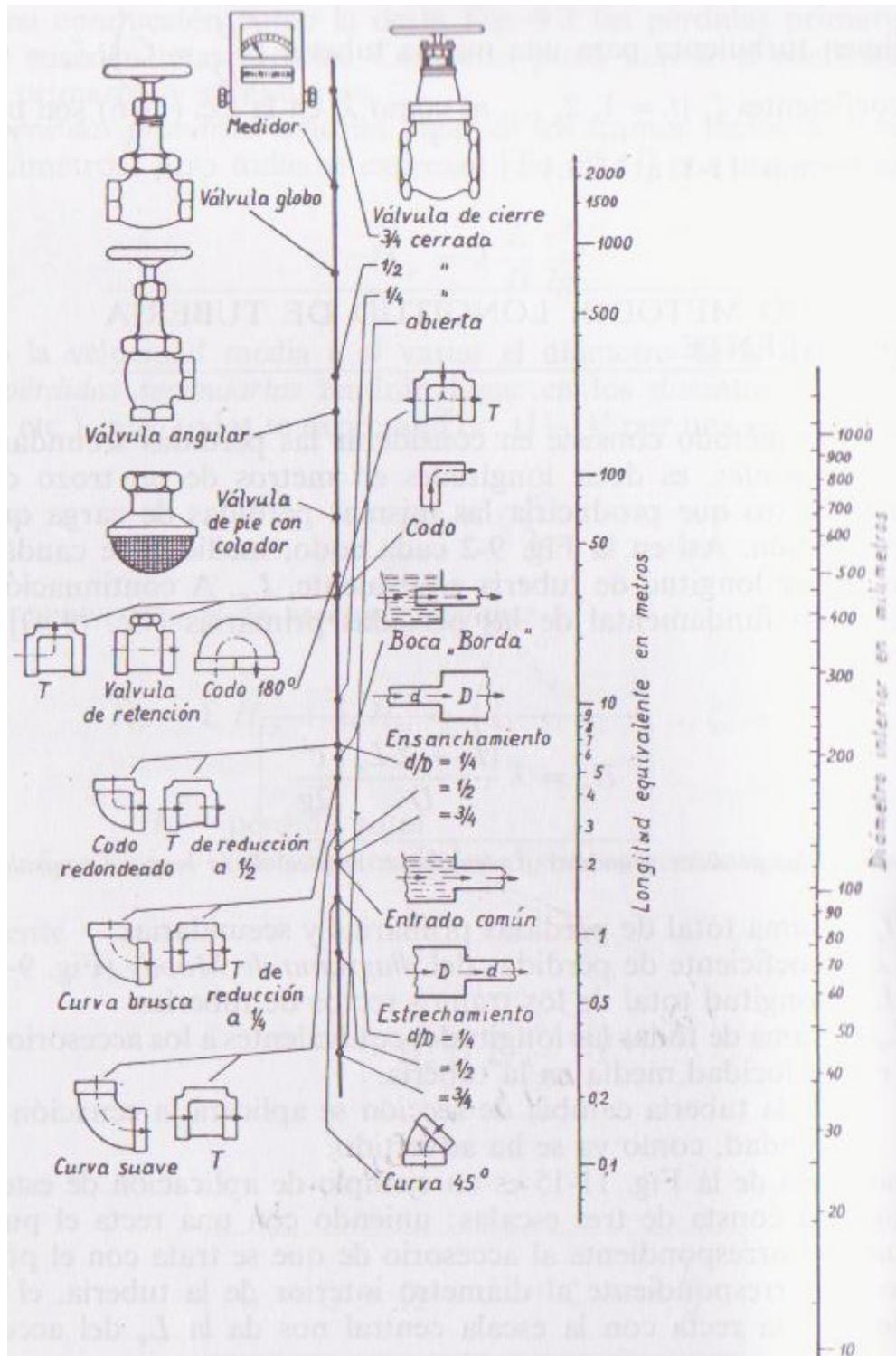
3.4.8.- DIAGRAMA PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD RELATIVA DE TUBERÍAS



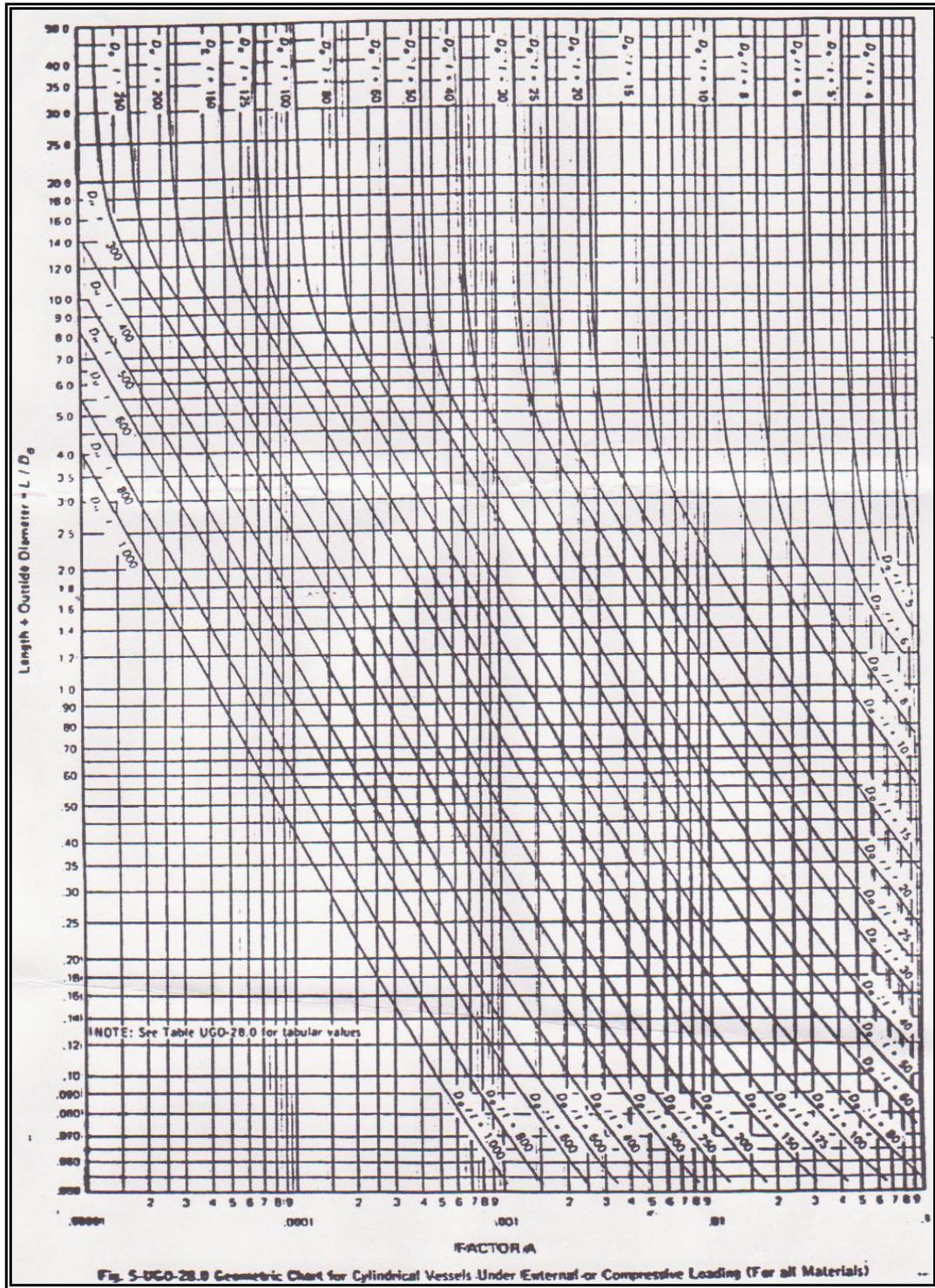
3.4.9.- GRÁFICA DE MOODY



3.4.10.- LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCIDENTES



3.4.11.- FACTOR “A” PARA DEPÓSITOS CILÍNDRICOS



Figs. 5-UCS-28.1-5-UCS-28.2 SECTION VIII—DIVISION 1

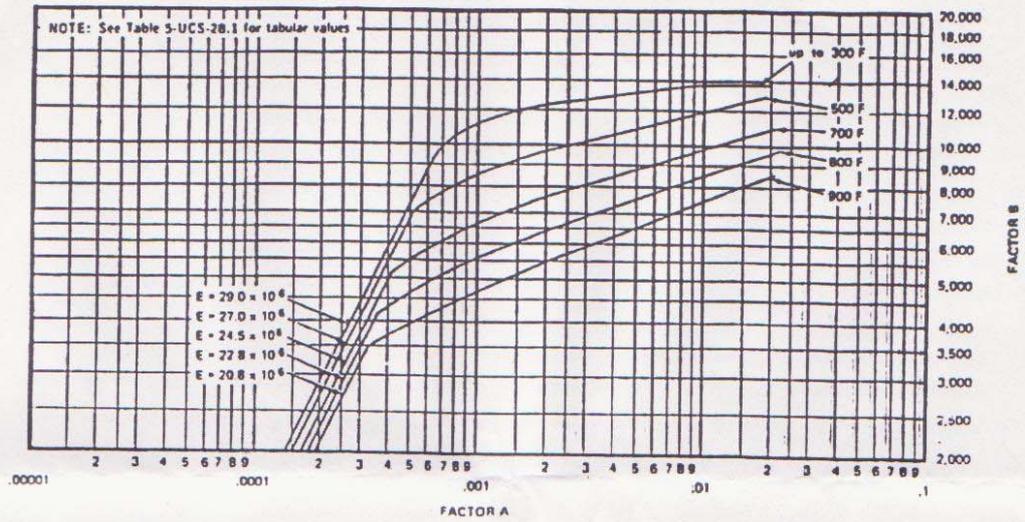


FIG. 5-UCS-28.1 CHART FOR DETERMINING SHELL THICKNESS OF CYLINDRICAL AND SPHERICAL VESSELS UNDER EXTERNAL PRESSURE WHEN CONSTRUCTED OF CARBON OR LOW-ALLOY STEELS (SPECIFIED YIELD STRENGTH 24,000 psi TO, BUT NOT INCLUDING, 30,000 psi) [NOTE (1)]

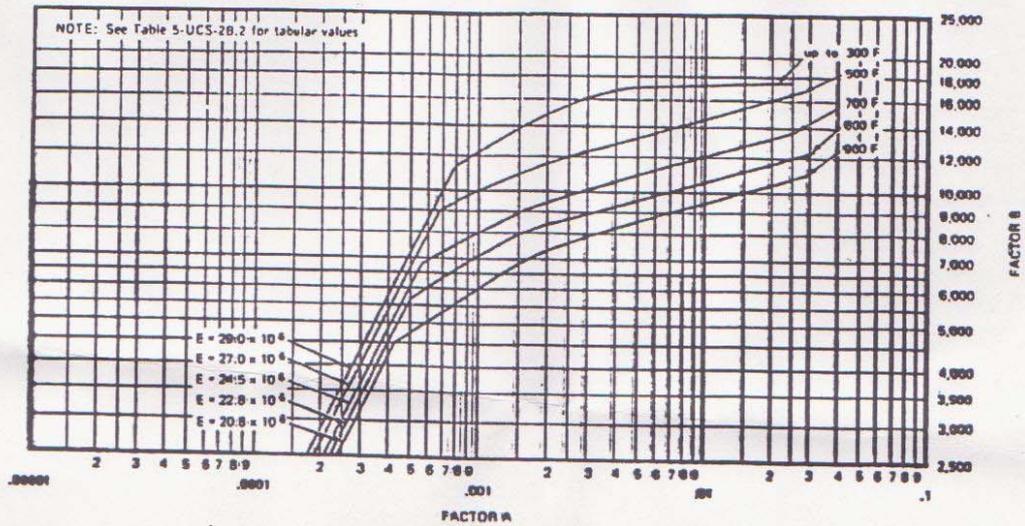


FIG. 5-UCS-28.2 CHART FOR DETERMINING SHELL THICKNESS OF CYLINDRICAL AND SPHERICAL VESSELS UNDER EXTERNAL PRESSURE WHEN CONSTRUCTED OF CARBON OR LOW-ALLOY STEELS (SPECIFIED MINIMUM YIELD STRENGTH 30,000 psi AND OVER) AND TYPE 40S AND TYPE 410 STAINLESS STEELS [NOTE (2)]

3.4.12.- CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS
ISA-S 5.1

1ª Letra		Letras sucesivas		
Variable medida	Letra de modificación	Función de lectura pasiva	Función de salida	Letra de modificación
A	Análisis	Alarma		
B	Llama (quemador)	Libre	Libre	Libre
C	Conductividad		Control	
D	Densidad o peso específico	Diferencial		
E	Tensión (fem)	Elemento primario		
F	Caudal	Relación		
G	Calibre	Vidrio		
H	Manual			Alto
I	Corriente eléctrica	Indicación o indicador		
J	Potencia	Exploración		
K	Tiempo		Estación de control	
L	Nivel	Luz piloto		Bajo Medio o intermedio
M	Humedad			Libre
N	Libre	Libre	Libre	
O	Libre	Orificio		
P	Presión o vacío	Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integración		
R	Radiactividad	Registro		
S	Velocidad o frecuencia	Seguridad	Interruptor	
T	Temperatura		Transmisión o transmisor	
U	Multivariable	Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Viscosidad		Válvula	
W	Peso o Fuerza	Vaina		
X	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Libre		Relé o computador	
Z	Posición		Elemento final de control sin clasificar	

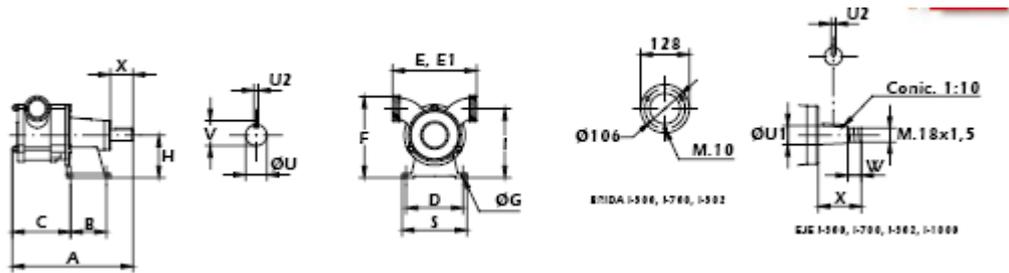
3.4.13.- CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACERO

NORMA	CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES
AISI 302	Alambre y barras de acero inoxidable austenítico de usos diversos como utensilios para manejo de alimentos, resortes, mallas, tamices, soportes, para la industria química.
AISI 303	Alambre y barras de acero inoxidable libre maquinado para fabricar tornillos, flechas, partes para válvulas que requieren mejor acabado y resistencia a la corrosión.
AISI 304	Alambre y barras de acero inoxidable considerado como el grado básico 18-8 con más bajo carbono para evitar la precipitación de carburos durante la soldadura, buena resistencia a la corrosión. Se usa para instrumentos para manejo de alimentos, tornillos, resortes, mallas, cepillos tuercas, filtros, equipos para hospitales, etc.
AISI 304L	Modificación con extra bajo carbono del tipo 304 para restringir la precipitación de carburos durante la soldadura. Por ello su uso ideal es para aplicar soldadura, manteniendo las propiedades y usos del 304.
AISI 310	Alambre y barras de acero inoxidable de mayor resistencia a altas temperaturas y a la formación de escoria. Usado para intercambiadores de calor, parrillas de hornos y cámaras de combustión.
AISI 316	Alambre y barras de acero inoxidable con mayor resistencia a la corrosión que los tipos 302 y 304. Usado para el manejo de productos químicos, de alimentos y productos fotográficos, su contenido de molibdeno le da alta resistencia a la corrosión en medios ácidos.
AISI 316L	Modificación con extra bajo carbono para estructuras soldadas en donde la precipitación de carburos intergranular debe evitarse, manteniendo su resistencia a la corrosión.
AISI 330	Alambre y barras de acero inoxidable para usarse a altas temperaturas de mayor resistencia que los tipos 309 y 310 en partes para hornos de tratamiento térmico.
AISI 410	Alambre y barras de acero inoxidable martensítico del tipo tratable térmicamente. Usado en partes para bombas, válvulas, electrodomésticos, tornillos, tuercas, flechas, etc.
AISI 416	Alambre y barras de acero inoxidable libre maquinado por adición de alto azufre para combinar la resistencia del 410 con la alta maquinabilidad y resistencia a corrosión. Usado en la fabricación de partes y flechas para bombas y electrodomésticos.
AISI 430	Alambre y barras de acero al cromo, no templable, autoendurecible. Usado para piezas de alta resistencia a la corrosión y temperatura como canastillas de recocido y tanques para ácido nítrico.
AISI 430F	Alambres y barras de acero inoxidable al cromo libre maquinado por alto contenido de azufre para cortes más pesados. Usado para fabricar tortillería, para partes de electrodomésticos y flechas de bomba.

3.4.14.- DIÁMETROS NOMINALES. TUBOS REUNIDOS

Outside diameter Diámetro exterior		Espesor/Wall thickness inches (")																			
		0,039	0,059	0,071	0,079	0,087	0,091	0,093	0,098	0,102	0,104	0,110	0,114	0,118	0,126	0,128	0,138	0,142	0,144	0,157	0,159
inches (")		mm		Espesor/Wall thickness (mm)																	
				1	1,5	1,8	2,0	2,2	2,3	2,35	2,5	2,6	2,65	2,8	2,9	3,0	3,2	3,25	3,5	3,6	3,65
0,472	12																				
0,551	14																				
0,591	15																				
0,630	16																				
0,677	17,2																				
0,709	18																				
0,750-3/4"	19,05																				
0,787	20																				
0,827	21																				
0,839	21,3																				
0,866	22																				
0,984	25																				
1,024	26																				
1,059	26,9																				
1,102	28																				
1,181	30																				
1,250-1,1/4"	31,75																				
1,260	32																				
1,327	33,7																				
1,378	35																				
1,500-1,1/2"	38,1																				
1,575	40																				
1,654	42																				
1,669	42,4																				
1,752	44,5																				
1,772	45																				
1,890	48																				
1,902	48,3																				
1,969	50																				
2,008	51																				
2,126	54																				
2,165	55																				
2,244	57																				
2,362	60																				
2,374	60,3																				
2,480	63																				
2,500	63,5																				
2,559	65																				
2,598	66																				
2,756	70																				
2,953	75																				
2,996	76,1																				
3,150	80																				
3,248	82,5																				
3,346	85																				
3,500	88,9																				
3,543	90																				
3,740	95																				
3,937	100																				
4,000	101,6																				
4,252	108																				
4,331	110																				
4,500	114,3																				
4,724	120																				

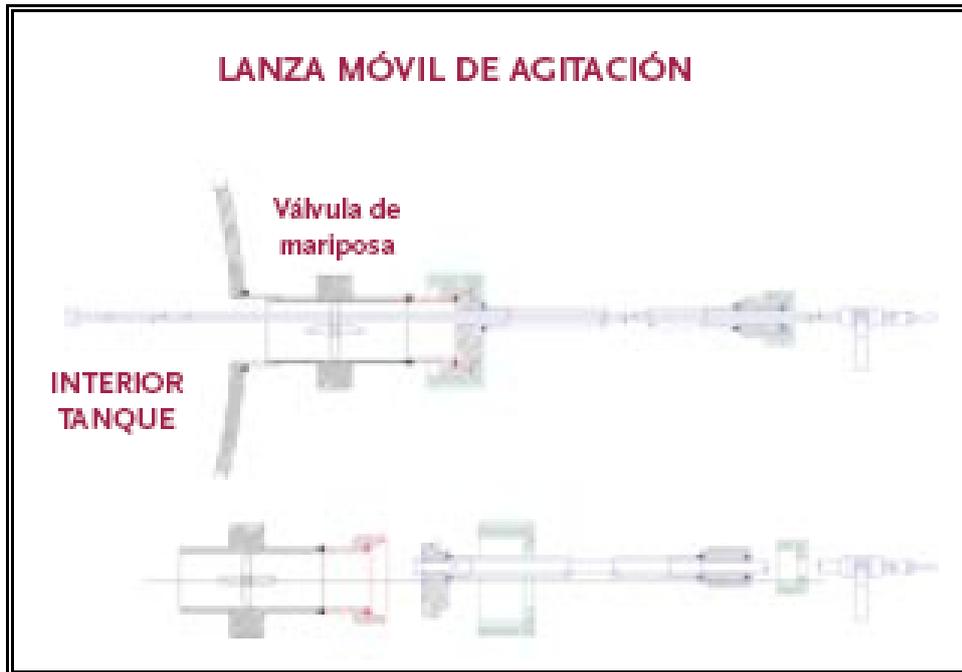
Outside diameter Diámetro exterior		Espesor/Wall thickness inches (")																			
		0,177	0,191	0,197	0,213	0,217	0,220	0,236	0,248	0,256	0,276	0,280	0,295	0,315	0,346	0,354	0,394	0,433	0,472	0,492	0,551
		Espesor/Wall thickness (mm)																			
inches (")	mm	4,5	4,85	5,0	5,4	5,5	5,6	6,0	6,3	6,5	7,0	7,1	7,5	8,0	8,8	9	10	11	12	12,5	14
0,472	12																				
0,551	14																				
0,591	15																				
0,630	16																				
0,677	17,2																				
0,709	18																				
0,750-3/4"	19,05																				
0,787	20																				
0,827	21																				
0,839	21,3																				
0,866	22																				
0,984	25																				
1,024	26																				
1,059	26,9																				
1,102	28																				
1,181	30																				
1,250-1,1/4"	31,75																				
1,260	32																				
1,327	33,7																				
1,378	35																				
1,500-1,1/2"	38,1																				
1,575	40																				
1,654	42																				
1,669	42,4																				
1,752	44,5																				
1,772	45																				
1,890	48																				
1,902	48,3																				
1,969	50																				
2,008	51																				
2,126	54																				
2,165	55																				
2,244	57																				
2,362	60																				
2,374	60,3																				
2,480	63																				
2,500	63,5																				
2,559	65																				
2,598	66																				
2,756	70																				
2,953	75																				
2,996	76,1																				
3,150	80																				
3,248	82,5																				
3,346	85																				
3,500	88,9																				
3,543	90																				
3,740	95																				
3,937	100																				
4,000	101,6																				
4,252	108																				
4,331	110																				
4,500	114,3																				
4,724	120																				



TIPO TYPE	A	B	C	D	E	E1	F	G	H	I	S	U	U1	U2	V	W	X	Kg
1-100	260	70	126	150	177	217	172	9	90	145	170	24	-	8	27	-	53	9
1-102	355	70	221	150	178	218	172	9	90	145	170	24	-	8	27	-	53	11
1-250	331	94	164	150	220	260	215	9	112	182	170	28	-	8	31	-	63	14
1-252	445	94	282	150	220	260	215	9	112	182	170	28	-	8	31	-	63	20
1-500	392	110	194	214	440	-	301	11	132	237	244	-	25	8	-	18	57	36
1-502	671	432	-	400	440	-	580	13	232	287	430	-	30	8	-	15	85	86
1-700	453	110	255	214	435	-	307	11	132	243	244	-	25	8	-	18	57	40
1-1000	678	432	-	400	570	-	351	13	232	287	430	-	30	8	-	15	85	87

E1: Rosca Mâcon - Fletage Mâcon - Mâcon thread (40RM - 50RM - 70RM)

3.5.2.- LANZA DIFUSIÓN/AGITACIÓN



3.5.3.- REGULADOR DE NITRÓGENO

OMT

Reguladores de baja presión

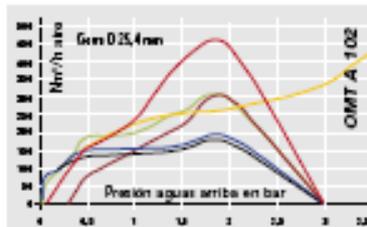
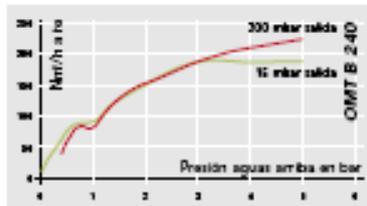
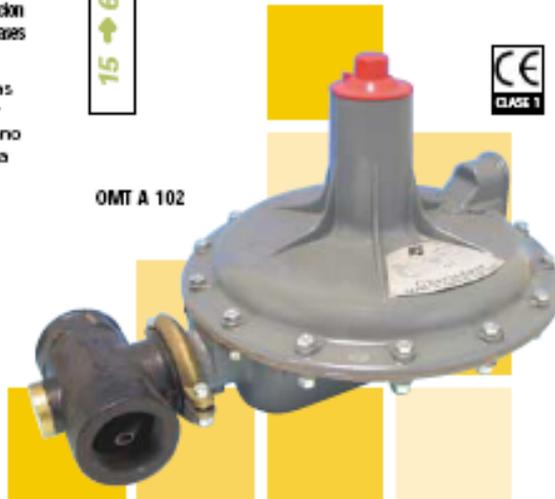
Los OMT, reguladores de baja presión muy estables, con baja presión de cierre, se adaptan a las aplicaciones con gases combustibles (GPL, gas natural) y con gases no corrosivos.

- Presurización de paredes de sistemas
- Regulación final antes del quemador
- Segunda etapa de regulación propano
- Presurización de capacidades a baja presión y gran caudal.

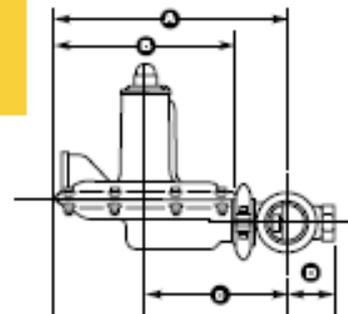
15 → 600 kg /h GPL



OMT A 102



■ 30 → 115 mbar ■ 12 → 26,5 mbar ■ 20 → 45 mbar ■ 33 → 115 mbar
 ■ 15 → 220 mbar ■ 210 → 300 mbar



Dimensiones (en mm)

	A	B	C	D
OMT B 242 - DN 1" 1/2	252	200	153	50
OMT A 102 - DN 2"	395	365	212	63

Regulación de gases industriales
GPL, Gas natural, Gases industriales

Características técnicas	
Presión de entrada 4 o 5 bar (según modelo)	
Caudales	10 > 400 Nm ³ /h de aire
Materiales	Cuerpo de acero fundido
Conexión	OMT B 240 : entrada y salida roscadas G 1 1/2 H (40x40)
	OMT A 102 : entrada y salida roscadas G 2 " H (50x50)
Temperaturas de funcionamiento	-10 a + 50°C
Ventajas del producto	<ul style="list-style-type: none"> ● Gran resistencia en condiciones climáticas difíciles ● Accesibilidad de todos los órganos ● Desmontaje fácil y rápido ● Funcionamiento simple y fiable ● Escasa presión de cierre ● Cierre de regulación compensado

Modelo	Seguridad aguas abajo	Presión de entrada	Presión de salida	Caudales según presión aguas abajo en Nm ³ /h de aire / kg/h propano		Referencia
OMT B242 para todos los gases comprimidos no corrosivos *						
B242	-	5 bar	13 a 18 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 01 21
	-	5 bar	18 a 23 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 01 22
	-	5 bar	23 a 35 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 01 23
	-	5 bar	35 a 50 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 01 24
	-	5 bar	50 a 75 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 01 25
B242 AP	-	5 bar	75 a 105 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 02 21
	-	5 bar	105 a 155 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 02 22
	-	5 bar	155 a 205 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 02 23
	-	5 bar	205 a 255 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 02 24
	-	5 bar	250 a 310 mbar	10 a 220	15 a 340	I 12 02 25

3.5.4.- SENSOR DE TEMPERATURA

efectoresod



Sondas de temperatura

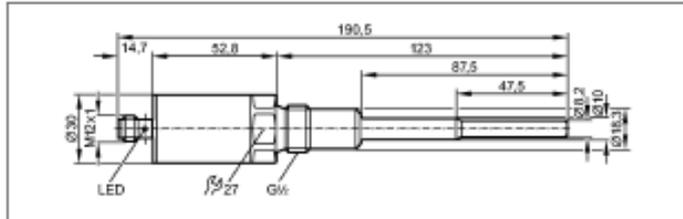
TAA431

Transmisor de temperatura
TA

Conexión por conector
Conexión a proceso:
G $\frac{1}{2}$ A

Edición de valor analógico
(valor de 16 bits con signo)
Perfil AS-I S-7.3
Máx. temperatura de medios
150°C / 302°F (max. 40 min.)

Rango de medición
-10...150 °C / 14...302 °F



CE AS EHDG Certified

Aplicación	medios líquidos y gaseosos
Alimentación	AS-I
Longitud de la varilla L [mm]	87,5
Tensión de alimentación [V]	26,5...31,6 DC (AS-I)
Protección contra cambios de polaridad	Si
Resistente a sobrecargas	Si
Consumo [mA]	< 25
Resistencia a la presión [bar]	300 **)
Exactitud	
Salida analógica [K]	± 0,1 (60°C / 140°F) / ± 0,3 (0...140°C / 32...284°F)
Resolución	
Salida analógica [K]	0,05
Elemento de medida	1 x Pt 1000, según DIN EN 60751, clase A
Tiempo de respuesta dinámico T05 / T09 [s]	1 / 3 *)
Profundidad de inmersión mínima [mm]	15

ifm electronic gmbh • Technistraße 4 • 45127 Essen — Nos reservamos el derecho de modificar características técnicas sin previo aviso. — ES — TAA431 — 12.11.2007

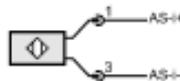
efectores60d



TAA431

Temperatura ambiente [°C]	-25...70
Temperatura de almacenamiento [°C]	-40...100
Grado/clase de protección	IP 68 / IP 69K, III
Resistencia de aislamiento [MO]	> 100 / 500 V DC
Resistencia a los choques	DIN IEC 68-2-27.50 g (11 ms)
Resistencia a las vibraciones	DIN EN 60068-2-6:20 g (10...2000 Hz)
Versión AS-i	2.11
Perfil AS-i	S-7.3.C
Configuración E/S [Hex]	7
Código ID [Hex]	3.C
CEM	EN 61000-4-2 ESD: 4 kV CD / 8 kV AD EN 61000-4-3 HF radiado: 10 V/m EN 61000-4-4 Burst: 2 kV EN 61000-4-5 Surge: 0,5/1 kV EN 61000-4-6 HF guiado: 10 V
Materiales del aparato	inox (1.4404 / 316L); inox (1.4301 / 304); inox (1.4305 / 303); PA
Materiales en contacto con el fluido	inox (1.4404 / 316L)
Indicador	Indicación de funcionamiento LED verde (operativo); rojo (error)
Conexión	conector M12; contactos dorados
Notas	*) según DIN EN 60751 **) sólo válido para el sensor; en caso de montaje en adaptadores se aplican los datos de la ficha del adaptador Los valores de precisión valen para agua movida En relación con UL: para emplear en circuito de baja tensión con protección contra sobrecorriente conforme a UL873 Tab.28.1 o I _{max} = 100/U _b (U _b = tensión del circuito).

Conexión



3.5.5.- SENSOR DE PRESIÓN

efectorsod



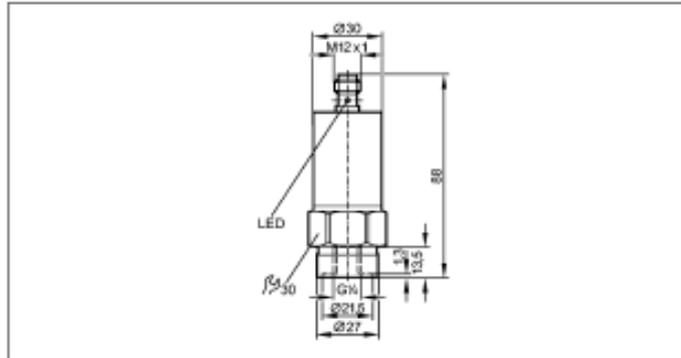
Sensores de presión

PPA024

Sensor electrónico de presión PPA

Conexión por conector
Conexión a proceso G $\frac{1}{4}$ I

Edición de valor analógico
(valor de 16 bits con signo)
Perfil AS-i S-7.3



Rango de medición
0...10 bar



Aplicación	Tipo de presión: presión relativa Fluidos líquidos y gaseosos
Alimentación	AS-i
Tensión de alimentación [V]	26,5...31,6 DC (AS-i *)
Protección contra cambios de polaridad	Sí
Resistente a sobrecargas	Sí
Perro guardián integrado	Sí
Consumo [mA]	< 25
Resistencia a la presión [bar]	50
Presión de rotura mín. [bar]	150
Precisión / diferencias (en % del margen)	
Exactitud señal analógica *)	< ± 1,5
Histéresis	< ± 0,1
Repetibilidad **)	< ± 0,1
Estabilidad a largo plazo ***)	< ± 0,1
Coeficientes de temperatura (CT) en el rango de temperatura 0...70° C (en % del margen por cada 10 K)	
CT más alto del punto cero	0,2
CT más alto del margen	0,3

ifm electronic gmbh • Teichstraße 4 • 45127 Essen — Noe reservamos el derecho de modificar características técnicas sin previo aviso. — ES — PPA024 — 21.06.2007

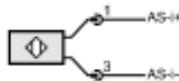
efectorsod



PPA024

Retardo a la disponibilidad [s]	0,3
Amortiguación del valor de medición analógico [s]	0,06
Temperatura ambiente [°C]	-25...70
Temperatura del fluido [°C]	-25...80
Temperatura de almacenamiento [°C]	-40...100
Grado/clase de protección	IP 65, III
Resistencia de aislamiento [MΩ]	> 100 (500 V DC)
Resistencia a los choques	DIN IEC 68-2-27:50 g (11 ms)
Resistencia a las vibraciones	DIN IEC 68-2-6:20 g (10...2000 Hz)
Ciclos de presión mín.	100 millones
CEM	EN 61000-4-2 ESD: 4 kV CD / 8 kV AD clase B EN 61000-4-3 HF radiado: 10 V/m (80...1000 MHz) clase A EN 61000-4-4 Burst: 1 kV clase A / 2 kV clase B EN 55011 (emisión): Level B
Materiales del aparato	inox (1.4301 / 304); PA
Materiales en contacto con el fluido	inox (1.4305 / 303); cerámica; FPM (Viton)
Indicador	verde (operativo); rojo (error)
Conexionado	conector M12; contactos dorados
Notas	3) El aparato debe recibir el suministro de tensión de una fuente de alimentación con separación galvánica y debe estar equipado con un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Para ello se deben cumplir los requisitos "limited voltage" según UL508.

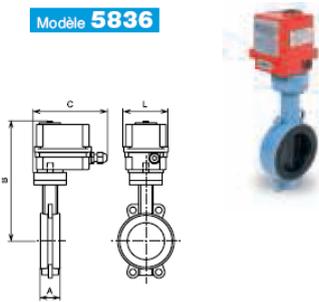
Conexionado



ifm electronic GmbH • Teichstraße 4 • 45127 Essen — Nos reservamos el derecho de modificar características técnicas sin previo aviso. — ES — PPA024 — 21.06.2007

3.5.7.- ELECTROVÁLVULA

Modèle 5836



**Vanne papillon avec servomoteur électrique 230V - corps fonte papillon
Inox 316 jusqu'au DN 100**
 ΔP maxi = 10 bar - Moteur UMA 3,5
 Butterfly valve with electrical servomotor 230V

Dénomination		A	B	L	C	Référence	Prix unitaire
DN	Pouces						
40	1"1/2	33	268	112	148	458361-40	•
50	2"	43	284	112	148	458361-50	•
65	2"1/2	46	290	112	148	458361-65	•
80	3"	46	300	112	148	458361-80	•
100	4"	52	315	112	148	458361-100	•
125	5"	56	340	112	148	458361-125	•
150	6"	56	350	112	148	458361-150	•
200	8"	60	390	112	148	458361-200	•

• Sur demande.

3.5.8.- VÁLVULA DE RETENCIÓN

Modèle 5873



Clapet à ressort entre brides - Inox 316
 Wafer spring loaded check valve

Dénomination		A	B	C	D	L	Poids (kg)	Référence	Prix unitaire
DN	Pouces								
15	1/2"	43	15	53	45	16	0,12	458739-15	52,13
20	3/4"	53	20	63	55	19	0,18	458739-20	60,80
25	1"	63	25	73	65	22	0,29	458739-25	72,96
32	1"1/4	75	30	84	78	28	0,47	458739-32	95,97
40	1"1/2	86	38	94	88	32	0,70	458739-40	125,09
50	2"	95	47	107	98	40	1,00	458739-50	166,34
65	2"1/2	115	63	126	118	46	1,74	458739-65	249,28
80	3"	131	77	144	134	50	2,20	458739-80	348,29
100	4"	151	96	164	154	60	3,80	458739-100	412,58

3.5.9.- MANGUERA ENOLÓGICA



MANGUERAS

Mangueras para aceite ACIFLEX:

	Espesor pared mm	Peso aprox. gr/m	Presión Max. kg/cm ²	Precio mt/€
Acciflex 25 mm	3,5	400	6	7,66 €
Acciflex 30 mm	5	650	6	8,82 €
Acciflex 35 mm	5	750	6	10,84 €
Acciflex 40 mm	5	850	6	12,25 €
Acciflex 45 mm	5,5	1000	6	13,87 €
Acciflex 50 mm	5,5	1200	6	16,23 €
Acciflex 60 mm	6,2	1600	6	21,95 €
Acciflex 70 mm	6,8	1900	6	25,41 €
Acciflex 75 mm	6,8	2000	6	27,13 €
Acciflex 90 mm	7,5	2600	4	37,01 €

Manguera para vino ENOFLEX:

	Espesor pared mm	Peso aprox. gr/m	Presión Max. kg/cm ²	Precio mt/€
Springvin 20 mm	3	330	10	8,26 €
Springvin 25 mm	9	506	9,5	9,51 €
Springvin 30 mm	9	610	9	10,89 €
Springvin 35mm	10	726	8	12,90€
Springvin 40 mm	11	920	7,5	15,25 €
Springvin 45 mm	12	1.116	6,5	19,51 €
Springvin 50 mm	12	1.260	6	21,23 €
Springvin 60 mm	13	1.696	5,5	27,24 €
Springvin 70 mm	14	2.036	5	34,43 €
Springvin 80 mm	14	2.426	3,5	41,31 €

* Temperatura de utilización: -15°C / + 60°C

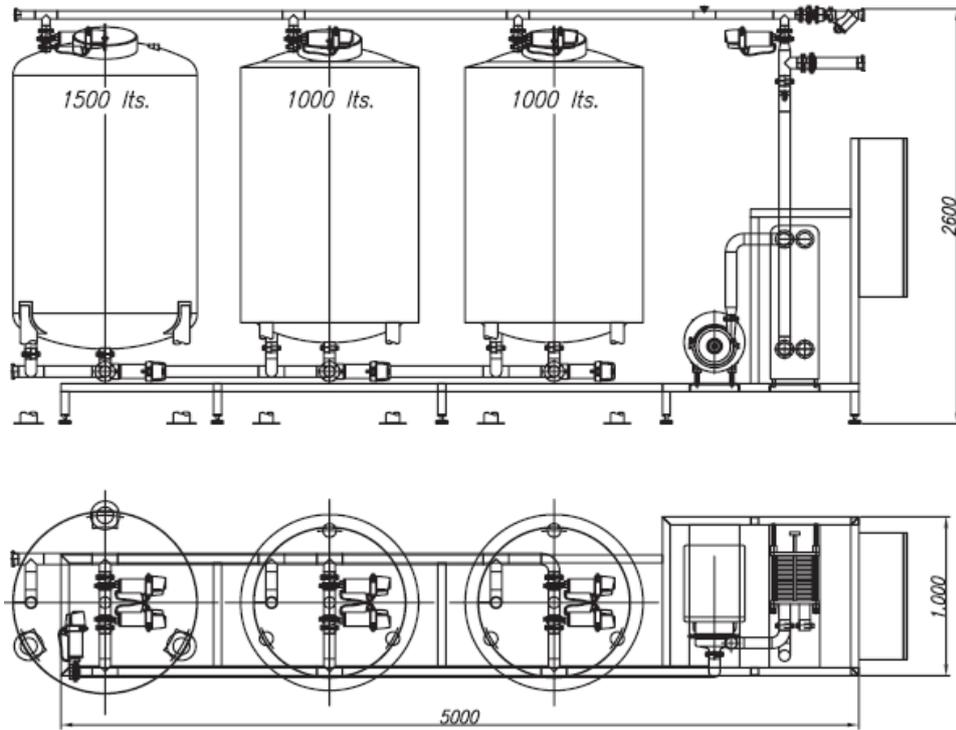


	PRECIO
½ Enlace NW-50 con espiga	31,72 €
½ Enlace NW-65 con espiga	42,88 €
½ Enlace NW-80 con espiga	57,12 €



C/ INVESTIGACIÓN Nº2 - 11407 - JEREZ DE LA FRONTERA
 TLF: 956153200 FAX: 956304464

3.5.10.- EQUIPO CIP



3.5.11.- RED AS-I

3.5.11.1.- PLC: CPU 226 (REF.: 6ES7 216-2AD23-0XB0)

Sinopsis CPU 226



- El más potente para ejecutar tareas técnicas de mayor envergadura
- Con puerto PPI adicional que proporciona más flexibilidad y posibilidades de comunicación
- Con 40 entradas/salidas a bordo
- Expandible con máx. 7 módulos de ampliación

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Tensiones de alimentación						
Valor nominal	Si		Si		Si	
• 24 V DC	20,4 V		20,4 V		20,4 V	
• Rango admisible, límite inferior (DC)	28,8 V		28,8 V		28,8 V	
• Rango admisible, límite superior (DC)						
• 120 V AC		Si		Si		Si
• 230 V AC		Si		Si		Si
• Rango admisible, límite inferior (AC)		85 V		85 V		85 V
• Rango admisible, límite superior (AC)		264 V		264 V		264 V
• Rango admisible de frecuencia, límite inferior		47 Hz		47 Hz		47 Hz
• Rango admisible de frecuencia, límite superior		63 Hz		63 Hz		63 Hz
Tensiones e intensidades						
Tensión de carga L+						
• Valor nominal (DC)	24 V					
• Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V	5 V	20,4 V	5 V	20,4 V	5 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V	30 V	28,8 V	30 V	28,8 V	30 V

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Tensión de carga L1						
• Valor nominal (AC)		100 V; 100 a 230 V AC		100 V; 100 a 230 V AC		100 V; 100 a 230 V AC
• Rango admisible, límite inferior (AC)		5 V		5 V		5 V
• Rango admisible, límite superior (AC)		250 V		250 V		250 V
• Rango admisible de frecuencia, límite inferior		47 Hz		47 Hz		47 Hz
• Rango admisible de frecuencia, límite superior		63 Hz		63 Hz		63 Hz
Consumo						
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V	20 A; con 264 V	12 A; con 28,8 V	20 A; con 264 V	10 A; con 28,8 V	20 A; con 264 V
De la tensión de alimentación L+, máx.	700 mA; 110 a 700 mA, corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 660 mA		900 mA; 120 a 900 mA, corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 660 mA		1.050 mA; 150 a 1050 mA, corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 1000 mA	
De la tensión de alimentación L1, máx.		200 mA; 30 a 100 mA (240 V), 60 a 200 mA (120 V); corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 600 mA		200 mA; 30 a 100 mA (240 V), 60 a 200 mA (120 V); corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 600 mA		320 mA; 40 a 160 mA (240 V), 80 a 320 mA (120 V); corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 1000 mA
Pila de respaldo						
• Tiempo de respaldo, máx.	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opcional	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opcional	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opcional	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opcional	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opcional	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opcional
Memoria						
Memoria						
• Nº de módulos de memoria (opcional)	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.
• Memoria de datos y programa						
- Memoria de datos, máx.	8 kbytes	8 kbytes	10 kbytes	10 kbytes	10 kbytes)	10 kbytes
- Memoria de programs, máx.	12 kbytes; 8 kbytes con Runtime Edit activo	12 kbytes; 8 kbytes con Runtime Edit activo	16 kbytes; 12 kbytes con Runtime Edit activo	16 kbytes; 12 kbytes con Runtime Edit activo	24 kbytes; 16 kbytes con Runtime Edit activo	24 kbytes; 16 kbytes con Runtime Edit activo

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Respaldo						
• existente	Si; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Si; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Si; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Si; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Si; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Si; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración
CPU/tiempos de ejecución						
para operaciones de bits, max.	0,22 µs					
Temporizadores/contadores y su remanencia						
Contadores S7						
• Cantidad	256	256	256	256	256	256
• de ellos, remanentes - configurable	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería
- Limite inferior	1	1	1	1	1	1
- Limite superior	256	256	256	256	256	256
• Rango de contaje						
- Limite inferior	0	0	0	0	0	0
- Limite superior	32.767	32.767	32.767	32.767	32.767	32.767
Temporizadores S7						
• Cantidad	256	256	256	256	256	256
• de ellos, remanentes - configurable	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería	Si; a través de condensador de alta capacidad o batería
- Limite superior	64	64	64	64	64	64
• Rango de tiempo						
- Limite inferior	1 ms					
- Limite superior	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Áreas de datos y su remanencia						
Marcas						
• Cantidad, máx.	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)
• Remanencia disponible	Si; M0.0 a M31.7	Si; M0.0 a M31.7	Si; M0.0 a M31.7	Si; M0.0 a M31.7	Si; M0.0 a M31.7	Si; M0.0 a M31.7
• de ellos, remanentes	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable
• de ellos, remanentes sin pila	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable
Configuración del hardware						
Programadoras (PGs)/PCs conectables	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar
Aparatos de ampliación, máx.	7; Solamente pueden utilizarse tarjetas de ampliación de la serie S7-22x (a consecuencia de la corriente de salida limitada, la utilización de tarjetas de ampliación puede estar sujeta a limitaciones.)					
Ampliación de la periferia						
• Entradas/salidas analógicas, máx.	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	38; 2 entradas y 1 salida on board, además como máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o como máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	38; 2 entradas y 1 salida on board, además como máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o como máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)
• Entradas/salidas digitales, máx.	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	148; máx. 128 entradas y 120 salidas (CPU+EM)	148; máx. 128 entradas y 120 salidas (CPU+EM)
• Entradas/salidas AS-Interface, máx.	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)
Sistema de conexión						
Bornes de E/S enchufables	Si	Si	Si	Si	Si	Si
1. Interfaz						
Tipo de interfaz	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada
Norma física	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485
Funcionalidad						
• MPI	Si; como esclavo MPI para el intercambio de datos con maestros MPI (CPU S7-300/S7-400, OP, TD, Push Button Panels); posibilidad de comunicación CPU/CPU interna a S7-200 limitada en la red MPI; velocidades de transmisión de 19,2/187,5 kbits/s					
• PPI	Si; con protocolo PPI para funciones de programación, funciones HMI (TD 200, OP), comunicación CPU/CPU interna de S7-200; velocidades de transmisión 9,6/19,2/187,5 kbits/s					
• Intercambio serie de datos	Si; como interfaz libremente programable con posibilidad de interrupciones para intercambio de datos en serie con equipos no Siemens con velocidades de transferencia y protocolo ASCII de 1,2/2,4/4,8/9,6/19,2/38,4/57,6/115,2 kbits/s; el cable PC/PPI puede usarse también como convertidor RS232/RS485 RS232/RS485					

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
MPI						
• Velocidades de transmisión, máx.	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s
• Velocidades de transferencia, mín.	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s
2. interfaz						
Tipo de interfaz			Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada
Norma física			RS485	RS485	RS485	RS485
Funcionalidad						
• MPI			Si; como esclavo MPI para el intercambio de datos con maestros MPI (CPU S7-300/S7-400, OP, TD, Push Button Panels); posibilidad de comunicación CPU/CPU interna a S7-200 limitada en la red MPI; velocidades de transmisión de 19,2/187,5 kbits/s			
• PPI			Si; con protocolo PPI para funciones de programación, funciones HMI (TD 200, OP), comunicación CPU/CPU interna de S7-200; velocidades de transmisión 9,6/19,2/187,5 kbits/s			
• Intercambio serie de datos			Si; como interfaz libremente programable con posibilidad de interrupciones para intercambio de datos en serie con equipos no Siemens con velocidades de transferencia y protocolo ASCII de 1,2/2,4/4,8/9,6/19,2/38,4/57,6/115,2 kbits/s; el cable PC/PPI puede usarse también como convertidor RS232/RS485			
MPI						
• Velocidad de transferencia, máx.			187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s
• Velocidad de transferencia, mín.			19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s
CPU/programación						
Lenguaje de programación						
• KOP	Si	Si	Si	Si	Si	Si
• FUP	Si	Si	Si	Si	Si	Si
• AWL	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Juego de operaciones	Operaciones lógicas con bits, operaciones de comparación, operaciones de tiempo, operaciones de conteo, operaciones de reloj, operaciones de transferencia, operaciones de tablas, operaciones de vinculaciones, operaciones de desplazamiento y rotación, operaciones de conversión, operaciones de control del programa, operaciones de interrupción y comunicación, operaciones lógicas de pilas, operaciones de interrupción y comunicación, operaciones con pilas, aritmética en coma fija, aritmética en coma flotante, funciones numéricas					
Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Si; Protección por contraseña con 3 niveles	Si; Protección por contraseña con 3 niveles	Si; Protección por contraseña con 3 niveles	Si; Protección por contraseña con 3 niveles	Si; Protección por contraseña con 3 niveles	Si; Protección por contraseña con 3 niveles
Tratamiento del programa	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)
Organización del programa	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros
Nº de subprogramas, máx.	64	64	64	64	64	64

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Módulos de E digitales						
Nº de entradas digitales	14	14	14	14	24	24
Longitud del cable						
• Longitud del cable apantallado, máx.	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m
• Longitud del cable no apantallado, máx.	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad
de tipo M	Si; seleccionable, por grupo					
Tensión de entrada						
• Valor nominal, DC	24 V					
• para señal '0'	0 a 5 V	0 a 5 V	0 a 5 V; 0 a 1 V (I0.3 a I0.5)	0 a 5 V; 0 a 1 V (I0.3 a I0.5)	0 a 5 V	0 a 5 V
• para señal '1'	min. 15 V	min. 15 V	min. 15 V; min. 4 V (I0.3 a I0.5)	min. 15 V; min. 4 V (I0.3 a I0.5)	min. 15 V	min. 15 V
Intensidad de entrada						
• para señal '1', tip.	2,5 mA	2,5 mA	2,5 mA; 8 mA para I0.3 a I0.5	2,5 mA; 8 mA para I0.3 a I0.5	2,5 mA	2,5 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)						
• para entradas estándar						
- parametrizable	Si; todos					
- en transición '0' a '1', máx.	0,2 ms					
- en transición '0' a '1', máx.	12,8 ms					
• para entrada de alarmas						
- parametrizable	Si; E0.0 a E0.3					
• para contadores/funciones tecnológicas:						
- parametrizable	Si; (E0.0 a E1.5) 30 kHz	Si; (E0.0 a E1.5) 30 kHz	Si; (E0.0 a E1.5) hasta 200 kHz	Si; (E0.0 a E1.5) hasta 200 kHz	Si; (E0.0 a E1.5) 30 kHz	Si; (E0.0 a E1.5) 30 kHz

3.5.11.2.- MAESTRO CP 243-2

Sinopsis



El CP 243-2 es el maestro AS-Interface para la innovadora generación de SIMATIC S7-200. El procesador de comunicaciones (6GK1 243-2AX01-0AX0) permite la especificación AS-Interface V2.1 ampliada y dispone de las siguientes funciones:

- Hasta 62 esclavos AS-Interface conectables y transferencia de valores analógicos integrada (según especificación AS-Interface V2.1 ampliada)
- Soporta todas las funciones de los maestros AS-Interface según la especificación AS-Interface V2.1 ampliada
- Indicación de estado y de la disposición al funcionamiento de los esclavos conectados a través de LEDs en la placa frontal
- Indicaciones de errores (entre otros errores de la tensión en AS-Interface, errores de configuración etc.) con LEDs en la placa frontal
- Caja compacta en el diseño de la generación innovada del SIMATIC S7-200

Datos técnicos

CP 242-3	
Especificación AS-Interface	V 2.1
Interfaces	
• Asignación del campo de direcciones analógico en el PLC	correspondiente a 2 módulos de E/S (8 DE/8 DA y 8 AE/8 AA)
• Conexión a AS-Interface	Conexión de bornes
Consumo	
• vía bus posterior	tip. 220 mA a 5 V DC
• a través de AS-Interface desde los cables perfilados AS-Interface	máx. 100 mA
Pérdidas	aprox. 2 W
Condiciones ambientales adm.	
• Temperatura de empleo	
- Montaje horizontal	0 °C a +55 °C
- Montaje vertical	0 °C a +45 °C
• Temperatura transporte/almacenamiento	- 40 °C a +70 °C
• Humedad relativa	máx. 95% a +25 °C
Datos mecánicos	
• Formato del módulo	S7-22x módulo de ampliación
• Dimensiones (An x Al x P) en mm	71,2 x 80 x 62 (H+16 mm con orificios para fijación a la pared)
• Peso	aprox. 250 g
• Espacio necesario	1 slot

Datos de pedido

Referencia

Procesador de comunicaciones CP 243-2	A) 6GK7 243-2AX01-0XA0
Para conectar SIMATIC S7-200 (2ª generación) a AS-Interface con conector de bus	
Manual para CP 243-2	
incluye bases AS-Interface y disquete con programas de ejemplo, versión impresa	
• alemán	6GK7 243-2AX00-8AA0
• inglés	6GK7 243-2AX00-8BA0
• francés	6GK7 243-2AX00-8CA0
• español	6GK7 243-2AX00-8DA0
• italiano	6GK7 243-2AX00-8EA0

A) Sujeto a los reglamentos de exportación: AL: N y ECCN: EAR99H

3.5.11.3.- MÓDULO DIGITAL: EM 222 (REF. 6ES7 222-1BF22-0XA0)

Datos técnicos EM 222		
	6ES7 222-1BD22-0XA0	6ES7 222-1BF22-0XA0
Tensiones e intensidades		
Tensión de carga L+		
• Valor nominal (DC)	24 V	24 V
• Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V	20,4 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V	28,8 V
Consumo		
Salidas digitales		
De bus de fondo 5 V DC, máx.	40 mA	50 mA
Pérdidas, tip.	3 W	2 W
Sistema de conexión		
Bornes de E/S enchufables	SI	SI
Módulos de S digitales		
Número de salidas digitales	4	8
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m	500 m
Longitud del cable no apantallado, máx.	150 m	150 m
Protección contra cortocircuitos en salida	No	No; de previsión externa (ver paquete del manual "Instalación de un S7-200")
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	L+ (-48 V)	L+ (-48 V)
Tensión de salida		
• para señal *1*, mín.	20 V DC	20 V
Intensidad de salida		
• Rango admisible para señal *1* con 0 a 55 °C, máx.	5 A	750 mA
• para señal *0*, intensidad residual, máx.	30 µA	10 µA
Conexión en paralelo de 2 salidas		
• para aumentar la potencia		SI
Intensidad suma de las salidas (por grupo)		
• Posición de montaje horizontal - hasta 55 °C, máx.	20 A	3 A
• hasta 40 °C, máx.	20 A	3 A
• Intensidad máxima por conductor/grupo	5 A	3 A
Salidas de relé		
Poder de corte de los contactos		
• con carga inductiva, máx.	5 A	0,75 A
• con carga tipo lámpara, máx.	50 W	5 W
• con carga resistiva, máx.	5 A	0,75 A
Aislamiento galvánico		
Aislamiento galvánico módulos de S digitales		
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	SI	SI
• entre los canales, en grupos de	1	4
	6ES7 222-1BD22-0XA0	6ES7 222-1BF22-0XA0
Dimensiones y peso		
Ancho	45 mm	45 mm
Alto	80 mm	80 mm
Profundidad	62 mm	62 mm
Pesos		
Peso, aprox.	120 g	150 g

3.5.11.4.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN: SITOP SMART 10A (REF.: 6EP1 334-2BA01)

SITOP smart



Pequeña en dimensiones, grande en prestaciones. Las fuentes de esta nueva línea ocupan en el perfil sólo un tercio de lo que ocupaban los modelos anteriores y disponen de un excelente comportamiento de sobrecarga (brevemente hasta el 150% de la intensidad de salida). Numerosas certificaciones permiten su aplicación universal en todo el mundo.

Fuente de alimentación, tipo	10 A	10 A
Referencia	6EP1 334-2AA01	6EP1 334-2BA01
Entrada	monofásica AC	monofásica AC
Tensión nominal U_a nom	120/230 V AC ajustable con conmutador	120/230 V AC ajustable con conmutador
Rango de tensión	85 a 132 V/170 a 264 V AC	85 a 132 V/170 a 264 V AC
Resistencia a sobretensión	2,3 x U_a nom, 1,3 ms	2,3 x U_a nom, 1,3 ms
Puenteo de fallos de red con I_s nom	> 20 ms con $U_a = 93/187$ V	> 20 ms con $U_a = 93/187$ V

Fuente de alimentación, tipo	10 A	10 A
Valor nominal/rango de frecuencia de red	50/60 Hz; 47 a 63 Hz	50/60 Hz; 47 a 63 Hz
Intensidad nominal $I_{s\ nom}$	4,1/2,4 A	4,1/2,0 A
Limitación de intensidad de arranque (+25 °C)	< 65 A, ttp. 3 ms	< 65 A, ttp. 3 ms
I^2t	< 3,3 A ² s	< 3,3 A ² s
Fusible de entrada incorporado	T 6,3 A/250 V (no accesible)	T 6,3 A/250 V (no accesible)
Automático magnetotérmico (IEC 898) recomendado en cable a red	desde 10 A, curva C	desde 10 A, curva C
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvanicamente	Tensión continua estabilizada y aislada galvanicamente
Tensión nominal $U_s\ nom$	24 V DC	24 V DC
Tolerancia total	± 3%	± 3%
• Comp. estática variación de red	aprox. 0,1%	aprox. 0,1%
• Comp. estática variación de carga	aprox. 0,5%	aprox. 0,5%
Ondulación residual (frec. de conmutación: aprox. 60 kHz)	< 150 mV _{pp} (tip. 50 mV _{pp})	< 150 mV _{pp} (tip. 50 mV _{pp})
Spikes (ancho de banda: 20 MHz)	< 240 mV _{pp} (tip. 150 mV _{pp})	< 240 mV _{pp} (tip. 150 mV _{pp})
Rango de ajuste	22,8 a 28,0 V	22,8 a 28,0 V
Indicador de funcionamiento	LED verde para 24 V O.K.	LED verde para 24 V O.K.
Comportamiento conex./deconex.	Rebase transitorio de U_s aprox. 4%	Rebase transitorio de U_s aprox. 4%
Retardo/subida de tensión en arranque	< 0,1 s con 230 V AC/tp. 50 ms	< 0,1 s con 230 V AC/tp. 50 ms
Intensidad nominal $I_s\ nom$	10 A	10 A
Rango de intensidad		
• hasta +45 °C	0 a 12 A	0 a 12 A
• hasta +60 °C	0 a 10 A	0 a 10 A
U/I dinám. con		
• Arranque contra cortocircuito	tip. 30 A durante 100 ms	tip. 30 A durante 100 ms
• Cortocircuito en servicio	tip. 33 A durante 200 ms	tip. 33 A durante 200 ms
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia	Si, 2 unidades	Si, 2 unidades
Rendimiento		
Rendimiento con $U_s\ nom, I_s\ nom$	aprox. 90%	aprox. 91%
Pérdidas con $U_s\ nom, I_s\ nom$	aprox. 27 W	aprox. 24 W
Regulación		
Comp. dinám. variación de red ($U_e\ nom \pm 15\%$)	± 0,3% U_s	± 0,3% U_s
Comp. dinám. variación de carga ($I_a: 50/100/50\%$)	± 1% U_s	± 1% U_s
Tiempo de compensación escalón carga		
• 50 a 100%	tip. 0,2 ms	tip. 0,2 ms
• 100 a 50%	tip. 0,2 ms	tip. 0,2 ms
Protección y vigilancia		
Protección de sobretensión en salida	Si, según EN 60950 (tip. <45 V)	Si, según EN 60950 (tip. <45 V)
Limitación de intensidad	tip. 12,5-13,5 A, sobrecarg. 150% $I_s\ nom$ hasta 5 s/min	tip. 12,5-13,5 A, sobrecarg. 150% $I_s\ nom$ hasta 5 seg/min
Prot. contra cortocircuito	Curva intensidad constante, rearranque automático	Curva intensidad constante, rearranque automático
Intensidad eficaz de cortocirc. sostenido	aprox. 16 A	aprox. 16 A
Indicador de sobrecarga/cortocircuito	LED apagado = Sobrecarga/cortocircuito	LED apagado = Sobrecarga/cortocircuito

Fuente de alimentación, tipo	10 A	10 A
Seguridad		
Aislamiento galvánico primario/secundario	Si, tensión de salida SELV U ₀ según EN 60950 Clase I	Si, tensión de salida SELV U ₀ según EN 60950 Clase I
Clase de protección (IEC 536; VDE 0106, parte 1)		
Corriente de fuga	< 3,5 mA (tip. 0,8 mA)	< 3,5 mA (tip. 0,8 mA)
Ensayo por TÜV	notified body (CB-Scheme)	notified body (CB-Scheme)
Marcado CE	Si	Si
Aprobación UL/cUL (CSA)	Si, cULus-listed (UL 508, CSA 22.2), File E197259, CSA (C22.2 No.14, No.60950-1-03)	Si, cULus-listed (UL 508, CSA 22.2), File E197259, CSA (C22.2 No.14, No.60950-1-03)
Protección contra explosiones	Directiva ATEX 94/9/CE; cat. 3, EEx nC II T4 U	Directiva ATEX 94/9/CE; cat. 3, EEx nC II T4 U
Aprobación para construcción naval	GL	GL
Grado de protección (EN 60 529; VDE 0470, parte 1)	IP20	IP20
CEM		
Emisión de perturbaciones	EN 55022 clase B	EN 55022 clase B
Limitación de armónicos de red	-	EN 61000-3-2
Inmunidad a perturbaciones	EN 61000-6-2	EN 61000-6-2
Datos de servicio		
Rango de temperatura ambiente	0 a +60 °C con convección natural	0 a +60 °C con convección natural
Temp. en transporte y almacenamiento	-40 a +85 °C	-40 a +85 °C
Clase de humedad	Clima 3K3 según EN 60721, sin condensación	Clima 3K3 según EN 60721, sin condensación
Elementos mecánicos		
Conexiones		
Entrada de red L, N, PE	sendos bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ² monofilar/flexible	sendos bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ² monofilar/flexible
Salida L+	2 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²	2 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²
Salida M	2 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²	2 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²
Dimensiones (An x Al x P) en mm	70 x 125 x 125	70 x 125 x 125
Peso aprox.	0,75 kg	0,8 kg
Montaje	abrochable en perfil normalizado conforme a DIN EN 50022-35x15/7,5	abrochable en perfil normalizado conforme a DIN EN 50022-35x15/7,5
Accesorios		
	-	-

3.5.11.5.- CABLE AS-I PERFILADO

3RX9010-0AA00 CABLE AS-I,PERFILADO,

Datos técnicos

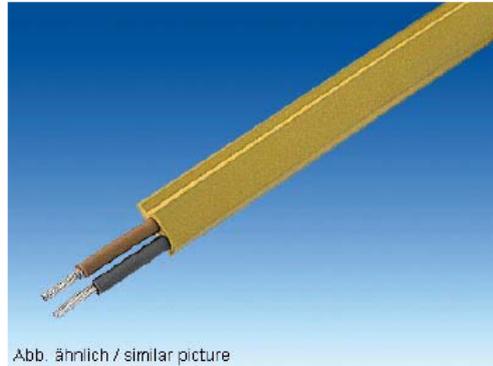


Abb. ähnlich / similar picture

CABLE AS-I,PERFILADO, AMARILLO, CUBIERTA DE CAUCHO, 2X 1.5MM2, 100M, 1 PIEZA = 100M

Datos técnicos generales:

Tipo de aparato	cable perfilado AS-Interface
Color	amarillo (AS-Interface)
Material	caucho
Cantidad	rollo de 100 m
Construcción mecánica:	
Libre de segregación de silicona	sí
radio de curvatura / [nicht versorgt - nach DIN VDE 0298 Teil 301]	
• tendido fijo / mín.	12 m
• móvil / mín.	24 m
Exento de halógenos	sí
Flexibilidad	muy bien
Comportamiento de flexión / según DIN VDE 0472, parte 603	no hay rotura tras 30.000 movimientos alternativos
Color de hilos	marrón, azul
Approbationen:	
Aprobaciones / Canadá CSA	no
Aprobaciones / USA UL	no
Peritaje controlado ("Überwachtes Gutachten ÜG") (VDE)	no
Condiciones ambiente:	
Comportamiento frente al fuego	inflamable
resistencia a aceites	resistente con límites
Ozono / y resistencia a las inclemencias meteorológicas	resistente con límites
Margen de temperatura	
• en reposo	
• mín.	-40 °C
• máx.	85 °C
• en movimiento	
• mín.	-25 °C
• máx.	85 °C

3.5.11.6.- CONECTOR DE UNIÓN AS-I

3RK1901-0NA00 CONECTOR DE UNION AS-I

Datos técnicos



CONECTOR DE UNION AS-I P. CONDUCT. ENERGIA AUX. Y DATOS CON 2 BORNES DE CUNA PARA CONDUCTOR TRENZADO 2X0,5...0,75 MM2, PLANO, AMARILLO, EXTENDIBLE

Datos técnicos generales:

Tipo de aparato	conector AS-Interface para cable de datos y energía auxiliar
ejecución	con bornes con conexión por desplazamiento del aislante para 2 x hilo estándar (0,5 bis 0,75 mm2)
Color	amarillo
Otras informaciones:	
Information- and Downloadcenter (Catálogos, Folletos,...) http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs	
Global Industry Mall (sistema de pedido online) http://www.siemens.com/lowvoltage/mall	
Service&Support (Manuales, certificados, características, FAQ,...) http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/3RK1901-0NA00/all	

último cambio: 12.01.2009

FACULTAD DE CIENCIAS
TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO



PROYECTO FIN DE CARRERA

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE
CABECEO O BLENDING DE LA
DENOMINACIÓN DE ORIGEN “JEREZ-
XÉRÈS-SHERRY**

TOMO III:

- ANEXOS (2ª PARTE)
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO
- PLANOS

AUTOR:

D. LEOPOLDO DEL PRADO GALLO

JULIO, 2009

3.6.- SEGURIDAD E HIGIENE

3.6.1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente proyecto es el diseño de un proceso para la obtención de VGL de Jerez, por tanto, el estudio de seguridad e higiene que se realiza en este capítulo sólo abarca las actividades que se realizan durante la elaboración del producto de dicho proceso. Queda fuera del alcance de este estudio las actividades realizadas antes y después de este proceso.

En el presente capítulo se recogen las medidas necesarias para garantizar la seguridad alimentaria de los mostos tratados y la seguridad e higiene de los trabajadores. Se integran ambos aspectos en un mismo apartado puesto que, en la industria alimentaria, una contaminación de los productos puede ocasionar riesgos higiénicos en la población y en los trabajadores, así como problemas de seguridad y/o higiene laboral pueden conducir a contaminaciones de los productos redundando así en la seguridad alimentaria.

El objetivo de este estudio es realizar un análisis inicial de los riesgos que se pueden dar en el centro de trabajo que nos ocupa y adoptar las medidas preventivas oportunas.

El riesgo de incendio y explosión, que es el más grave de los detectados, merece un tratamiento especial.

El conjunto de actividades o medidas adoptadas en todas las fases de actividad en la bodega con el fin de evitar riesgos y enfermedades derivadas del trabajo en la misma quedan recogidas en el marco normativo que constituye la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre), sus disposiciones de desarrollo o complementarias. El marco preventivo de la prevención parte directamente de la Constitución Española, que en su artículo 40.2 encomienda a los poderes públicos, como uno de los principios rectores de la política social y económica, velar por la seguridad e higiene en el trabajo.

Otros artículos constitucionales que guardan relación con la seguridad y salud en el trabajo son: el artículo 15 que reconoce el derecho a la vida y a la integridad física y moral; el artículo 37.1 que establece que la Ley garantizará el derecho a la negociación colectiva laboral entre los representantes de los trabajadores y empresarios. El artículo 43 reconoce el derecho a la protección de la salud, estableciendo que compete a los poderes públicos organizar y tutelar la salud pública a través de medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios.

Desde el punto de vista externo, la presencia de España en la Unión Europea conlleva la necesidad de armonizar nuestra política con las directrices comunitarias en esta materia, así la Ley transpone al Derecho Español la Directiva “Marco” (Directiva 89/391/CEE), relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad de los trabajadores en el trabajo.

Además, la Ley incorpora el contenido del Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo, ratificado por España, sobre seguridad y salud de los trabajadores en el ambiente de trabajo.

3.6.2.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

3.6.2.1.- OBJETO

Los objetivos que se persiguen con las actividades de mantenimiento son básicamente las siguientes:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Mejorar el estado del material para su eficaz funcionamiento.
- Intervenir antes de que el coste de reparación sea demasiado elevado.
- Eliminar o limitar los riesgos de averías en el material imprescindible para el proceso.

- Asegurar el buen estado de los servicios generales de agua, electricidad, etc.
- Permitir la ejecución de las reparaciones en las mejores condiciones.
- Evitar los consumos exagerados.
- Suprimir las causas de accidentes.
- Minimizar los costos.

3.6.2.2.- OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Las principales operaciones de mantenimiento y conservación que se estima necesario realizar sobre los equipos empleados en el proceso de elaboración de VGL son:

3.6.2.2.1.- LAS BOMBAS

- Control de arranque.
- Comprobar las vibraciones de los motores.
- Limpieza exterior.
- La presión en conexión con el conducto de impulsión.
- La temperatura de los motores.
- Comprobación del ajuste de la bomba y el motor.
- Comprobación de estanqueidad.
- Puesta en marcha periódica de los equipos de reserva.
- Comprobación de los niveles de aceite.
- Engrase de los rodamientos.
- Comprobación de automatismos.

- Comprobar intensidades, potencias y tensiones.
- Tarar térmicos.

3.6.2.2.2.- INSTRUMENTACIÓN EN GENERAL

- Limpieza de equipos.
- Comprobar las conexiones.
- Comprobar la alimentación.
- Comprobar la señal de entrada a los terminales.
- Comprobar la posición de los puentes de entrada.
- Comprobar la programación.

3.6.2.2.3.- DEPÓSITOS DE LA PLANTA

- Inspección radiografiada de las soldaduras para los depósitos de acero.
- Retirada de productos precipitados en su interior.
- Revisar las conexiones con las tuberías.
- Comprobar su estanqueidad.
- Revisar el aspecto superficial.

3.6.2.2.3.1.- LIMPIEZA Y CUIDADOS DE LOS TANQUES METÁLICOS

La limpieza es un proceso a repetir una y otra vez, con especial atención para la aparición de costras de tártaro y otros sedimentos.

Se debe considerar la cuestión de si los recipientes deben ser esterilizados y del modo más eficaz de llevarlo a cabo, así como el tema de la posibilidad de almacenar en ellos, sin problemas, a las bebidas biológicamente sensibles.

Los recipientes vacíos deben ser también conservados de la forma adecuada.

El cuidado de los recipientes comprende sus paredes exteriores e interiores, así como las griferías. El cuidado de las paredes interiores consiste en el control y en la limpieza del recipiente vacío, y por lo general se lleva a cabo rociando o lavando con agua, en caso necesario frotando con un cepillo y secando; luego se deja abierto el tanque vacío. Por regla general, el secado del interior del tanque es la mejor y más barata protección contra los hongos.

Es importante también el cuidado y control de las empaquetaduras, sobre todo del anillo de goma del agujero de hombre, cuidando de que no presenten grietas o puntos defectuosos. Lo mismo se puede decir de los anillos de empaquetaduras de las tubuladuras de brida, etc.

El trabajo de limpieza deberá ser más o menos cuidadoso y delicado según el grado de sensibilidad del revestimiento interior. Es importante que la superficie interna del tanque no quede dañada por los zapatos claveteados, las botas de goma con arena o los objetos duros y angulosos. Después de la limpieza se debe examinar el tanque para ver si presenta zonas defectuosas o dañadas, como poros, grietas, burbujas, herrumbre, puntos de rotura del revestimiento, etc.; en caso de observarse alguna anomalía se procederá inmediatamente a su reparación.

Al limpiar los tanques se debe tener en cuenta siempre su revestimiento interno.

Los tanques revestidos con material plástico (resina fenólica, resina epoxídica, etc.) así como los tanques de poliéster, deben ser limpiados con mucha atención: con un chorro de agua y un cepillo blando. No se deben raspar los residuos sólidos, pues se podría dañar la capa de cobertura del recubrimiento. Los posibles sedimentos, como por ejemplo los de tártaro, deben ser disueltos, en caso necesario con la ayuda de un producto adecuado. Si el chorro de agua resulta insuficiente, será necesario emplear agua caliente y un cepillo. Las costras de tártaro pueden ser eliminadas también por enfriamiento brusco, es decir con un tratamiento de agua muy caliente y agua fría alternativamente.

Los tanques con un revestimiento de esmalte vitrificado son los más fáciles de limpiar, pues en su superficie muy lisa prácticamente no se pueden adherir costras. También en este caso es aconsejable sin embargo limpiar el tanque inmediatamente después de vaciarlo. Los residuos que se han dejado secar deben ser disueltos de nuevo, lo que exige bastante tiempo y es perjudicial además para la superficie del tanque. Se limpia con un chorro de agua potente, y en caso necesario con un cepillo y agua caliente a la que se habrá añadido un producto adecuado, que en este caso no debe tener flúor.

Los tanques de acero de cromo y níquel no deben ser limpiados con detergentes clorados. En este caso se pueden emplear productos alcalinos, como por ejemplo productos de P₃ o también detergentes ácidos en una concentración del 1-3%, o en concentraciones superiores cuando se trate de eliminar el tártaro.

Cuando se trata de un tanque de acero especial, la eliminación del tártaro puede plantear serias dificultades. Entra aquí en cuestión también el carácter más o menos liso de las paredes, es decir, el tratamiento superficial de la chapa de acero. Sobre los acabados pulidos brillantes (V y IV) se deposita poco tártaro, el cual resulta fácil de eliminar con el chorro de agua, sin embargo, las superficies IIa y IIIb presentan una capa de tártaro fuertemente adherida.

En el caso de los tanques de acero de cromo y níquel, las costras de tártaro pueden ser disueltas con ácido nítrico diluido. Pero se trata de un trabajo peligroso, y lo mejor es efectuarlo con un aparato destinado a la limpieza de los tanques. El ácido nítrico presenta la ventaja de pasivizar al mismo tiempo la superficie de acero de cromo y níquel, cosa que no consiguen las lejías.

La tabla que se incluye a continuación muestra un resumen de los productos de limpieza adecuados para los tanques construidos en distintos materiales.

Detergente utilizable para	Alcalino fuerte	Alcalino débil	Ácido fuerte	Ácido débil	Con cloro	Con flúor
Tanque de acero con revestimiento sintético	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Tanque de acero con revestimiento esmaltado	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No

Tanque de acero especial	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Aluminio, muy puro	No	No	No	Sí	No	-
Aluminio con revestimiento sintético	No	Sí	Sí	Sí	Sí	-
Tanque de poliéster con y sin revestimiento	No	Sí	Sí	Sí	Sí	-

Tabla 99. Detergentes para la superficie de los tanques.

En la gran empresa, la limpieza interior de los tanques se suele realizar por “inyección de lejía con vapor” (inyectores de P₃). Con este aparato, el producto es dirigido en caliente y de manera continua, a concentraciones regulables, contra las paredes del tanque. El efecto puede ser incrementado considerablemente con el empleo de un producto humectante. Por lo general se prepara una lejía al 2,5%, que es succionada con el vapor y proyectada en el tanque.

La gran empresa puede trabajar también con instalaciones automáticas o semiautomáticas de limpieza de tanques.

La limpieza y desinfección se puede llevar a cabo también con una instalación de limpieza por rociado. Los aparatos pulverizadores son manejables y pueden ser fijados a los orificios del tanque.

Se han desarrollado métodos de limpieza y desinfección simultánea de los tanques, los sistemas de conducciones y la maquinaria. (Ver 2.7.5.-LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA BODEGA).

Mientras que en la limpieza a mano se deben desmontar el tanque, las tuberías y la maquinaria, para limpiarlos por separado, la utilización del método de alta presión permite simplificar considerablemente el proceso de limpieza.

El **método CIP** ofrece la ventaja de la limpieza por circulación, es decir que los aparatos y conducciones quedan comprendidos en el circuito y limpieza al mismo tiempo. (Ver 2.7.5.3.1.- MÉTODOS DE HIGIENIZACIÓN)

El proceso de limpieza, la alternancia de líquidos, puede ser automatizado y es controlado con ayuda de válvulas neumáticas o eléctricas. Pero el sistema de limpieza debe ser adaptado a las necesidades de la empresa.

Este será el método de limpieza que implantaremos en el proceso proyectado, no obstante, se podrán realizar algunas de las labores descritas anteriormente si fuesen necesarias.

Los cuidados externos comprenden la limpieza y mantenimiento de las griferías, las válvulas, en especial de los accesorios de seguridad, la protección contra la herrumbre de las tuercas y bridas, la limpieza y desoxidación del manto doble, el examen y la renovación de la pintura, etc.

3.6.2.2.3.2.- ESTERILIZACIÓN DE LOS TANQUES

Si se desea esterilizar un tanque se puede hacer en frío o en caliente, pero se debe tener en cuenta si el revestimiento del tanque puede soportar o no la acción del vapor.

Por lo general, los revestimientos de esmalte vitrificado o de materiales sintéticos de endurecimiento en frío aguantan el proceso de vaporización hasta una temperatura de 115°C.

Para vaporizar se abren primero un poco todas las válvulas. El vapor es introducido desde arriba, a través de un filtro acoplado; la salida del vapor tiene lugar por la parte inferior, es decir, por delante. El tanque es calentado a 95°C durante unos 20-30 minutos más, desde el momento en que el agua de condensación sale del tanque a una temperatura de 95°C, para lo cual se debe mantener una presión interior de aproximadamente 0,3-0,5 bar. Luego se cierran los grifos y válvulas, a excepción de la entrada y salida del vapor, protegiéndolos con algodón impregnado de SO₂. Lo mejor es insuflar entonces anhídrido carbónico, nitrógeno gaseoso o simplemente aire estéril frío en el tanque. Para ello, la botella a presión se acopla antes de empezar el proceso y se regula a 0,5atm. (Mantener el tanque a presión). Es importante evitar que durante el enfriamiento del tanque penetre en él aire no estéril (vacío).

Para la esterilización con vapor, por ejemplo de un tanque de 10.000L (agua de condensación a 95°C), se necesitan unos 140kg de vapor y unos 40 minutos de tiempo.

Para que al enfriarse, los tanques no succionen aire no estéril ni se rompan (formación de vacío), es necesario llenarlos con aire o con nitrógeno. El rendimiento horario del compresor deberá ser igual al doble o al triple de la capacidad del tanque. En el caso de un tanque de 10.000L, este rendimiento deberá ser de 20-30m³/h.

El aire estéril se hace penetrar en el tanque a través de un filtro EK, hasta que se obtenga una sobrepresión de 0,3-0,5 bar en el tanque.

En estos casos se utilizan griferías indicadoras de presión y vacío habituales en el almacenamiento del zumo de uva.

Si se utiliza el anhídrido sulfuroso como producto esterilizante, el tanque limpio debe ser rociado y humedecido con agua. Se cierran los grifos o válvulas, y a través de la válvula de muestreo se introducen con una botella a presión unos 10g de gas de SO₂ por hectolitro de capacidad del tanque; el gas se deja actuar durante 3-4 horas. La eliminación posterior del gas con anhídrido carbónico o con aire estéril se efectúa de la forma explicada anteriormente. Pero el SO₂ ataca al tanque, en especial a las griferías de bronce, y además no se puede tener la seguridad de que su efecto alcance todos los rincones.

Las griferías, las empaquetaduras del agujero de hombre, etc., deben ser limpiadas a fondo previamente; lo mejor es esterilizarlas por separado en agua hirviendo o en una solución acuosa al 2% de anhídrido sulfuroso. A continuación se envuelven en bolsas estériles y se fijan de nuevo al tanque.

En el caso de vaporizar el tanque, las griferías son esterilizadas al mismo tiempo por el calor, siempre que el vapor llegue hasta ellas.

Al llenar los tanques con vino se trabajará en las mismas condiciones de asepsia respetadas en la esterilización.

Esta actividad no será necesaria en nuestro proceso de forma muy habitual, ya que el vino con el que vamos a trabajar ya está filtrado y estabilizado, al ser producto final de otro proceso distinto, y no contener restos de levaduras que puedan fermentar. No obstante, sería conveniente realizar una esterilización de forma periódica para prevenir fermentaciones no deseadas.

3.6.2.3.- TIPOS DE MANTENIMIENTO

Las bases de partida del proceso para efectuar los oportunos programas de control y seguimiento de los equipos electro-mecánicos son básicamente:

- Personal técnico cualificado.
- Libro, fichas o manual de operación y mantenimiento del proceso.

Las fichas fundamentales para el mantenimiento son:

- Ficha histórica del equipo, con sus datos importantes y programa de operaciones de mantenimiento.

En esta ficha se reflejan las características de la máquina:

- Función a que se dedica.
- Fabricante.
- Modelo.
- Características de funcionamiento.
- Motor y características.
- Reductor y características.

También se reflejan en la misma un despiece de la máquina con sus referencias, así como las modificaciones importantes a que haya sido sometida.

- Ficha de mantenimiento preventivo.

Con el fin de coordinar el mantenimiento preventivo de todas las máquinas se realiza un cuadro que contempla la programación general del mantenimiento preventivo.

Estas fichas incluyen la periodicidad en la relación de:

- Lubricación y engrase.
- Revisiones mecánicas.
- Revisiones eléctricas.
- Pintura.

También se incluye información referente a tiempo, material y repuestos empleados en dichas revisiones.

El mantenimiento preventivo hace disminuir considerablemente el número de averías, lo que repercute en una mayor vida de la máquina y en un ahorro de repuestos y mano de obra de mantenimiento.

- Ficha de resolución de averías.

En ella se anota:

- Fecha en que se produce la avería.
- Pieza o elemento causante de la avería.
- Horas de funcionamiento en el momento de producirse la avería.
- Reparación en taller de planta o taller especializado.
- Fecha en que entra la máquina nuevamente en servicio.
- Repuestos y mano de obra empleados en las averías producidas.
- Dotación del equipamiento de taller y herramientas adecuadas al desarrollo de la actividad.

- Almacén de repuestos y otros elementos que sean de obligatoria reposición periódica (aceite, reactivos químico, etc.)

Con los datos anteriores se programa la actividad de mantenimiento:

- **Programa de operación para el arranque.**

La planta actual continuará funcionando durante la instalación del nuevo proceso. Una vez que el proceso para la obtención de VGL esté operativo, obtendrá las principales materias primas como son los vinos base (Fino, Oloroso, Amontillado y Pedro Ximénez) de los productos obtenidos en la bodega originaria.

- **Resolución de averías.**

Nunca debe dejarse de lado la organización de un servicio de resolución de averías, ya que es normal que, por problemas accidentales o puntuales, surjan disfunciones en el funcionamiento de las diferentes unidades y equipos. No obstante, un buen mantenimiento preventivo pretende reducir y minimizar el carácter aleatorio de la presentación de averías y roturas.

- **Programa de operación y mantenimiento.**

Con el apoyo del contratista encargado de la construcción y de los fabricantes de los equipos, se elaborará un Manual de Operación y Mantenimiento, el cual deberá contar con:

- Una descripción del Sistema.
- Advertencias de seguridad y funcionamiento del proceso y el equipo.
- Descripción de las operaciones.
- Guía para la solución de problemas.
- Procedimientos de laboratorio.
- Diarios de operación y mantenimiento, así como registros de datos.

- Ficha histórica del equipo.
- Ficha de mantenimiento preventivo.
- Ficha de resolución de averías.
- Diagramas del proceso y de la instrumentación.
- Diagramas de los equipos.
- Hojas de datos e instrucciones de operación y mantenimiento generadas por los fabricantes.

- **Mantenimiento preventivo programado.**

Con este sistema, en principio complejo y que requiere un cierto procedimiento administrativo y de control, se pretende básicamente acotar el riesgo de la presentación de averías. A tal fin se prevé, de manera planificada o programada, la problemática del deficiente funcionamiento de los equipos y elementos.

Dentro de este bloque se puede distinguir:

- Engrases y cambios de aceite.

Básicamente consiste en la realización de un manual de engrases y un seguimiento de las operaciones, mediante Fichas de Control de engrases y cambios de aceite.

- Plan de mantenimiento.

Consiste en esencia en la realización de una programación anual en la que se determinen las frecuencias para acometer las diferentes revisiones a cada uno de los equipos que constituyen el proceso.

- **Mantenimiento correctivo o de mejora.**

Muchas veces es necesario efectuar actividades de corrección, rediseño o de mejora de equipos e instalaciones existentes, básicamente con la finalidad de optimizar su funcionamiento, mejorando sus prestaciones y vida útil, evitando así la sistemática repetición de averías.

Es frecuente corregir ciertas piezas como:

- Rodetes (sustitución de materiales).
- Sistemas de control (elección no idónea de automatismos).

Esta actividad tiene una gran repercusión en la vida de los equipos, garantizando una mayor duración, flexibilidad y nivel de servicio, y por tanto una disminución de los costes.

A continuación se representa un esquema que relaciona los distintos tipos de mantenimiento de la planta:

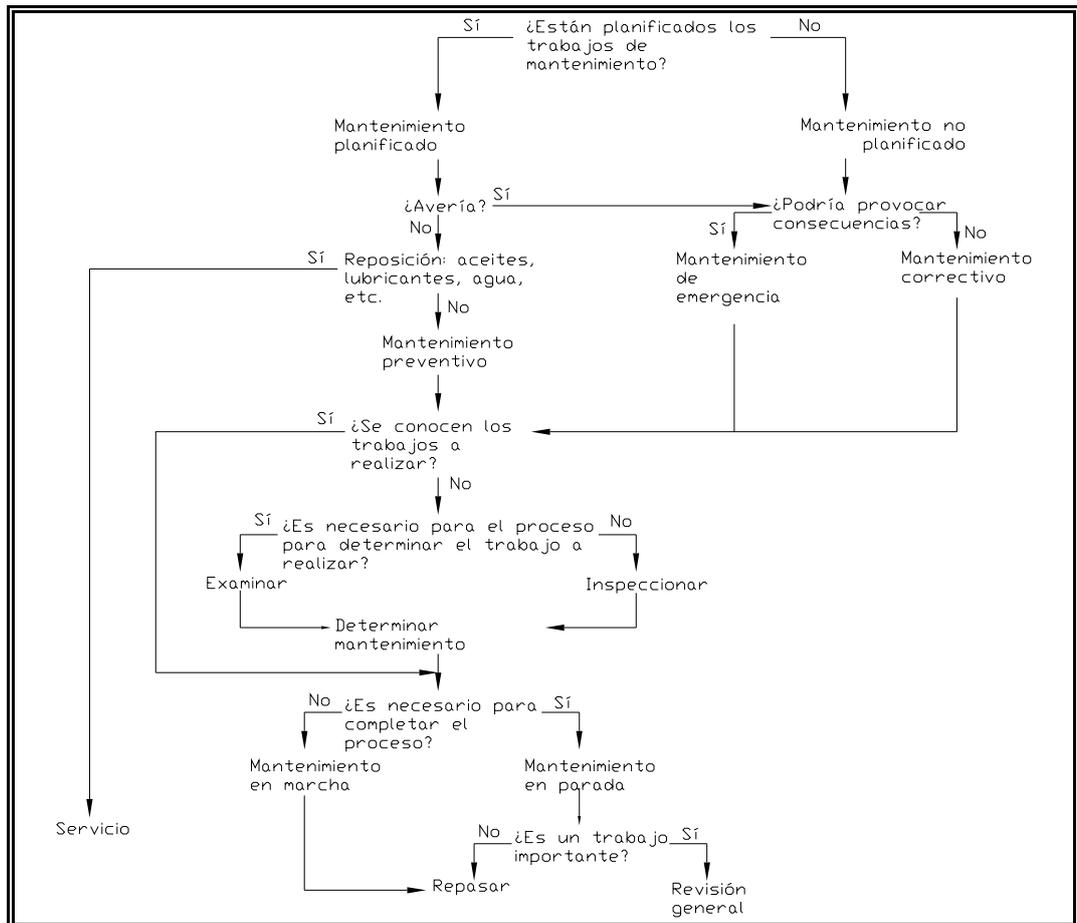


Fig. 94. Relaciones entre los mantenimientos a aplicar.

- **Programa de seguridad.**

El programa de seguridad contará con las siguientes funciones:

- Capacitar al personal sobre aspectos de seguridad en el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Instituto Nacional de la Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSH): higiene personal, indumentaria de protección, hojas de datos de los materiales, procedimientos de emergencia para casos de lesiones personales o problemas de salud. La capacitación se impartirá inmediatamente antes del inicio de las operaciones y de forma periódica (frecuencia mínima de dos veces por año), llevándose a cabo sesiones de capacitación a manera de repaso con el objeto de revisar y actualizar la información.
- Practicar periódicamente los procedimientos de emergencia.
- Inspeccionar mensualmente la indumentaria de protección y el equipo de seguridad, y reemplazarlos en caso necesario.
- Mantener un botiquín de primeros auxilios en el sitio.

3.6.2.4.- COSTES DIRECTOS DEL MANTENIMIENTO

Los costes directos del mantenimiento del proceso incluyen los costes correspondientes a:

- Gastos de remuneración del personal.
- Suministros de maquinaria, piezas de recambio, etc.
- Herramientas y equipos de mantenimiento.
- Gastos diversos de documentación, gestión, etc.
- Gastos de subcontratación.

- Gastos financieros correspondientes a la inmovilización de las piezas de recambio.

Éstos son claramente inferiores a los gastos que se derivan de la falta de mantenimiento, como lo demuestra el iceberg de costes del siguiente esquema:

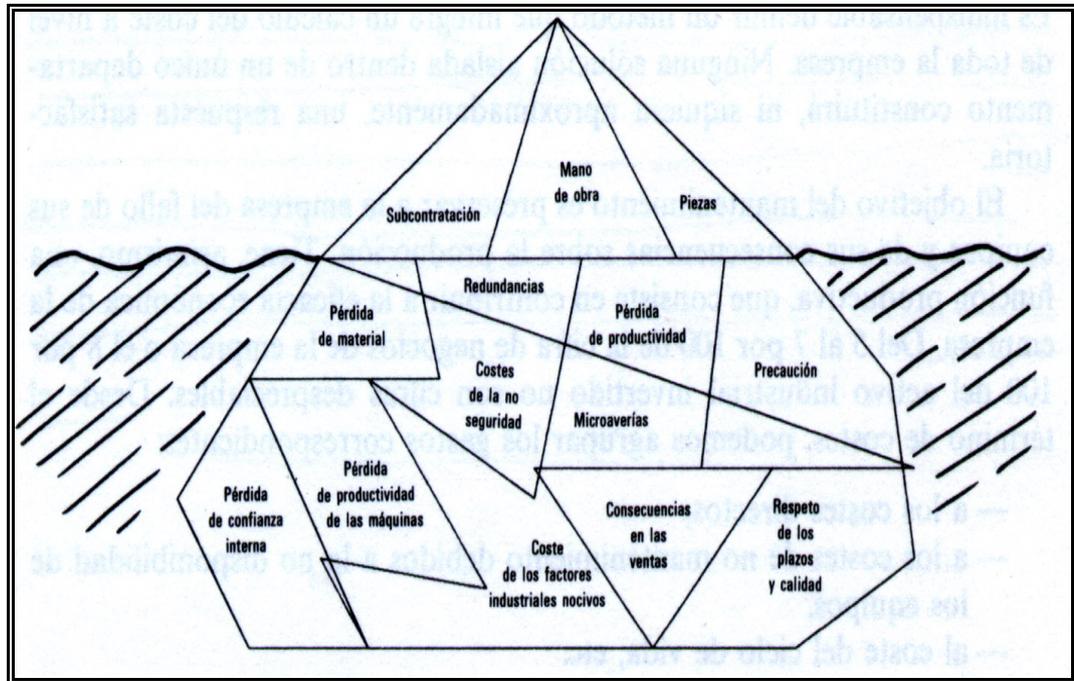


Fig. 95. Iceberg de costes de mantenimiento.

Los costes de la falta de mantenimiento incluyen la incidencia de la ineficacia que de ello se deriva, originando la indisponibilidad y la degradación del funcionamiento de los equipos.

El desafío del mantenimiento de la planta consiste en reducir la suma de los costes directos y de los costes de la falta de mantenimiento.

La falta de asignación presupuestaria para el mantenimiento, conservación y explotación del proceso conduce a su inutilización. Por tanto, un porcentaje del valor de su instalación se debe destinar a estas actividades.

3.6.3.- ANÁLISIS DE RIESGO Y PUNTOS DE CONTROL

La finalidad de este anexo de “Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos” consiste en:

- Facilitar una herramienta para la mejor comprensión y puesta en marcha de este sistema, precisando sus características y contenido, lo que sin duda les permitirá un mejor conocimiento de su proceso de producción y un mayor control de las etapas críticas de dicho proceso.
- Facilitar las tareas del control oficial y promover una aplicación uniforme del sistema.
- Dar mayor seguridad a los consumidores, garantizando la salubridad de los productos.

3.6.3.1.- INTRODUCCIÓN

El Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCPC) conlleva la prevención de los riesgos sanitarios vinculados a los alimentos.

La implantación del ARCPC en una empresa le permite identificar y registrar los factores que afectan a la salubridad del producto. Proporciona a la Dirección gran información, que le sirve para controlar los riesgos a fin de reducirlos de la forma más eficaz, tanto técnica como económicamente.

Con el ARCPC, la industria de la alimentación está en situación de poder garantizar la salubridad de los productos.

La Unión Europea ha hecho preceptiva la implantación y mantenimiento de un sistema ARCPC en todas las empresas del sector alimentario mediante la Directiva 93/43/CEE del Consejo, de 13 de junio de 1993, relativa a la higiene de los productos alimenticios.

El Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establece las normas de higiene relativas a los productos alimenticios, en su artículo 3 recoge la obligación de implantar sistemas eficaces de control adecuados de acuerdo con los principios en los que se basa el ARCPC.

Este anexo tiene como fin la descripción de la sistemática a seguir para diseñar un sistema de control basado en los principios del ARCPC.

Contempla el control/prevención de los riesgos sanitarios, es decir, biológicos, físicos o químicos en los vinos, que es la base fundamental del ARPC. Se podrían incluir los económicos y los de calidad comercial.

Su aplicación va desde la recepción de las materias primas y auxiliares hasta la expedición del producto terminado.

3.6.3.2.- PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA ARPC

1. Identificar el o los riesgos o peligros potenciales asociados a la producción de alimentos, en todas las fases, desde el cultivo o crianza hasta el consumo final, pasando por el procesado o tratamiento, la transformación y la distribución. Evaluar la probabilidad de presentación de los riesgos o peligros e identificar las medidas preventivas necesarias para su control.

La palabra riesgo suele utilizarse para indicar la posibilidad de sufrir pérdidas, o como una medida de pérdida económica o daño a las personas, expresada en función de la probabilidad del suceso y la magnitud de las consecuencias. Corresponde en inglés al término *risk*. Por su parte, utilizaremos la palabra peligro (*hazard*) para designar una condición física o química que puede causar daños a las personas, el medio ambiente o la propiedad.

2. Determinar los puntos/procedimientos/etapas operacionales que pueden ser controlados para eliminar los riesgos o minimizar la probabilidad de su presentación (Puntos Críticos de Control, PCCs). Por “etapa” es necesario entender toda fase de producción y/o de fabricación de alimentos, incluida la producción animal, las prácticas agrícolas, materias primas, la formulación, el procesado, el almacenamiento, el transporte, la venta al por menor y la preparación para el consumo.
3. Fijar los límites críticos o criterios que deben cumplirse para asegurar que cada PCC está bajo control.
4. Establecer un sistema de vigilancia o monitorización que permita asegurar el control de los PCCs mediante pruebas u observaciones programadas.

Comprobación, vigilancia o monitorización es averiguar que un procedimiento de procesado o de manipulación en cada PCC se lleva a cabo correctamente y se hace bajo control. Supone la observación sistemática, la medición y/o el registro de los factores significativos necesarios para el control. Los procedimientos de comprobación o vigilancia seleccionados deben permitir que se tomen acciones para rectificar una situación que está fuera de control, bien antes de iniciar, o durante el desarrollo de una operación en un proceso.

5. Establecer las acciones correctoras a poner en funcionamiento cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
6. Establecer procedimientos para la verificación, incluyendo pruebas complementarias, a fin de confirmar que el sistema ARCPC está funcionando de manera efectiva.
7. Establecer un sistema de registro en el que se anoten todos los procedimientos y datos relativos a los principios anteriores y a su aplicación.

3.6.3.3.- METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA ARCPC

Para aplicar los principios en los que se basa el ARCPC se seguirán los pasos siguientes, en la secuencia detallada a continuación.

3.6.3.3.1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O TEMA A ANALIZAR

Análisis del proceso, fase a fase.

3.6.3.3.2.- FORMACIÓN DEL EQUIPO

Creación de un equipo multidisciplinario que tenga los conocimientos técnicos necesarios, tanto del proceso como del producto, nombramiento de un coordinador y definición de sus responsabilidades. Debería estar formado por miembros que desarrollen funciones de, al menos, Producción, Enología y Calidad.

3.6.3.3.3.- RECOPIACIÓN DE LOS DATOS RELATIVOS AL PRODUCTO Y SU UTILIZACIÓN

Recopilación de todo lo referente al producto: materias primas, materias auxiliares, características del etiquetado, características del contenido, embotellado, etc.

Identificación de las normas/reglamentos aplicables al producto y recopilación de requerimientos.

Identificación de los clientes de ese producto: gran distribución, detallistas, restauradores, consumidor final, etc.

3.6.3.3.4.- ANÁLISIS DEL PROCESO DESDE LA RECEPCIÓN HASTA LA EXPEDICIÓN

El análisis debe contemplar todas las etapas, porque se analiza cada fase del proceso. Debe recoger, desde la recepción de las materias primas y auxiliares, pasar por todo el proceso de elaboración y envasado, hasta llegar a la expedición del producto terminado, operación con la que termina el proceso.

El control desde el punto de vista sanitario de los alimentos, se ha venido realizando sobre los productos finales. El ARCPC está enfocado a la prevención durante todo el proceso productivo.

3.6.3.3.5.- CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO Y DESPUÉS COMPROBACIÓN DEL MISMO

Realizado el análisis exhaustivo del proceso, el siguiente paso es confeccionar el diagrama de flujo del mismo y comprobarlo “in situ”, para asegurarse de que es válido para todas las actividades desarrolladas y, dadas las peculiaridades estacionales del sector que nos ocupa, en todas las épocas del año.

3.6.3.3.6.- DETERMINACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO POR CADA FASE U OPERACIÓN

El modo de fallo es la manifestación del fallo potencial.

En cada fase u operación puede haber uno o varios modos de fallo potenciales. El objetivo principal de esta etapa es ser exhaustivo en la enumeración de los modos de fallo.

3.6.3.3.7.- DETERMINACIÓN DEL EFECTO QUE PRODUCE EL FALLO (RIESGO)

El efecto del fallo, expresado en términos generales, es la consecuencia que tiene en el producto, el hecho de que el fallo se produzca.

La expresión de los efectos es la respuesta a la pregunta ¿qué pasará en nuestro producto si ocurre en modo de fallo?

Han de considerarse los riesgos sanitarios (biológicos, físicos o químicos) que es la base fundamental del ARCPC (podrían incluir los económicos y los de calidad comercial).

3.6.3.3.8.- ESTABLECIMIENTO DE LOS CONTROLES A REALIZAR

En cada fase se recogen los medios y las disposiciones establecidos para impedir que los modos de fallo que pudieran aparecer lleguen al cliente; es decir, los controles, la frecuencia y el tamaño de muestras.

La realización de los controles permitirá verificar si se ha dado el modo de fallo y, si es así, si el efecto que produce está por debajo del límite crítico establecido. En definitiva permitirán ver si un punto crítico está o no bajo control.

Todos estos hechos deben ser documentados de forma clara y nada ambigua o como especificaciones en los manuales de trabajo, incluyendo, cuando se crea conveniente, tolerancias. La elección de las opciones de control dependerá de su utilidad, coste y capacidad de la empresa alimentaria en particular para aplicar la opción de control.

3.6.3.3.9.- ELABORACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES Y MÉTODOS ANALÍTICOS CORRESPONDIENTES A LOS CONTROLES ESTABLECIDOS

Para cada control se establece documentalmente la instrucción o el método de control a utilizar.

La comprobación consiste en determinar que el tratamiento o proceso de manipulación en un determinado PCC se encuentra bajo control. Al igual que con el análisis de riesgos y la determinación de los PCCs, la implantación de unos procedimientos eficaces de vigilancia o monitorización requiere disponer de experiencia técnica. La comprobación será capaz de detectar cualquier desviación de la especificación (pérdida de control) y aportar esta información a tiempo de que pueda establecerse una acción correctora que permita volver a controlar el proceso antes de que sea necesario rechazar el producto.

Se utilizan principalmente los siguientes métodos de control:

1. Observación visual.

La comprobación visual no precisa de un equipo costoso e incluso puede no ser necesario un personal altamente especializado. El personal que realiza la vigilancia o monitorización debe recibir una preparación adecuada para que sepa aquello que debe buscar, cómo valorar las desviaciones de la especificación y qué acción debe tomarse en consecuencia.

2. Valoración sensorial.

La comprobación de atributos del producto correspondientes a su sabor y olor constituye una ampliación de la comprobación visual que algunas veces puede aportar una indicación rápida de pérdida de control. Por ejemplo, un olor a vinagre evidencia que no se ha mantenido la condición anaerobia en el almacenamiento del vino, así como el contenido alcohólico, ya que existen bacterias que transforman el alcohol en ácido acético, transformando el vino en vinagre. Otro ejemplo fundamental son las catas a las que se someterán tanto las materias primas como los productos para determinar sus características organolépticas.

3. Determinaciones físicas/químicas/biológicas.

Existen numerosas determinaciones físicas/químicas que pueden realizarse en la cadena de producción o fuera de las mismas y que aportan información útil en un período de tiempo relativamente corto. Representan armas poderosas para quienes deseen comprobar los procesos para reducir al mínimo las no conformidades.

Algunas de las medidas a realizar, tanto de materias primas como en productos, serán: determinación de la graduación alcohólica, densidad y azúcares reductores, medición del pH y de la temperatura.

4. Aspectos cuantitativos y de registro.

Una vez establecidos métodos simples y rápidos de comprobación o vigilancia de los puntos críticos, y criterios que indiquen si la operación se encuentra o no bajo control, es necesario especificar la frecuencia de la comprobación y el plan de muestreo que ha de seguirse. Estos aspectos serán determinados en relación con la posibilidad de presentación y la gravedad del riesgo que debe ser controlado en un determinado PCC. El mantenimiento de un registro es una parte integral de la comprobación o monitorización y será tan simple como sea posible en un programa de comprobación correctamente diseñado.

3.6.3.3.10.- ESTABLECIMIENTO DE LOS LÍMITES CRÍTICOS

Para cada control se establecerán los límites críticos, es decir, los valores que no deberán ser superado si se quiere considerar el punto crítico dentro de control.

Los límites críticos de parámetros subjetivos, como por ejemplo “observación visual”, deben acompañarse de especificaciones claras que indiquen lo que es aceptable de lo que no lo es.

3.6.3.3.11.- ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES PREVENTIVAS

Se establecerán las acciones necesarias tendentes a garantizar que el fallo no se produzca.

3.6.3.3.12.- ESTABLECIMIENTO DE LA ACCIÓN A TOMAR

Si los controles establecidos indicaran que, a pesar de las acciones preventivas establecidas, el fallo se ha producido y que alguno de los parámetros está fuera de su límite crítico, deben establecerse las acciones a tomar, que pueden ser inmediatas o correctoras (tendentes a eliminar las causas).

3.6.3.3.13.- ESTABLECIMIENTO DE REGISTROS

El resultado de cada uno de los controles establecidos debe registrarse.

Se ha de tener en cuenta que todo el soporte documental debe permitir demostrar que todos los puntos críticos están bajo control o, cuales han sido las acciones tomadas para controlarlos, así como la eficacia de las mismas.

Debe permitir analizar los puntos débiles del proceso y lograr la trazabilidad del producto, aspecto este fundamental para poder afrontar posibles reclamaciones tanto internas como externas.

3.6.3.3.14.- ESTABLECIMIENTO DE LA SISTEMÁTICA PARA VERIFICAR Y REVISAR EL ARCPC

Se define la sistemática para efectuar el seguimiento de la implantación y efectividad de las acciones establecidas.

También puede ocurrir, que como consecuencia de una acción correctora establecida como resultado de la resolución de una reclamación, una no conformidad o cualquier otra causa, se produzcan cambios substanciales en el proceso, cambios en los planes de control, ... En todos estos casos, el ARCPC deberá ser revisado.

3.6.3.3.15.- FORMACIÓN

Todo el personal implicado en el control de los puntos críticos (líneas de producción, laboratorio, bodega, etc.) debe estar adecuadamente formado y adiestrado, de tal forma que conozca perfectamente los controles a efectuar, como efectuarlos, cuales son los límites críticos y que hacer cuando algún parámetro supere el límite crítico.

3.6.3.4.- DEFINICIONES

- **Riesgo:** es la posibilidad de producir o causar daño. Los riesgos pueden ser biológicos, físicos o químicos.
- **Punto crítico de control (PCC):** es el punto dentro del proceso en el que se puede aplicar un control, para eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo que pueda afectar a la salubridad de un alimento.
- **Proceso:** conjunto de fases por las que atraviesa un producto.
- **Fase:** conjunto de operaciones agrupables por su función, dentro del proceso.
- **Modo de fallo:** es la manifestación de un fallo potencial.

- **Efecto:** es la consecuencia que tiene en el producto, el hecho de que el fallo se produzca.
- **Límite crítico:** es el valor a partir del cual se considera que no es aceptable el riesgo que se corre.
- **Acción preventiva:** es la encaminada a eliminar las causas de las no conformidades potenciales.
- **Acción correctora:** es la encaminada a eliminar las causas de las no conformidades reales.
- **No conformidad:** es el incumplimiento de los requisitos especificados.

3.6.3.5.- DIAGRAMA DE FLUJO

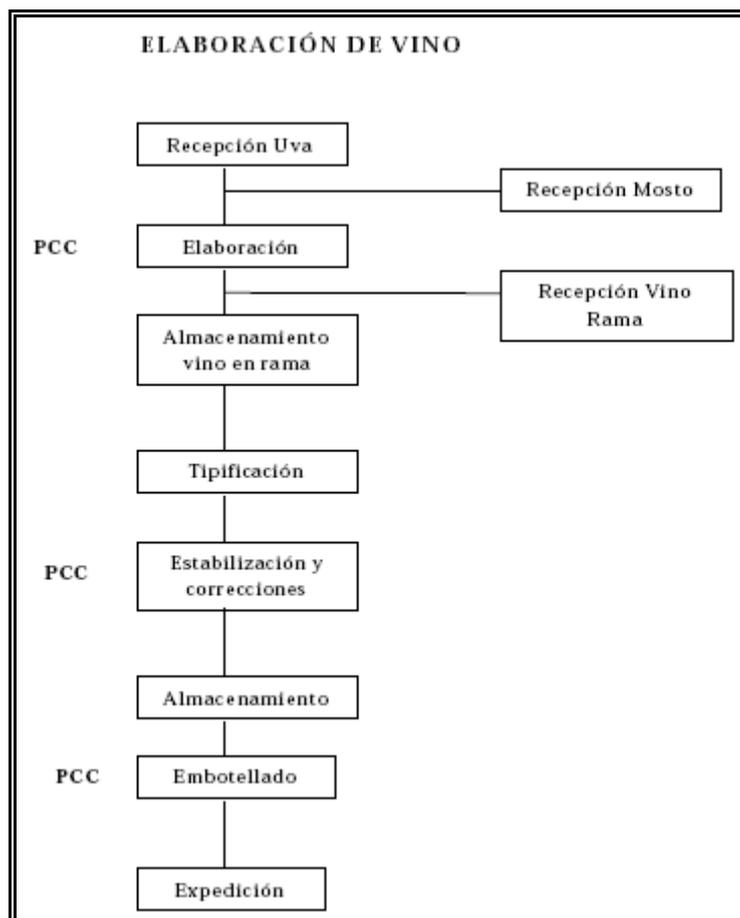


Fig. 96. PCCs en el diagrama de flujo de elaboración del vino.

3.6.3.6.- CUADRO DE GESTIÓN: ARPC PROCESO VINO

Fase	Modo de fallo	Efecto/ Riesgo	Límite crítico	Acciones preventivas	Vigilancia/ controles	Acción a tomar	Registros
♦ Elaboración	Presencia de: • Etilenglicol y Dietilenglicol	• Toxicidad. • Incumplimiento legislativo	• No se detecta	• Mantenimiento de intercambiadores de agua glicolada.	• Análisis cromatográficos	• Reparar la instalación. • Destilar el vino afectado.	• Análisis laboratorio • Mantenimiento
	Presencia de: • Propilenglicol	• Incumplimiento Legislativo	• No se detecta				
♦ Estabilización y correcciones	Presencia de: • Etilenglicol y Dietilenglicol	• Toxicidad. • Incumplimiento legislativo.	• No se detecta	• Mantenimiento de intercambiadores de agua glicolada.	• Análisis cromatográficos	• Reparar la instalación. • Destilar el vino afectado.	• Análisis laboratorio • Mantenimiento
	Presencia de: • Propilenglicol	• Incumplimiento Legislativo	• No se detecta				
	• Restos de ferrocianuro.	• Toxicidad. • Incumplimiento legislativo.	• Ausencia	• Fijación correcta de las dosis de ferrocianuro	• Análisis de la presencia de ferrocianuro en solución o suspensión	• Mezclar con vinos con alto contenido en hierro • Filtrar el vino	• Resultados analíticos
	• Incorporación al vino de productos tóxicos por equivocación.	• Toxicidad.	• Ausencia	• Identificar correctamente los productos • Auditar los almacenes • Aislar las sustancias tóxicas	• Control periódico de almacenes	• Rechazar la partida	• Parte de incidencias • Resultado de los controles y auditorías

Fase	Modo de fallo	Efecto/ Riesgo	Límite crítico	Acciones preventivas	Vigilancia/ controles	Acción a tomar	Registros
♦ Embotellado	Contaminación microbiológica	Vino con alto contenido en azúcar:		Control de la integridad de filtros Mantenimiento de pasteurizadores Limpieza correcta de los circuitos	Control por cultivo en placas o sistema equivalente	Reprocesar la producción afectada	Resultados analíticos Registros de bodega
		Vino tranquilo:					
	Presencia de cristales u otros cuerpos extraños en el vino.	Lesiones en el consumidor	Ausencia	Calidad concertada proveedores botella. Mantenimiento adecuado de la línea de producción. Enjuagado botellas	Control recepción botella. Control línea de producción.	Rechazar el lote afectado. Mantenimiento correctivo.	Resultados control de recepción Mantenimiento
		Vidrios en el exterior de la botella.	Lesiones en el consumidor.	Ausencia	Calidad concertada con los proveedores de botella. Mantenimiento adecuado de la línea de producción.	Control recepción botella. Control línea de producción.	Rechazar el lote afectado. Mantenimiento correctivo.
	Aparición de residuos de productos de limpieza de máquinas.	Suciedad en vino. Toxicidad	Ausencia	Utilizar productos de limpieza aptos y específicos para la industria alimentaria.	Supervisión diaria tras la limpieza de la línea de producción.	Comprobación y reproceso.	Resultados control de la producción
		Incorporación al vino de productos tóxicos por equivocación.	Toxicidad.	Ausencia	Identificar correctamente los productos. Auditar los almacenes. Aslar las sustancias tóxicas.	Control periódico de almacenes.	Rechazar la partida.

3.6.3.7.- GUÍA PARA LA APLICACIÓN

Se va a recoger a continuación una somera explicación, de aquellos puntos del cuadro de gestión que así lo requieran.

Ha de tenerse presente que todas las fases que constituyen el diagrama de flujo deben estar debidamente controladas, aunque no constituyan un punto crítico de control. La vigilancia establecida en las mismas deberá definirse por cada bodega en función de su propio proceso productivo, de tal forma que siempre podamos asegurar su control.

3.6.3.7.1.- ELABORACIÓN

3.6.3.7.1.1.- PRESENCIA DE ETILENGLICOL, DIETILENGLICOL, PROPILENGLICOL

En aquellas bodegas que utilizan soluciones glicoladas como parte integrante de sus sistemas de refrigeración, puede aparecer etilenglicol, dietilenglicol, propilenglicol en los productos, en el caso de que se produjera algún tipo de fuga en los mismos.

El efecto/riesgo que supondría la aparición de estos productos está perfectamente detallado en el cuadro de gestión. Existe un riesgo toxicológico en el caso de la aparición de etilenglicol y dietilenglicol dada su toxicidad. Este riesgo no existe en el caso del propilenglicol que no es tóxico.

La vigilancia de este punto crítico consistirá en el control cromatográfico sistemático de los vinos que han estado sometidos a ese riesgo.

El mantenimiento adecuado y sistemático de las instalaciones implicadas será la acción preventiva a implantar. Asimismo, es aconsejable utilizar como refrigerante únicamente el propilenglicol y no sustancias tóxicas como el etilenglicol o el dietilenglicol.

Si a pesar de la prevención, el modo de fallo ocurriera, deberá procederse a la reparación de la instalación y a la destilación del vino afectado.

Se deberán llevar los registros de los resultados analíticos del vino y del mantenimiento efectuado, para demostrar que el punto crítico está bajo control.

3.6.3.7.2.- ESTABILIZACIÓN Y CORRECCIONES

3.6.3.7.2.1.- PRESENCIA DE ETILENGLICOL, DIETILENGLICOL, PROPILENGLICOL

Idem Anexo 3.6.3.7.1.1.-Presencia de etilenglicol, dietilenglicol, propilenglicol.

3.6.3.7.2.2.- RESTOS DE FERROCIANURO

Es sabido que ciertos vinos requieren un tratamiento con ferrocianuro potásico, al objeto de conseguir su estabilidad frente a ciertas quiebras metálicas.

En los casos en los que se haya efectuado este tratamiento, deberá comprobarse que el vino está exento de ferrocianuro tanto en solución como en suspensión.

Como medida preventiva, el tratamiento debe correr a cargo de un técnico autorizado, que fijará las dosis de ferrocianuro y su correcta aplicación.

En el caso de que el modo de fallo ocurriera, si el ferrocianuro está en suspensión, se filtrará el vino para eliminarlo y se comprobará su ausencia posteriormente. Si está en solución, se mezclará con otros vinos con alto contenido en hierro con el fin de combinarlo y posteriormente se filtrará y comprobará.

Todos los resultados analíticos de las comprobaciones deberán ser registrados.

3.6.3.7.2.3.- INCORPORACIÓN AL VINO DE PRODUCTOS TÓXICOS POR EQUIVOCACIÓN

El manejo de productos tóxicos siempre supone un riesgo. Como medidas preventivas, estos productos deben estar correctamente identificados con el fin de no confundirlos con cualquier materia prima o auxiliar e incorporarlos al proceso productivo, debiendo guardarse en almacenes separados. A título de ejemplo y sin ánimo de ser exhaustivos, estas sustancias pueden ser lubricantes, disolventes, detergentes, etc., que se hayan alojado en recipientes que no son los originales y que no se identifican claramente.

Otras acciones preventivas que nos ayudan a evitar este modo de fallo son auditar periódicamente los almacenes de tal forma, que se detecte lo antes posible el uso indebido de estos productos y por supuesto mantener aisladas estas sustancias de tal manera que se deba ir ex profeso a por ellas.

Obviamente la acción a tomar será rechazar la partida afectada.

Los registros de los resultados de los controles y las auditorias deben guardarse, así como de las incidencias que tengamos.

3.6.3.7.3.- EMBOTELLADO

3.6.3.7.3.1.- CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA

Este punto de control será crítico en aquellas empresas que embotellen productos con una riqueza en azúcares tal, que la contaminación microbiológica pueda producir la fermentación de esos azúcares y como consecuencia de la presión interior producida en la botella, llegar al estallido de la misma. En el caso de los vinos tranquilos, la contaminación microbiológica, puede provocar un enturbiamiento de los mismos.

El límite crítico deberá ser fijado en cada empresa de acuerdo con las especificaciones de sus productos y su propia experiencia.

Las tres acciones preventivas descritas en el cuadro de gestión van encaminadas a garantizar el producto, asegurando el correcto funcionamiento del proceso. Muy especialmente para prevenir problemas microbiológicos, deben elaborarse instrucciones de limpieza de las líneas de embotellado con el fin de asegurar esta.

La producción afectada deberá ser descorchada y reprocesada. Tanto los resultados de los controles microbiológicos, como los registros que se deriven del control de la integridad de los filtros y de la limpieza de circuitos deben ser registrados.

3.6.3.7.3.2.- PRESENCIA DE CRISTALES U OTROS CUERPOS EXTRAÑOS EN EL VINO

Los cristales y otros cuerpos extraños que puedan aparecer en el vino son normalmente debidos a su presencia en las botellas antes del llenado o a su incorporación durante el mismo.

Los controles en la recepción de las botellas, así como el efectuado en las líneas de producción son fundamentales para detectar este fallo.

Contar con proveedores capaces de proporcionar botellas en las debidas condiciones y mantener adecuadamente las líneas de producción, evitando roturas en bocas, presencia de insectos, etc., son medidas tendentes a eliminar estas causas potenciales de fallo.

Se recomienda también, como medida preventiva, el enjuagado de botellas previo a su uso.

Como siempre, es necesario el registro de los controles establecidos y del mantenimiento ejercido.

3.6.3.7.3.3.- VIDRIOS EN EL EXTERIOR DE LA BOTELLA

Cabe hacer los mismos comentarios que para el punto Anexo 3.6.3.7.3.2.- Presencia de cristales u otros cuerpos extraños en el vino.

3.6.3.7.3.4.- APARICIÓN DE RESIDUOS DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA DE MÁQUINAS

El empleo de diversos productos es práctica habitual en la limpieza de las bodegas.

La supervisión diaria de la línea de producción tras la limpieza, está obligada con el fin de garantizar la ausencia de residuos en el vino.

3.6.3.7.3.5.- INCORPORACIÓN AL VINO DE PRODUCTOS TÓXICOS POR EQUIVOCACIÓN

Idem que Anexos 3.6.3.7.2.3.-Incorporación al vino de productos tóxicos por equivocación.

3.6.4.- EVALUACION DE RIESGOS

Existen legislaciones destinadas al control de riesgos de accidentes graves como incendio, explosiones, emisiones resultantes de fallos en procesos industriales, etc. Cualquier riesgo para el que no exista legislación específica puede ser evaluado por el método general propuesto por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Este método se compone de las siguientes etapas:

3.6.4.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE TRABAJO

Un paso previo a la evaluación de riesgos es preparar una lista de actividades de trabajo, agrupándolas de forma racional y manejable.

Las tareas que van a realizar los operarios bodegueros durante las operaciones que incumben a este proyecto se verán reducidas considerablemente debido a que el sistema automático del que se dispone en la bodega realizará la mayoría de las operaciones necesarias en el proceso. Sin embargo, debido a la posible emergencia o irregularidad en el sistema, los operarios podrían realizar algunas de las siguientes actividades:

- Realizar los trasvases de vinos o materias primas. Básicamente esta tarea consiste en conectar las mangueras con el depósito que debe llenarse o vaciarse y la conducción fija, comprobar que las válvulas necesarias se encuentren abiertas y poner en funcionamiento la bomba.
- Limpieza de las instalaciones.
- Mantenimiento de los equipos.

En este estudio se evaluarán los equipos de protección individual que serán necesarios para la realización de las tareas arriba mencionadas. Suponemos que los trabajadores han realizado un curso básico de trabajo en bodega.

Para el desarrollo de sus tareas los operarios cuentan con:

- Herramientas manuales necesarias para realizar la conexión de las mangueras.
- Útiles y productos de limpieza.

3.6.4.2.- IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Factor de riesgo	Riesgo
1.-Falta de orden y limpieza. Producida por restos de mosto en el suelo de la bodega y la colocación desordenada de las mangueras.	Caídas al mismo nivel.
2.-Instalación eléctrica en mal estado.	Electrocución, quemaduras, incendio y explosión.
3.-Productos de limpieza.	Inhalación, irritación de ojos y piel.
4.-Pérdida de equilibrio en operaciones de mantenimiento de los depósitos, por ejemplo.	Caída a distinto nivel.

Tabla 100. Identificación de peligros en la instalación.

3.6.4.3.- ESTIMACIÓN DE RIESGOS

Una vez identificados los riesgos, para cada uno de ellos, debe estimarse el riesgo, determinando la severidad del daño y la probabilidad del mismo.

La severidad del daño se puede clasificar en función de la naturaleza del mismo y de las partes del cuerpo afectadas en:

- Levemente Dañino (LD): cortes superficiales, magulladuras, irritaciones leves,...
- Dañino (D): laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas leves,...
- Extremadamente Dañino (ED): amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, incapacidades permanentes, muertes,...

La probabilidad se puede graduar desde baja hasta alta con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta (A): el daño ocurrirá siempre o casi siempre.
- Probabilidad media (M): el daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- Probabilidad baja (B): el daño ocurrirá raras veces.

El siguiente cuadro da un método sencillo para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

		CONSECUENCIAS		
		LD	D	ED
PROBABILIDAD	B	riesgo trivial	r. tolerable	r. moderado
	M	r. tolerable	r. moderado	r. importante
	A	r. moderado	r. importante	r. intolerable

Tabla 101. Estimación de los niveles de riesgos.

Así para los riesgos observados en la bodega tenemos:

Riesgo identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	To	M	I	In
1.- Caídas al nivel		X		X				X			
2.- Riesgo eléctrico	X					X			X		
3.-Intoxicaciones	X				X			X			
4.- Caída a distinto nivel	X					X			X		

Tabla 102. Estimación de los niveles de riesgos en la bodega.

3.6.4.4.- VALORACIÓN DE RIESGOS

En la siguiente tabla se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisiones.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial	No se requiere acción específica.
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo.
Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo.
Intolerable	No debe comenzarse ni continuar ningún trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

Tabla 103. Valoración de riesgos.

3.6.5.- MEDIDAS ADOPTADAS

En la bodega, el riesgo de accidentes, en general es bajo. El diseño de la misma se ha realizado desarrollando la Ley de Prevención de Riesgos Laborales tomando las siguientes medidas:

- Toda la maquinaria se suministra de fábrica con todos los elementos necesarios de seguridad para evitar posibles accidentes.
- Las instalaciones se han realizado teniendo en cuenta las normas de seguridad, evitando filos agudos y cortantes, entorpecimientos, cargas suspendidos con exceso de sujeción, etc.
- La instalación eléctrica está concebida también en este sentido, poseyendo toda la maquinaria, además de sus fusibles, guarda motores y tomas a tierra.
- En todos los W.C. la bodega deberá contar con un pequeño botiquín de primeros auxilios.
- A lo largo de toda la planta se han colocado las correspondientes señales de salvamento indicando la salida de socorro más próxima.

3.6.5.1.- DESARROLLO DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

3.6.5.1.1.- SEÑALIZACIÓN

El desarrollo del artículo 6 de la Ley 31/1995 en el R.D. 485/1997, de 14 de Abril, garantiza la existencia de la adecuada protección de los trabajadores en materia de señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Mediante el presente R.D. se procede a la transposición al Derecho Español del contenido de la Directiva 92/58/CEE.

En los lugares de trabajo deberá existir una adecuada señalización de Seguridad y Salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva o de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Según este R.D. se entenderá por señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo como una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinada, proporcione una indicación o medida de Seguridad o Salud en el Trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminoso-acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.

Los avisos, rótulos y etiquetas son la primera fuente de información que los empleados tienen en relación a los riesgos, existentes y potenciales. En algunos casos es la única información que el empleado utiliza o tiene disponible en el momento de manejar una sustancia u orientarse en caso de derrames o escapes. Esta condición requiere el uso apropiado de etiquetas y rotulación adecuada, señalando los peligros, localización de equipos de seguridad, señales de salida, etc.

Es necesario que toda persona contratada sea orientada sobre los riesgos presentes.

En las instalaciones donde se ubicará el proceso proyectado deberá disponer de numerosos avisos, rótulos y señales de seguridad, como por ejemplo: *Precaución, Nitrógeno Líquido, Área Restringida o Salida de Emergencia.*

Las salidas estarán rotuladas, así como la localización de equipos de seguridad (botiquín, duchas, lavado de ojos, extintores, etc.). Los gabinetes, estantes y tablillas donde se almacenan sustancias químicas deberán estar debidamente rotulados.

Los rótulos y avisos sobre riesgos no deben ser usados indiscriminadamente, ni para mantener al personal fuera de ciertas áreas por razones personales.

3.6.5.1.1.1.- DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN

Las características generales de las señales que se colocarán en la zona donde se realizará el proceso son:

- Son de un material que resistirán lo mejor posible los golpes y agresiones medioambientales que en la bodega pudieran darse.
- Las dimensiones, así como sus características colorimétricas garantizarán su buena visibilidad y comprensión.
- Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos existentes en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que señala o cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.
- El lugar de emplazamiento de las señales estará, en todos los casos, bien iluminado y será accesible y fácilmente visible.
- A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

Las señales de seguridad que se colocarán en la zona de estudio serán:

- Señales de prohibición
 - Prohibido fumar:
 - Situación: a la entrada de la nave y repartidas a lo largo de la misma.
 - Dimensiones: 50cm de diámetro.
 - Prohibido fumar y llamas desnudas:
 - Situación: encima del cuadro de control de N₂.
 - Dimensiones: 65cm de diámetro.
- Señales de advertencia
 - Riesgo de explosión, materias explosivas:
 - Situación: en el mismo soporte de la señal de prohibido fumar y llamas desnudas.
 - Dimensiones: 80cm de lado.
- Señales de salvamento
 - Dirección hacia la salida de socorro:
 - Dimensiones: 50cm de lado.
- Señales de equipos contra incendios
 - Localización de equipos contra incendio:
 - Situación: encima de los equipos de extinción de incendios.
 - Dimensiones: 50cm de lado.

3.6.5.2.- LUGARES DE TRABAJO

El desarrollo del artículo 6 de la Ley 31/1995 en el R.D. 486/1997, de 14 de Abril, establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Mediante el presente R.D. se procede a la ratificación de los convenios de la OIT nº 155 (relativo a la Seguridad y Salud de los trabajadores) y el nº 148 (relativo al Medio Ambiente de Trabajo).

Así mismo la Directiva 89/654/CEE, de 30 de noviembre, establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo. Mediante el R.D. 486/1997 se procede a la transposición al Derecho Español del contenido de la citada Directiva.

Se consideran incluidos en esta definición los servicios higiénicos y los locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores, así como las instalaciones de servicios o protección anejas a los lugares de trabajo.

En el presente proyecto se han adoptado las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la Seguridad y Salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan el mínimo.

Respecto a las “disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, éstas se encuentran establecidas en el R.D. 486/1997. Estas normas mínimas se refieren a:

- Seguridad estructural: estabilidad y solidez.
- Dimensiones de los locales.
- Vías de circulación.
- Vías y salidas de evacuación y emergencia.
- Equipos de detección y lucha contra incendio.

- Instalaciones eléctricas (perteneciente a la bodega).
- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Condiciones ambientales: ventilación y temperatura.
- Iluminación.
- Locales de descanso (incluidos en la bodega).
- Escaleras de mano (de uso en toma de muestras, limpieza y visualización de los depósitos).
- Locales de primeros auxilios (incluidos en la bodega).
- Etc.

De entre todos estos aspectos hay que destacar varios factores:

- Orden, limpieza y mantenimiento son los mejores aliados de una práctica laboral segura, más placentera y de una mejora de calidad del proceso considerado. Por ello, se dispondrán limpiezas periódicas y, siempre que sea necesario, se eliminarán rápida y eficientemente los residuos, y se mantendrán las zonas de paso y vías de circulación libre de obstáculos. Con estas dos medidas (orden y limpieza) conseguimos:
 - Evitar riesgos (caídas, resbalones, disminuimos el riesgo de incendio,...).
 - Ahorro de tiempo.
 - Mejora del espacio.
 - Mejoramos la imagen exterior.
 - Ambiente de trabajo más agradable.

- Durante el uso de escaleras de mano hay que extremar la precaución ya que suponen un riesgo de caída a distinta altura. Sin embargo este riesgo puede ser reducido utilizando medidas sencillas que no suponen un gran coste para la empresa. Las escaleras de manos usadas en la bodega deben poseer zapatas antideslizantes, los elementos para que no se abran deben ser adecuados, la madera no debe ser pintada sólo se aplicará barniz transparente, se apoyarán siempre sobre superficies planas y estables, siempre se subirá y bajará de las mismas de frente a la escalera y sin llevar en las manos materiales ni herramientas pesadas, haciendo uso de cinturón portaherramientas si fuera necesario. Por último nunca se sustituirán peldaños por otros que no ofrezcan las condiciones mínimas de seguridad.
- La nave de vinificación estará atravesada por un pasillo de un metro de anchura, este pasillo debe encontrarse en todo momento libre de obstáculos. A lo largo de la nave existen distribuidas señales que indican la dirección hacia la salida más próxima.

Las medidas adoptadas para evitar los riesgos identificados en la zona donde se realizarán el proceso de mezclado y/o trasvase de vinos son:

- Para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel provocadas por tropiezos con las mangueras se colocarán señales de advertencia.
- Para evitar riesgos eléctricos se adoptarán las siguientes medidas:
 - Alejar partes activas del trabajador.
 - Cerrar las partes de activas en cajas.
 - Usar aislantes en las partes activas que puedan estar en contacto con los trabajadores.
 - Mantener en perfecto estado los enchufes y conexiones.
 - Sujetar los cables a las paredes.
 - Todas las máquinas adquiridas poseerán calidad y marcado CE.

- Exigir instrucciones en castellano a los proveedores de las máquinas.
- Evitar que haya más trabajadores de los necesarios en zonas de riesgo.
- Realizar un mantenimiento adecuado de las máquinas.
- Todas las máquinas deben tener la toma a tierra en perfectas condiciones.
- Se debe prohibir fumar a los trabajadores en el trabajo con máquinas.
- Para evitar los riesgos provocados por el uso de productos de limpieza se adoptarán las siguientes medidas:
 - Informar a los trabajadores de las características de los productos utilizados, así como de los riesgos derivados de su uso.
 - Utilizar guantes para evitar el contacto de los productos con la piel.

3.6.5.3.- PROCESOS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

La limpieza y mantenimiento es sumamente importante, tanto para que los procesos resulten aceptables, como para la protección de los que trabajan en ellos. Las materias primas poseen riesgos potenciales, los cuales pueden incrementarse si el lugar no se mantiene limpio y recogido, poniendo en riesgo a los empleados.

Las áreas de almacenamiento y de trabajo deben estar incluidas bajo un programa de mantenimiento. Éstas deben mantenerse limpias y recogidas. La limpieza y mantenimiento se llevará a cabo cumpliendo con los siguientes puntos:

- **Personal de planta**

Todo operario es responsable de mantener su área de trabajo limpia y recogida.

Se recomienda que se prepare un plan de limpieza.

- **Personal de Limpieza y Mantenimiento**

El personal de limpieza y mantenimiento se limitará a llevar a cabo las siguientes tareas, a menos que reciba otras instrucciones y el adiestramiento necesario:

- Limpieza de los pisos, excepto cuando haya un derrame o escape.
- Desechar la basura común, entiéndase desperdicios no peligrosos, diariamente o según sea necesario.
- Limpieza de paredes y ventanas bajo la supervisión de personal competente.
- Limpiar los pisos diariamente utilizando un trapo resistente, éstos deberán pulirse periódicamente.

3.6.5.4.- SEGURIDAD ALIMENTARIA

Se han tomado una serie de medidas para garantizar la seguridad alimentaria:

- Cualquier parte de la instalación en contacto con el vino o con riesgo potencial de contaminarlo estarán diseñadas en materiales inertes que no transmiten al producto aroma ni sabores extraños.
- Las conducciones, válvulas, equipos y partes interiores de las bombas están contruidos en acero inoxidable en calidad alimentaria. Las conducciones flexibles utilizadas en la instalación serán fabricadas en calidad alimenticia.
- Los depósitos diseñados contarán todos con sistema de limpieza por bola de lavado, y dispondrán de un drenaje en la parte inferior. Además contarán con boca de hombre a fin de poder acceder a su interior.
- Todo lo relacionado con las operaciones de limpieza necesarias y su forma de ejecución ha sido elaborado de forma detenida para evitar cualquier posible riesgo de contaminación del mosto.

- Se dispondrán lugares adecuados para el almacenamiento de los productos a utilizar en el proceso, tanto coadyuvantes enológicos como cualquier otro tipo de sustancias.

3.6.5.5.- FICHAS DE SEGURIDAD

Las fichas de seguridad del nitrógeno, de los detergentes y de cualquier otra sustancia peligrosa serán proporcionadas a los trabajadores como información y se les formará adecuadamente para manejarlas de forma segura. Además, estas fichas se encontrarán claramente visibles en los lugares de almacenamiento de los productos a los que se refieren.

3.6.6.- SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y EXPLOSIONES

3.6.6.1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo que se persiguen en el presente capítulo es integrar el conjunto de actividades y medidas adoptadas para conseguir minimizar el riesgo de incendio y explosión en la instalación proyectada.

Como en el resto del proyecto, el alcance de este estudio sólo abarca la zona de la nave en la que se realizará el proceso de mezcla para obtener VGL.

De los distintos riesgos que se pueden dar en la instalación merece un tratamiento especial el riesgo de incendio y explosión. Un incendio provocaría cuantiosos daños materiales e incluso la pérdida de vidas humanas, por tanto, deben ser estudiadas las posibles causas de incendio, evitar su propagación y prever vías de evacuación adecuadas.

Las técnicas de actuación que se van a utilizar en el presente proyecto se pueden clasificar en preventivas y de protección. La prevención está prevista para reducir al mínimo las posibilidades de inicio de un incendio. Son técnicas, por tanto, que actúan antes del inicio del incendio. Las técnicas de protección, por contra, tratan de evitar la propagación del incendio y reducir al mínimo las consecuencias del mismo.

La reglamentación española relacionada con la prevención y protección de incendios es muy extensa, destacamos las siguientes Normas y Decretos como los más importantes:

- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE nº 74, de 28 de marzo).
- REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- REAL DECRETO 1942/1993 de 5 de noviembre, Reglamento de las instalaciones de protección contra incendios.
- Conjunto de Normas UNE de obligado cumplimiento que se recogen en el R.D. 1942/1993.

A continuación, se analizarán las fuentes potenciales de riesgo de incendio y explosión; primero de modo general y luego aplicándolo al presente proyecto.

3.6.6.2.- FUENTES DE PELIGRO DE INCENDIO

Para poder realizar una correcta prevención y protección contra incendios, es necesario determinar precisamente las posibles causas de inicio de fuego en nuestra instalación. Debemos conocer cuales son los materiales susceptibles de provocar un incendio y la naturaleza e intensidad del posible fuego antes de que éste se produzca. Para ello, nos apoyamos en el tetraedro del fuego.

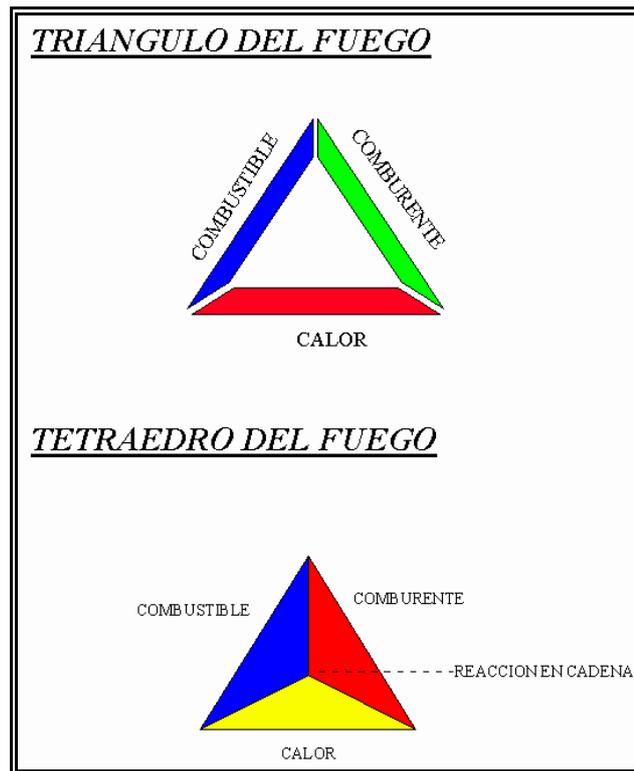


Fig. 97. Triángulo y tetraedro del fuego.

Para que ocurra un incendio, se deben satisfacer las siguientes premisas: ha de existir un oxidante (normalmente el oxígeno del aire), debe existir una materia susceptible de oxidarse (combustible) y debe existir un energía de activación. Estas tres premisas deben darse simultáneamente para que se produzca un incendio.

COMBUSTIBLE + AIRE + ΔE → INCENDIO

En una bodega son numerosos los posibles materiales combustibles, la mayoría de ellos se encuentra en estado sólido. En la zona donde se realizará la mezcla podremos encontrar:

- Partes de la estructura de la obra civil.
- Botellas de nitrógeno. Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. El producto no es inflamable y no soporta la combustión.

- Depósitos, conducciones,... los incendios de metales necesitan temperaturas muy altas, es poco probable que un incendio de este tipo se pueda dar en la instalación.
- Maquinaria.

A continuación pasamos a describir las características que determinan la peligrosidad respecto al fuego de los combustibles:

- **Combustibilidad**

Este parámetro determina la capacidad del material para arder. Sirve para evaluar la utilidad del material para la industria de la construcción.

Dependiendo de su capacidad para la combustión sostenida, el material se puede clasificar, en sentido general, como combustible o no combustible. Si el material es combustible se puede clasificar como “fácilmente, moderadamente o difícilmente” combustible, dependiendo de la intensidad y duración de la fuente de ignición.

Los materiales clasificados como no combustibles pueden ser peligrosos, ya que expuestos a altas temperaturas pueden emitir humos densos, y gases tóxicos.

- **Diseminación de la llama**

En lo relativo a la seguridad de las vidas humanas es primordial conocer la velocidad de propagación de la llama a través de los combustibles sólidos.

Dicha velocidad no sólo es función de las características físico químicas del combustible, sino que depende de numerosos factores. Como por ejemplo: la distribución del combustible, la intensidad de la radiación, la temperatura, la composición de la atmósfera de los alrededores, etc.

- **Velocidad de liberación de calor**

Se puede llegar a medir la velocidad de liberación de calor de los distintos materiales a distintas intensidades utilizando un calorímetro cónico. También podemos medir otras variables como la producción de hollín, humo y el comportamiento de los materiales.

- Producción de humos

El humo producido en incendios desarrollados en recintos cerrados es uno de los principales peligros. Casi todos los fuegos van acompañados de la producción de humos en todas sus fases: ignición, crecimiento y disminución. El humo y los gases tóxicos son la principal causa de pérdidas de vidas humanas en los incendios, ya que no sólo es dañino sino que impide la visibilidad dificultando la evacuación del personal.

- Toxicidad

Independientemente de los materiales que se quemen, los productos de combustión son siempre tóxicos en mayor o menor medida. Las reacciones de combustión son siempre incompletas, por tanto, se forman cantidades de materiales parcialmente oxidados, en forma de humo y gases con altos contenidos en monóxido de carbono (CO). Este gas es invisible, inodoro e insípido; su toxicidad es bien conocida y se debe a la formación en la sangre de carboxihemoglobina, que priva a los tejidos de oxígeno.

- Calor de combustión

Es la cantidad de calor liberada durante su calcinación. Se consideran sinónimos de calor de combustión los términos entalpía de combustión, valor calorífico y valor de calentamiento. Cuanto mayor es el calor de combustión mayor es la temperatura de las llamas.

- Índice de oxígeno

Es la concentración mínima de oxígeno en una mezcla Nitrógeno/Oxígeno a la que se produce la combustión de un cierto material. Por debajo de este índice el material no es inflamable.

Es obvio que, cuanto más bajo sea el índice de oxígeno de un determinado material más inflamable es éste y por tanto, más peligroso.

En base a las características que se acaban de describir, se va a evaluar los peligros implícitos en los materiales sólidos más comunes.

- Maderas y productos derivados

La madera y sus derivados son realmente peligrosos, están implicados en la mayoría de los incendios.

Sus componentes más abundantes son carbón, oxígeno e hidrógeno. Este reducido número de elementos se combinan en multitud de compuestos. Unos de ellos es el agua, bien sea en forma de humedad o absorbida en sus células. La madera aparentemente seca puede contener hasta un 5% de humedad.

Algunas variables influyen profundamente en la combustibilidad de la madera. Las más significativas son:

- La forma física. El aserrín arde mucho más fácilmente que los troncos de madera.
- El contenido de humedad. A mayor humedad mayor dificultad para arder.

La madera y sus derivados generalmente no difunden la llama rápidamente. Dependiendo de numerosos factores, se han observado velocidades de propagación entre 0,1 y 0,3m/s.

El calor de combustión de la madera está comprendido entre 18 y 21MJ/kg. Por tanto, la madera no tiene un valor calorífico muy elevado.

- Plásticos

Actualmente, los plásticos tienen múltiples aplicaciones. Todos los plásticos, independientemente de sus características químicas, son combustibles. La velocidad de difusión de la llama en los plásticos es superior a la de la madera y sus derivados, se pueden alcanzar valores de 0,5 a 0,6m/s.

Al quemarse se produce humo rápidamente. Los termoplásticos a temperaturas elevadas se funden y fluyen, estas características los hace peligrosos ya que el líquido en llamas puede gotear y esparcir más el fuego.

- Metales

Los incendios de metales no son muy frecuentes. Aunque casi todos los metales son combustibles, arden sólo en condiciones determinadas. La forma y tamaño de las partículas determinan la facilidad de combustión. La peligrosidad de incendio de metales es mayor cuando se trabaja con metales divididos en finos polvos.

Los incendios de metales son muy difíciles de apagar ya que la temperatura de la llama es muy alta y la mayoría de los compuestos extintores resultan inútiles. Además debemos contar con que ningún material de construcción resistirá mucho tiempo las temperaturas que se dan en un incendio de este tipo, por lo que el riesgo de derrumbe en este tipo de incendios es muy elevado.

3.6.6.3.- ANALISIS DEL GRADO DE RIESGO DE INCENDIO

El método de estimación del grado de riesgo que se utiliza está establecido en el R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Este determina el grado de riesgo en función de la carga térmica, ponderada con dos coeficientes C_i (función de la peligrosidad de los productos) y R_a (función del tipo de actividad).

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

Ecuación 42. Densidad de carga de fuego.

Donde:

Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

G_i = Masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles) = 567.000kg.

q_i = Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio = 25,1 MJ/kg = 6 Mcal/kg.

C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio = 1,60.

R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. = 1,0.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por 100 de la superficie del sector o área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m² = 1.035m².

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i , de cada combustible pueden deducirse de la siguiente tabla, del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C_i		
Alta	Media	Baja
Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como subclase B2, en la ITC MIE-APQ1.	Líquidos clasificados como clase D, en la ITC MIE-APQ1
Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como clase C, en la ITC MIE-APQ1	
Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100°C	Sólidos que comienzan su ignición a temperatura comprendida entre 100°C y 200°C	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200°C
Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire	Sólidos que emiten gases inflamables	
Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 104. Grado de peligrosidad de los combustibles.

Al ser el etanol un líquido clasificado como B1, el valor de C_i será 1,60.

El etanol tiene un poder calorífico (q) de 25,1MJ/kg ó 6Mcal/kg.

Suponiendo que todos los depósitos del proceso almacenasen etanol, tendríamos de 700.000L, que pesarían unos 567.000kg (G), siendo este el caso más extremo. No consideraremos la masa de los depósitos debido a la dificultad anteriormente mencionada de que se incendien elementos metálicos.

Para las bodegas el valor de R_a es 1,0 según el R.D. 2267/2004.

El área estimada para el proceso de obtención de VGL es de unos 1.035m².

Por lo que obtenemos:

$$Q_s = \frac{567.000Kg \cdot 6 \frac{Mcal}{Kg} \cdot 1,60}{1.035m^2} \cdot 1,0 = 5.259,13 \frac{Mcal}{m^2}$$

Esta sería la carga térmica extrema del proceso si todos los depósitos estuvieran llenos de etanol al mismo tiempo. Esta situación no se dará en ningún caso, ya que el proceso para la obtención de VGL requiere de otras sustancias con contenido alcohólico también, pero en mucha menor proporción.

Evaluando la producción diaria de la planta, almacenaríamos sustancias que contendrían unos 7.500L de etanol, estando diluido en los distintos vinos. Con lo que si calculamos de nuevo la densidad de carga de fuego (Q_s), obtenemos que: Q_s = 56,35Mcal/m².

Por lo que según la siguiente tabla, se trataría de una instalación de nivel intrínseco de riesgo bajo. Pudiendo llegar a almacenar hasta 26.600L de etanol si fuese necesario, sin llegar a superar este nivel.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	1	Q _s ≤ 100	Q _s ≤ 425
	2	100 < Q _s ≤ 200	425 < Q _s ≤ 850
Medio	3	200 < Q _s ≤ 300	850 < Q _s ≤ 1.275
	4	300 < Q _s ≤ 400	1.275 < Q _s ≤ 1.700
	5	400 < Q _s ≤ 800	1.700 < Q _s ≤ 3.400
Alto	6	800 < Q _s ≤ 1.600	3.400 < Q _s ≤ 6.800
	7	1.600 < Q _s ≤ 3.200	6.800 < Q _s ≤ 13.600
	8	3.200 < Q _s	13.600 < Q _s

Tabla 105. Nivel de riesgo intrínseco.

3.6.6.4.- MEDIDAS PREVENTIVAS ADOPTADAS

Las técnicas preventivas se basan en la eliminación de algunos de los factores fundamentales del fuego: combustible, comburente, calor (foco de ignición) y la reacción en cadena. Estas técnicas están encaminadas a evitar el inicio del incendio. Las medidas preventivas que se han adoptado en el presente proyecto son:

- Orden y limpieza: el orden y la limpieza en el lugar de trabajo son un importante aliado para un trabajo seguro y de calidad. Por ello se establece un turno de limpieza diario de la instalación bodeguera completa y siempre que sea necesario se procederá a la limpieza de los equipos que lo necesiten. Así mismo, se mantendrán todos los pasillos libres de obstáculos en todo momento.
- Señalización: la adecuada señalización de los equipos que utilicen materiales inflamables o exista riesgo de explosión evitará errores involuntarios. En el apartado 3.6.5.1.1.-SEÑALIZACIÓN se recogen las señales que se instalarán en la zona de estudio.
- Prohibición de fumar: no estará permitido fumar en ninguna zona del recinto bodeguero. Existiendo señalización adecuada en todo el recinto.
- Instalación eléctrica de seguridad: la bodega en la que se vaya a realizar el proceso deberá cumplir el Reglamento de Baja Tensión en su ITC-MIE-BT-026.
- Se comprobará todos los días la correcta colocación y funcionamiento de la tomas a tierra de los equipos eléctricos.
- Mantenimiento preventivo del equipo de aporte de nitrógeno.
- Mantenimiento preventivo de la maquinaria eléctrica.

3.6.6.5.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las técnicas de protección consisten en diseñar elementos de tal forma y con los materiales adecuados que impidan el avance del fuego en caso de que éste se de. Las medidas de protección se pueden clasificar en:

- Protección estructural.
- Detección y alarma.
- Evacuación.

- Extinción.

- Protección estructural

Las medidas de protección estructural que se han adoptado en el presente proyecto son:

- Separación por distancia entre los equipos que presentan mayor riesgo de incendio o explosión (grupos de bombeo, sistema de difusión de nitrógeno y toda la maquinaria eléctrica).

- Detección y alarma

Se entiende por detección de incendios al hecho de descubrir lo antes posible la existencia de un incendio en un lugar determinado. La alarma consiste en avisar de forma que se ponga en marcha la evacuación de las personas y la extinción del incendio.

Dado el grado de riesgo estimado se considera no necesario un sistema de detección automática de fuego.

- Evacuación

La empresa, dispondrá de un manual de instrucciones para el personal, que contenga un “Plan de emergencia” para el caso de incendios, el cual, establecerá las acciones a seguir, así como los sistemas de aviso a la recepción, dirección, servicio contra incendios y la participación del propio personal en el plan. El plan deberá adaptarse a las características del establecimiento.

La dirección de la empresa designará un responsable para la actuación en caso de emergencia. Será responsabilidad de la empresa la formación del “responsable de seguridad” mediante cursillos que impartan entidades autorizadas por la Administración.

Se realizará un simulacro o ejercicio de evacuación, con la participación de todo el personal, al menos una vez al año.

- Extinción

La instalación de un sistema fijo de lucha contra incendios debe implantarse en todo el recinto bodeguero, por lo que se escapa del alcance del presente proyecto. Se ha optado por la colocación de extintores. El tipo de fuego que se podría dar en la instalación sería clase A (sólidos), clase B (líquidos o de sólidos licuables), clase C (gases), clase D (Fuego de metales).

AGENTE EXTINTOR	CLASE DE FUEGO (UNE-EN2 1994)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	OOO (2)	O		
Agua a chorro	OO (2)			
Polvo BC (convencional)		OOO	OO	
Polvo ABC (polivalente)	OO	OO	OO	
Polvo específico metales				OO
Espuma física	OO (2)	OO		
Anhídrido carbónico	O (1)	O		
Hidrocarburos halogenados	O (1)	OO		

Siendo: OOO Muy adecuado / OO Adecuado / O Aceptable

Notas:

(1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse OO.

(2) En presencia de corriente eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE-23.110.

Tabla 106. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego según el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. (R.D. 1942/1993. BOE 14.12.1993)

La norma NBE-CPI-82 marca el número de extintores y su eficacia para distintos tipos de instalaciones, como conclusión tenemos:

- El número mínimo de extintores deberá ser el suficiente para que el recorrido real en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15m.

- La eficacia mínima indicada en la NBE-CPI/96 es de 21A-113B para la mayoría de usos de los edificios.
- Utilizaremos extintores de polvo polivalente ABC.
- Un aspecto importante relacionado a los extintores es su localización, mantenimiento, pruebas y conocer el uso apropiado. Los fuegos están clasificados en cuatro clases y es necesario utilizar el tipo de extintor apropiado para combatir cada una de ellas.

Las clases de fuego que tenemos son:

- Clase A: fuegos que envuelven materiales ordinarios como papel, madera, tela y algunas clases de goma y materiales plásticos. Los extintores para combatir esta clase de fuegos están marcados con una “A” en un triángulo verde. Deben estar localizados a no más de 23m de los empleados.
- Clase B: fuegos de líquidos inflamables o combustibles, gases inflamables, grasas y algunas clases de materiales plásticos. Los extintores para combatir estos incendios están marcados con la letra “B” en un cuadro rojo. Deben estar localizados a no más de 15m de los empleados.
- Clase C: fuegos de equipo eléctrico energizado por lo que se requiere el uso de un medio de extinción que no conduzca electricidad. Estos extintores están marcados con la letra “C” en un círculo azul. Los extintores para combatir esta clase de fuegos deben estar localizados al lado de los extintores clase “A” o “B” disponibles en el lugar.
- Clase D: fuegos de metales, tales como magnesio, titanio, sodio, potasio y litio. Los extintores clase “D” están marcados con la letra “D” en una estrella amarilla. Deben estar localizados a no más de 23m de los empleados.

- Los extintores serán inspeccionados visualmente una vez al mes por el personal de la planta. Esto se hará con el propósito de asegurarse que se encuentran en buenas condiciones.
- Todo extintor será sometido a una inspección rigurosa anual y a un mantenimiento de ser necesario. Deberá ser minuciosamente examinado en todas sus partes, sustituir cualquier componente dañado y cargar o recargar. Se requiere además que se realice la prueba hidrostática en períodos que varían entre 5 y 12 años.

3.6.6.6.- PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

Todos conocemos las nefastas consecuencias que acarrea una explosión. Éstas son más violentas e inesperadas que los incendios, por lo que sus consecuencias son peores, ya que no se dispone de tiempo para evacuar al personal. La proyección de objetos y el derrumbamiento de estructuras suelen atrapar a bastantes personas.

Una explosión es un aumento brusco de volumen de una sustancia (vapor, gas, líquido) en un medio (recipiente, reactor,...) que opone resistencia a dicho aumento.

Las explosiones que pudieran darse en la instalación serían del tipo BLEVE. Estas explosiones son de origen físico y se producen por la rotura de un recipiente que contiene un fluido a presión (botellas de N₂).

Como medidas de prevención podemos citar:

- Prohibición de fumar.
- Señalización de peligro de explosión.
- Mantenimiento adecuado de los equipos.

La única medida de protección que podemos adoptar es la separación física de los equipos de difusión de N₂ de los equipos eléctricos para evitar una explosión.

Por otro lado, cabe señalar que, los depósitos cuentan con una válvula de seguridad para evitar que se produzcan daños en ellos debido a sobrepresiones durante el llenado o efecto vacío en el vaciado.

3.6.7.- CUBETOS DE RETENCIÓN

Teniendo en cuenta el almacenamiento de etanol o sustancia que contienen etanol dentro del proceso proyectado, se deberán instalar cubetos de retención como cumplimiento del Art. 20 de la ITC MIE-APQ 1 del RAPQ para el almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.

1. En todos los cubetos los recipientes no deben estar dispuestos en más de dos filas. Es preciso que cada fila de recipientes tenga adyacente una calle o vía de acceso que permita la intervención de la brigada de lucha contra incendios.

La distancia en proyección horizontal entre la pared del recipiente y el borde interior inferior del cubeto será, como mínimo, de 1 metro.

El fondo del cubeto tendrá una pendiente de forma que todo el producto derramado escurra rápidamente hacia una zona del cubeto lo más alejada posible de la proyección de los recipientes, de las tuberías y de los órganos de mando de la red de incendios.

2. **Capacidad del cubeto.**-Cuando un cubeto contenga un solo recipiente, su capacidad se establece considerando que tal recipiente no existe, es decir, será el volumen de líquido que pueda quedar retenido dentro del cubeto, incluyendo el del recipiente hasta el nivel de líquido en el cubeto.

Cuando un cubeto contenga dos o más recipientes, su capacidad se establece:

- a. Referido al recipiente mayor, considerando que no existe éste, pero sí los demás, es decir, descontando del volumen total del cubeto vacío el volumen de la parte de cada recipiente que quedaría sumergido bajo el nivel del líquido, excepto el del mayor.

- b. Referido a la capacidad global de los recipientes: el volumen total del cubeto, considerando que no existe ningún recipiente en su interior.
3. **Líquidos de la clase B.** Cuando un cubeto contenga un solo recipiente, su capacidad será igual al 100 por 100 de la capacidad del mismo.

Cuando varios recipientes se agrupan en un mismo cubeto, la capacidad de éste será, al menos, igual al mayor de los dos valores siguientes:

- a. 100 por 100 de la capacidad calculada según el apartado 2.a.
- b. 10 por 100 de la capacidad calculada según el apartado 2.b.

Para evitar la extensión de pequeños derrames, los cubetos que contengan varios recipientes de líquidos estables deberán estar subdivididos por canales de drenaje o, en su defecto, por diques interiores de 0,15 metros de altura, de manera que cada subdivisión no contenga más de un solo recipiente de capacidad igual o superior a 2.000 metros cúbicos o un número de recipientes de capacidad global no superior a 3.000 metros cúbicos.

Cuando los líquidos almacenados sean inestables, la subdivisión será por cada recipiente, excepto cuando están protegidos por un sistema fijo de pulverización de agua, en cuyo caso no es necesario este requisito.

4. **Construcción y disposición de los cubetos:**

- a. Las paredes de los cubetos deberán ser de materiales no combustibles, estancas y resistir la altura total del líquido a cubeto lleno.

Los cubetos deben permanecer estancos incluso durante un incendio, admitiéndose un tratamiento especial del suelo, si es preciso.

En todos los casos deben existir accesos normales y de emergencia con un mínimo de dos y un número tal que no haya que recorrer una distancia superior a 50 metros hasta alcanzar el acceso desde cualquier punto del interior del cubeto.

- b. Las paredes del cubeto deben tener una altura máxima de 1,8 metros, con respecto al nivel interior, para lograr una buena ventilación. Esta altura podrá sobrepasarse de forma excepcional y no recomendable en los siguientes casos:
1. Hasta 3 metros, cuando existan accesos normales y de emergencia al recipiente, válvulas y otros accesorios, así como caminos seguros de salida desde el interior del cubeto.
 2. De forma opcional podrán considerarse alturas superiores a 3 metros cuando haya elementos para alcanzar el techo del recipiente y/o accionar las válvulas y otros accesorios, que permitan que las personas no tengan que acceder al interior del cubeto para las maniobras normales ni de emergencia. Estos elementos pueden ser pasos elevados, válvulas maniobradas a distancia o similares.
- c. La altura de las paredes (referida al nivel de las vías de acceso al cubeto en el exterior) no deberá sobrepasar los 3 metros en la mitad de la periferia del cubeto. Si las vías de acceso fueran contiguas en menos de la mitad de la periferia del cubeto, la exigencia anterior se referirá a la totalidad de la parte del cubeto contigua a dichas vías.
- d. Como mínimo, la cuarta parte de la periferia del cubeto debe ser accesible por dos vías diferentes. Estas vías deberán tener una anchura de 2,5 metros y una altura libre de 4 metros, como mínimo, para permitir el acceso de vehículos de lucha contra incendios. Cuando el almacenamiento tenga lugar dentro de edificios, la anterior condición se entenderá aplicable, al menos, a una de las fachadas del recinto que contenga el cubeto, debiendo ésta disponer, además, de accesos desde el exterior para el personal de los servicios de emergencia.
- e. Los drenajes de aguas limpias, líquidos y aguas contaminadas se construirán de acuerdo con las disposiciones y características indicadas en el artículo 21 «Redes de drenaje».

La pendiente del fondo del cubeto desde el tanque hasta el sumidero de drenaje será, como mínimo, del 1 por 100 hasta el sumidero o, al menos, en una zona de 15 metros desde la pared del tanque.

- f. Se prohíbe, en el interior de los cubetos, el empleo permanente de mangueras flexibles. Su utilización se limitará a operaciones de corta duración.
- g. Las tuberías no deben atravesar más cubeto que el del recipiente o recipientes a los cuales estén conectadas.

El paso de las tuberías a través de las paredes de los cubetos deberá hacerse de forma que su estanquidad e integridad quede asegurada mediante dispositivos resistentes al fuego. Se tendrán en cuenta los esfuerzos posibles por asentamiento del terreno o por efectos térmicos en caso de fuego.

- 5. **Canales de evacuación.**-Los canales de evacuación tendrán una sección útil mínima de 400 centímetros cuadrados con una pendiente, también mínima, del 1 por 100 en dirección a las paredes del cubeto.

3.6.8.- VÁLVULAS DE SEGURIDAD

3.6.8.1.- DEFINICIONES

Definimos en este apartado alguno de los términos y variables que se utilizarán:

- **Válvula de seguridad:** Ese dispositivo empleado para evacuar el caudal de fluido necesario de tal forma que no se sobrepase la presión de timbre del elemento protegido.
- **Presión de tarado:** Es la presión a la cual abre la válvula.
- **Sobrepresión:** Es el incremento de presión que se produce por encima de la presión de tarado estando la válvula completamente abierta.

- **Presión de cierre:** Es aquella presión a la cual se cierra la válvula una vez desaparecida la causa que motivó su apertura.
- **Escape:** Es la diferencia existente entre la presión de tarado y la de cierre.
- **Presión de precinto:** Es la presión a la que están tarados los elementos de seguridad que protegen el aparato o sistema. También se denomina "timbre" cuando se refiere a la presión máxima de servicio y es la que limita el propio sistema de seguridad.
- **Presión de servicio:** Es la presión normal de trabajo del aparato o sistema a la temperatura de servicio.
- **Presión máxima de servicio:** Es la presión más alta que se puede dar en el aparato o sistema en condiciones extremas de funcionamiento del proceso. Es el máximo valor efectivo de tarado de la válvula de seguridad.
- **Temperatura de diseño:** Es el valor de la temperatura que se toma para el cálculo del espesor del aparato en condiciones severas de funcionamiento.
- **Temperatura de servicio:** Es el valor de la temperatura alcanzada en el interior del aparato o sistema en condiciones normales de funcionamiento a la presión de servicio.
- **Temperatura máxima de servicio:** Es el máximo valor de la temperatura que se estima puede producirse en el interior del aparato o sistema en condiciones extremas de funcionamiento.
- **Temperatura mínima de servicio:** Es el mínimo valor de la temperatura que se estima pueda producirse en el interior del aparato o sistema en condiciones extremas de funcionamiento.

3.6.8.2.- TIPOS DE VÁLVULAS

3.6.8.2.1.- SEGÚN SU ELEVACIÓN

- **Válvulas de seguridad de apertura instantánea:** Cuando se supera la presión de tarado la válvula abre repentina y totalmente.
- **Válvulas de alivio de presión:** Cuando se supera la presión de tarado, la válvula abre proporcionalmente al aumento de presión.

3.6.8.2.2.- SEGÚN SU ACTUACIÓN

- **Válvulas de actuación directa:** Son válvulas cargadas axialmente, que al alcanzar la presión de tarado abren automáticamente debido a la acción del fluido a presión sobre el cierre de la válvula.
- **Válvulas de actuación indirecta:** Son válvulas accionadas por piloto. Deben actuar debidamente sin ayuda de ninguna fuente exterior de energía.

3.6.8.2.3.- SEGÚN SU AGRUPACIÓN

- **Válvulas de seguridad sencilla:** Son las que alojan en su cuerpo a un solo asiento de válvula.
- **Válvulas de seguridad dobles o múltiples:** Son las que alojan en su cuerpo dos o más asientos de válvulas.

3.6.8.2.4.- SEGÚN SU CONEXIÓN

- Embridadas.
- Roscadas.
- Soldadas.

3.6.8.3.- ELEMENTOS

Algunos de los elementos más importantes presentes en las válvulas de seguridad se representan en la figura siguiente:

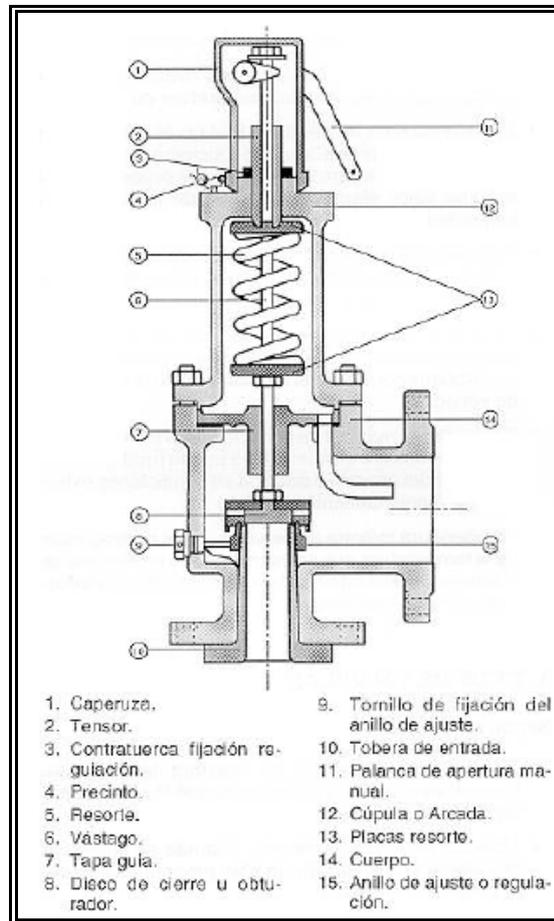


Fig. 98. Elementos de una válvula de seguridad.

3.6.8.4.- FUNCIONAMIENTO

Las válvulas de seguridad de alivio de presión están diseñadas para abrir y aliviar un aumento de la presión interna del fluido, por exposición a condiciones anormales de operación o a emergencias.

Son actuadas por la energía de la presión estática. Cuando en el recipiente o sistema protegido por la válvula se produce un aumento de presión interna, hasta alcanzar la presión de tarado, la fuerza ejercida por el muelle es equilibrada por la fuerza producida por la presión sobre el área del disco de cierre (Fig. 99). A partir de aquí, un pequeño aumento de presión producirá el levantamiento del disco de cierre y permitirá la salida del fluido. Si se trata de una válvula de seguridad de apertura instantánea, el disco de cierre se separará repentina y totalmente, debido al incremento de la fuerza resultante del producto de la presión por el incremento del área del disco de cierre. Pero si se trata de una válvula de alivio de presión, la válvula abrirá proporcionalmente al incremento de presión producido.

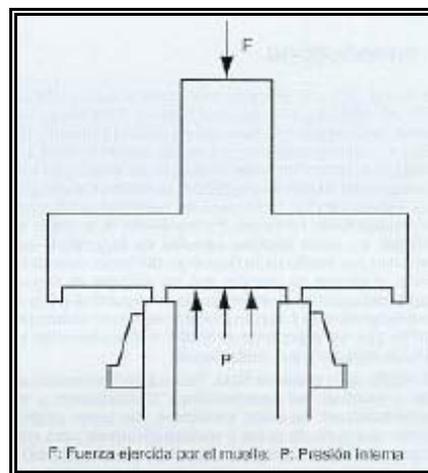


Fig. 99. Disco de cierre.

Cuando la presión disminuye, la válvula cierra a una presión ligeramente inferior a la presión de tarado como consecuencia de la energía cinética del fluido en el escape. En la Fig. 100 se pueden apreciar los diferentes niveles de presión existentes. Son a diferencia de otros dispositivos de alivio (discos de rotura, tapones fusibles térmicos, etc.) mecanismos diseñados para cerrar cuando la presión haya sido restablecida, quedando en disposición de actuar y prevenir un nuevo alivio del fluido.

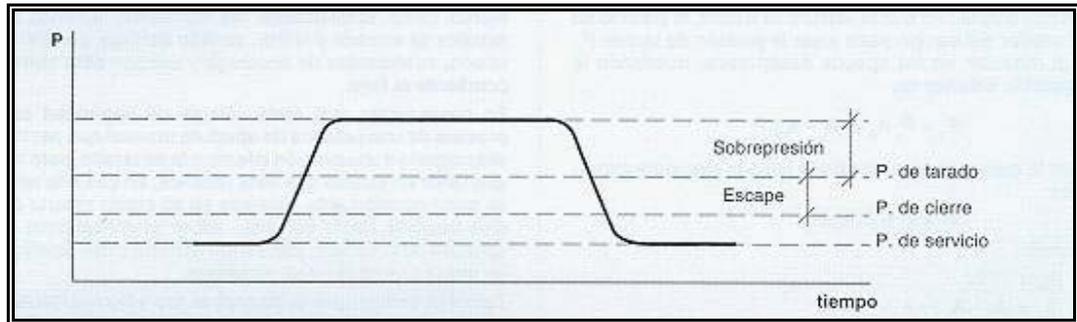


Fig. 100. Diagrama de evolución de la presión en la apertura y cierre de una válvula de seguridad.

En cuanto al valor del tarado, en general y como criterio preventivo, la presión de tarado de las válvulas de seguridad instaladas en un equipo no sobrepasará la presión de diseño ni la máxima de servicio del equipo y el dimensionado del conjunto de válvulas que protegen el equipo debe ser tal que permita aliviar la cantidad de fluido necesario para que el aumento de presión no exceda del 10 por 100 de la presión de tarado para cualquier condición de funcionamiento, y con ésto nos referimos a las condiciones más desfavorables posibles.

Este criterio preventivo se deriva de diversas normativas para determinados equipos concretos a los cuales son de aplicación, como es el caso de:

- En la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión, el art. 15 cuando trata de válvulas de seguridad para calderas de vapor saturado, sobrecalentadores y recalentadores de vapor dice "... las cuales deberán precintarse a una presión que no exceda de un 10 por 100 a la de servicio, sin sobrepasar en ningún caso a la de diseño.... El conjunto de válvulas de seguridad bastará para dar salida a todo el vapor producido en régimen máximo, sin que el aumento de presión en el interior de la caldera pueda exceder del 10 por 100 de la presión de precinto correspondiente.", el art. 16 cuando se refiere a válvulas de seguridad para calderas de agua sobrecalentada, dice que "... una de las cuales, al menos, estará precintada a la presión de diseño o por debajo de ésta. La presión de precinto de las demás válvulas no excederá de un 3 por 100 de la presión de precinto de la primera válvula. El conjunto de ambas válvulas deberá dar salida a un caudal de vapor equivalente a la potencia térmica del aparato a la presión efectiva máxima de servicio, y sin que la presión de la caldera sobrepase en más de un 10 por 100 la presión de precinto correspondiente a la válvula precintada a menor presión.", el art. 17 cuando se refiere a válvulas de seguridad para economizadores y precalentadores de agua y el art. 18 para calderas de agua caliente para instalaciones en circuito cerrado, dicen que las válvulas de seguridad cumplirán con las especificaciones indicadas en el art. 16, ya citadas.
- En la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001 del Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos se establece para el venteo de emergencia para depósitos a presión, que "... permitirá dar salida a los vapores producidos por efecto del calor recibido, sin que pueda aumentar la presión en el interior del depósito en más del 10 por 100 de la máxima presión de diseño. "
- También otras normas extranjeras como la BS 5500 comparten este criterio, ya que requiere que la presión de tarado y la máxima presión de alivio no deberían de exceder del 100 y 110 por 100 de la presión de diseño respectivamente.

Ahora bien, la presión de tarado de las válvulas de seguridad, aunque no deba sobrepasar la presión máxima de servicio, y para algunos equipos como las calderas de vapor saturado, sobrecalentadores y recalentadores de vapor, tampoco el 110 por 100 de la presión de servicio, no es conveniente que el tarado sea igual o muy cercano a la presión de servicio, ya que de ser así, estarían continuamente abriendo y aliviando fluido, así pues es importante aplicar el criterio anteriormente expuesto pero respetando un cierto diferencial de presión entre la presión de servicio y la de tarado.

Un aspecto que tiene una notable influencia en el establecimiento del punto de funcionamiento de las válvulas de seguridad es la contrapresión existente en el escape de la válvula, que puede estar generado por pérdidas de carga en la tubería de escape, presiones en la salida o por la instalación de silenciadores, filtros u otros mecanismos en la tubería de escape de la válvula.

Para analizar el efecto de la contrapresión en el punto de tarado de la válvula, realicemos un balance de fuerzas sobre el disco de cierre.

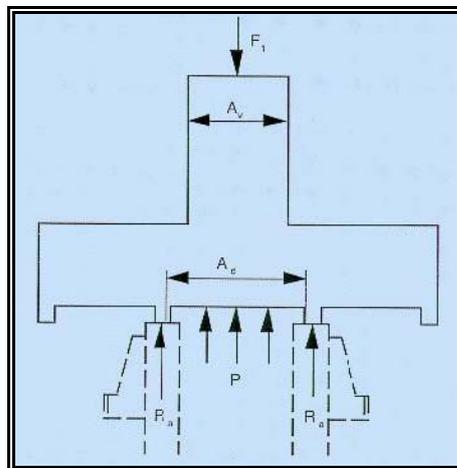


Fig. 101. Balance de fuerzas sobre el disco de cierre de la válvula de seguridad.

El balance de fuerzas antes de que la válvula abra es:

$$F_1 = R_a + P \cdot A_d + (A_v - A_d) \cdot P_c$$

Ecuación 43. Balance de fuerzas en la válvula de alivio.

Donde:

F_1 es la fuerza inicial del resorte.

R_a es la reacción en los apoyos.

P es la presión en el interior del equipo.

A_d es el área efectiva del disco de cierre.

A_v es el área del vástago.

P_c es la contrapresión

En el momento en que la válvula va a abrir, la presión en el interior del equipo pasa a ser la presión de tarado P_t , y la reacción en los apoyos desaparece, quedando la ecuación anterior en:

$$F_1 = P_t \cdot A_d + (A_v - A_d) \cdot P_c$$

Con lo que la presión de tarado tiene la siguiente expresión:

$$P_t = k_1 \cdot F_1 + k_2 \cdot P_c$$

Ecuación 44. Ecuación de tarado de la válvula de seguridad.

Donde:

$$k_1 = 1 / A_d$$

$$k_2 = (A_d - A_v) / A_d$$

Es decir la presión de tarado es proporcional a la fuerza inicial que ofrece el resorte mediante la constante k_1 y a la contrapresión existente, mediante una constante que es función del área del vástago y del disco de cierre. Así pues queda claro que la presión de tarado de la válvula de seguridad, no solo depende del resorte y de sus características constructivas, sino que también depende de las condiciones de operación, a través de la contrapresión existente. Con lo que las válvulas conviene tararlas, tal y como marca la norma UNE 9-100-86, una vez instalada la misma en las condiciones de fluido, presión y temperatura correspondientes a su servicio.

Algunos fabricantes muestran en las especificaciones técnicas de la válvula, gráficos para realizar un correcto tarado inicial de la válvula de seguridad, en función de la contrapresión existente y de la presión de tarado que se pretende alcanzar.

También existen algunos tipos de válvulas de seguridad comercializadas que incorporan un fuelle intermedio con el objeto de eliminar el efecto de la contrapresión.

3.6.8.5.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los materiales empleados en la construcción de las válvulas de seguridad deberán ser adecuados para la presión, temperatura y fenómenos de corrosión según el fluido que contenga el recipiente y para cualquier condición de operación. La presión nominal de la válvula de seguridad deberá ser superior al 110 por 100 de la presión máxima de servicio, ya que es la que se alcanzará en el interior del equipo, pero preventivamente sería conveniente que fuera, al menos, dos veces la presión máxima de servicio.

La temperatura límite de trabajo de la válvula de seguridad debe de ser superior a la temperatura máxima de servicio del equipo protegido, es decir superior a aquella que se puede alcanzar en condiciones extremas de funcionamiento. Por ejemplo, para el caso de equipos que contienen líquidos con aporte energético, la temperatura límite de la válvula debe ser superior a la temperatura de saturación del líquido contenido al 110 por 100 de la presión de tarado de la válvula, puesto que es la que se alcanzaría en caso de fallo del mecanismo de corte del aporte energético.

En cuanto al diseño, las válvulas de seguridad deben de estar construidas de forma que la rotura de cualquier parte de ella no pueda obstruir la descarga libre y total del fluido a presión.

Las partes móviles, cierres y vástagos, deben de estar guiados de forma efectiva y se debería tener en cuenta el posible efecto de la expansión y contracción diferencial, así como la presencia de grasas y depósitos.

Cada válvula debería llevar incorporada de forma permanente la información necesaria para identificar al elemento, como: identificación del fabricante, tamaños nominales de entrada y salida, sentido del flujo, presión de tarado, coeficientes de descarga y sección neta correspondiente al flujo.

Es conveniente que cada válvula de seguridad esté provista de una palanca de apertura manual que permita descargarla a una presión inferior a la de tarado, pero hay que tener en cuenta que esta palanca, en caso de tener un peso considerable, estando en su punto muerto podría transmitir cierto esfuerzo sobre el mecanismo de apertura de la válvula, con lo que debería estar diseñada de forma que ésto no se produjera.

También indicar que el diseño de las válvulas debería contemplar la instalación de un mecanismo de precinto del órgano de regulación de la presión de tarado, con el objeto de impedir la manipulación no autorizada de este órgano.

Por último indicar que en medios corrosivos es conveniente la instalación de válvulas de materiales especiales, por ejemplo, desde hace algunos años, algunas válvulas para este tipo de medios están construidas con polímeros fluorados como revestimiento interior de una carcasa metálica, consiguiendo con esta combinación unas buenas propiedades anticorrosivas junto con una elevada resistencia mecánica.

3.6.8.6.- MONTAJE

El adecuado comportamiento de las válvulas de seguridad después de montadas, puede estar influenciado por una instalación defectuosa o por la utilización de tuberías inadecuadas. La mala instalación de las válvulas de seguridad, no solo puede llevar a su destrucción, sino a dar lugar a peligrosos daños sobre las instalaciones y equipos protegidos. Así pues, las válvulas deben ser cuidadosamente manejadas durante su instalación, procurando que los esfuerzos a los que puedan estar sometidas no se transmitan a los elementos móviles y de cierre, dañándolos.

Cada compartimento estanco de los sistemas y equipos a presión protegidos mediante válvulas de seguridad, debe considerarse como independiente y ser conectado convenientemente al elemento de alivio de presión. La instalación se efectuará en la zona de vapor o gas, por encima del nivel de líquido, o a la tubería conectada a esta zona de vapor o gas.

Las válvulas de seguridad deberían montarse sobre conexiones planas o tubulares utilizadas con este fin, con sección mínima igual a la suma de las secciones de todas las válvulas montadas en ellas.

La conexión entre la válvula y el recipiente, debe ser robusta y corta, sin generar estrechamientos, es decir con una sección de paso, al menos igual que el área neta de la válvula de seguridad, esta conexión debe estar diseñada para generar la mínima pérdida de presión posible entre el recipiente y la válvula, que no debería de exceder del 3 por 100 de la presión de tarado.

En las válvulas embridadas, es importante una adecuada elección de las juntas ya que éstas, bajo determinadas condiciones de presión y temperatura, podrían llegar a reducir la sección de paso de la válvula, así como también realizar un correcto apretado de los pernos, de forma uniforme, para evitar posibles distorsiones. Así mismo en las válvulas roscadas hay que utilizar una llave adecuada, teniendo especial cuidado en no doblar los manguitos roscados en el montaje.

En las instalaciones nuevas, es conveniente limpiar el circuito antes de instalar la válvula de seguridad, con el objeto de eliminar posibles partículas, como restos de soldaduras, que pudieran provocar un defectuoso funcionamiento de la válvula.

Una vez instaladas las válvulas, hay que comprobar que no existen fugas y utilizar un manómetro calibrado para determinar si la válvula está trabajando correctamente.

El tarado de las válvulas hay que realizarlo en las condiciones de fluido, presión y temperatura correspondientes a su servicio, y posteriormente precintarse el órgano de regulación de la presión de tarado para impedir su manipulación posterior. Si una vez instalada la válvula cambian las condiciones de operación, se desprecinta la válvula y se actúa sobre el órgano de regulación de la presión de tarado dentro del rango de presiones para el que es adecuado el resorte, si la regulación necesaria estuviera fuera del estrecho rango de presiones de ese resorte, se tiene que cambiar éste y reajustarlo convenientemente, una vez realizado el ajuste la válvula debe de precintarse de nuevo.

Las válvulas de seguridad deben estar dotadas de tuberías de escape independientes, las cuales deberían tener al menos igual sección que la salida de la válvula, ya que la reducción en el paso de la tubería de salida produciría un aumento de presión tras la válvula, lo que influiría en el comportamiento de ésta, tal y como se vio en el punto anterior. Es importante no producir excesiva contrapresión cuando se instalen silenciosos, filtros u otros accesorios que puedan estrangular el paso en la tubería de salida, así como diseñar esta tubería de tal forma que disponga de los mínimos codos y sea lo más corta posible, produciendo una descarga segura, en un punto donde no ocasione riesgos, es decir que no circulen personas, etc.

La tubería de escape deberá estar dispuesta y apoyada de forma que no transmita esfuerzos ni vibraciones a la válvula.

3.6.8.7.- INSTALACIÓN

Las válvulas de seguridad de alivio de presión deben ser instaladas en todos aquellos equipos o sistemas que trabajen a presión, para protegerlos frente a sobrepresiones debido a condiciones anormales de operación (por elevación de temperatura, por llenado, reacción incontrolada, etc.) y debido a situaciones de emergencias (incendios, etc.). Así pues deben instalarse en calderas de vapor, de agua caliente, en sobrecalentadores, recalentadores, reactores, acumuladores, en depósitos, etc., así como en muchos sistemas de tuberías donde circulan fluidos a cierta presión y es posible un bloqueo del fluido en un tramo, pudiendo sufrir una sobrepresión por alguna de las causas citadas anteriormente.

Una cuestión importante es la ubicación y el adecuado dimensionado de las válvulas en los equipos donde están instaladas y se tiene que tener en cuenta tanto en la fase de diseño como en posibles modificaciones posteriores que se realicen en los sistemas, por ejemplo no deben de instalarse válvulas de seguridad tras caudalímetros que regulen condiciones de operación del sistema, ya que en el caso de que la válvula de seguridad este aliviando, la medida de caudal sería errónea, tal y como se muestra en la Fig. 102.

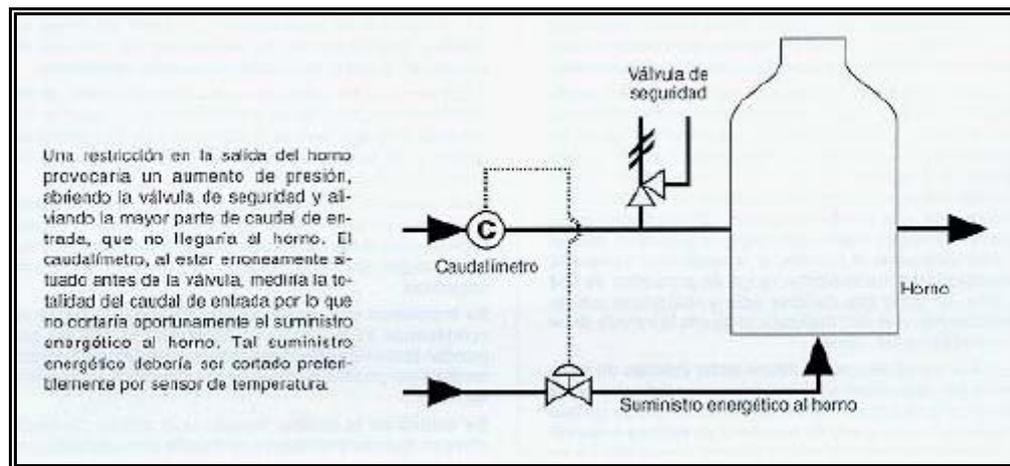


Fig. 102. Instalación defectuosa de una válvula de seguridad.

Hay que resaltar la importancia del precinto del órgano de regulación de la presión de tarado, con el objeto que no pueda ser actuado por personal no formado para ello. Cuando debido a cambios de operación, es necesario cambiar el tarado, tal y como se explicó en el punto anterior, lo deberá realizar personal técnicamente capacitado, cambiando el resorte si procede, y con los medios adecuados, como es el empleo de un manómetro calibrado. Es una operación que merece especial atención, puesto que con ella se fijan las características del elemento de seguridad que protege el equipo a presión.

En la Fig. 102, la Fig. 103, la Fig. 104, la Fig. 105 y la Fig. 106 se representan una serie de casos de diseños incorrectos en la instalación de válvulas de seguridad, a evitar por haber provocado accidentes.

Cada vez que se produzca una variación, tanto de las instalaciones como de las condiciones de operación del sistema, hay que revisar la idoneidad de la presión de tarado y de la capacidad de alivio de las válvulas de seguridad.

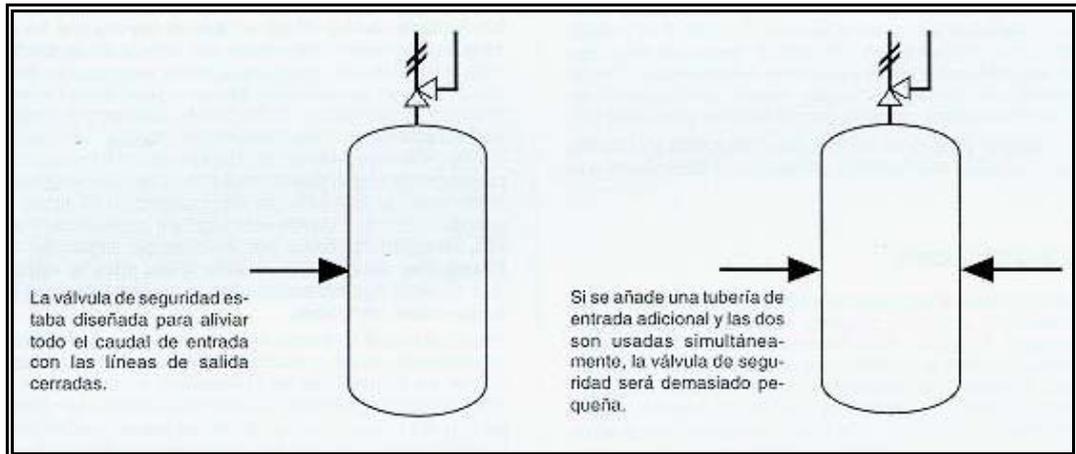


Fig. 103. Intradimensionado de la válvula de seguridad tras cambios en la instalación.

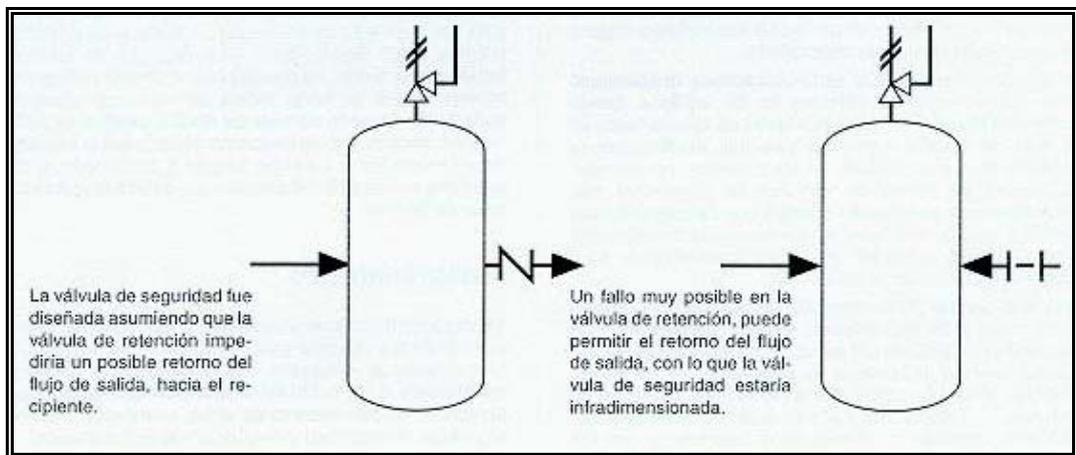


Fig. 104. Intradimensionado de la válvula de seguridad ante un posible fallo de otro elemento.

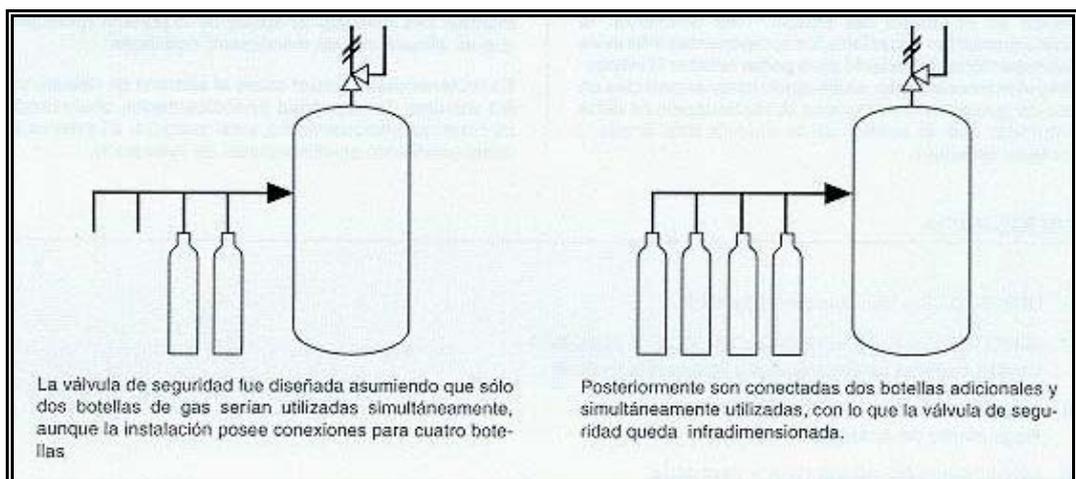


Fig. 105. Intradimensionado de la válvula de seguridad ante un cambio en las condiciones de operación.

En la instalación representada en la Fig. 106, mediante el montaje de una válvula de aislamiento, se ha constituido un recipiente a presión independiente que necesita ser protegido por medio de la correspondiente válvula de seguridad.

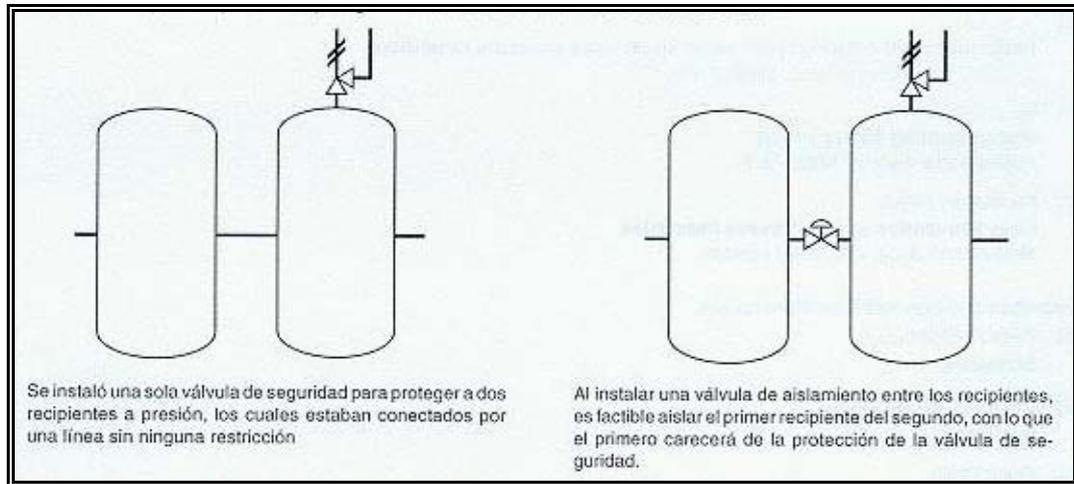


Fig. 106. Recipiente a presión desprotegido al instalar una válvula de aislamiento adicional.

Es importante que no se produzcan acumulaciones de condensado en la tubería de escape de la válvula, que puedan incluso solidificar y obstruir la salida de la válvula, no debe ser posible su bloqueo por formación de tapones de hielo.

Se evitará en lo posible instalar una válvula de cierre entre un aparato o sistema y su válvula de seguridad, con el objeto de que no sea posible el cierre ocasional de ésta, con la consiguiente anulación de la válvula de seguridad.

No obstante, en los casos en que se prevea que ha de revisarse con cierta frecuencia una válvula de seguridad para proceder a su mantenimiento o asegurar su conservación sin necesidad de interrumpir un proceso continuo, es conveniente instalar varias válvulas de seguridad en paralelo, como mínimo dos, con las correspondientes válvulas de cierre o bloqueo, de tal forma que se pueda cerrar y realizar las operaciones de mantenimiento sobre una de las válvulas sin necesidad de parar el proceso y sin que quede el equipo sin protección. Para ello en cualquier caso, las válvulas de seguridad no bloqueadas deberían tener entre todas ellas la capacidad de descarga necesaria para el equipo o sistema en el que están instaladas.

Para evitar que todas las válvulas de seguridad puedan quedar bloqueadas, las válvulas de cierre deberían constar de un sistema de enclavamiento que impidiera el cierre simultáneo de ellas o bien instalar una sola válvula de cierre de varios pasos, de modo que cerrando la vía hacia la válvula de seguridad que se vaya a dejar fuera de servicio, quede abierta la vía hacia la otra u otras que quedan en servicio.

Cuando el fluido contenido en el equipo o sistema protegido por la válvula es inflamable, la tubería de descarga debería estar diseñada de tal forma que en caso de inflamarse el fluido, no pueda producir recalentamientos locales ni que el fuego incida en cualquier parte del recipiente. Cuando se trata de fluidos peligrosos (inflamables, tóxicos, etc.) la descarga debería estar canalizada y llevada hacia un lugar seguro y controlado, a una antorcha en caso de inflamables y a neutralización en el caso de tóxicos.

3.6.8.8.- MANTENIMIENTO

Es importante realizar un adecuado mantenimiento preventivo de las válvulas de seguridad de los equipos, ya que supone la reducción del número de paradas de emergencia o de accidentes que puedan suceder por deficiente funcionamiento de estos elementos y la consiguiente rentabilidad y seguridad de la instalación.

Las válvulas deben ser inspeccionadas con regularidad para comprobar que están trabajando correctamente, y periódicamente deben ser desmontadas totalmente para verificar que sus distintos elementos no presentan anomalías, así como que su interior esté limpio de acumulaciones de moho, incrustaciones o sustancias extrañas, que el asiento del disco de cierre esté correctamente, y que el muelle no haya perdido sus características. Posteriormente deben montarse y probarse con el equipo en funcionamiento, verificándose el disparo a la presión de precinto.

Previamente al desmontado o reparación de una válvula, se deberá comprobar que el equipo ha quedado sin presión y que está en adecuadas condiciones para realizar el trabajo.

Estas inspecciones, que preventivamente deberían realizarse una vez al año, están reglamentadas para algunos equipos, como es el caso del Reglamento de Aparatos a Presión, en su Instrucción Técnica Complementaria AP1 de aplicación a calderas, economizadores, precalentadores, sobrecalentadores y recalentadores, establece realizar inspecciones oficiales que incluyen las válvulas de seguridad, a los cinco años de la instalación del equipo, repetirla a los cinco años, y posteriormente cada 3 años, estas inspecciones serían realizadas bien por el fabricante, el instalador o el servicio de conservación de la empresa si el producto del volumen (m^3) por la presión (kg/cm^2) es igual o inferior a 25, o bien por una Entidad Colaboradora de la Administración si este producto es superior. Al margen de estas inspecciones oficiales, la instrucción AP1 también establece que los usuarios deberán hacer examinar sus equipos una vez, al menos, cada año.

La Instrucción Técnica Complementaria AP6 del mismo Reglamento, aplicable al conjunto de instalaciones en refinerías de petróleo y plantas petroquímicas, establece que las válvulas de seguridad se desmontarán, se probarán y se ajustarán durante las inspecciones interiores periódicas de los aparatos o sistemas a presión que protegen, con una periodicidad que es función de la categoría del aparato, en las calderas se realizará anualmente.

Si en alguna de las inspecciones se detecta que la válvula tiene fugas, debe ser desmontada a la primera oportunidad, teniendo la precaución de que no exista presión en el interior del equipo. Tras desmontar la válvula quedarían accesibles los componentes interiores y las superficies del asiento para poder realizar la inspección y el mantenimiento, rectificando estas superficies en caso de que estén defectuosas. A continuación se debe comprobar que el interior de la válvula esta limpio y montarse de nuevo.

Antes de desmontar las válvulas es práctico medir la altura del tornillo de regulación, con el fin de que en el montaje sea más fácil el ajuste de la presión de tarado que se afinará con un manómetro calibrado.

Es recomendable actuar sobre el sistema de disparo de las válvulas de seguridad periódicamente, observando su correcto funcionamiento, y así asegurar su adecuado comportamiento en condiciones de operación.

3.6.8.9.- NÚMERO DE VÁLVULAS Y CAPACIDAD DE ALIVIO

Cuando se almacenan fluidos en depósitos o tanques, la capacidad de alivio de presión debe contemplar tanto las condiciones anormales de operación como las situaciones de emergencia por exposición a un fuego externo.

Así en el Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos, la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001 referente a Almacenamiento de Líquidos Inflamables y Combustibles establece los venteos normales y de emergencia que debe llevar cada tanque en función de las características de éstos y del producto que almacenan. Cuando el venteo de emergencia está encomendado a una válvula o dispositivo, la capacidad total de venteo normal y de emergencia serán suficientes para prevenir cualquier sobrepresión que pueda originar la ruptura del cuerpo o fondo del recipiente si es vertical, o del cuerpo y cabezas si es horizontal. Si los líquidos almacenados son inestables, se tendrán en cuenta los efectos del calor o gases producidos por polimerización, descomposición, condensación o reactividad propia.

El primer paso es calcular la superficie húmeda del recipiente que puede estar expuesta a un fuego exterior, como:

- El 55 % de la superficie total de una esfera.
- El 75 % del área total de un depósito horizontal.
- Los primeros 10 metros por encima del suelo de un tanque vertical, descontándose la parte de superficie en contacto con el suelo.

Este último sería nuestro caso. Todos los depósitos son cilíndricos con los fondos elípticos y estarían en contacto con el suelo mediante patas, por lo que toda su superficie sería húmeda. Simplificaremos el cálculo considerando la superficie de un cilindro, aunque solo el cuerpo central del depósito tenga esta geometría, pero el resultado nos dará un área mayor ya que consideraremos la altura total del recipiente. Disponemos de dos tipos de depósitos en función de su capacidad: 10.000L y 20.000L.

$$A_{10.000L} = \pi \cdot D_{\text{recipiente}} \cdot H_{\text{recipiente}} = \pi \cdot 2,052m \cdot 4,448m = 28,674m^2$$

$$A_{20.000L} = \pi \cdot D_{\text{recipiente}} \cdot H_{\text{recipiente}} = \pi \cdot 2,586m \cdot 5,528m = 44,910m^2$$

Posteriormente, hay que determinar el calor recibido en caso de fuego externo, mediante la expresión:

$$Q = 139,7 \cdot F \cdot A^{0,82} \cdot 10^3$$

Ecuación 45. Calor recibido.

Donde:

Q es el calor recibido por el recipiente en kJ/h.

A es la superficie húmeda en m².

F es un factor sin dimensiones, que se tomará igual a la unidad salvo en los casos siguientes, en que se tomarán los valores que se indican:

F = 0,5. Drenaje alejado o cubeto separado y superficie húmeda superior a 20 m².

F = 0,3. Sistemas de pulverizadores de agua fijos y automáticos para la prevención de incendios y cubeto separado.

F = 0,3. Aislamiento no afectado por fuego ni chorro de agua y con una conductividad térmica máxima a 900 °C de 83,75 kJ/(h·m²·K) = 20 kcal/(h·m²·K).

F = 0,15. Aislamiento igual al anterior y sistema de pulverización de agua fijos y automáticos.

Según las superficies calculadas, los recipientes recibirían un calor de:

$$Q_{10.000L} = 139,7 \cdot 1 \cdot 28,674^{0,82} \cdot 10^3 = 2,189 \cdot 10^6 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

$$Q_{20.000L} = 139,7 \cdot 1 \cdot 44,910^{0,82} \cdot 10^3 = 3,163 \cdot 10^6 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

El cálculo del venteo total, el de emergencia más el normal para líquidos estables, se efectúa en función del tipo de tanque o depósito, de la siguiente forma:

- a. Para tanques atmosféricos (diseñados para soportar presiones internas manométricas de hasta 7kPa) la capacidad total de venteo no será inferior al definido en la Tabla 107 y multiplicado por el factor F definido anteriormente.

Superficie húmeda (m²)	m³/hora de aire	Superficie húmeda (m²)	m³/hora de aire
2	0.36	50	10.330
4	1.272	60	11.463
6	1.909	70	12.497
8	2.544	80	13.478
10	3.180	90	14.408
12	3.816	100	15.293
14	4.452	120	16.000
16	5.088	140	16.846
18	5.724	160	17.624
20	6.360	180	18.340
25	6.978	200	19.000
30	7.796	230	19.924
35	8.441	260 y superior	20.767
40	9.104		

Los caudales de aire son a presión atmosférica y 15 °C.
Los valores intermedios pueden interpolarse

Tabla 107. Capacidad total de venteo de tanques con presión hasta 7kPa.

- b. Se utilizará la Tabla 108 para presiones mayores que 7kPa y hasta 15kPa y multiplicado por el factor F definido anteriormente.

Superficie húmeda (m²)	m³/hora de aire	Superficie húmeda (m²)	m³/hora de aire
280	22.340	1.000	63.450
300	23.640	1.500	88.480
330	25.250	2.000	112.000
360	27.460	2.500	134.600
400	29.930	3.000	156.193
450	32.970	4.000	197.774
500	35.940	Para valores superiores A	220 A ^{0,84}
600	41.740		
700	47.360		
800	52.840		
900	58.200		

Los caudales de aire son a presión atmosférica y 15 °C.
 Los valores intermedios pueden interpolarse.
 Para valores inferiores a 280 m² ver Tabla 107

Tabla 108. Capacidad total de venteo de tanques con presión de 7kPa a 15kPa.

c. Para tanques atmosféricos y para tanques a baja presión (diseñados para soportar presiones internas manométricas desde 15kPa hasta 98kPa), la capacidad total de venteo puede determinarse por la siguiente fórmula:

$$m^3 \text{ de aire por hora} = \frac{4,414 \cdot Q}{L \cdot M^{1/2}}$$

Ecuación 46. Capacidad de venteo para tanques a baja presión.

Donde:

Q es el calor recibido por el recipiente en kJ/h, definido anteriormente.

L es el calor latente de vaporización en kJ/kg.

M es el peso molecular en kg.

d. En el caso de depósitos a presión (diseñados para soportar presiones internas manométricas superiores a 98KPa), la capacidad total de venteo será:

$$\text{kg/h de vapor de líquido} = \frac{Q}{L}$$

Ecuación 47. Capacidad de venteo para tanques a presión.

Donde:

Q es el calor recibido por el recipiente en kJ/h, definido anteriormente.

L es el calor latente de vaporización en kJ/kg, en las condiciones de venteo.

Éste es nuestro caso, ya que en los dos tipos de recipientes la presión de diseño es de 2,11kg/cm² (206,91kPa). Con lo que, sabiendo que el calor latente de vaporización del etanol es 903kJ/kg, obtendremos los siguientes caudales máscicos de ventilación:

$$\text{kg/h de vapor de líquido}_{10.000L} = \frac{2,189 \cdot 10^6 \frac{kJ}{h}}{903 \frac{kJ}{kg}} = 2.424,14 \frac{kg}{h}$$

$$\text{kg/h de vapor de líquido}_{20.000L} = \frac{3,163 \cdot 10^6 \frac{kJ}{h}}{903 \frac{kJ}{kg}} = 3.502,77 \frac{kg}{h}$$

Hemos considerado sólo el etanol, ya que es el producto con menor calor latente de vaporización y el que más ventilación necesitará.

3.6.9.- VENTEOS

3.6.9.1.- VENTEOS NORMALES

Los tanques serán equipados con dispositivos de venteo (válvulas de presión/vacío) para prevenir la formación de presión interna o vacío, de forma que se evite la deformación de los fondos o de las paredes de los tanques como consecuencia de las operaciones de trasvase o variaciones de la temperatura ambiente, así como que permita aliviar el exceso de presión interna causado por un fuego exterior.

Los venteos normales de un tanque se dimensionarán de acuerdo con códigos de reconocida solvencia o como mínimo tendrán un tamaño igual a la mayor de las tuberías de llenado/vaciado y, en ningún caso, inferiores a 35mm de diámetro interior. Si el tanque tuviera más de una conexión de llenado o vaciado, la dimensión del venteo se basará en el flujo máximo posible.

La salida de estos venteos y sus desagües se dispondrán de manera que la carga o descarga no pueda producir recalentamientos locales o que incida en cualquier punto del tanque.

Los dispositivos de venteo llevarán estampado sobre ellos la presión de apertura, la presión a la cual la válvula alcanza la posición totalmente abierta y su capacidad de venteo en esta última posición. Estos dispositivos de venteo estarán normalmente cerrados, excepto cuando se ventee a la atmósfera en condiciones de presión interna o vacío, o en caso de emergencia.

3.6.9.2.- VENTEOS DE EMERGENCIA

Todos los tanques tendrán dispositivos que permitan aliviar el exceso de presión interna causado por un fuego exterior.

Para tal efecto se instalarán una o varias válvulas de alivio. Cuando el venteo de emergencia esté encomendado a una válvula, la capacidad total de venteo normal y de emergencia serán suficientes para prevenir cualquier sobrepresión que pueda originar la ruptura del cuerpo o fondo del tanque vertical.

El venteo de emergencia está relacionado con la superficie húmeda del recipiente que puede estar expuesta a un fuego exterior. Dicha superficie se calculará sobre las bases de un 55 por 100 de la superficie total de una esfera, o de un 75 por 100 del área total de un recipiente horizontal y los primeros 10m por encima del suelo de un recipiente vertical, se descontará la parte de superficie que esté en contacto con el suelo.

3.6.9.3.- TUBERÍAS DE VENTEO

Las tuberías de venteo para los tanques que almacenan líquidos de la subclase B1 estarán situadas de forma que los vapores sean descargados a un lugar seco fuera de los edificios próximos o vías de uso público y a una altura superior a 3,6m sobre el nivel adyacente y, como mínimo, a 1,5m de cualquier abertura de un edificio.

Cuando en tuberías de venteo se instalen válvulas de bloqueo, éstas deberán permitir que exista siempre una salida a la atmósfera, una válvula de seguridad o un sistema de recogida de vapores. Se evitará obstruir la tubería de venteo con mecanismos que den lugar a un aumento de la presión de descarga. Se evitarán conexiones a otros tanques excepto para la recuperación de vapores o control de contaminación atmosférica.

3.6.10.- BOTELLAS DE NITRÓGENO

Se utilizarán botellas de nitrógeno para realizar la mezcla de las materias primas en los depósitos de formulación mediante difusores. Por tanto, en el presente apartado se presenta un extracto del artículo 7 “condiciones de utilización” de la instrucción técnica MIE APQ-5 “almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión”.

- El usuario es el responsable del manejo de las botellas y del buen estado y mantenimiento de los accesorios necesarios para su utilización, así como del correcto empleo del gas que contiene.
- Antes de poner en servicio cualquier botella deberá eliminarse todo lo que dificulte su identificación y se leerán las etiquetas y marcas existentes en ella.
- Si el contenido de una botella no puede identificarse, deberá ser devuelta al proveedor sin utilizarla.
- Si existen dudas respecto al manejo apropiado de las botellas o su contenido, deberá consultarse al proveedor o fabricante.

- Las botellas serán manejadas sólo por personal experto previamente informado, debiendo estar disponible en el lugar de utilización las instrucciones oportunas.
- Los acoplamientos para la conexión del regulador a la válvula de la botella deben ser los reglamentados en la ITC MIE-AP-7 del Reglamento de Aparato a Presión.
- Las botellas no se situarán, para su uso, en locales subterráneos o en lugares con comunicación directa con sótanos, y en general en todos aquellos lugares donde no exista una adecuada ventilación.
- En el recinto de utilización sólo estarán las botellas en uso.
- Antes de usar una botella hay que asegurarse que se encuentra correctamente sujeta para evitar su caída.
- El protector (sombbrero, caperuza,...) móvil de la válvula debe estar acoplado a la botella hasta el momento de su utilización.
- La válvula debe estar siempre cerrada, excepto cuando se emplee el gas, en cuyo momento deberá estar completamente abierta.
- Si existe peligro de que la botella sea contaminada por retroceso de otros gases o líquidos, deberá disponerse de una válvula o dispositivo de retención adecuado.
- El usuario deberá establecer un plan de mantenimiento preventivo de la instalación y de todos los accesorios necesarios para la correcta utilización de los gases contenidos en las botellas.
- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios (manorreductores, manómetros, válvulas antirretorno,...) deberán ser los adecuados para la presión y el gas a utilizar en cada aplicación.

- Hay que asegurarse que los acoplamientos en las conexiones del regulador con la válvula de la botella sean coincidentes. No se forzarán nunca las conexiones que no se ajusten bien, ni se utilizarán nunca piezas intermedias que no hayan sido aprobadas por el fabricante del gas.
- Después de conectar el regulador, y antes de abrir la válvula de la botella, se comprobará que el tornillo de regulación del manorreductor está completamente aflojado. Esta precaución debe tenerse en cuenta en las interrupciones de trabajo o en el cambio de botella.
- La válvula de la botella se abrirá siempre lentamente. La salida de la misma se colocará en sentido contrario a la posición del operador y nunca en dirección a otras personas; no se emplearán otras herramientas diferentes a las facilitadas o aconsejadas por el proveedor. Se evitará el uso de herramientas sobre las válvulas equipadas con volante manual. Si las válvulas presentan dificultad para su apertura o cierre, o están agarrotadas, se pedirán instrucciones al proveedor.
- Se evitará la salida de caudales de la botella superiores a los prescritos por el proveedor.
- Si durante el servicio de la botella se produjera una fuga y ésta no pudiera contenerse, se tomarán las medidas propuestas por el proveedor. Igual procedimiento se empleará en el caso de botellas sometidas a fuego, corrosión o cualquier otro defecto.
- Las botellas no se conectarán nunca a ningún circuito eléctrico.
- Las botellas se mantendrán alejadas de fuentes de calor, hornos, ...
- Se evitará todo contacto de botellas, válvulas, reguladores, mangueras e instalaciones anexas con aceites, grasas y otros productos combustibles, ya que estos productos pueden combinarse con el nitrógeno para dar lugar a una violenta explosión.

- Se prohibirá fumar durante la manipulación y uso de las botellas; a este efecto, existirá una señalización adecuada.
- Se prohíbe terminantemente desmontar las válvulas, dado el peligro que ello implica.
- No se emplearán nunca botellas como rodillos, soporte o cualquier otro propósito que no sea el almacenamiento de gases.
- Se prohíbe terminantemente soldar piezas a botellas, ya que ello elimina totalmente el tratamiento térmico de material de las mismas, creando una zona de gran fragilidad y dando lugar en muchos a la aparición de grietas.
- No se cambiará o quitará cualquier marca, etiqueta o calcomanía empleada para la identificación de la botella y que haya sido colocada por el fabricante o proveedor del gas.
- No deberán introducirse nunca botellas de cualquier gas en recipientes, hornos, calderas, etc.
- Las botellas no deberán someterse a bajas temperaturas sin el consentimiento del proveedor.
- Se recomienda para la manipulación de botellas el uso de calzado de seguridad y guantes adecuados.

3.6.11.- PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS

Se ajustará a lo dispuesto en su normativa específica.

El potencial de riesgos por descargas eléctricas a través de equipos es muy real. No obstante, su control no es difícil ni costoso. La causa más común de accidentes eléctricos se debe a que no se proporciona el mantenimiento adecuado a los equipos ni a los sistemas, no se siguen las reglas de seguridad y no se utiliza el sentido común.

Una descarga eléctrica puede causar daños serios, incluso la muerte. Puede provocar la contracción de los músculos del pecho, interfiriendo con la respiración, causando asfixia; interferencias con el ritmo cardiaco y circulación sanguínea; parálisis del corazón por contracción muscular y caídas de alturas después de un choque eléctrico, aunque éste no sea fuerte.

a. Descargas eléctricas

A continuación se presentan algunas medidas de seguridad que nos ayudarán a prevenir accidentes debido a descargas eléctricas en la planta proyectada:

- Limitar el acceso a áreas donde hay sistemas eléctricos.
- Adiestramiento de los empleados en el uso apropiado de los equipos eléctricos.
- Las partes vivas de los equipos que operen a 50 voltios o más deberán estar protegidas para evitar contactos accidentales.
- Las instalaciones interiores, de 600 voltios o más, accesibles a personal no autorizado, deberán estar localizadas en gabinetes metálicos o su acceso controlado por cerraduras.
- Todo sistema eléctrico deberá cumplir con los códigos aplicables.
- Reparar o reemplazar todo el cableado que esté defectuoso.
- Los cables descubiertos o deshilachados y las conexiones flojas o sueltas deberán repararse de inmediato.
- Todos los receptáculos serán de tres entradas, proveyendo conexión a tierra.
- No se utilizarán extensiones con receptáculos múltiples para alimentar equipos simultáneamente. Estas tienden a sobrecalentarse.

- Se deberá tener cuidado especial cuando se utilicen extensiones para evitar que el personal pueda enredarse en ellas.
- Asegurarse que todas las conexiones a tierra sean adecuadas. Conexiones pobres a tierra pueden generar altas temperaturas.
- Aquellos equipos que se dejan en operación, desatendidos por largos períodos de tiempo, deberán conectarse a circuitos que tengan fusibles para que estos puedan desconectarse automáticamente en caso de fallas o sobrecargas.
- Cuando se trabaja con energía peligrosa como la electricidad, para reparar una maquinaria o equipo que esté directamente conectado a la fuente de energía, se debe utilizar un sistema de control de energía peligrosa: cerrar / peligrosa.

b. Incendios Eléctricos

Sobre el veinte por ciento de los fuegos anuales en áreas industriales son causados por fallos en los sistemas eléctricos.

Para reducir el potencial de incendios por causas eléctricas debemos tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Aquellos equipos utilizados en áreas donde se encuentran sustancias volátiles inflamables (como es nuestro caso), deberán tener motores de inducción que no liberen chispas, en contraposición con los motores embobinados con escobillas.
- La velocidad de los motores de inducción no se deberá controlar con autotransformadores variables, ya que ésto puede causar sobrecalentamiento.
- Se deberán tomar precauciones especiales cuando hacemos limpieza con aspiradoras o cuando hacemos reparaciones utilizando taladros, para asegurarnos de que no hay presente vapores inflamables.

- Durante la transferencia de líquidos inflamables entre envases metálicos, éstos tienen que estar conectados a tierra. La electricidad estática puede producir chispas conducentes a fuego o a explosión.
- Interruptores y contactos en los controles de sistemas eléctricos deberán estar localizados en áreas libres de vapores de sustancias inflamables.
- Se deberán tomar precauciones adicionales cuando operamos sistemas que dejamos desatendidos durante períodos prolongados.
- Anualmente se deberá inspeccionar y dar mantenimiento preventivo a interruptores del alumbrado, relés, fusibles, etc.
- Se deberán identificar aquellos sistemas con riesgos potenciales a causar incendios eléctricos.
- Se deberá mantener extintores para controlar fuegos eléctricos.

3.6.12.- ILUMINACIÓN

Los niveles mínimos de iluminación están legalmente determinados en el R.D. 486/1997, de 14 de abril.

Se considera que en la zona de trabajo se ejecutan tareas con exigencias visuales medio-altas, por tanto el nivel mínimo de iluminación debe ser de 500lux a la altura donde se realicen las tareas.

Además, la iluminación será lo más uniforme posible y si se produjera fallo del alumbrado normal, la instalación dispondrá de alumbrado de seguridad.

Asimismo, los sistemas de iluminación utilizados no deberán originar riesgos eléctricos, de incendio o explosión y cumplirán, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

3.6.13.- PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

El R.D. 1316/1989 de 27 de octubre tiene como objeto la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Se deberá realizar una correcta medición del ruido en el lugar de trabajo. Si en el puesto de trabajo se supera el nivel diario equivalente de 80dB(A) se deberá proporcionar a cada trabajador la información y formación adecuadas, se realizará un control médico inicial de la función auditiva de los trabajadores, así como posteriores controles periódicos (de acuerdo con el anexo 4 del citado real decreto).

3.7.- IMPACTO MEDIO AMBIENTAL

En la instalación actual se generan unos vertidos de enjuague procedentes del lavado de los depósitos de formulación y almacenamiento de materias primas y producto terminado. Los primeros enjuagues producidos son recuperados para su reprocesado, evacuándose el vertido restante a la red de saneamiento de aguas residuales urbanas de Jerez de la frontera, acogiéndose a la Ordenanzas Municipales de Medio Ambiente de noviembre de 1.998.

El nuevo proceso seguirá con el mismo sistema que en la actualidad, suponiendo que los niveles de los parámetros medioambientales van a estar por debajo de los límites recogidos en las Ordenanzas Municipales.

3.8.- CONTROL DE CALIDAD

El mantenimiento de la calidad exigida del producto es muy importante para conservar y ganar clientes.

La calidad del producto final estará asegurada por un sistema de control automatizado distribuido de todos los procesos, que tiene en cuenta las variables que pueden afectar a la calidad en todo momento.

El laboratorio de calidad hará los análisis óptimos en discontinuo de aquellas variables que no puedan ser controladas con sensores in situ.

Con el aseguramiento de la calidad se evita tener que reprocesar el material en cada sistema. Cuando la medición de la variable dé resultados fuera de los límites impuestos, el controlador o personal de control darán las respectivas órdenes para la actuación adecuada sobre el equipo correspondiente.

Por último, en el caso de la desviación del producto final fuera de los requisitos exigidos por el cliente, el hecho de dividir el almacenamiento en tanques de capacidad reducida garantiza que las no conformidades se producirán en cantidades menores de producto.

3.8.1.- CONCEPTO DE CALIDAD

El concepto de calidad tiene en sí poco que ver con la bondad o el valor de una cosa. Según el significado original de la palabra (lat. qualis = tal como), indica la naturaleza o la peculiaridad de una sustancia, que puede ser mala, mediana o buena. Nos hemos acostumbrado a emplear la palabra calidad en el sentido buena naturaleza, aplicándole así un valor. Así, una materia tiene calidad o no la tiene. Las valoraciones son aquí a menudo subjetivas, y por ello discutibles.

La calidad del vino en el sentido de su naturaleza incluye necesariamente también el concepto de pureza y de lo natural, y considerando que aquí reside la finalidad principal de la técnica enológica: la producción de vinos de naturaleza tal que se adapten al mayor número posible de usos. También sería ventajoso considerar y valorar al concepto de calidad relacionándolo con el tipo de uso.

Al considerar la calidad en el sentido de la naturaleza y el valor, no se puede pasar por alto la técnica de vinificación.

E. Bayer comprende por calidad la composición armoniosa, natural, de las sustancias contenidas en el vino que provocan un efecto óptimo sobre los sentidos y la salud. Además de los azúcares, alcoholes y ácidos, se trata de las sustancias del bouquet y el aroma (ésteres) y de los colorantes del mosto y el vino. También H. Scheu entendía por calidad algo más que los valores analíticos y que las impresiones sensoriales, dando importancia a la armonía del mayor número posible de factores.

Determinar objetivamente la calidad y concederle unos valores numéricos es muy difícil, y tanto más aún en el caso del vino, en el que resulta difícil ya definir el propio concepto de calidad. Bayer propuso con este fin una serie de métodos de cromatografía de gases y sobre papel. Desgraciadamente, la práctica no puede emplear estos métodos tan exactos. Por esta razón, la calidad del vino se suele determinar aún con la cata (Ver Memoria 2.7.4.7.-DEGUSTACIÓN Y CATA), aunque de todos modos siempre se tiene en cuenta el mayor número posible de valores analíticos.

En el caso del vino, se valora su densidad, su contenido en sustancias olorosas y cromáticas, en alcohol, en extracto sin azúcar, en extracto residual, en azúcar residual, en glicerina, en acidez o total, y a veces también se estudia el contenido en ácido tartárico, en ácidos volátiles, en ácido sulfuroso y en cenizas.

3.8.1.1.- DISTINTIVOS DE CALIDAD

Para que el aficionado al vino, el consumidor, pueda reconocer el nivel de calidad ofrecido leyendo la etiqueta de la botella y no sólo en el precio, en casi todos los países vitivinícolas se han creado sistemas de clasificación que garanticen una bondad mínima de los vinos o su calidad superior. Junto con estos sistemas de clasificación se ha establecido un control de calidad más o menos eficaz.

En España se determina la calidad de los vinos de acuerdo con la LEY 24/2003, de 10 de julio, de la Viña y del Vino.

En el **artículo 3** se establecen **indicaciones relativas a las características de los vinos**.

a) Indicaciones comunes para los vinos de mesa con derecho a la mención tradicional «vino de la tierra» y para los vinos de calidad producidos en regiones determinadas (en adelante v.c.p.r.d.):

1.a «Noble», que podrán utilizar los vinos sometidos a un período mínimo de envejecimiento de 18 meses en total, en recipiente de madera de roble de capacidad máxima de 600 litros o en botella.

2.a «Añejo», que podrán utilizar los vinos sometidos a un período mínimo de envejecimiento de 24 meses en total, en recipiente de madera de roble de capacidad máxima de 600 litros o en botella.

3.a «Viejo», que podrán utilizar los vinos sometidos a un período mínimo de envejecimiento de 36 meses, cuando este envejecimiento haya tenido un carácter marcadamente oxidativo debido a la acción de la luz, del oxígeno, del calor o del conjunto de estos factores.

b) Indicaciones propias de los v.t.c.p.r.d. Además de las indicaciones reguladas en el párrafo anterior, los v.t.c.p.r.d. podrán utilizar las siguientes:

1.a «Crianza», que podrán utilizar los v.t.c.p.r.d. tintos con un período mínimo de envejecimiento de 24 meses, de los que al menos seis habrán permanecido en barricas de madera de roble de capacidad máxima de 330 litros; y los v.t.c.p.r.d. blancos y rosados con un período mínimo de envejecimiento de 18 meses, de los que al menos seis habrán permanecido en barricas de madera de roble de la misma capacidad máxima.

2.a «Reserva», que podrán utilizar los v.t.c.p.r.d. tintos con un período mínimo de envejecimiento de 36 meses, de los que habrán permanecido al menos 12 en barricas de madera de roble de capacidad máxima de 330 litros, y en botella el resto de dicho período; los v.t.c.p.r.d. blancos y rosados con un período mínimo de envejecimiento de 24 meses, de los que habrán permanecido al menos seis en barricas de madera de roble de la misma capacidad máxima, y en botella el resto de dicho período.

3.a «Gran reserva», que podrán utilizar los v.t.c.p.r.d. tintos con un período mínimo de envejecimiento de 60 meses, de los que habrán permanecido al menos 18 en barricas de madera de roble de capacidad máxima de 330 litros, y en botella el resto de dicho período; los v.t.c.p.r.d. blancos y rosados con un período mínimo de envejecimiento de 48 meses, de los que habrán permanecido al menos seis en barricas de madera de roble de la misma capacidad máxima, y en botella el resto de dicho período.

c) Indicaciones propias de los vinos espumosos de calidad. Los vinos espumosos de calidad podrán utilizar las siguientes indicaciones:

1.a «Premium» y «reserva», que podrán utilizar los vinos espumosos de calidad definidos en la normativa comunitaria y los vinos espumosos de calidad producidos en una región determinada (v.e.c.p.r.d.).

2.a «Gran reserva», que podrán utilizar los v.e.c.p.r.d. amparados por la Denominación Cava, con un período mínimo de envejecimiento de 30 meses contados desde el tiraje hasta el degüelle.

En el **artículo 13** se describen los **niveles del sistema**.

Según el nivel de requisitos que cumplan y, en su caso, de conformidad con la legislación autonómica, los vinos elaborados en España podrán acogerse a alguno de los siguientes niveles:

a) Vinos de mesa:

1º. Vinos de mesa.

2º. Vinos de mesa con derecho a la mención tradicional «vino de la tierra».

b) Vinos de calidad producidos en una región determinada (v.c.p.r.d.), en los que, a su vez, podrán establecerse los siguientes niveles:

1º. Vinos de calidad con indicación geográfica.

2º. Vinos con denominación de origen.

3º. Vinos con denominación de origen calificada.

4º. Vinos de pagos.

En el **artículo 27** de **Control y certificación** se establece que el reglamento de cada v.c.p.r.d. establecerá su sistema de control que, en todo caso, estará separado de la gestión del mismo.

Así, la entidad encargada de este control para los vinos objeto de este proyecto es el **Consejo Regulador**. Esto queda expuesto en la **Orden del Ministerio de Agricultura de 2 de Mayo de 1.977**.-B.O.E. nº 113, de 12.5.1977.

Con esta Orden queda protegida la D.O. "Jerez-Xérès-Sherry" y "Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda" y en su artículo 3 queda definido que "La defensa de la denominación de origen, la aplicación de su Reglamento, la vigilancia del cumplimiento del mismo, así como el fomento y control de la calidad de los vinos amparados, quedan encomendados al Consejo Regulador de la Denominación de Origen y al Instituto Nacional de Denominaciones do Origen (I.N.D.O.)". (Ver 2.4.2.3.-CONTROL DE CALIDAD).

En este Reglamento se establecen las características físico-químicas de cada uno de los productos amparados por la D.O. de Jerez y serán las que nos marquen la conformidad de los productos producidos en el proceso proyectado en el presente documento. (Ver 2.7.1.1.-TIPOS DE VINOS DE JEREZ).

De esta forma, los parámetros fundamentales a controlar en la producción serán la densidad, la graduación alcohólica, azúcares reductores y acidez. Ya sean mediante medición "in situ" o en laboratorio.

Documento 4.- PLIEGO DE CONDICIONES

CAPÍTULO I : ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4.- PLIEGO DE CONDICIONES	4-1
CAPÍTULO I : ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.....	4-2
CAPÍTULO II : DISPOSICIONES GENERALES.....	4-6
Artículo 1º - OBJETO	4-6
Artículo 2º - DEFINICIONES	4-6
Artículo 3º - NORMAS LEGALES DE APLICACIÓN	4-7
Artículo 4º - ORDEN DE PRELACIÓN	4-8
Artículo 5º - CÓMPUTO DE PLAZOS	4-8
Artículo 6º - DISCRECIONALIDAD DEL PROMOTOR	4-9
Artículo 7º - ÚNICO OFERENTE	4-9
Artículo 8º - MODIFICACIONES AL PLIEGO	4-9
CAPÍTULO III : DEL LLAMADO.....	4-10
Artículo 9º - CONSULTAS PREVIAS	4-10
Artículo 10º - ALCANCE DE LAS CIRCULARES	4-10
CAPÍTULO IV : DE LOS POSTULANTES.....	4-11
Artículo 11º - REQUISITOS GENERALES	4-11
Artículo 12º - REQUISITOS ECONÓMICOS	4-11
Artículo 13º - RESPONSABILIDAD SOLIDARIA	4-12
Artículo 14º - UNIFICACIÓN DE PERSONERÍA	4-12
Artículo 15º - INCOMPATIBILIDADES	4-12
Artículo 16º - OBLIGACIONES DE LOS POSTULANTES U OFERENTES	4-14
Artículo 17º - CARÁCTER DE LAS OFERTAS	4-14
CAPÍTULO V : DEL CONTENIDO DE LAS OFERTAS.....	4-16
Artículo 18º - REQUISITOS GENERALES	4-16
Artículo 19º - CONTENIDO DEL SOBRE N° 1	4-17
Artículo 20º - GARANTÍA DE MANTENIMIENTO DE OFERTA	4-25
Artículo 21º - CONTENIDO DEL SOBRE N° 2	4-27
Artículo 22º - VARIANTES	4-28
Artículo 23º - MANTENIMIENTO DE OFERTAS	4-28
CAPÍTULO VI : DE LA PRESENTACIÓN Y APERTURA DE LAS OFERTAS	4-30

30

Artículo 24° -	PRESENTACIÓN ANTICIPADA DEL SOBRE N° 1 – PARTE A	4-
Artículo 25° -	PRESENTACIÓN DE LAS OFERTAS	4-30
Artículo 26° -	ACTO DE APERTURA DE LOS SOBRES N° 1	4-31
Artículo 27° -	PRESENTACIONES DEFECTUOSAS	4-32
Artículo 28° -	RECHAZOS DE OFERTAS	4-33
Artículo 29° -	CONSULTA DE LAS DOCUMENTACIONES	4-34
Artículo 30° -	ESTUDIO DE LAS OFERTAS	4-35
Artículo 31° -	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	4-35
Artículo 32° -	CALIFICACIÓN Y PUNTUACIÓN	4-37
Artículo 33° -	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	4-39
Artículo 34° -	TRAMITACIÓN POSTERIOR	4-40
Artículo 35° -	NOTIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN	4-41
Artículo 36° -	ACTO DE APERTURA DE LOS SOBRES N° 2	4-41
Artículo 37° -	CONSULTA DE LAS ACTUACIONES	4-41
Artículo 38° -	DESESTIMACIÓN DE LAS OFERTAS	4-42
Artículo 39° -	DEVOLUCIÓN DE SOBRES	4-42
CAPÍTULO VII : DE LA ADJUDICACIÓN		4-44
Artículo 40° -	INFORME DE PREADJUDICACIÓN	4-44
Artículo 41° -	RESOLUCIÓN DE ADJUDICACIÓN	4-44
CAPÍTULO VIII : DE LAS IMPUGNACIONES		4-45
Artículo 42° -	ACTOS IMPUGNABLES	4-45
Artículo 43° -	REQUISITOS PARA EFECTUAR IMPUGNACIONES	4-45
Artículo 44° -	TRAMITACIÓN	4-45
CAPÍTULO IX : DEL CONTRATO		4-47
Artículo 45° -	FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	4-47
Artículo 46° -	GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	4-47
Artículo 47° -	CONSTANCIAS PREVIAS	4-47
Artículo 48° -	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	4-48
Artículo 49° -	DOCUMENTOS DEL CONTRATO	4-48
Artículo 50° -	SELLADO DEL CONTRATO	4-48
Artículo 51° -	INCOMPARECENCIA DEL CONTRATISTA	4-49
Artículo 52° -	APROBACIÓN Y VIGENCIA DEL CONTRATO	4-49
Artículo 53° -	CESIÓN DEL CONTRATO	4-49
CAPÍTULO X : DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS		4-51
Artículo 54° -	INICIACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-51
Artículo 55° -	NIVEL DE NECESIDADES DE PERSONAL	4-51

Artículo 56° - AFECTACIÓN DEL PERSONAL	4-54
Artículo 57° - OFICINA Y MOVILIDAD	4-55
Artículo 58° - REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA	4-56
Artículo 59° - SUSTITUCIÓN DEL PERSONAL	4-57
CAPÍTULO XI : DE LA COMISIÓN	4-59
Artículo 60° - REPRESENTACIÓN DEL PROMOTOR	4-59
Artículo 61° - ATRIBUCIONES DE LA COMISIÓN	4-59
Artículo 62° - INFORMACIÓN A LA COMISIÓN	4-59
Artículo 63° - COMUNICACIONES CON LA COMISIÓN	4-60
Artículo 64° - DIVERGENCIA EN LA PRESTACIÓN DE LOS SEVICIOS	4-60
CAPÍTULO XII : DE LAS OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	4-62
Artículo 65° - OBLIGACIONES CONTABLES	4-62
Artículo 66° - CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN LABORAL Y PREVISIONAL	4-62
Artículo 67° - SEGUROS	4-62
Artículo 68° - COBERTURAS A TOMAR	4-63
CAPÍTULO XIII : DE LOS PLAZOS.....	4-65
Artículo 69° - PLAZO TOTAL DE LAS PRESTACIONES	4-65
CAPÍTULO XIV : DE LA ENTREGA Y RECEPCIÓN DE INFORMES.....	4-66
Artículo 70° - DE LOS INFORMES EN GENERAL	4-66
Artículo 71° - INFORMES MENSUALES	4-66
Artículo 72° - INFORME FINAL	4-67
Artículo 73° - ACTA DE FINALIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-67
Artículo 74° - CONSULTAS POSTERIORES AL ACTA DE FINALIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-68
Artículo 75° - RESPONSABILIDAD ULTERIOR DEL CONTRATISTA	4-68
Artículo 76° - PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS	4-68
CAPÍTULO XV : DE LA REVISIÓN, CERTIFICACIÓN Y PAGO.....	4-69
Artículo 77° - REVISIÓN DE LOS INFORMES	4-69
Artículo 78° - CERTIFICACIÓN DE LAS PRESTACIONES	4-69
Artículo 79° - CONFECCIÓN DE LAS FACTURAS DE PAGO	4-69
Artículo 80° - FONDO DE REPARO	4-69
Artículo 81° - PAGO DE LOS CERTIFICADOS	4-69
Artículo 82° - DEVOLUCIÓN DE GARANTÍAS	4-70
Artículo 83° - OBLIGACIONES INCUMPLIDAS POR EL CONTRATISTA	4-70
Artículo 84° - OTRAS DISPOSICIONES	4-70

Artículo 85° -	ACTUALIZACIONES	4-71
CAPÍTULO XVI :	DE LAS SANCIONES.....	4-72
Artículo 86° -	POR FALTAS E INFRACCIONES	4-72
Artículo 87° -	PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE MULTAS	4-72
CAPÍTULO XVII :	DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS.....	4-74
Artículo 88° -	ASOCIACIÓN DE LOS INTEGRANTES DE UN POSTULANTE	4-74
74		
Artículo 89° -	SOCIEDADES	4-74
Artículo 90° -	UNIONES TRANSITORIAS DE EMPRESAS	4-74
CAPÍTULO XVIII :	FORMULARIOS.....	4-77

CAPÍTULO II : DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º - OBJETO

Establecimiento de las normas que regirán la realización del presente proyecto, así como ha de desarrollarse el concurso público de adjudicación de las obras a los diferentes postulantes u oferentes que concurran. Asimismo se fijarán los rangos de actuación de la comisión que se encargará de llevar a cabo la adjudicación del concurso, así como el seguimiento de las obras.

Artículo 2º - DEFINICIONES

A los efectos de este pliego de condiciones generales, circulares que se emitan y toda otra documentación contractual se entiende:

- **Adjudicación:** Resolución de adjudicación conforme a la ley.
- **Adjudicatario:** El oferente (contratista), que una vez precalificado, realice la oferta de menor precio y resulte calificado como tal por el promotor.
- **Beneficiarios:** El promotor y/o las empresas contratistas a cargo de la ejecución del proyecto.
- **Comisión:** La comisión de seguimiento del proyecto designada por el promotor.
- **Concurso:** Concurso público para seleccionar personas físicas o jurídicas para realizar la auditoria operativa del proyecto.
- **Contratista:** El adjudicatario que, habiendo suscrito el contrato respectivo, hubiere éste adquirido validez legal.
- **Contrato:** Convenio que rige las relaciones, derechos y obligaciones entre el promotor y el contratista.

- **Director:** Es el director del Proyecto. Profesional universitario con incumbencia y experiencia acorde con las características de los servicios, que representa al contratista ante la Administración a todos los efectos legales y técnicos. Además, es el encargado de la conducción técnica de los servicios de auditoria operativa.
- **Fiduciario:** El promotor o la persona física o jurídica que lo sustituya.
- **Informe Parcial:** Corresponde a los denominados Informes Mensuales Parciales de la evolución del proyecto.
- **Informe Final:** Corresponde al denominado Informe Final de realización del proyecto.
- **Inspección:** La Inspección de Obra designada por el promotor para la verificación de la correcta realización del proyecto.
- **Inspector de Obra:** El profesional universitario representante del promotor, que tiene a su cargo la verificación de la correcta provisión de los materiales y equipos, de la ejecución de los trabajos y de la prestación de los servicios contratados. Ejerce la jefatura de la Inspección.
- **Oferentes / Postulantes:** Las personas físicas o jurídicas que realicen la presentación de los Sobres N° 1 y N° 2, habiendo adquirido el presente pliego.
- **Pliego:** El pliego de condiciones generales.
- **Preadjudicación:** Es el informe elaborado por la comisión, indicando el orden de mérito alcanzado por cada una de las ofertas precalificadas.

Artículo 3° - NORMAS LEGALES DE APLICACIÓN

Las Disposiciones del pliego reglan las relaciones, facultades y obligaciones entre el promotor y los oferentes, por una parte y entre aquél y el que resulte adjudicatario, y luego contratista, por otra.

En aquellos aspectos que no se encuentren especificados en el pliego se aplicarán, en todo lo que resulte compatible con las características y peculiaridades del presente concurso, y por su orden:

- 3.1 Las normas sustantivas del Derecho Español.
- 3.2 Las demás disposiciones del Derecho Público de la Comunidad Autónoma de Andalucía que sean compatibles con las enunciadas precedentemente o de aplicación en alguna de sus disposiciones con el objeto de la Licitación y que conforman su marco jurídico.
- 3.3 La Ley Orgánica de procedimientos administrativos.
- 3.4 Las leyes de obras públicas.

Artículo 4º - ORDEN DE PRELACIÓN

Los documentos que integran la Documentación Contractual se complementan entre sí, de forma que cualquier omisión en uno de ellos queda salvada por sus referencias en el otro.

Para el supuesto de divergencias interpretativas, regirá el siguiente orden de prelación:

- 4.1. Contrato celebrado entre las partes.
- 4.2. Circulares omitidas.
- 4.3. Pliego de Condiciones Generales.
- 4.4. Documentación de la oferta adjudicada incluyendo las aclaraciones y/o agregados y/o modificaciones que eventualmente se hubiesen introducido previo a la Adjudicación, conjuntamente con ella.

Artículo 5º - CÓMPUTO DE PLAZOS

Todos los plazos establecidos en el pliego y en toda otra documentación relacionada con el concurso serán computados en días corridos, salvo que expresamente se indicara que el plazo está referido en días hábiles administrativos.

Cuando el vencimiento de algún plazo coincida con un día inhábil administrativo, se postergará dicho vencimiento hasta el primer día hábil administrativo siguiente.

Por día hábil administrativo se entenderá el que sea tal para la Administración Pública.

Artículo 6° - DISCRECIONALIDAD DEL PROMOTOR

Ni el cursado de invitaciones, ni la recepción y apertura de las ofertas, ni los informes de calificación y de preadjudicación obligan al promotor a adjudicar, pudiendo el mismo rechazar todas las ofertas presentadas, si a su exclusivo juicio no satisficieren el interés público. Asimismo, el promotor podrá declarar desierto el concurso, sin derecho o reclamo alguno por parte de los invitados, de los postulantes o de los oferentes.

Artículo 7° - ÚNICO OFERENTE

En caso que se presentara un solo postulante al presente concurso, o que habiendo varios, sólo una de las ofertas fuera válida o resultare calificada, el promotor podrá decidir entre adjudicar o declarar fracasado el concurso, ya sea por inadmisibilidad o inconveniencia de oferta, sin derecho a reclamo alguno por parte del o de los postulantes u oferentes.

Artículo 8° - MODIFICACIONES AL PLIEGO

La comisión de preadjudicación podrá efectuar aclaraciones de oficio, modificaciones y/o agregados al pliego y/o prorrogar las fechas para la apertura de los sobres, a cuyos fines se cursarán las notificaciones pertinentes, mediante circulares.

CAPÍTULO III : DEL LLAMADO

Artículo 9º - CONSULTAS PREVIAS

Si cualquier participante, considerase que existen discrepancias, contradicciones u omisiones en el pliego o en la restante información suministrada o hallase ambigüedades o tuviese dudas en cuanto a los requerimientos de aquél, deberá plantearlas por escrito a la comisión, solicitando concretamente la aclaración que estime necesaria, lo que podrá hacerse hasta con diez (10) días de anticipación a la fecha de apertura del sobre N° 1. La comisión sólo dará respuesta a aquellas consultas que a su exclusivo juicio sean imprescindibles a los efectos de una correcta interpretación de los referidos documentos o de las que surja la necesidad de introducir rectificaciones en los alcances de los mismos.

Artículo 10º - ALCANCE DE LAS CIRCULARES

La totalidad de las circulares emitidas en virtud de lo establecido en los dos artículos precedentes, pasarán a formar parte integrante del pliego. No se admitirán reclamos o acciones de índole alguna fundadas en falta o falla de información.

Por otra parte, el sólo retiro del pliego implica la aceptación para que la comisión modifique y/o introduzca agregados y/o efectúe aclaraciones al contenido de los mismos y/o prorrogue los plazos previstos.

Todas las circulares que emita la comisión serán numeradas en forma correlativa y ordenadas cronológicamente.

CAPÍTULO IV : DE LOS POSTULANTES

Artículo 11° - REQUISITOS GENERALES

Serán postulantes del presente concurso las personas físicas o jurídicas que hayan adquirido el pliego y reúnan las condiciones requeridas en el presente capítulo en particular y en el pliego en general, y presenten una oferta en el acto de apertura de los sobres N° 1.

En caso que el postulante esté conformado por dos o más integrantes, para su asociación serán de aplicación las disposiciones del CAPÍTULO XVII : DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS.

Artículo 12° - REQUISITOS ECONÓMICOS

Para ser admitido en el estudio de las ofertas, el postulante o cada uno de sus integrantes deberán cumplir con el requisito de poseer capital de trabajo positivo (calculado como activo corriente menos pasivo corriente).

Cuando el capital de trabajo del postulante (o el que resulte de la suma del de los integrantes, ponderado por el porcentaje de participación de cada uno de ellos), sea menor a cinco (5) veces el montaje fijado para la garantía de mantenimiento de la oferta, deberá presentar un aval o constancia de disponer de una línea de crédito emitida por entidad financiera, que permita asegurar que dispone de medios económicos suficientes para afrontar las erogaciones que le demande el inicio de las prestaciones emergentes del presente concurso, en caso de resultar adjudicatario.

Los requisitos antes mencionados se acreditarán con el balance del postulante o de cada integrante, correspondiente al último ejercicio cerrado con acuerdo a las disposiciones legales vigentes y las de los respectivos estatutos.

En caso de tratarse de personas físicas, deberán acompañar estado de situación patrimonial a la fecha de la presentación, suscrito por contador público nacional con firma certificada por la colegiatura correspondiente.

Artículo 13° - RESPONSABILIDAD SOLIDARIA

Cuando un postulante esté formado por dos o más integrantes, cada uno de éstos, por el mero hecho de presentar la oferta quedará solidaria e ilimitadamente obligado, para el caso que dicha oferta resulte adjudicada, a cumplir todas las obligaciones emergentes de la documentación contractual. Esta responsabilidad solidaria bajo ningún concepto suple la falta o insuficiencia de capital de trabajo de alguno de los integrantes, la que deberá satisfacer indefectiblemente lo especificado en el artículo anterior.

Artículo 14° - UNIFICACIÓN DE PERSONERÍA

Los integrantes y el postulante deberán unificar personería con anterioridad a la presentación de las ofertas. El representante legal o apoderado en quien se haya unificado personería deberá estar facultado para ejecutar todos los actos relativos al concurso, firmar el contrato y realizar cuantos actos surjan como consecuencia del mismo, todo ello sin perjuicio de los actos que deben ser ejecutados también por los representantes legales o apoderados de cada integrante.

La personería de los representantes legales o apoderados deberá ser acreditada por instrumentos extendidos ante Notario y legalizadas por el Colegio Notarial.

Todas las firmas que fuesen puestas en ejercicio de representación deberán estar debidamente aclaradas, con indicación del nombre y apellido y la representación invocada.

La omisión de la obligación impuesta en el presente artículo autorizará al promotor a desestimar la oferta presentada.

Artículo 15° - INCOMPATIBILIDADES

No podrán ser postulantes en el presente concurso ni integrar los equipos de trabajo según corresponda, quienes se encuentren comprendidos en algunos de los siguientes casos:

- 15.1. Que no cumplimenten integralmente los requisitos exigidos en el pliego para los postulantes (o sus integrantes).
- 15.2. Los agentes de la Administración Pública Nacional, Provincial y/o Municipal de todo el país en actividad. La restricción rige para los agentes en forma personal o integrando sociedades como titulares o directores.
- 15.3. También les alcanza la incompatibilidad a los profesionales que se encuentran con contratos de locación de servicio u obra o cualquier vinculación, ya sea para tareas de asesoría o ejecutivas o de cualquier tipo., con el Estado nacional, Provincial o Municipal, sus empresas, entes, institutos, etc. o la hayan tenido en las condiciones y plazos establecidos en el numeral anterior.
- 15.4. Los agentes de Sociedades del Estado, sociedades de economía Mixta, Entes Autárticos y/o demás entes descentralizados de la Administración Pública Nacional, de las Provincias y/o Municipios, en iguales condiciones a las establecidas en el numeral anterior.
- 15.5. Las firmas deudoras morosas del Estado por obligaciones con el mismo.
- 15.6. Los contratistas o concesionarios del Estado (tanto en los nivel nacional, como provinciales o municipales), sancionados por incumplimientos contractuales o con contratos rescindidos por su culpa en los últimos diez (10) años.
- 15.7. Las sociedades que fueran sucesoras de sociedades sancionadas cuando existieran indicios suficientes por su gravedad, precisión y concordancia para presumir que media en el caso una simulación con el fin de eludir los efectos de las sanciones impuestas a sus antecesores.
- 15.8. Los quebrados y/o concursados.

15.9. Los profesionales designados con una dedicación exclusiva en el ámbito universitario.

Artículo 16º - OBLIGACIONES DE LOS POSTULANTES U OFERENTES

Los postulantes u oferentes y/o el adjudicatario no podrán alegar desconocimiento del pliego, anexos y circulares emitidas, ni de toda Ley, Decreto, Reglamento, Disposición o Convenio inherentes al presente llamado a concurso.

Asimismo, los postulantes están obligados a examinar y conocer los antecedentes existentes que se relacionen con los diversos aspectos inherentes al Concurso a la fecha del mismo.

Cada postulante está obligado a analizar el pliego y asegurarse por sí mismo del carácter, calidad y cantidad tentativa de los trabajos que deben realizarse, los equipos profesionales y de apoyo necesarios, la infraestructura requerida y las condiciones existentes en la provincia de Cádiz; todo ello con la finalidad de poder estimar adecuadamente las dificultades de las prestaciones y evaluar correctamente la totalidad de los costos que deberán afrontar.

En todos aquellos aspectos en que el postulante considere no tener elementos de juicio suficientes para justificar los términos y alcances de su oferta, deberá recopilar o efectuar las investigaciones pertinentes por su cuenta, siendo las omisiones en que incurra de su exclusiva responsabilidad.

Artículo 17º - CARÁCTER DE LAS OFERTAS

La presentación de las Ofertas implica:

17.1. El conocimiento, aceptación total e incondicional conformidad del contenido del pliego y de las pautas, requisitos, normas legales, reglamentarias y técnicas que rigen el concurso y la aceptación plena de las obligaciones emergentes del contrato y toda otra establecida en el pliego.

- 17.2. La renuncia a formular objeción o reclamo alguno en caso que se declare desierto por fracasado el concurso, aún cuando dicha decisión no se fundamentare.
- 17.3. La aceptación a que la comisión solicite información adicional en cualquier etapa del concurso: a los postulantes, durante la elaboración de los informes de calificación, a los oferentes en la etapa de preadjudicación, y al adjudicatario, previo a la firma del contrato.
- 17.4. La aceptación de los criterios de valoración que, sujeto a puntuación, dentro de cada asunto y subasunto establezca la comisión en el estudio de la ofertas, y a que se rechacen totalmente las ofertas.
- 17.5. La aceptación que para todos los efectos de la documentación contractual y de toda otra norma legal en vigencia o que dictase el poder ejecutivo, las moras tendrán carácter automático, operándose sin necesidad de requerimiento previo alguno.
- 17.6. La aceptación de la aplicación excluyente del derecho español y la sumisión a la jurisdicción de los tribunales con competencia en lo contencioso-administrativo de la ciudad de Jerez de la Frontera, provincia de Cádiz, España, para los conflictos que puedan suscitarse con respecto al concurso y a las prestaciones que del mismo deriven, con renuncia a cualquier otra jurisdicción o fuero.
- 17.7. La aceptación de que la propiedad intelectual de toda la documentación técnica propia elaborada y presentada en la oferta será exclusiva del promotor.

CAPÍTULO V : DEL CONTENIDO DE LAS OFERTAS

Artículo 18° - REQUISITOS GENERALES

Las ofertas, así como toda consulta o presentación, deberán estar mecanografiadas y redactadas en idioma español, salvándose toda testadura, enmienda o texto interlineado.

La documentación de la oferta deberá presentarse en un sobre (o paquete) cerrado en forma que no pueda abrirse sin ser violado, en cuya parte exterior y en forma clara se indicará únicamente la mención expresa del presente concurso y el lugar, fecha y hora de apertura de las ofertas. Dicho sobre contendrá en su interior, como mínimo, dos (2) sobres cerrados de igual forma, con las leyendas “Sobre N°...” y el nombre o razón social del postulante.

Toda la documentación presentada en los sobres de la oferta tendrá carácter de declaración jurada y cualquier falsedad de los datos aportados que se comprobare, podrá importar a juicio del promotor, el rechazo de la oferta en cualquier etapa de análisis y evaluación de la misma.

Como disposiciones complementarias para la presentación de las ofertas, los postulantes deberán tener presente que:

18.1. La totalidad de la documentación contenida en cada uno de los sobres deberá estar individualizada por separadores (preferentemente de colores) según el orden y detalle de los incisos atinentes de los Artículos 19° y 21°, debidamente encarpeta y foliada correlativamente en el extremo superior derecho. La presentación de la documentación en condiciones distintas a las descritas, eximirá a la comisión o al promotor de toda responsabilidad por posibles extravíos o falta de documentos o por interpretaciones erróneas en el análisis de la misma.

18.2. Cada foja de cada uno de los sobres, tanto en el ejemplar original como en la copia deberá hallarse firmada al pie por el representante legal, con sello aclaratorio bajo cada firma.

- 18.3. La documentación incluida en cada uno de los sobres deberá presentarse por duplicado, marcando con claridad el “original” y la “copia”. En caso de duda o discrepancia entre el texto original y la copia se tendrá por válido el que resulte del original. Los ejemplares originales y las copias se presentarán en forma diferenciada con rótulos que las individualicen con claridad. En los actos de apertura, la documentación correspondiente a las copias no será revisada.
- 18.4. Cada sobre incluirá un índice, con indicación de los folios en los que se desarrolla la documentación contenida en los mismos.
- 18.5. En todos los casos en que se solicita específicamente la certificación y legalización de la documentación a incluir en la oferta, la misma, cuando sean postulantes (o integrantes) nacionales, deberá estar certificada por ante Notario y legalizadas por el colegio Notarial respectivo.

Artículo 19° - CONTENIDO DEL SOBRE N° 1

El sobre individualizado en su exterior con el N° 1 contendrá la siguiente documentación, agrupada en dos tomas o carpetas diferenciadas con las letras A y B.

El tomo o carpeta individualizado como **Parte A** (Carpeta administrativa) deberá incluir:

- A.19.1. Solicitud de admisión, la que consignará, en el orden indicado:
- A.19.1.1. Nombre del concurso para el que se solicita la admisión.
- A.19.1.2. Nombre o razón social del postulante y sus integrantes.
- A.19.1.3. Manifestación expresa de la decisión de participar en el concurso.
- A.19.1.4. Manifestación expresa de aceptación de todas las reglas y cláusulas del pliego y conformidad con su contenido.
- A.19.1.5. Nombre del (o de los) representante(s) legal(es) o apoderado(s).

- A.19.1.6. Domicilio especial unificado en la ciudad de Jerez de la Frontera, provincia de Cádiz, España, al cual se dirigirán todas las notificaciones que se practiquen al postulante u oferente, a partir de la fecha de apertura del sobre N° 1. se indicará asimismo los números de teléfono, fax o correo electrónico (en caso de poseerlo).
- A.19.1.7. Domicilios reales del postulante y sus integrantes y número de teléfono.
- A.19.1.8. Declaración de la cantidad de sobres (o paquetes) en las que se presenta la oferta y código que las individualiza.
- A.19.2. Recibo de entrega del pliego o copia del mismo. En caso de asociación de dos o más integrantes, será suficiente que el recibo haya sido extendido a nombre de uno de ellos.
- A.19.3. Garantía de mantenimiento de la oferta constituida de acuerdo a lo establecido en el Artículo 20°.
- A.19.4. Cuando corresponda, compromiso por escrito del acuerdo de vinculación entre los integrantes del postulante, que indique el porcentaje y tipo de participación de cada uno de ellos, firmado por los integrantes, con las firmas certificadas y con la legalización correspondiente.
- A.19.5. Declaración jurada de cada uno de los integrantes del postulante, o de éste si fuera único, con las siguientes declaraciones:
- A.19.5.1. Veracidad y exactitud de toda la información aportada en la presentación.
- A.19.5.2. Autorización dirigida a la comisión para que ésta pueda requerir información relacionada con la presentación, a los organismos públicos o privados mencionados en los antecedentes técnicos y económicos de la oferta.
- A.19.5.3. Inexistencia de procesos de quiebra o convocatoria de acreedores en los últimos diez (10) años.

A.19.5.4. Inexistencia de juicios por cobro de deudas impositivas o provisionales, con decisión judicial pasada en autoridad de cosa juzgada e impaga.

A.19.5.5. Inexistencia de inhabilitación vigente de la Sociedad o Empresa y/o de sus directores y síndicos por condena judicial pasada en autoridad de cosa juzgada.

A.19.5.6. Manifestación expresa que para cualquier cuestión administrativa o judicial que se suscitare, se aceptará la jurisdicción de los tribunales ordinarios de la provincia de Cádiz, a cualquier otro tribunal que con posterioridad al acto de apertura se crease.

La(s) firma(s) estampada(s) en esta declaración jurada deberá estar certificada, según lo establecido en el Numeral 18.5. del artículo 18º.

A.19.6. Cuando corresponda, originales o copias certificadas y legalizadas de los documentos que acrediten la unificación de la personería y la personería de los apoderados de los integrantes y del postulante.

A.19.7. Documentación fiscal: Para cada integrante del postulante, o para éste si fuese único, constancias de inscripción en la Seguridad Social se adjuntarán en cada caso los comprobantes que certifiquen hallarse al día con las obligaciones correspondientes.

Para postulantes (o integrantes) extranjeros, que no hayan tenido o tengan en la actualidad contratos en España, los respectivos trámites de inscripción ante cada uno de los citados organismos, deberán hallarse concluidos previo a la firma del contrato, en el caso de resultar adjudicatario.

A.19.8. Documentación societaria:

El postulante, y cada uno de sus integrantes, si son más de uno, deberán presentar, en el caso de personas jurídicas, copia de la siguiente documentación:

A.19.8.1. Acta Constitutiva, Contrato Social, Estatutos, Reglamentos, Actas de Directorio y demás documentos relativos a la capacidad jurídica de la sociedad y a la representación de sus directores y administradores, y sus eventuales modificatorios, debidamente actualizados e inscritos ante la autoridad que en cada caso corresponda.

En esta documentación deberá resaltarse:

A.19.8.1.1. Objeto específico de la sociedad.

A.19.8.1.2. Fecha de constitución.

A.19.8.1.3. Duración, la cual deberá alcanzar como mínimo los seis (6) meses posteriores a la extinción de la totalidad de las obligaciones emergentes del contrato. En el caso que para el postulante o alguno de sus integrantes, el plazo de duración de la sociedad fuese menor al indicado, deberá adjuntar Acta de Asamblea o del órgano societario que corresponda según el tipo de sociedad, debidamente inscrita y certificada por Notario, en la que se amplía la duración para cumplimentar el término establecido.

A.19.8.1.4. Personas que tienen el uso de la firma y el modo del mismo.

A.19.8.1.5. Periodicidad de renovación del mandato de los directores.

A.19.8.2. Nómina de autoridades vigentes y en actividad al momento de la presentación.

A.19.8.3. Constancia de inscripción en el Registro Público de Comercio de la Jurisdicción que corresponda al domicilio de la sociedad y norma estatal que autorice su funcionamiento.

A.19.8.4. Acta de Reunión de Directorio u órgano competente de la que surja la capacidad legal en relación con su objeto societario para la presentación y la formulación de la oferta y confiera poder de representación, en forma expresa, asumir las obligaciones emergentes del concurso. La(s) persona(s) nominada(s) será(n) considerada(s) el o (los) representante(s) legal(es) o apoderado(s), a los efectos indicados en el Artículo 14°.

Para el caso de sociedades extranjeras deberán presentar el certificado emanado de la autoridad de control u otro organismo competente del país en que se hubiesen constituido, que acredite su existencia como personas jurídicas, cumplimentando según correspondiere, los numerales anteriores.

En caso de existir, las modificaciones al contrato constitutivo podrán resumirse sintetizando sus aspectos esenciales en forma de declaración jurada en idioma español. Cuando los documentos resumidos fuesen extranjeros, además de la declaración jurada, deberán incluirse sus textos completos, con las formalidades requeridas, sin necesidad de acompañar su traducción.

En el caso de Sociedades Comerciales, documentación que acredite la capacidad de obligar a la persona jurídica, por el o los firmantes de la oferta.

Si se tratare de personas físicas se consignarán sus nombres completos, fecha de nacimiento, nacionalidad, estado civil, profesión, número de documento de identidad y domicilio real.

A.19.9. Documentación Contable.

El postulante y cada uno de sus integrantes, si son más de uno, deberán presentar:

A.19.9.1. En el caso de personas jurídicas, copia debidamente autenticada, de la memoria y balance del último ejercicio anual cerrado y aprobado. La antigüedad del mismo no podrá exceder los plazos establecidos por la legislación vigente y por los Estatutos respectivos. En todos los casos, esta documentación deberá estar aprobada por el órgano societario competente y poseer dictamen de auditor contable. Tratándose de Estados Contables de personas físicas o jurídicas extranjeras, los mismos deberán presentarse traducidos y convertidos a euros a fecha de los Estados Contables.

A.19.9.2. En el caso de personas físicas no obligadas a practicar balances, se acompañarán declaraciones patrimoniales de los últimos dos (2) años calendarios, certificados por Contador o Estudio contable.

A.19.10. Documentación económico-financiera.

A.19.10.1. Referencias financieras: nómina de entidades financieras públicas y/o privadas que puedan dar referencia de la capacidad del postulante y sus integrantes.

A.19.10.2. En caso de hallarse el postulante en las condiciones de capital de trabajo insuficiente según lo indicado en el Artículo 12º, se incluirán los avales o constancias solicitadas en dicho artículo.

A.19.11. De existir, listado de los juicios en que el postulante o sus integrantes fuesen parte contra el Gobierno Nacional, Provinciales y/o Municipales, organismos descentralizados, entes autárquicos, empresas y/o sociedades del Estado Nacional o Provinciales.

A.19.12. El pliego de condiciones con sus anexos y la totalidad de las circulares emitidas, firmadas según lo establecido para el resto de la documentación contenida en el sobre N° 1 – Parte A.

La carpeta individualizada en su exterior como parte B contendrá la totalidad de la documentación técnica de la propuesta inherente a la presentación de la oferta, debiendo su contenido ajustarse a las disposiciones atinentes del pliego. El listado de la documentación mínima a incluir al respecto es el siguiente:

B.19.1. Designación del director, indicando:

B.19.1.1. Nombre y apellido.

B.19.1.2. Título habilitante expedido por una Universidad habilitada para tal efecto, debiendo acreditar el perfil profesional y la experiencia que, como mínimo, se establecen en el Artículo 56°.

B.19.1.3. Currículum actualizado, destacando la actividad específica en la ejecución y especialmente conducción de auditorias operativas de obras y proyectos de magnitud similares a los del presente concurso, conforme al modelo que se agrega como Formulario C. El Currículum tiene el carácter de declaración jurada y su falsedad puede ser, a criterio del promotor, motivo de desestimación de la oferta o de anulación del contrato.

B.19.1.4. Probanzas que acrediten su actuación en situaciones operativas, emitidas por el comitente.

B.19.2. Declaración de que el postulante conoce los lugares y condiciones en que se realizarán todas las prestaciones que corresponden al concurso.

B.19.3. Nómina de los trabajos profesionales y/o servicios efectuados por el postulante (y discriminado por cada integrante, si son más de uno), destacando en especial aquellos que guarden relación con el objeto del presente concurso, con indicación taxativa de:

B.19.3.1. Denominación del trabajo.

B.19.3.2. Comitente.

- B.19.3.3. Fecha de iniciación y terminación, indicando el plazo contractual original.
- B.19.3.4. Monto actualizado del contrato original y de sus extensiones, de haber existido.
- B.19.3.5. Reseña del trabajo realizado.
- B.19.3.6. Responsabilidad específica en el mismo o gradote participación.
- B.19.4. Nómina de los trabajos en ejecución indicando según corresponda, iguales datos a los del numerador anterior.
- B.19.5. Nómina del plantel profesional permanente del postulante (y de cada uno de los Integrantes, si son más de uno), indicando para cada uno de ellos: título, funciones y antigüedad en la empresa.
- B.19.6. Organización interna del equipo de trabajo propuesto, indicando para cada actividad, los profesionales por especialidad que se prevén afectar, el tiempo de afectación y el lugar de trabajo. El equipo profesional clave deberá ajustarse a lo indicado en el Artículo 56°.
- B.19.7. Currículum actualizado de cada uno de los profesionales propuestos de acuerdo a la organización interna referida en el Numeral B.19.6., destacando especialmente en el mismo los antecedentes que cuentan en la realización de trabajos profesionales similares a aquellos para los cuales se los propone. Se deberán indicar las tareas y el tiempo que el postulante tiene programado la participación de cada uno de ellos. Todos los Currículum que se presenten serán confeccionados respetando estrictamente la secuencia indicada en el Formulario C.

- B.19.8. Conformidad escrita de participar con el postulante, en el presente concurso, en las condiciones especificadas en el pliego, por parte de cada profesional propuesto. A tales fines se adjuntará para cada uno de ellos el Formulario B, debidamente llenado y conformado, con firma del profesional en original. No se consideran válidos facsímiles transmitidos por fax.
- B.19.9. Personal y medios materiales de apoyo que propone afectar a las prestaciones resultantes de las obligaciones contractuales, destacando en especial personal no profesional (técnicos de apoyo) y equipamiento (instrumental, computación, dibujo, administrativo, movilidad, etc.), según corresponda a la organización interna prevista.
- B.19.10. Metodología y cronograma de actividades, para cuya elaboración pueden tomarse como guía las pautas que surgen del Numeral 32.1.2. del Artículo 32° -CALIFICACIÓN Y PUNT.
- B.19.11. Toda otra documentación que el postulante considere oportuno acompañar.

Artículo 20° - GARANTÍA DE MANTENIMIENTO DE OFERTA

Para afianzar el mantenimiento de la oferta, cada postulante presentará una Garantía.

La garantía deberá tener vigencia y validez hasta la aprobación del contrato por el promotor.

La garantía será constituida a favor del promotor, en cualquiera de las siguientes formas:

- 20.1. Dinero en efectivo, mediante depósito en euros en la cuenta que oportunamente indique el promotor, o mediante la entrega de un certificado de depósito a plazo fijo a treinta (30) días renovables automáticamente, extendido a nombre del promotor. Los intereses sobre el monto de la garantía constituida, en este caso, formarán parte de la misma.
- 20.2. Fianza bancaria de entidad autorizada por el Banco Central de España, pagadera incondicionalmente al primer requerimiento del promotor, mediante el correspondiente documento afianzando al postulante, emitido en carácter de fiador liso y llano y principal pagador con renuncia a los beneficios de división y exclusión y a toda interpelación previa al deudor principal.
- 20.3. Póliza de seguro de caución, extendida por entidad aseguradora de reconocida solvencia.

En el caso de las formas previstas en los Numerales 20.2. o 20.3., el texto de la fianza o del seguro de caución deberá indicar la identificación del presente concurso, el beneficiario del seguro (promotor) y el plazo de duración, el que en ningún caso será inferior al período exigido por el Artículo 23º, incluido el término de prórroga automática allí especificado.

Sin perjuicio de lo anterior, la fianza y/o el seguro de caución deberán cumplimentar las condiciones especificadas, incorporando a tal fin en el texto de la póliza, la fórmula expresada en el citado dispositivo normativo.

Las garantías de mantenimiento de oferta deberán ser otorgadas a entera satisfacción de la comisión, la que deberá prestar conformidad con el texto, con los documentos que las instrumenten y con las instituciones y personas que las otorguen.

En el caso de que las garantías no hayan sido presentadas o constituidas a satisfacción (y siempre que no se trate de deficiencias insalvables y que constituyan causal de rechazo de la oferta), la comisión queda facultada para solicitar su sustitución o modificación, inclusive para rechazar al fiador o asegurador presentado. En caso de producirse tal supuesto, y a simple requerimiento de la comisión, el postulante deberá presentar una nueva garantía en condiciones, dentro del término de cuarenta y ocho (48) horas.

La garantía de mantenimiento de oferta del postulante u oferente que no resulte adjudicatario, será devuelta a partir de los diez (10) días posteriores a la notificación al adjudicatario de la resolución de aprobación del contrato, previa presentación de una solicitud por escrito en tal sentido por parte del interesado.

Artículo 21º - CONTENIDO DEL SOBRE N° 2

Este sobre contendrá la siguiente documentación, correspondiente únicamente a la oferta básica que se presente cumplimentando las condiciones establecidas en el presente pliego:

- 21.1. La propuesta de contratación, debidamente llenada, cuyo modelo se incluye como Formulario A.

Todos los precios que se consignen deben incluir el IVA y todos los impuestos, gravámenes, tasa, etc. que resulten de aplicación de modo que aquéllos serán considerados a “consumidor final”, no dando lugar, bajo concepto alguno, a la aplicación de adicionales sobre los mismos.

Todos los precios (tanto los correspondientes a la oferta básica, como a las variantes que eventualmente se presenten), serán expresados en euros.

- 21.2. Cronograma mensual de pagos, y análisis de precios, distribuidos en el plazo establecido de doce (12) meses, cuyos valores deberán ser concordantes con el montante total cotizado en función de los costos parciales y la distribución temporal de los mismos, de acuerdo a las previsiones del cronograma de actividades propuesto en el sobre N° 1.

Artículo 22° - VARIANTES

Cuando se formulen una o más variantes, las mismas se presentarán en sobres cerrados independientes, individualizados con los números 3,4, etc. Cada una de ellas, contendrá sin excepción, el mismo tipo de documentación e información que la que se requiere para la oferta básica, según o establecido en los numerales 21.1. y 21.2. del Artículo 21, adecuado a la naturaleza de la variante, más la documentación adicional que resulte adecuada para una cabal comprensión del alcance y contenido de la o las variantes presentadas, consignando claramente sus diferencias con la oferta básica y las mejoras que con su presentación se proponen obtener.

Podrán conformar ofertas variantes las que modifiquen los equipos de trabajo propuestos en la oferta básica, el ofrecimiento de prestaciones adicionales optativas, etc.

Artículo 23° - MANTENIMIENTO DE OFERTAS

Los postulantes se obligan a mantener sus ofertas por el término de noventa (90) días contados a partir de la fecha de apertura de los sobres N° 1. Se entenderá que existe una prórroga automática por igual lapso, si el postulante (u oferente) no indicara fehacientemente, en un término de cinco (5) días hábiles anteriores a la finalización del período inicialmente señalado, que no mantiene su oferta.

Si el postulante (u oferente) comunicase el no mantenimiento de su oferta para el período adicional señalado, ello no importará pérdida de su garantía de mantenimiento de oferta, la que le será devuelta dentro de los diez (10) días de recibida la comunicación.

El postulante (u oferente) que desistiera de su oferta antes de la expiración del plazo de mantenimiento establecido precedentemente o del fijado para la prórroga si la hubiera, perderá automáticamente la garantía constituida, sin necesidad de interpelación previa judicial o extrajudicial (administrativa).

Si la aprobación del contrato por parte del promotor excediese los plazos establecidos en el presente artículo, los postulantes (u oferentes) que hubiesen constituido sus garantías mediante fianzas bancarias y que no desistiesen de sus ofertas, deberán presentar las prórrogas respectivas de la vigencia de aquéllas.

CAPÍTULO VI : DE LA PRESENTACIÓN Y APERTURA DE LAS OFERTAS

Artículo 24° - PRESENTACIÓN ANTICIPADA DEL SOBRE N° 1 – PARTE A

A los efectos de facilitar el proceso de preparación y presentación de las documentaciones correspondientes a los sobres N° 1 – Parte A, todos los días hábiles, y hasta cinco (5) días hábiles administrativos anteriores a la fecha de apertura del sobre N° 1, los postulantes que hayan adquirido el pliego podrán presentar a la comisión, en forma total o parcial por asuntos completos, la documentación integrante del sobre N° 1 – Parte A. La realización de esta modalidad de presentación es optativa para aquéllos y permitirá, dentro del período señalado, completar los requisitos o documentaciones exigidas o subsanar deficiencias que las mismas presenten.

La comisión verificará solamente si el contenido de las documentaciones presentadas en forma anticipada reúne la totalidad de las exigencias formales y que las mismas se hallen completas.

En relación con las documentaciones que hayan sido presentadas sin merecer observaciones, o que las mismas, de haber existido, se hubiesen subsanado con cinco (5) días hábiles administrativos de anticipación a la fecha fijada para la apertura de los sobres N° 1, la comisión emitirá un certificado de conformidad formal respecto del (o los) asunto(s) analizado(s), el que será incluido por el postulante en su sobre N° 1, conjuntamente con el resto de la documentación correspondiente al mismo y que no haya sido presentada o aprobada.

Las documentaciones presentadas correctamente y aprobadas quedarán en poder de la comisión y serán anexadas al expediente principal. Las restantes serán devueltas, con las observaciones que hubieren merecido.

Artículo 25° - PRESENTACIÓN DE LAS OFERTAS

Las ofertas se recibirán hasta el día y hora indicados en el llamamiento. No será admitida ninguna oferta entregada con posterioridad al momento en que se haya procedido a la apertura del primer sobre.

La presentación de las ofertas se efectuará en el domicilio social del promotor, y el acto de apertura tendrá lugar en el mismo, inmediatamente después de cumplido el término para dicha presentación.

La presentación anticipada de las ofertas se efectuará, bajo recibo, a la comisión. En ningún caso se aceptará ofertas remitidas por correspondencia.

Si el día fijado para la apertura fuese declarado festivo o no laborable, el acto se realizará a la misma hora fijada, en el primer día hábil siguiente a dicha fecha.

Artículo 26º - ACTO DE APERTURA DE LOS SOBRES Nº 1

El presente concurso se regirá por el sistema de doble sobre, con apertura diferida del sobre Nº 2.

En el lugar, fecha y hora establecidos según lo especificado en el artículo anterior, se procederá a la realización del acto de apertura de los sobres Nº 1, con la presidencia y en presencia de los funcionarios designados al efecto por el promotor, de los postulantes que concurran y del público que desee presenciar el acto. Durante el mismo se verificará, en forma global, si la documentación presentada en dichos sobres, se ajusta a las disposiciones establecidas en el pliego, terminado lo cual, los funcionarios actuantes o los representantes legales de los postulantes podrán formular observaciones, las que deberán ser concretas y concisas, ajustadas estrictamente a las formas requeridas y documentos relacionados. Se expresarán en forma verbal y correctamente, sin admitirse discusión sobre ellas, con excepción de las preguntas de quien presida el acto y que crea conveniente formular para aclarar debidamente el asunto promovido.

A continuación, y previo a cerrar el acto, se procederá a la guarda, sin abrir, de los sobres N° 2, colocando una franja de seguridad que impida abrirla sin violarla, firmada por los funcionarios intervinientes y los representantes de los postulantes, quedando esta documentación en poder del promotor para su custodia.

De todo lo actuado en el acto de apertura de los sobres N° 1, se dejará constancia en un acta elaborada al efecto, en la que se consignará:

- 26.1. Nombre de las autoridades presentes y de los funcionarios intervinientes.
- 26.2. Número de orden de apertura de los sobres, que será el mismo con el que fueron recibidos.
- 26.3. Nombre o razón social de cada postulante.
- 26.4. Referencia a si la documentación presentada se hallaba, en principio, completa, o detalle de la documentación eventualmente faltante u observada.
- 26.5. Cantidad de sobres guardados correspondientes a cada postulante.
- 26.6. Observaciones que se hubieren formulado.
- 26.7. Horario para efectuar consultas por parte de los postulantes, en las condiciones especificadas en el Artículo 29°.
- 26.8. Toda otra información que quien presida el acto estime de interés agregar.

El acta será firmada por los funcionarios intervinientes y por los representantes legales de los postulantes que deseen hacerlo.

Artículo 27° - PRESENTACIONES DEFECTUOSAS

Si durante el acto de apertura de los sobres N° 1 se observare la no inclusión en los mismos, o el no cumplimiento en forma integral de cualquiera de los requisitos establecidos en el Artículo 19 en particular, o en el pliego en general, se dejará la constancia correspondiente en el acta de apertura, según lo indicado en el Numeral 26.4. del artículo anterior. El o los postulantes que hayan incurrido en tal situación deberán cumplimentar la entrega de la documentación omitida u observada (siempre que la misma no constituya una causal taxativa de rechazo de la oferta), dentro de los dos (2) días hábiles siguientes a la clausura del acto, sin necesidad de notificación previa.

El incumplimiento de este requisito en el plazo establecido será causa de desestimación de la oferta que incurra en tal situación, no teniéndosela en cuenta a los efectos de la calificación

Artículo 28° - RECHAZOS DE OFERTAS

Serán causas de rechazo de las ofertas presentadas, cualquiera de las siguientes:

- 28.1. La falta de constancia de la constitución de la garantía de oferta, o el hecho que la misma haya sido constituida por un montante suficiente.
- 28.2. El hecho que la garantía de oferta contenga deficiencias que resulten insalvables, a juicio del promotor.
- 28.3. El hecho que el postulante no haya adquirido el pliego del concurso.
- 28.4. La omisión o la formulación incorrecta o incompleta de la solicitud de admisión.
- 28.5. La omisión o la formulación incorrecta o incompleta de la declaración jurada exigida por el Numeral A.19.5. del Artículo 19°.
- 28.6. La omisión o la formulación o incompleta de la declaración jurada exigida por el Numeral B.19.2. del Artículo 19°.

28.7. La falta del sobre N° 2.

28.8. La omisión completa de la documentación societaria, contable o técnica requerida por el presente pliego.

28.9. El incumplimiento de la presentación, en tiempo y/o en forma, de la documentación o documentación complementaria que la comisión requiera al oferente.

En caso de detectarse alguna de las situaciones precedentemente indicadas durante el acto de apertura, se dejará constancia en el acta respectiva.

Cuando se produzca cualquiera de las situaciones precedentemente indicadas durante el acto de apertura, se dejará constancia en el acta respectiva.

Cuando se produzca cualquiera de los causales indicadas en los numerales precedentes, la oferta que haya incurrido en las mismas, serán excluidas de entre las ofertas a estudiar y no será tenida en cuenta a los efectos de calificación. Si se observara la falta aislada de alguna fiema en la documentación contenida en el sobre N° 1, la o las hojas que incurran en tal situación se considerarán como no presentadas, otorgándose un plazo de dos (2) días hábiles para regularizar la situación.

El ofrecimiento por parte de algún postulante de profesionales, que al tiempo de la presentación de la oferta tenga alguna de las incompatibilidades previstas en el Artículo 15°, será considerado de un error subsanable, teniendo el postulante derecho a la sustitución de los mismos, excepto para el caso del director.

Artículo 29° - CONSULTA DE LAS DOCUMENTACIONES

Completado el acto referido en el artículo anterior y luego de pasados los dos (2) días hábiles siguientes, en que los postulantes podrán consultar los duplicados de las documentaciones presentadas, las actuaciones pasarán a ser consideradas “reservadas”.

Las consultas antes referidas sólo podrán ser efectuadas por los representantes legales y/o técnicos de los oferentes, o personas debidamente autorizadas por ellos. No se permitirá el fotocopiado de las documentaciones presentadas, ni de los informes obrantes en las actuaciones.

En el acto de apertura de las ofertas, la comisión informará a los postulantes de los horarios en que podrán efectuar las consultas a que se refiere el presente artículo.

Artículo 30° - ESTUDIO DE LAS OFERTAS

Una vez transcurrido el término indicado en el artículo precedente, las actuaciones pasarán a la comisión para su estudio y elaboración del informe de precalificación. A tal fin, la comisión deberá proceder en primer lugar a efectuar la verificación del cumplimiento integral de todos los requisitos establecidos en el pliego para la presentación de las ofertas, a nivel de sobre N° 1.

Si durante esta etapa, la comisión observara la omisión, presentación deficiente o el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos, que no constituyan causal de rechazo y que no hubiesen sido detectados durante el acto de apertura, la misma comisión notificará al postulante al domicilio indicado en la oferta, para que complete la documentación faltante, lo que aquél deberá cumplimentar dentro de los dos (2) días hábiles posteriores de efectuada la notificación.

Artículo 31° - METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Todas aquellas ofertas que a nivel de documentación de sus sobres N° 1, no hubiesen incurrido en causales de rechazo, de acuerdo a lo especificado en el Artículo 31°, serán evaluadas por la comisión los fines de la elaboración del informe de precalificación.

Los aspectos fundamentales que para ello tomará en consideración la comisión serán los siguientes:

31.1. Aspectos Técnicos

- 31.1.1. Antecedentes del postulante y sus integrantes, de acuerdo a la documentación que haya presentado según lo estipulado en los Numerales B.19.3. (estudios realizados) y B.19.4. (estudios de ejecución) del Artículo 19°. Se tomará en cuenta a los efectos de la valoración.
- 31.1.2. Antecedentes del director, de acuerdo a la documentación presentada según lo estipulado en el Numeral B.19.1. del Artículo 29°.
- 31.1.3. Plantel profesional permanente, consignado según lo especificado en el Numeral B.19.5. del Artículo 19°.
- 31.1.4. Equipo de profesionales propuesto de cada especialidad o tipo de trabajo, tomando en consideración los antecedentes de los mismos, la cantidad y los tiempos de afectación (determinado en cada caso los meses – profesional propuestos) y la organización interna de dicho equipo, de acuerdo a la documentación presentada según lo estipulado en los Numerales B.19.6. B.19.7. del Artículo 19°. No se tomarán en consideración las propuestas de profesionales que se propongan afectar a los estudios y trabajos y cuyo título habilitante no sea afín a la actividad profesional específica del área de trabajo en que se los propone, ni aquéllos que no cuenten con antecedentes directos en la especialidad para la cual se los propone.
- 31.1.5. Metodología, cronograma de actividades y forma en que se proponen organizar y desarrollar los estudios y trabajos, de acuerdo a la documentación presentada, según lo estipulado en el Numeral B.19.10. del Artículo 19°.
- 31.1.6. Medios propuestos para ser afectados a los servicios, de acuerdo con la documentación presentada según lo estipulado en el Numeral B.19.9. del Artículo 19°.

31.2. Aspectos Contables

31.2.1. Evaluación general de los principales parámetros contables.

31.2.2. Verificación del cumplimiento de los requisitos económicos especificados en el Artículo 12°.

Artículo 32° - CALIFICACIÓN Y PUNTUACIÓN

Cuando la documentación presentada correspondiente a los Numerales 31.1.4., 31.1.5. y 31.1.6. precedentes fueran insuficientes o deficientes en un grado tal que la comisión los estimase inaceptables, los postulantes que hayan incurrido en tal situación no serán considerados a los efectos de la calificación, ni serán determinados las puntuaciones de los asuntos no observados.

Los postulantes cuyas ofertas sean consideradas aptas para la calificación, serán ordenados de acuerdo a la puntuación que surja de la valoración efectuada, para cuya cuantificación se tomarán en consideración los siguientes valores:

Asunto	Concepto	Puntuación	
		Máximo	Mínimo
I	Experiencia del Postulante	20	5
II	Metodología y cronograma de actividades	20	15
III	Personal	60	40
Totales de calificación técnica de Postulantes		100	60

Tabla 109. Puntuación de los postulantes.

Serán admitidos, a los efectos de la calificación, los postulantes que obtengan una puntuación total comprendida entre 60 y 100 puntos. No obstante, serán rechazados aquellos postulantes que, estando dentro de la puntuación indicada, no alcancen el mínimo de puntos establecidos en uno cualquiera de los asuntos contenidos en la planilla precedente.

32.1. Metodología para el análisis de los antecedentes de los Postulantes

Para el estudio de las ofertas al nivel de sobre N° 1, se considerará inicialmente sólo la documentación proporcionada por los postulantes en sus respectivas presentaciones referidas a los recursos humanos, equipamientos que ofrecen comprometer para la realización de las prestaciones concursadas y demás documentación aportada, sin considerar el monto de las ofertas contenidas en los sobres N° 2.

32.1.1. Asunto I: Experiencia del postulante

- a. Experiencia en trabajos de construcción de obras: Se valorará el monto de trabajos de construcción de obras, en lo posible actualizados a la fecha, o realizados en los últimos cinco (5) años y los trabajos en ejecución, adjudicando la mayor puntuación al postulante que demuestre haber construido o estar construyendo el mayor montante monetario de trabajos similares al objeto de esta contratación. El postulante que no presente antecedentes tendrá puntuación cero (0) y se determinará proporcionalmente la puntuación del resto de los postulantes.
- b. Equipo profesional permanente: Se valorará el mismo y la participación de profesionales del postulante en el equipo de personal clave.

32.1.2. Asunto II: Metodología y cronograma de actividades

- a. Director
 - a.1. Aspectos generales: Se considerará la aptitud para las funciones específicas, su antigüedad profesional, los datos aportados referidos a conocimientos de proyectos y construcción de obras. Se otorgará la máxima puntuación a quien demuestre mejores aptitudes para los trabajos concursados de acuerdo a los antecedentes que se aporten.

- a.2. Aspectos profesionales: La máxima puntuación se asignará al que posea título con incumbencias en las tareas concursadas y mayor participación activa y pasiva en cursos de especialización y/o actualización.
- a.3. Experiencia profesional: Se calificará con la máxima puntuación al que acredite:
- El mayor tiempo de participación en trabajos similares a los interesados en este concurso dentro de la firma del postulante y en otras firmas durante los últimos diez (10) años.
 - La participación en trabajos de mayor montante monetario.
- b. Equipo de Personal: Se aplicarán los mismos criterios de calificación que para el director. Para el presente concurso debe entenderse como integrantes del equipo de personal a los profesionales universitarios y no universitarios especializados con experiencia en el tipo de trabajo concursado o similar.

Artículo 33° - INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Independientemente de lo establecido en el último párrafo del Artículo 30°, durante el estudio de las ofertas, la comisión podrá exigir a los postulantes (u oferentes) todos aquellos antecedentes, aclaraciones, información y/o documentación complementaria, que estime necesaria para el estudio integral de las ofertas. La notificación correspondiente se efectuará en forma análoga a la indicada en el artículo anteriormente referido, debiendo entregarse la respuesta a la citada comisión dentro del plazo que se indique al solicitarla. Cuando no se especifique un plazo concreto, se entenderá que la entrega deberá efectuarse dentro de los dos (2) días hábiles de producida la notificación respectiva.

El incumplimiento, en tiempo y forma, de lo establecido en el Artículo 30° y/o en el presente artículo, dará lugar a que la oferta que haya incurrido en el mismo, sea excluida de entre las ofertas a evaluar y no será tomada en cuenta a los efectos de la precalificación, o de la preadjudicación, según corresponda.

Será facultad discrecional de la comisión requerir o permitir a los postulantes corregir las omisiones o errores formales en que hubiesen incurrido en el sobre N° 1 de sus ofertas, siempre que los mismos no afecten el principio de igualdad.

En aquellos casos en que la comisión observare que en la documentación técnica presentada, algunos aspectos no hubiesen sido estudiados con una profundidad adecuada o no existieren garantías suficientes respecto a la factibilidad de las metodologías propuestas en función de los datos existentes y/o aportados en las propuestas y/o los recursos humanos y materiales previstos afectar, o resultare inadecuado o insuficiente el equipo propuesto, la citada comisión podrá solicitar al postulante, durante la etapa de estudio de las ofertas, el compromiso de adecuar los aspectos observados a lo requerido por la comisión, compromiso que se considerará parte integrante de la oferta. En ningún caso estas adecuaciones podrán exceder el marco de los aspectos exclusivamente técnicos ni introducir modificaciones al contenido global de las ofertas presentadas, en un nivel tal que impliquen violar el principio de igualdad entre los postulantes. Bajo ningún concepto estas complementaciones podrán dar lugar a modificar el contenido del sobre N° 2 de la oferta.

Artículo 34° - TRAMITACIÓN POSTERIOR

El informe de precalificación elaborado por la comisión será elevado al promotor para la emisión de la resolución correspondiente. Previa a ello, el promotor podrá requerir la emisión de dictámenes complementarios si lo estimare necesario.

Ni el informe de precalificación ni los dictámenes complementarios eventualmente solicitados por el promotor, crearán derechos a favor de los postulantes propuestos como precalificados, teniendo aquellos el carácter de no vinculantes para el promotor, quien podrá apartarse fundamentalmente de sus conclusiones.

En caso de resultar necesario, la resolución de calificación podrá incluir requisitos complementarios que los postulantes deban cumplir como condición previa a la apertura de sus sobres N° 2, siempre que los mismo sean de naturaleza tal que no vulneren el principio de igualdad entre los postulantes.

Artículo 35° - NOTIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN

Una vez emitida la Resolución de Calificación se notificará a todos los postulantes al domicilio especial fijado en la solicitud de admisión, el lugar, fecha y hora en que se procederá a efectuar la notificación de la Resolución de Calificación y el acto de apertura de los sobres N° 2.

Artículo 36° - ACTO DE APERTURA DE LOS SOBRES N° 2

El acto de apertura de los sobres N° 2 correspondientes a los postulantes calificados (y demás sobres que los mismos hubiesen presentado), se efectuará en iguales condiciones que las indicadas en el Artículo 26° para la apertura de los sobres N° 1.

De todo lo actuado en dicho acto se dejará constancia en un acta que se elaborará al efecto, en la que se consignarán además de lo indicado en los Numerales 26.1. a 26.4. y 26.6. a 26.8., los montantes cotizados por cada oferente, tanto en su oferta básica como los correspondientes a las eventuales variantes presentadas.

Artículo 37° - CONSULTA DE LAS ACTUACIONES

Las actuaciones, incluidos los informes y dictámenes de precalificación, podrán ser consultados en iguales condiciones y términos a los indicados en el Artículo 29°.

Artículo 38° - DESESTIMACIÓN DE LAS OFERTAS

Una vez abiertos los sobres N° 2, serán causales de desestimación de las ofertas presentadas, cualquiera de las siguientes:

- 38.1. La falta de la firma del (o de los) representante(s) legal(es) o apoderado(s) en la documentación del sobre N° 2. Este requisito no será subsanable bajo ningún concepto, aunque sólo se hubiere omitido una firma.
- 38.2. La omisión de cualquiera de los requisitos exigidos en los Numerales 21.1. y 21.2. inclusive, del Artículo N° 21.
- 38.3. La cotización (total y/o parcial) del precio ofertado, en moneda diferente a pesetas o euros.
- 38.4. La inclusión de cláusulas complementarias o de condicionamientos a las especificaciones del pliego.

En caso de detectarse alguna de las situaciones precedentemente indicadas durante el acto de apertura, se dejará la constancia en el acta respectiva.

Cuando se produzca cualquiera de las causales indicadas, la oferta que haya incurrido en las mismas, será excluida de entre las ofertas a estudiar y no será tenida en cuenta a los efectos de la adjudicación.

Si la desestimación se produce en el sobre N° 2, quedarán automáticamente desestimadas todas las variantes del mismo oferente, aunque se hubieren presentado correctamente. En cambio, si se produce en la presentación de alguna variante, sólo corresponderá la desestimación de la misma.

Artículo 39° - DEVOLUCIÓN DE SOBRES

La devolución de los sobres N° 2 y demás que hubiesen presentado los postulantes no calificados, serán devueltos, sin abrir, una vez vencido el plazo para efectuar las impugnaciones al que se refiere el Numeral 43.1. del Artículo 43°, o una vez que se encuentre firme la resolución que se hubiere adoptado respecto a las que se hayan efectuado. Para ello se citará especialmente a los interesados para retirarlos.

Los sobres de los postulantes que no concurran a la referida citación, serán destruidos, elaborándose en la oportunidad el acta correspondiente.

CAPÍTULO VII : DE LA ADJUDICACIÓN

Artículo 40° - INFORME DE PREADJUDICACIÓN

En base a la oferta contenida en el formulario A de las ofertas calificadas, la comisión elaborará el informe de preadjudicación, indicando el orden de mérito en función de los distintos valores cotizados.

Este informe será susceptible de la misma tramitación previa indicada en el Artículo 34°. Concluida la misma, el promotor emitirá la resolución adjudicando a la oferta cuyo precio hubiere resultado menor.

El informe referido en el presente artículo no obliga al promotor a adjudicar, ni crea a favor del oferente, cuya oferta haya sido propuesta como la más conveniente, derecho alguno a la adjudicación.

Cuando del informe de la comisión resultara que dos o más ofertas fuesen de conveniencia equivalente, los oferentes podrán, a requerimiento del promotor, mejorar sus respectivas ofertas, en un plazo que no debe exceder los dos (2) días hábiles.

Artículo 41° - RESOLUCIÓN DE ADJUDICACIÓN

La adjudicación del presente concurso será efectuada mediante resolución del promotor, quien podrá apartarse fundamentalmente del informe de la comisión y demás dictámenes producidos.

La adjudicación no implica la caducidad del mantenimiento de las ofertas no adjudicadas, ni de los depósitos efectuados en concepto de garantía de mantenimiento de oferta, resultando de aplicación al respecto lo estipulado por el Artículo 20°.

CAPÍTULO VIII : DE LAS IMPUGNACIONES

Artículo 42° - ACTOS IMPUGNABLES

Los postulantes u oferentes podrán efectuar impugnaciones:

- 42.1. Al acto de apertura de los sobres N° 1 y/o a las ofertas presentadas en el mismo.
- 42.2. A la resolución de calificación de los postulantes, el acto de apertura de los sobres N° 2 y/o a las ofertas presentadas en el mismo.
- 42.3. A la resolución de adjudicación.

Artículo 43° - REQUISITOS PARA EFECTUAR IMPUGNACIONES

Todas las impugnaciones que los postulantes u oferentes consideren conveniente efectuar, deberán cumplimentar indefectiblemente los siguientes requisitos:

- 43.1. Ser presentadas al promotor, dentro de los dos (2) días hábiles posteriores al acto de apertura de los sobres o a la fecha de notificación de la resolución que se impugna.
- 43.2. Ir acompañada de una garantía por impugnaciones, mediante depósito en alguna de las formas establecidas en el Artículo 20°, a favor del promotor.
- 43.3. Estar debida y detalladamente fundada.
- 43.4. Estar firmada por el representante legal (o apoderado), con firmas legalizadas y certificadas.

Artículo 44° - TRAMITACIÓN

El promotor deberá expedirse, con la sola sustanciación del dictamen técnico y/o económico y/o legal (según la naturaleza de la impugnación) de la comisión y de las oficinas de aquél que correspondan, dentro del plazo de cinco (5) días de recibidas las impugnaciones. Este plazo podrá ser prorrogado por igual término, por única vez mediante resolución del promotor. Vencido este término, el postulante y oferente deberá considerar que existió denegación.

En el supuesto de ser aceptada cualquiera de las impugnaciones, las garantías serán restituidas sin actualización ni intereses. En caso de rechazo de las mismas, las garantías constituidas serán ejecutadas. Si una impugnación abarcara varios aspectos, bastará el rechazo de uno solo de ellos para la pérdida total de la garantía.

Las garantías constituidas para afianzar impugnaciones, lo serán por tiempo indeterminado y serán además, irrevocables y ejecutables de pleno derecho por la sola decisión del promotor. Su constitución en tiempo y forma será condición habilitante e inexcusable para efectuar impugnaciones. En virtud de ello, cualquier nota o presentación que los postulantes u oferentes hagan llegar, en su orden, a la comisión o al promotor, conteniendo comentarios, observaciones, etc. respecto al acto de apertura de las ofertas, a la documentación de otros postulantes o oferentes, a la resolución de calificación o al decreto de adjudicación, y que no viniesen acompañadas del comprobante de constitución de la garantía correspondiente, o que no cumplimentaran estrictamente los demás requisitos establecidos en el artículo precedente, serán inmediatamente devueltas a quienes las hubiesen presentado, no dando lugar, bajo ningún concepto, a la iniciación de trámite administrativo alguno.

La presentación de impugnaciones o de presentaciones o recursos iniciados en otros ámbitos no obliga al promotor a suspender los procesos de calificación, adjudicación o contratación, según corresponda.

CAPÍTULO IX : DEL CONTRATO

Artículo 45° - FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

Resuelta la adjudicación y notificado formalmente el adjudicatario, el mismo deberá comparecer ante el promotor dentro de los cinco (5) días hábiles, para suscribir el presente contrato, sin opción a prórroga.

Artículo 46° - GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO

La garantía de cumplimiento del contrato se constituirá por un montante equivalente al cinco por ciento (5%) del monto total de la oferta adjudicada, en cualquiera de las formas indicadas en el Artículo 20°, dentro de los tres (3) días hábiles de notificado el decreto de adjudicación. Esta garantía podrá constituirse como ampliación de la garantía de mantenimiento de la oferta, siempre que ésta hubiere cumplido los requisitos sustantivos y se hallase vigente, a solo juicio del promotor.

En caso de constituir la garantía de cumplimiento del contrato en una forma distinta de la garantía de mantenimiento de la oferta, ésta le será restituida al adjudicatario en un plazo de diez (10) días, previa solicitud escrita en tal sentido.

Artículo 47° - CONSTANCIAS PREVIAS

Previo a suscribir el contrato, el adjudicatario deberá acreditar:

- 47.1. Haber constituido la garantía de cumplimiento del contrato, de acuerdo a lo estipulado en el artículo precedente.
- 47.2. Encontrarse inscrito para el cumplimiento integral de las obligaciones tributarias y provisionales de la Hacienda Pública.
- 47.3. Haber tomado a su cargo los seguros que se detallan en el pliego, conforme a las coberturas y condiciones indicadas en el mismo, e incluir la constancia de haber cancelado su premio.

47.4. Haber cumplimentado lo dispuesto en el artículo siguiente.

Artículo 48° - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Dentro de los tres (3) días hábiles de producida la notificación de la resolución de adjudicación, el adjudicatario deberá presentar al promotor, debidamente ajustado, el cronograma de actividades, al que deberá ajustar la totalidad de las prestaciones emergentes del contrato.

El referido cronograma de actividades deberá confeccionarse tomando como base el presentado en la oferta, con iguales formalidades a las indicadas para la presentación del sobre N° 2, ajustando el mismo, de corresponder, en función de las modificaciones que hubieron resultado como consecuencia de las instrucciones que se hayan impartido al adjudicatario, conjuntamente con la resolución de adjudicación.

Si como consecuencia de moras en la presentación correcta de este requisito, no se cumplimentase el plazo establecido para la firma del contrato, será de posible aplicación una penalización económica.

Artículo 49° - DOCUMENTOS DEL CONTRATO

Formarán parte integrante del contrato:

49.1. El contrato firmado por las partes.

49.2. El pliego de condiciones.

49.3. Las circulares emitidas por la comisión.

49.4. La resolución de adjudicación.

49.5. La oferta adjudicada (con las adecuaciones técnicas eventualmente efectuadas de acuerdo a lo establecido en el Artículo 34°), incluyendo el cronograma de actividades ajustado, según la presentación a que se refiere el artículo anterior.

Artículo 50° - SELLADO DEL CONTRATO

Será por cuenta exclusiva del adjudicatario (contratista) la parte que le corresponda del sellado del contrato, de acuerdo a las normas vigentes en el momento de su suscripción.

Artículo 51° - INCOMPARECENCIA DEL CONTRATISTA

Si el Adjudicatario no compareciera a suscribir el contrato, o no constituyera la garantía de cumplimiento del mismo ni cumpliera con las demás obligaciones exigidas dentro del plazo establecido, se dejará sin efecto la adjudicación, notificando por escrito a todos los oferentes, y se ejecutará automáticamente la garantía de mantenimiento de oferta. El promotor podrá emitir una nueva resolución de adjudicación, haciendo recaer la misma en la oferta que hubiese quedado en segundo lugar en orden de mérito.

Si el promotor desistiera de suscribir el contrato, tal situación no creará derecho alguno a favor del adjudicatario.

Artículo 52° - APROBACIÓN Y VIGENCIA DEL CONTRATO

El contrato será aprobado mediante resolución del promotor, adquiriendo plena validez y eficacia jurídica a partir de su notificación fehaciente al adjudicatario, sin perjuicio de la fecha de comienzo efectivo de las prestaciones.

Artículo 53° - CESIÓN DEL CONTRATO

No se admitirá la cesión total del contrato ni la asociación por decisión unilateral del contratista con terceros, con posterioridad a la adjudicación o a la firma del contrato, bajo pena de quedar sin efecto aquélla o de rescindir el contrato, según corresponda, y en todos los casos con las consecuencias legales que ello implique.

Solamente podrá admitirse la cesión total del contrato, cuando concurren, a exclusivo criterio del promotor, causas que lo justifiquen; debiendo en tales casos aprobarlo el mismo mediante resolución.

Si el promotor autorizare la cesión total del contrato, lo que en tal caso sería hasta completar el plazo contractual, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- 53.1. El cesionario deberá acreditar todos y cada uno de los requisitos exigidos al cedente, conforme a las disposiciones de la documentación contractual original.
- 53.2. Se suscribirá un convenio entre el promotor y el cesionario, con el acuerdo de la cedente, por el cual se transfieren todos los derechos y obligaciones emergentes del contrato, manteniendo plena validez todos los documentos del contrato original, incluidos en el pliego y todas las modificaciones y condiciones eventualmente acordadas entre las partes con posterioridad a aquél.
- 53.3. El cesionario deberá cumplimentar la presentación de todos los requisitos establecidos para los oferentes en el momento del llamado a concurso.
- 53.4. El cesionario deberá constituir las garantías en idénticas condiciones y con iguales características a la garantía de cumplimiento del contrato, según lo especificado en el Artículo 46°.
- 53.5. Subsistirá la responsabilidad solidaria del cedente por todas las obligaciones inherentes al contrato.
- 53.6. El cedente, previo a la cesión, deberá abonar al promotor un derecho que se denomina “Derecho de Cesión”, el que será equivalente al cincuenta por ciento (50%) del montante de la garantía de cumplimiento del contrato.

A fin de asegurar la homogeneidad, coherencia, correlación y unidad conceptual de las tareas a ejecutar por el contratista, no se admitirá, bajo ningún concepto, la cesión parcial del contrato.

CAPÍTULO X : DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS

Artículo 54° - INICIACIÓN DE LAS PRESTACIONES

El contratista deberá iniciar los servicios contratados dentro de los cinco (5) días hábiles de la firma del contrato. Si aquél no cumplimentara el plazo o no estuviese en condiciones de iniciar en forma efectiva los servicios contratados, por causas imputables al mismo, se hará plausible de una multa del veinte por ciento (20%) del monto de la garantía de cumplimiento del contrato. Si no concurriese a la segunda citación o tampoco estuviese en condiciones por causas imputables al mismo, se considerará comprendida rescisión unilateral del contrato por su parte con las posibles sanciones económicas y penales que pudieran derivarse.

De la iniciación de las prestaciones se elaborará el acta respectiva y a partir de la fecha de la misma, regirá el cronograma mensual de facturación y pagos.

Artículo 55° - NIVEL DE NECESIDADES DE PERSONAL

El contratista deberá desarrollar tareas que abarcan verificación del cumplimiento del plan de trabajo de la obra, notas de servicio, notas de pedido, ensayos de campo y de laboratorio, verificación de los cómputos, certificaciones, sustitución de garantías, cumplimientos contractuales, aplicación de multas, registro contable, liquidación y pago de certificado, recepción provisoria de la obra y condiciones de puesta en marcha.

55.1. Para llevar adelante dicho cometido el contratista deberá contar con sectores que abarquen las siguientes especialidades:

- a. Obras civiles.
- b. Obras electromecánicas.
- c. Documentación de obra:
 - Especificaciones.

- Cómputos métricos.
- Presupuestos.
- d. Documentación contable:
 - Imputaciones.
 - Documentación respaldatoria.
 - Registros contables.
- e. Documentación contractual:
 - Del contratista.
 - Del fiduciario.

Se deberá contar con una estructura flexible de personal sobre la base de un equipo mínimo de dedicación completa durante todo el lapso de prestación de servicios, integrado en la forma indicada en el Artículo 56º, completado por personal con dedicación parcial según el cronograma de actividades que se proponga.

La oferta incluirá la estructura de personal con la cual se prestarán los servicios concursados, la que describirá la dedicación y oportunidad de incorporación de cada profesional, ya sea permanente o transitorio.

55.2. Alcance de las tareas.

55.2.1. De carácter contable – financiero.

55.2.1.1. Revisión por muestreo de actas de medición de obra, certificados de obra (cantidades e ítems de obra con relación a la oferta realizada por el contratista) y su efectiva registro contable, liquidación y pago. En la revisión de los certificados de obra se deberá analizar las órdenes de servicio de la inspección y las correlativas notas de pedido del contratista y/o viceversa.

55.2.1.2. Revisión de la totalidad (universo) de los convenios suscritos por el promotor con municipios, otros organismos públicos y entidades sin fines de lucro. Esta revisión comprende la verificación del cumplimiento de las cláusulas contractuales, la presentación oportuna de los certificados de obra, el correspondiente registro contable de los ingresos y erogaciones en la contabilidad respectiva y la oportuna rendición de cuentas al promotor. Comprende asimismo, la verificación de las cláusulas contractuales en los aspectos jurídicos y técnicos. En el caso de las entidades sin fines de lucro, el contratista deberá comunicar al promotor, la falta de rendición de cuentas en los plazos acordados, mediante informe exclusivo a este fin.

55.2.2. De carácter jurídico.

55.2.2.1. Deberá realizar la revisión de ejecución y cumplimiento de los contratos suscritos por el promotor, para el desarrollo de los programas de inversión pública, informando al consejo, respecto de los desvíos detectados inmediatamente de conocidos, sin perjuicio de incorporar esta información en el informe parcial y en el informe final.

55.2.2.2. Deberá verificar la aplicación de las multas dispuestas por el promotor.

55.2.2.3. Deberá realizar la revisión de las subcontrataciones realizados por los contratistas de obra.

55.2.3. De carácter técnico.

55.2.3.1. Revisión por muestreo de la correcta aplicación de las condiciones particulares del pliego.

55.2.3.2. Revisión por muestreo de la aplicación de la normativa vigente a nivel nacional y europeo en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

55.2.3.3. Revisión de todas las solicitudes de ampliación del contrato solicitadas al promotor.

55.2.3.4. Revisión de todos los adicionales de obras autorizados por el director de obra.

Artículo 56° - AFECTACIÓN DEL PERSONAL

Queda perfectamente establecido que todos los profesionales y especialistas propuestos de acuerdo con la nómina exigida según los Numerales B.19.6 y B.19.9 del Artículo 19°, deberán ser afectados a las actividades en que se ha propuesto su participación, a partir de la fecha de la firma del acta de iniciación de las prestaciones y en las condiciones especificadas en la oferta, o ajustadas en la adjudicación.

Los requisitos mínimos que deben cumplir los profesionales son los siguientes:

56.1. Director.

Deberá poseer título de Ingeniero.

El profesional propuesto deberá, indefectiblemente, haber participado como máximo responsable en al menos un (1) proyecto, debiendo reunir además antecedentes que satisfagan las exigencias de conocer (por haber actuado en ellas) obras de características semejantes. Su actividad profesional mínima debe ser de quince (15) años.

56.2. Profesionales del equipo profesional clave.

Los profesionales que se proponen para actuar en los siete (7) sectores previamente referidos deberán ser Ingenieros (o título equivalente, a satisfacción del promotor) con título habilitante.

Cada uno de ellos debe haber actuado como máximo responsable en su sector en obras de esta naturaleza, con una actividad profesional mínima de diez (10) años.

56.3. Profesionales de apoyo al equipo profesional clave.

Deberá suministrarse el apoyo, a través de Ingenieros (o título equivalente, a satisfacción del promotor), con una actividad profesional mínima de dos (2) años.

56.4. Profesionales con especialización contable.

Deberá suministrarse el apoyo, a través de contables con experiencia en proyectos del mismo tipo y con una actividad profesional mínima de tres (3) años.

56.5. Profesionales con especialización jurídica.

Deberá suministrarse el apoyo, a través de abogados, con experiencia en derecho administrativo y con una actividad profesional mínima de dos (2) años.

Artículo 57º - OFICINA Y MOVILIDAD

Será por exclusiva cuenta y responsabilidad del contratista contar con las oficinas que la misma requiera disponer para desarrollar las prestaciones emergentes del contrato. Dichas oficinas deberán estar ubicadas en el radio urbano de la ciudad de Jerez de la Frontera o ciudades dentro de un radio de quince (15) kilómetros contados a partir de la planta objeto del proyecto.

Asimismo serán por su exclusiva cuenta los gastos de todo tipo que le demande la permanencia del personal profesional afectado a las prestaciones contratadas en sus lugares de trabajo y su residencia en Jerez de la Frontera, como así también los gastos de movilidad hacia todos los sitios donde se realicen los estudios, trabajos e investigaciones de la obra, como así también el equipamiento completo de oficina, infraestructura computacional, gastos generales de oficina, papelería, etc.

Igualmente serán a cargo del contratista todos los gastos que deriven de la afectación a los servicios de ingeniería contratados de asesores externos, especialistas o profesionales con dedicación de tiempo parcial o puntual que hayan sido incluidos en la oferta adjudicada.

El promotor no efectuará ningún reconocimiento especial ni adicional por los conceptos enunciados, considerándose su costo y demás gastos eventuales emergentes, incluido en el monto contratado.

El contratista no deberá proveer servicio alguno de equipamiento de oficinas ni de movilidad a la comisión, excepto el lugar de reunión a que se refiere el Artículo 62° y el lugar de trabajo para los profesionales de apoyo a la comisión.

Artículo 58° - REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA

El contratista deberá contar, en forma permanente, mientras dure la relación contractual, con un director, que debe cumplimentar los requisitos especificados en el Numeral 56.1 del Artículo 56°. El director y los profesionales claves no podrán ausentarse de la provincia sin autorización del promotor. En tal caso, el contratista deberá designar los profesionales que quedarán temporalmente a cargo de tales funciones, quienes deberán reunir iguales requisitos de idoneidad técnica que las exigidas al personal al que reemplazan y contar con atribuciones necesarias para continuar con el desarrollo normas de las prestaciones.

En el supuesto que el directo o los profesionales mencionados no se presentaren al momento de inicio de las prestaciones, del comienzo de su afectación o se ausentaren sin autorización de la comisión, se aplicará una multa por el importe establecido en el Artículo 86° por cada profesional y por cada día hábil de ausencia, sin perjuicio de otras medidas que pueda adoptar el promotor.

Artículo 59° - SUSTITUCIÓN DEL PERSONAL

59.1. A solicitud del promotor.

El promotor podrá exigir con causa fundada, la sustitución o separación de cualquiera de las personas que integren el equipo. En tales casos, todos los gastos emergentes serán por cuenta del contratista.

En los casos que, en virtud de lo anterior, corresponda la sustitución de personal, el contratista deberá cumplimentar los requisitos atinentes establecidos en el numeral siguiente.

59.2. A solicitud del contratista.

La sustitución de cualquier persona que integra el equipo profesional sólo podrá ocurrir cuando se produzcan causas debidamente fundadas. La propuesta de sustitución se efectuará por Nota dirigida a la comisión, la cual contendrá:

59.2.1. Currículo actualizado del nuevo profesional propuesto.

59.2.2. Actividades específicas a desarrollar.

59.2.3. Grado de afectación.

59.2.4. Compromiso de participación debidamente firmado por el profesional propuesto (Formulario B).

59.2.5. Cuando corresponda, habilitación expedida por el Colegio Profesional correspondiente.

59.2.6. Efecto que produce la sustitución sobre las previsiones del cronograma de actividades.

59.2.7. Constancia de aceptación, por parte del profesional reemplazado, de su sustitución.

La incorporación del profesional propuesto a los equipos de trabajo, sólo podrá hacerse efectiva una vez que el promotor haya otorgado la aprobación correspondiente.

La concurrencia de las situaciones contempladas en el presente artículo, no podrán dar lugar, bajo ningún concepto, a la disminución del ritmo del cumplimiento de las obligaciones, ni dejar en ningún momento áreas específicas sin cubrir.

CAPÍTULO XI : DE LA COMISIÓN

Artículo 60° - REPRESENTACIÓN DEL PROMOTOR

El promotor designará mediante resolución la comisión cuyas funciones serán, durante la etapa de la ejecución contractual, las de supervisar las tareas que lleve a cargo el contratista, con el objeto de asegurar que las mismas se desarrollen conforme a lo previsto en el contrato.

Al darse inicio a las obligaciones contractuales, el promotor comunicará al contratista la resolución de designación de la comisión. Igual procedimiento se seguirá cada vez que se introduzcan modificaciones en la constitución de la misma.

Artículo 61° - ATRIBUCIONES DE LA COMISIÓN

El promotor, a través de la comisión, verificará, evaluará y aprobará, cuando corresponda, las prestaciones y demás actividades que se realicen en virtud del cumplimiento de las obligaciones contractuales asumidas, impartiendo además las instrucciones que resulten atinentes y necesarias a los fines mencionados. Asimismo la comisión tendrá a su cargo la interpretación y control de la aplicación de la documentación contractual y la que en virtud de ella se produzca con posterioridad durante el desarrollo de las prestaciones, tanto en sus aspectos técnicos como administrativos, como así también la resolución de las divergencias que surgieran durante el desarrollo del contrato y que no se encuentren reservadas a la decisión del promotor,

Artículo 62° - INFORMACIÓN A LA COMISIÓN

Con una periodicidad que surja del ritmo del cronograma de actividades, y que en principio será como mínimo de frecuencia semanal, en día y horario a convenir, el director deberá informar a la comisión del estado del proyecto.

Estas reuniones informativas se efectuarán en las oficinas en que el contratista centralice sus labores y previo a ellas (con una anticipación no menor de 48 horas) hará llegar a la comisión un resumen de los temas a tratar.

De cada reunión, el contratista elaborará un acta de reunión, las que luego servirán de base para la confección de los informes mensuales a que se refiere el Artículo 71°.

Independientemente de estas reuniones, el contratista está obligado a poner en conocimiento inmediato de la comisión, por escrito, cualquier circunstancia que afecte o presumiblemente pueda afectar al normal desarrollo del proyecto.

Artículo 63° - COMUNICACIONES CON LA COMISIÓN

Todo reclamo de cualquier naturaleza que el contratista plantee deberá efectuarse en forma escrita. Cualquier planteo o solicitud formulado verbalmente carecerá de efectos jurídicos y en consecuencia no podrá ser aducido para argumentar cualquier reclamación posterior o para excusar el incumplimiento de cualquier obligación contractual.

Artículo 64° - DIVERGENCIA EN LA PRESTACIÓN DE LOS SEVICIOS

Si el contratista formulara su disconformidad en relación a una instrucción dada por la comisión, por considerar que la misma resulta violatoria de las estipulaciones contractuales, o implica una modificación a las prestaciones o la asunción de gastos imprevistos, al recibir la misma deberá manifestar su disconformidad por escrito, y fundamentalmente dentro de los tres (3) días hábiles. Si tal reclamo no se concretara o se presentara fuera del plazo indicado, se considerará decaído el derecho a todo reclamo sobre la misma cuestión.

Planteada la disidencia en término, la comisión deberá expedirse dentro de los tres (3) días hábiles siguientes al de la notificación respectiva, sobre si mantiene o no el criterio sustentado en la instrucción cuestionada.

En caso de emitirse una instrucción ratificatoria de la primitiva, el contratista, dentro de los cinco (5) días hábiles de su notificación, podrá formular, en forma fundada, el mantenimiento de la disidencia. Toda la documentación producida con motivo de la divergencia, deberá ser elevada al promotor, quien deberá emitir resolución al respecto. Dicha resolución será susceptible de todos los recursos que establece la Ley.

Las divergencia en trámite, no darán derecho al contratista, en ningún caso, a suspender la ejecución de las prestaciones.

CAPÍTULO XII : DE LAS OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Artículo 65° - OBLIGACIONES CONTABLES

El contratista deberá llevar y conservar los libros y documentos atinentes al contrato y mantenerlos a disposición de la comisión durante toda la vigencia del mismo y hasta los seis (6) meses posteriores a su vencimiento y el de las eventuales prórrogas acordadas, todo ello sin perjuicio de lo establecido por el Código de Comercio y las disposiciones atinentes de las Leyes de Sociedades Comerciales.

Artículo 66° - CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN LABORAL Y PREVISIONAL

El contratista deberá cumplir con todas las leyes laborales, provisionales e impositivas, convenios colectivos de trabajos vigentes, como así también con toda otra disposición que pudiera ser de aplicación a los trabajos que desarrolle.

Deberá mantener al día el pago de los impuestos, del personal empleado (cualquiera que sea su nivel o jerarquía), abonar íntegramente los honorarios, salarios y jornales estipulados, ingresando los aportes provisionales y demás cargas sociales que correspondan. Asimismo deberá cumplimentar las reglamentaciones y pagos de aranceles que para la actividad desarrollada pueda corresponder, de acuerdo a la legislación vigente en la materia, a los Consejos o Colegios Profesionales, incluyendo la inscripción de los mismos.

El contratista deberá dar estricto cumplimiento a lo estipulado por la ley nacional y europea de seguridad e higiene en el trabajo.

Será responsabilidad del contratista el pago de multas, recargos, intereses, etc., originados por infracciones a las leyes, decretos, ordenanzas, reglamentos y demás normas vigentes, por las que fuera responsable como consecuencia de su condición de contratista y de empleador.

Artículo 67° - SEGUROS

El contratista será responsable de cualquier accidente que ocurra al personal profesional, técnico, obrero o administrativo, que realice o inspeccione trabajos para aquélla, en el lugar o en tránsito, correspondiéndole en consecuencia, las obligaciones que establecen las leyes nacionales y europeas.

A los efectos precedentemente indicados, el contratista deberá mantener en vigencia y cancelar a su cargo todos los seguros especificados en el artículo siguiente.

Se considerará falta grave del contratista tener sin cobertura cualquiera de los riesgos indicados, por lo que deberá presentar las correspondientes renovaciones con sus recibos de cancelaciones con diez (10) días de anticipación a su vencimiento y en las mismas condiciones indicadas.

En caso de incumplimiento, el promotor podrá proceder a la contratación de los seguros con cargo al contratista, independientemente de la aplicación de sanciones que pudieran corresponder.

La comisión deberá aprobar las pólizas y la entidad aseguradora ofrecida, previo a que aquéllas entren en vigencia, para lo cual el contratista deberá someterlas a su consideración, previo a suscribir los contratos de seguros respectivos.

La compañía de seguros propuesta debe estar autorizada y tener representación, oficina o sucursal establecida en la ciudad de Jerez de la Frontera.

Todas las pólizas deben contener cláusulas de ajuste automático de las sumas aseguradas. Los montantes deben estar permanentemente actualizados.

También deberán contener una cláusula por la cual la entidad aseguradora asume el compromiso de no reducir ni alterar las condiciones de cobertura sin consentimiento previo y fehaciente del promotor.

Cuando corresponda, dichas pólizas deberán ser endosadas a favor del promotor.

Artículo 68° - COBERTURAS A TOMAR

LEOPOLDO DEL PRADO GALLO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Los seguros que el contratista deberá tomar a su cargo cubrirán los siguientes riesgos:

68.1. Responsabilidad del contratista como empleador.

68.1.1. Muerte e incapacidad permanente, total o parcial, de todo el personal afectado a los fines del contrato, en un todo de acuerdo a las obligaciones emergentes de la normativa legal vigente.

68.1.2. La indemnización prevista en la Ley de Contrato de Trabajo.

68.2. Seguro contra terceros de los vehículos afectados por el contratista a los trabajos.

CAPÍTULO XIII : DE LOS PLAZOS

Artículo 69° - PLAZO TOTAL DE LAS PRESTACIONES

El plazo de ejecución de la totalidad de las prestaciones objeto del presente contrato se fija en doce (12) meses y regirá desde la fecha del acta de iniciación hasta la fecha del acta de finalización de las prestaciones.

El promotor, podrá optar por la prórroga del contrato, por única vez, por un período de doce (12) meses, debiendo emitir resolución al respecto, debiendo notificarla con una anticipación de sesenta (60) días a la fecha de expiración del plazo contractual original.

En caso que se produjese una ampliación del plazo contractual, se continuarán certificando al contratista los montantes mensuales (y de corresponder fracciones proporcionales de los mismos) que surjan de las prestaciones efectivamente realizadas durante la prórroga, tomando como base para su cálculo la planilla desagregada presentada en la oferta, durante el período en que se extienda la prórroga de prestación de los servicios.

CAPÍTULO XIV : DE LA ENTREGA Y RECEPCIÓN DE INFORMES

Artículo 70° - DE LOS INFORMES EN GENERAL

De cada uno de los informes que se produzcan por parte del contratista en cumplimiento de sus obligaciones contractuales, como así también de la documentación de respaldo anexa a los mismos, se confeccionarán dos (2) ejemplares, redactados en idioma español. Las unidades de medida utilizadas en los informes deberán ser las del Sistema Internacional de Unidades y las hojas a emplear para los informes deberán ser de tamaño DIN A4.

Cada informe deberá presentarse acompañado de su soporte magnético en disquetes de 3,5", debidamente identificado y fechado. Para el soporte de textos se utilizará la última versión de Word; para planilla de datos, cálculos y gráficas resultantes, la última versión de Excel; para bases de datos, Access en su última versión; para Administración de Proyectos, Microsoft Project; y para planos, el programa Autocad en versión 14 o mayor. Todo ello sin perjuicio de los programas computacionales desarrollados o utilizados al efecto, y que previamente hayan sido aprobados por la comisión.

Cada informe que presente el contratista deberá ser autosuficiente, evitando al máximo las referencias a otros informes y por lo tanto permitir que la comisión pueda verificar, analizar y evaluar integralmente su contenido, sin necesidad de tener que recurrir a otros documentos o informaciones adicionales. La comisión rechazará los informes que no respondan a estas condiciones.

Artículo 71° - INFORMES MENSUALES

Con una anticipación mínima de siete (7) días respecto a la fecha de emisión de las facturas de pago, el contratista hará entrega del informe parcial correspondiente a las obras en ejecución, que deberán reflejar el grado de avance de la unidad de obra desarrollada.

La presentación de estos informes mensuales será complementaria pero independiente de las reuniones a las que se refiere el Artículo 62°.

En caso de estimarlo necesario, la comisión podrá solicitar aclaraciones específicas o mayor detalle en el tratamiento en todo o parte del contenido de los informes mensuales. La cumplimentación de lo requerido en este sentido será condición excluyente para que la comisión dé curso a las facturas de pago.

Artículo 72° - INFORME FINAL

Previo a la cancelación del doceavo mes de relación contractual o de suscripción de la prórroga del contrato, lo que ocurra antes, el contratista deberá presentar:

72.1. Informe final de toda la obra.

72.2. Informe final sectorial.

72.3. Informe final sectorial.

Artículo 73° - ACTA DE FINALIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES

Una vez aprobado el informe final por parte de la comisión se procederá a elaborar el acta de finalización de las prestaciones.

En el acta de finalización de las prestaciones, se deberá dejar constancia de:

73.1. Fecha en que se elabora.

73.2. Listado e índice del informe, de la documentación de respaldo y del soporte computacional que el contratista haya entregado.

73.3. Constancia de las modificaciones, ampliaciones o supresiones producidas en el transcurso de la ejecución de las prestaciones, si hubieren existido.

73.4. Constancia expresa que las prestaciones fueron ejecutadas de acuerdo con lo establecido en la documentación contractual.

73.5. Constancia de las multas impuestas al contratista por mora u otros motivos, si hubiesen existido.

Artículo 74° - CONSULTAS POSTERIORES AL ACTA DE FINALIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES

La comisión dispondrá de seis (6) meses para efectuar al contratista consultas, pedidos de aclaración y/o de ampliación del informe final presentado u otros aspectos atinentes a las prestaciones, sin que ello dé lugar a pago adicional alguno.

Por su parte, el contratista contará con un plazo máximo de diez (10) días hábiles, a partir de cada notificación, para responder a lo solicitado por la comisión.

Artículo 75° - RESPONSABILIDAD ULTERIOR DEL CONTRATISTA

La firma del acta de finalización de las prestaciones y la devolución de la garantía de contrato, no liberan al contratista de las responsabilidades que establece el Código Civil y la legislación vigente en materia de responsabilidad profesional.

Artículo 76° - PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS

La propiedad intelectual del contenido de todos los informes presentados por el contratista en lo que hace a los estudios, cálculos, recomendaciones, conclusiones y demás trabajos propios de los profesionales de aquella, será exclusiva del promotor, quien podrá disponer libremente de los mismos. El contratista sólo podrá invocarlos como antecedentes de su propia labor.

CAPÍTULO XV : DE LA REVISIÓN, CERTIFICACIÓN Y PAGO

Artículo 77° - REVISIÓN DE LOS INFORMES

La comisión revisará, analizará, evaluará y, en caso de encontrarlos conformes a las normas contenidas en la documentación contractual, aceptará los informes y demás documentación de respaldo a sus tareas que entregue al contratista durante la vigencia del contrato.

Artículo 78° - CERTIFICACIÓN DE LAS PRESTACIONES

La comisión emitirá un informe de evaluación mensual que será elevado al promotor. En caso de que su evaluación concluya en el sentido que las funciones del contratista hubiesen sido cumplidas en forma satisfactoria por el mismo en el período considerado y se ajustan a las normas contenidas en la documentación contractual, se dará curso a la factura de pago correspondiente.

Artículo 79° - CONFECCIÓN DE LAS FACTURAS DE PAGO

El contratista presentará las facturas de pago a la comisión, para cuya confección utilizará formularios previamente aprobados y que se ajusten a las disposiciones vigentes en la materia. Para tales facturas se considerará como fecha de emisión, la del día hábil posterior al de finalización del periodo al que corresponden las prestaciones liquidadas.

Artículo 80° - FONDO DE REPARO

Se mantendrá un cinco (5) por ciento de la garantía de cumplimiento del contrato para la reparación de las obras defectuosas por parte del contratista.

Artículo 81° - PAGO DE LOS CERTIFICADOS

El pago de las facturas o certificados mensuales se efectuará dentro de los treinta (30) días contados desde el primer día posterior a su fecha de emisión, a través del fiduciario.

En caso de producirse mora en el pago, será de aplicación lo estipulado en el derecho español.

Artículo 82° - DEVOLUCIÓN DE GARANTÍAS

La garantía constituida de acuerdo con lo especificado en el Artículo 46° será devuelta al contratista a la firma del acta de finalización de las prestaciones.

Para iniciar la tramitación de la devolución de la garantía referida precedentemente, el contratista deberá presentar la nota de estilo a la comisión.

Queda establecido que previo al reintegro de la mencionada garantía, el contratista deberá presentar en caso de requerirlo la comisión, las constancias expedidas por el Departamento Provincial de Trabajo, Consejos y Colegios Profesionales que correspondan y organismos similares de jurisdicción competente en la provincia, que certifiquen que aquélla no registra multas, expedientes iniciados en su contra o embargos por cobro de haberes, preavisos, indemnizaciones, honorarios profesionales impagos u otros conceptos.

Artículo 83° - OBLIGACIONES INCUMPLIDAS POR EL CONTRATISTA

Sin perjuicio de lo establecido en el Artículo 81°, en el acto de percibir el importe de cualquier certificado en condiciones de pago, el contratista deberá abonar en efectivo los impuestos y gravámenes adeudados a entidades oficiales y cualquier embargo judicial trabado a solicitud de profesionales, empleados o personas a quienes se deban honorarios, servicios, trabajos o provisiones relacionados con la materialización del contrato y que hubiesen sido fehacientemente comunicadas al promotor con anterioridad a la expedición de la orden de pago respectiva.

Artículo 84° - OTRAS DISPOSICIONES

84.1. Se consideran a los precios cotizados en la oferta como inalterables durante toda la vigencia del contrato.

Toda cláusula contenida en el pliego o que se desprenda de las normas de aplicación y que se oponga a esta especificación será de nulidad absoluta.

84.2. Previo a efectivizarse el pago de los certificados, el contratista deberá presentar las constancias de haber cumplimentado, en tiempo y forma, todas las obligaciones fiscales, de acuerdo con las normas vigentes al respecto.

Artículo 85° - ACTUALIZACIONES

En el supuesto que se produjera una modificación legal sustancial al régimen de la ley nacional, el promotor notificará al contratista el sistema de actualización que se empleará en relación con todas las sumas de dinero que fueren de aplicación.

CAPÍTULO XVI : DE LAS SANCIONES

Artículo 86° - POR FALTAS E INFRACCIONES

Si el contratista incurriese en incumplimientos o cometiera infracciones a cualquiera de las disposiciones contenidas en las normas legales de aplicación, pliego, documentación contractual y/o instrucciones impartidas por la comisión, se hará plausible a la aplicación de una multa de cien euros (100€), por cada infracción que cometa o incumplimiento en que incurra, siempre que no se trate de casos cuya penalidad esté explícitamente contempladas en otros artículos.

Estas multas podrán ser reiteradas diariamente hasta el cese de la infracción o el cumplimiento de lo requerido.

No podrá aplicarse más de una multa por el mismo hecho sancionable. La reiteración continuada de hechos sancionables con multas podrá dar lugar a la rescisión del contrato, a exclusivo juicio del promotor.

Artículo 87° - PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE MULTAS

A los fines de la aplicación de las multas que se establecen en el pliego y en el contrato, se considerará producido el hecho por el solo incumplimiento de las cláusulas contractuales que dan origen a la aplicación de las mismas. El importe de la penalidad será exigible y cobrable sin necesidad de interpelación extrajudicial o judicial previa, produciéndose la mora en forma automática por el solo vencimiento del plazo concedido para su cancelación.

En todos los casos en que corresponda la aplicación de multas, las mismas serán dispuestas por resolución del promotor y notificadas al contratista por la comisión. El montante resultante será pagado por aquélla en un plazo de diez (10) días contados a partir de la fecha de su notificación.

Vencido el plazo de pago, el promotor podrá deducir los montantes impagados más sus intereses moratorios (tasa activa de descuento de documentos del Banco de España), de cualquier crédito que tenga a su favor el contratista, a cuyo fin los importes originados en penalidades, cualquiera que sea su origen, se consideran de plazo vencido, líquidos y exigibles.

En especial las multas podrán deducirse de los pagos de cualquier tipo que tenga a cobrar el contratista o de las garantías constituidas de acuerdo a las disposiciones contractuales, a cuyo efecto aquélla deberá disponer los mecanismos o la redacción necesaria para que ello pueda efectivizarse de manera automática. Cada vez que se produzca una reducción en el montante de las garantías por deducción de multas, el contratista deberá reintegrar el montante original de las mismas, dentro de los diez (10) días de efectivizada la deducción.

Las multas, una vez aplicadas, serán deducidas en forma automática, sin perjuicio de las presentaciones, recurriendo las mismas, que el contratista pueda efectuar mediante la correspondiente nota dirigida a la comisión. Si se diese curso favorable a alguna solicitud de reconsideración, el importe descontado le será reintegrado mediante un certificado especial, sin ningún tipo de interés.

CAPÍTULO XVII : DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Artículo 88° - ASOCIACIÓN DE LOS INTEGRANTES DE UN POSTULANTE

Sin perjuicio de lo establecido en el Artículo 11°, no se admitirán ofertas presentadas por sociedades accidentales, sociedades de hecho o consorcios. Tampoco podrán presentarlas las personas o entes centralizados, descentralizados o autárquicos provinciales o municipales, o que fueren controlados directa o indirectamente por provincias o municipios.

Los únicos tipos de asociación que se admitirán serán las sociedades regularmente constituidas y las uniones transitorias de empresas constituidas específicamente a los fines del presente concurso, en las condiciones especificadas en los artículos siguientes.

Artículo 89° - SOCIEDADES

Podrán ser postulantes o integrantes bajo esta figura social sociedades regularmente constituidas, las que deberán tener un objeto social vinculado al presente concurso y un plazo superior en seis (6) meses al vencimiento de las obligaciones contractuales emergentes del mismo.

Para el caso de sociedades extranjeras, las mismas deberán estar inscritas en la inspección general de justicia u organismo provincial análogo, lo cual deberá ser fehacientemente acreditado. En el caso de resultar adjudicatarias, deberán inscribirse en la provincia de Cádiz, como central, filial o sucursal, según corresponda.

Artículo 90° - UNIONES TRANSITORIAS DE EMPRESAS

Para el caso de las Uniones Transitorias de Empresas (U.T.E.) deberán cumplimentarse los siguientes requisitos:

- 90.1. Su duración no podrá ser menor de seis (6) meses al vencimiento de las obligaciones contractuales emergentes del presente concurso.

- 90.2. Se determinará expresamente la responsabilidad solidaria e ilimitada de sus miembros frente al promotor y a terceros, para el cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones emergentes del pliego, la que no debe cesar hasta que se hubiese dado finiquito a todas las cuentas pendientes, independientemente de la duración de la U.T.E.
- 90.3. Se prohíbe expresamente la posibilidad de desvinculación o transferencia de derechos o participación en la U.T.E., para todos sus miembros, cuyas aportaciones y participación consecuente quedan por este acto inmovilizadas y afectadas al contrato emergente del concurso, salvo autorización expresa del promotor.
- 90.4. Todas las aportaciones que efectivicen los miembros de la U.T.E. quedan sujetas al contrato, prohibiéndose su desafectación o transferencia, renunciando las empresas miembros de la U.T.E. a impugnar los términos contractuales y normativos contenidos en el pliego.
- 90.5. Las U.T.E. integradas o compuestas por sociedades extranjeras deberán cumplir con los requisitos de autorización y funcionamiento establecidos en la ley.
- 90.6. La apertura de la quiebra, concurso, liquidación o disolución de cualquiera de las empresas miembro de la U.T.E. no produce la disolución de ésta, pero produce de pleno derecho la conclusión anticipada del contrato, pudiendo el promotor exigir que los restantes miembros de la U.T.E. se hagan cargo de la obligación de aquél ante la U.T.E., en la formas y plazos que oportunamente se establezcan para dicho supuesto. Para este caso, las empresas agrupadas en la U.T.E. perderán las garantías constituidas, las que se ejecutarán sin necesidad de interpelación extrajudicial, administrativa o judicial alguna.

- 90.7. Deberán acompañar el contrato de constitución de U.T.E., otorgado por instrumento público o privado, con constancia judicial, o de la inspección general de justicia de la nación, de la iniciación del trámite de la inscripción correspondiente.
- 90.8. En caso de ser adjudicada la U.T.E. en formación, deberá completar el trámite de inscripción a la fecha de suscripción del contrato, es decir, dentro de los cinco (5) días de notificado fehacientemente del acto de adjudicación.
- 90.9. Para el caso de no cumplimentar lo exigido precedentemente, en el plazo establecido, la Administración podrá dejar sin efecto la adjudicación con la pérdida de garantía de propuesta, pudiendo adjudicar la licitación a la propuesta que sigue en orden de prelación de conveniencia.

CAPÍTULO XVIII : FORMULARIOS

FORMULARIO A: PROPUESTA DE CONTRATACIÓN

**CONCURSO PÚBLICO PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA
INSTALACIÓN DE CABECEO O BLENDING DE VINOS GENEROSOS
DE LICOR DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN “JEREZ-XÉRÈS-
SHERRY”**

Jerez de la Frontera,.....de..... de 20__

S/D.....

.....que
suscribe(n), habiendo examinado la documentación preparada para el Concurso del epígrafe, se compromete(n) a efectuar los servicios en un todo de acuerdo con las cláusulas contenidas en el Pliego del mismo, conforme con el detalle y precios que se consignan en la Planilla Desagregada de Cotización adjunta, conforme el numeral 21.2 del pliego.

La Oferta, cuyo importe asciende a la suma de
.....
....., se efectúa para contratar los servicios en la forma indicada en el pliego y las circulares emitidas.

Queda perfectamente establecido que la suma consignada incluye la totalidad de las prestaciones objeto del concurso de la referencia, tanto las concretamente exigidas en el pliego como las que se desprenden de su contenido, aún cuando las mismas no estén mencionadas como asuntos o ítem específicos en la Planilla Desagregada de Cotización adjunta.

.....

Firma del o de los representantes legales

.....

Aclaración de firmas

FORMULARIO B: COMPROMISO DE PARTICIPACIÓN

Jerez de la Frontera,.....de..... de 20__

S/D.....

Por la presente, manifiesto expresamente conocer la naturaleza de los servicios, la presentación de la metodología y cronograma de actividades para el concurso público para la implantación de una instalación de cabeceo o blending de vinos generosos de licor de la denominación de origen “Jerez-Xérès-Sherry”. Ratifico mi compromiso de participación con el postulante

.....

.....como.....

.....para realizar los siguientes servicios:

.....

.....

.....

.....

.....

.....tal como figura en la correspondiente

presentación, obligándome a aplicar en la realización de tales trabajos, los conocimientos, los procedimientos de estudio y cálculo y las técnicas más avanzadas que hasta el presente se han desarrollado al respecto.

Asimismo declaro expresamente conocer las especificaciones del pliego relativas a la naturaleza de los servicios concursados, a las características de las prestaciones profesionales emergentes de los mismos y a su lugar de prestación y que no me comprenden ninguna de las causales de incompatibilidad indicadas en el Artículo 15º del pliego.

.....

Firma

.....

Aclaración de firma

FORMULARIO C: MODELO CURRICULUM

- 1) Razón social del postulante.
- 2) Datos personales.
 - 2.1) Nombre y apellidos.
 - 2.2) Nacionalidad.
 - 2.3) Fecha de nacimiento.
 - 2.4) Estado civil.
 - 2.5) Documento de identidad.
 - 2.6) Lugar de residencia permanente.
 - 2.7) Teléfono.
- 3) Formación académica.
 - 3.1) Título principal.
 - 3.2) Facultad y universidad que lo expidió.
 - 3.3) Año de obtención.
 - 3.4) Títulos de postgrado (con iguales datos).
 - 3.5) Estudios de perfeccionamiento y/o cursos de capacitación.
- 4) Información complementaria.
 - 4.1) Colegio profesional donde se halla inscrito, consignando el número de inscripción.
 - 4.2) Conocimiento de idiomas. Para cada uno consignar según corresponda:
habla / lee / escribe.
- 5) Antecedentes varios.

- 5.1) Antecedentes docentes, indicando asignaturas o cursos dictados, Facultad, Universidad y período.
- 5.2) Antecedentes científicos.
- 5.3) Publicaciones (libros, artículos publicados en revistas técnicas, etc.)
- 5.4) Relación con entidades profesionales o científicas.
- 5.5) Cursos de especialización tomados.
- 6) Antecedentes profesionales.
 - 6.1) Antecedentes destacables relacionados específicamente con actividades análogas a aquellas para las cuales se lo propone en el presente concurso, indicando en forma correcta y sucinta, para cada uno:
 - 6.1.1) Denominación precisa del trabajo, estudio, proyecto o prestación.
 - 6.1.2) Localización.
 - 6.1.3) Comitente.
 - 6.1.4) Labor profesional desarrollada.
 - 6.1.5) Nivel ocupado y/o grado de participación.
 - 6.1.6) Período de afectación.
 - 6.2) Desempeño actual (si lo tuviere) en la actividad pública, privada y/o universitaria, indicando el nombre del organismo, empresa y/o institución, funciones específicas y carga horaria.
 - 6.3) Cargos jerárquicos ocupados o funciones desarrolladas en organismos internacionales, empresas, función pública, docentes, investigación, misiones relevantes, etc.
- 7) Observaciones.

- 7.1) Sin perjuicio de la obligación de la cumplimentación de los datos consignados en estos documentos, sólo se tendrán en cuenta para la calificación los más relevantes y directamente afines a las funciones comprometidas.
- 7.2) Para el personal profesional clave, el presente formulario C deberá ir firmado en todas sus hojas (además de la(s) firma(s) del o de los representante(s) legal(es)), por el profesional a que corresponde.

Documento 5.- PRESUPUESTO

5.1.- ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5.- PRESUPUESTO	5-1
5.1.- ÍNDICE DEL PRESUPUESTO.....	5-2
5.2.- MEDICIONES.....	5-3
5.2.1.- TUBERÍAS Y ACCESORIOS INOXIDABLES; MANGUERAS.....	5-3
5.2.2.- EQUIPOS DE IMPULSIÓN	5-3
5.2.3.- EQUIPO DE LIMPIEZA	5-3
5.2.4.- SISTEMA DE DIFUSIÓN / MEZCLA	5-3
5.2.5.- DEPÓSITOS	5-4
5.2.6.- VÁLVULAS	5-4
5.2.7.- RED AS-i.....	5-4
5.2.8.- ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA	5-4
5.3.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	5-6
5.4.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	5-7

5.2.- MEDICIONES

**5.2.1.- TUBERÍAS Y ACCESORIOS INOXIDABLES;
MANGUERAS**

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO UNITARIO (€/u)	PRECIO BASE (€)
TUBERÍA ROSCADA	N.S. 2½", Sch. 5S	ALINOX S.A.	212m	55,00	11.660,00
CODO 90° ROSCADO	N.S. 2½", Sch. 5S	ALINOX S.A.	13	90,00	1.170,00
TE ROSCADA	N.S. 2½", Sch. 5S	ALINOX S.A.	52	180,00	9.360,00
MANGUERAS ENOLÓGICAS	ENOFLEX Springvin 70mm	SECOVISA	21m	34,43	723,03
				TOTAL	22.913,03

5.2.2.- EQUIPOS DE IMPULSIÓN

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO UNITARIO (€/u)	PRECIO BASE (€)
BOMBA CENTRÍFUGA	I-502/2	DELOULE	4	8.103,00	32.412,00
				TOTAL	32.412,00

5.2.3.- EQUIPO DE LIMPIEZA

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO UNITARIO (€/u)	PRECIO BASE (€)
CIP	FIJO	INOXPA	1	55.867,00	55.867,00
				TOTAL	55.867,00

5.2.4.- SISTEMA DE DIFUSIÓN / MEZCLA

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO UNITARIO (€/u)	PRECIO BASE (€)
LANZA AGITACIÓN	NW-50	ABELLÓ LINDE	2	290,00	580,00
REDUCTOR GASES	OMT B242	CGE	1	1.074,29	1.074,29
				TOTAL	1.654,29

5.2.5.- DEPÓSITOS

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO UNITARIO (€/u)	PRECIO BASE (€)
DEPÓSITO	10m ³	SECOVISA	12	5.940,00	71.280,00
DEPÓSITO	20m ³	SECOVISA	29	7.193,00	208.597,00
				TOTAL	279.877,00

5.2.6.- VÁLVULAS

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO UNITARIO (€/u)	PRECIO BASE (€)
ELECTROVÁLVULAS	Ball valve type 130 PVC-U 24V	GEORG FISCHER	154	186,25	28.682,50
VÁLVULA DE RETENCIÓN	AISI 316, 150LBS, CHAPALETA	VÁLVULAS INDUSTRIALES	4	249,28	997,12
				TOTAL	29.679,62

5.2.7.- RED AS-I

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO UNITARIO (€/u)	PRECIO BASE (€)
SENSOR DE TEMPERATURA	TAA431	IFM ELECTRONIC	41	224,00	9.184,00
SENSOR DE PRESIÓN	PPA024	IFM ELECTRONIC	41	312,00	12.792,00
SENSOR DE NIVEL	VEGASON62	VEGA	41	924,00	37.884,00
PLC	CPU 226	SIEMENS	1	464,91	464,91
MAESTRO	CP 243-2	SIEMENS	1	293,15	293,15
MÓDULO DIGITAL	EM 222	SIEMENS	37	88,17	3.262,31
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	SITOP SMART 10A	SIEMENS	16	195,00	3.120,00
BUS AS-i	PERFILADO	SIEMENS	400m	8,60	3.440,00
CONECTOR DE UNIÓN		SIEMENS	46	14,22	654,12
SOFTWARE		SIEMENS	1	7.512,65	7.512,65
PC	Procesador Intel Core i7-920 2.66 GHz	INTEL	1	1.599,00	1.599,00
				TOTAL	78.651,38

5.2.8.- ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA

DESIGNACIÓN	MODELO	PROVEEDOR	UN.	PRECIO	PRECIO
-------------	--------	-----------	-----	--------	--------

				UNITARIO (€/u)	BASE (€)
CUADRO DE POTENCIA			1	5.108,60	5.108,60
				TOTAL	5.108,60

5.3.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

DESCRIPCIÓN	PRECIO
TUBERÍAS Y ACCESORIOS INOXIDABLES; MANGUERAS	22.913,03 €
EQUIPOS DE IMPULSIÓN	32.412,00 €
EQUIPO DE LIMPIEZA	55.867,00 €
SISTEMA DE DIFUSIÓN / MEZCLA	1.654,29 €
DEPÓSITOS	279.877,00 €
VÁLVULAS	29.679,62 €
RED AS-i	78.651,38 €
ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA	5.108,60 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	506.162,92 €

5.4.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PARTIDA	PRECIO
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	506.162,92 €
GASTOS GENERALES (13%)	65.801,18 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	30.369,78 €
I.V.A. (16%)	80.986,07 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	683.319,94 €

EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA ASCIENDE A LA CANTIDAD DE SEISCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS DIECINUEVE EURO CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Firmado:

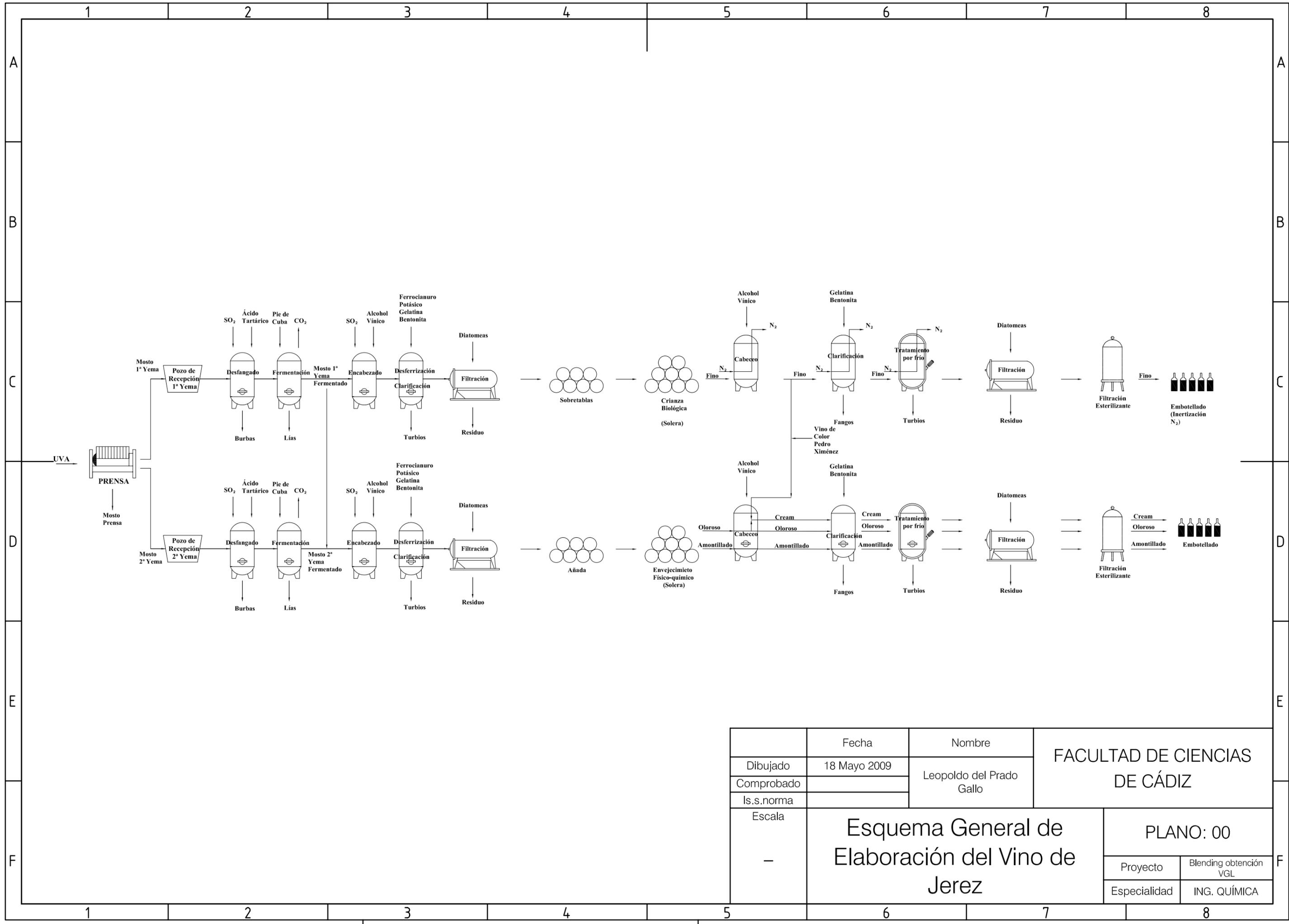
Leopoldo del Prado Gallo

Cádiz, Julio 2009

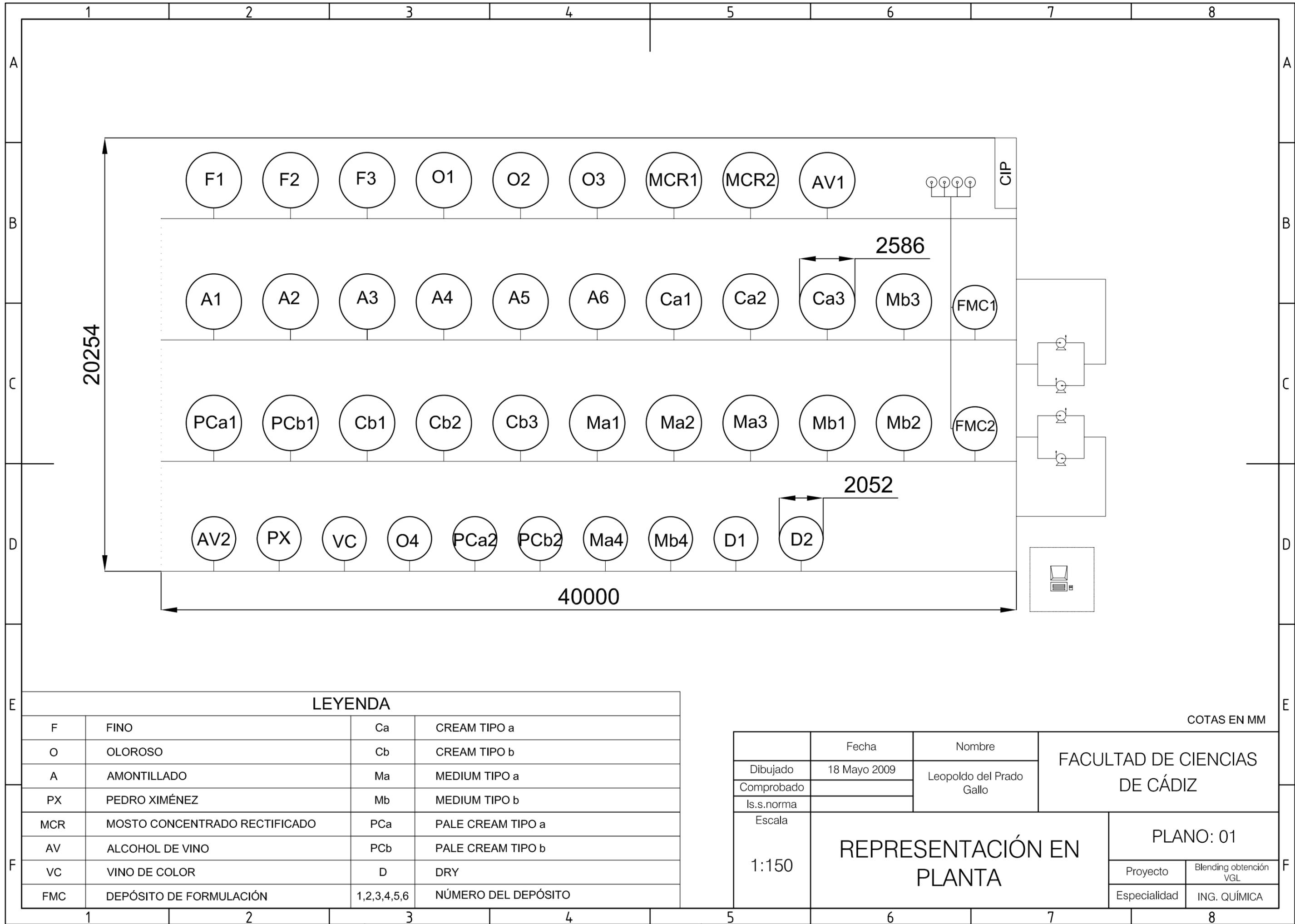
Documento 6.- PLANOS

6.1.- ÍNDICE DE PLANOS

DOCUMENTO 6.- PLANOS	6-1
6.1.- ÍNDICE DE PLANOS.....	6-2
6.2.- ESQUEMA GENERAL DE ELABORACIÓN DEL VINO DE JEREZ...6-3	
6.3.- REPRESENTACIÓN EN PLANTA.....	6-4
6.4.- P & ID.....	6-5
6.5.- DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO DE 10.000L Y 20.000L, ALZADO	6-6



	Fecha	Nombre	FACULTAD DE CIENCIAS DE CÁDIZ		
Dibujado	18 Mayo 2009	Leopoldo del Prado Gallo			
Comprobado					
Is.s.norma					
Escala	Esquema General de Elaboración del Vino de Jerez		PLANO: 00		
—			Proyecto	Blending obtención VGL	
			Especialidad	ING. QUÍMICA	

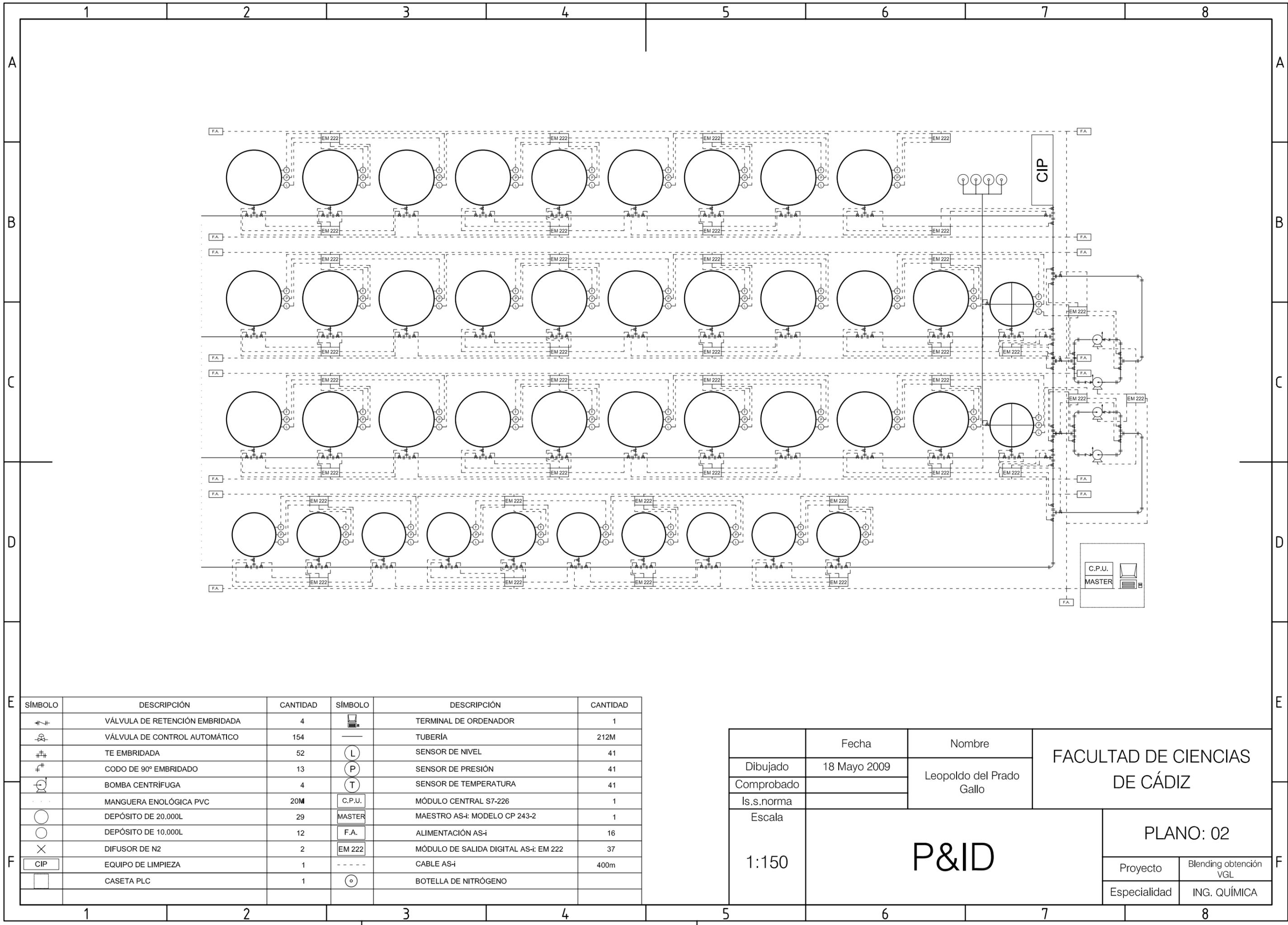


LEYENDA

F	FINO	Ca	CREAM TIPO a
O	OLOROSO	Cb	CREAM TIPO b
A	AMONTILLADO	Ma	MEDIUM TIPO a
PX	PEDRO XIMÉNEZ	Mb	MEDIUM TIPO b
MCR	MOSTO CONCENTRADO RECTIFICADO	PCa	PALE CREAM TIPO a
AV	ALCOHOL DE VINO	PCb	PALE CREAM TIPO b
VC	VINO DE COLOR	D	DRY
FMC	DEPÓSITO DE FORMULACIÓN	1,2,3,4,5,6	NÚMERO DEL DEPÓSITO

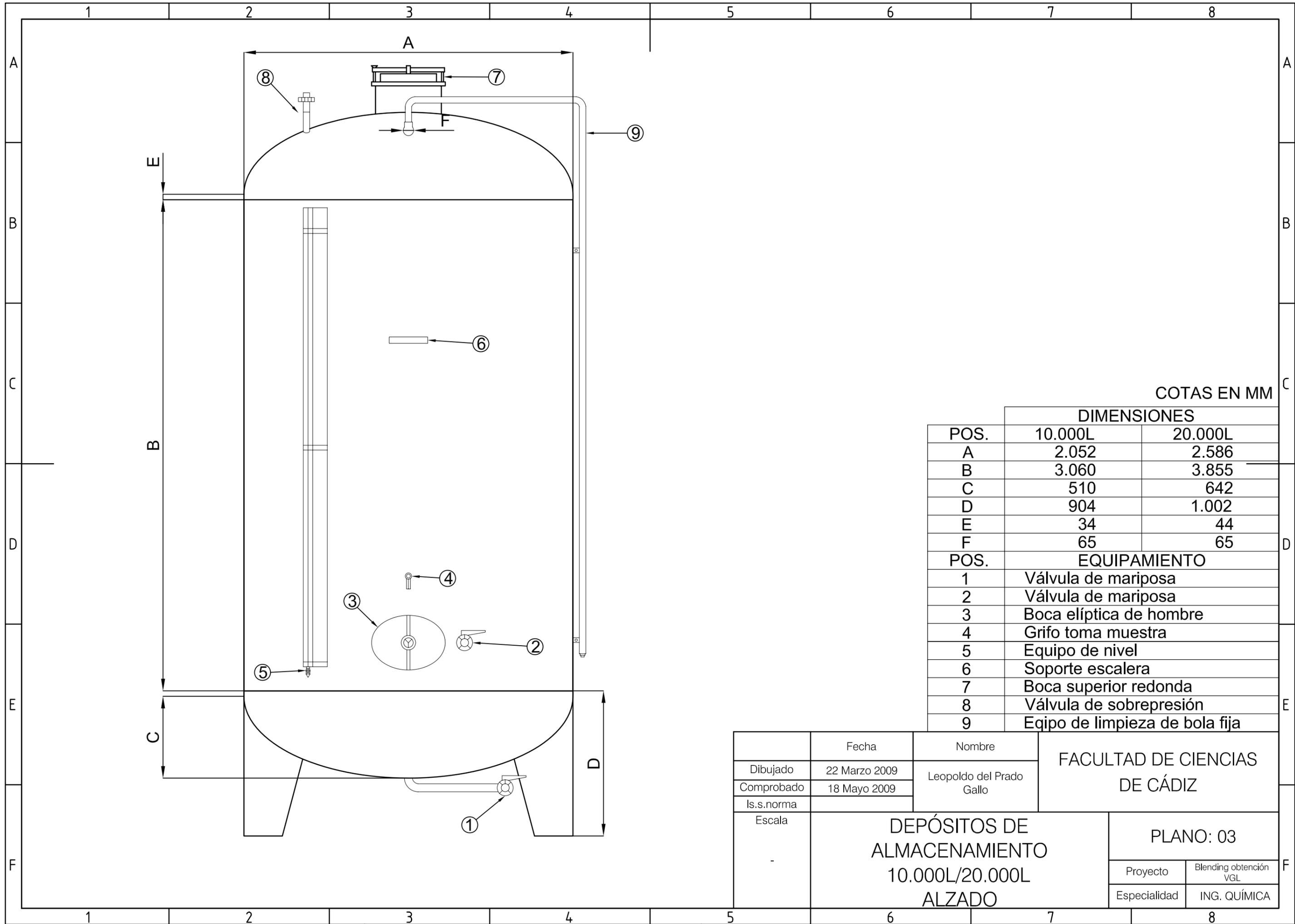
COTAS EN MM

	Fecha	Nombre	FACULTAD DE CIENCIAS DE CÁDIZ	
Dibujado	18 Mayo 2009	Leopoldo del Prado Gallo		
Comprobado				
Is.s.norma			PLANO: 01	
Escala	1:150		REPRESENTACIÓN EN PLANTA	
	Proyecto	Blending obtención VGL		
	Especialidad	ING. QUÍMICA		



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	VÁLVULA DE RETENCIÓN EMBRIDADA	4		TERMINAL DE ORDENADOR	1
	VÁLVULA DE CONTROL AUTOMÁTICO	154		TUBERÍA	212M
	TE EMBRIDADA	52		SENSOR DE NIVEL	41
	CODO DE 90° EMBRIDADO	13		SENSOR DE PRESIÓN	41
	BOMBA CENTRÍFUGA	4		SENSOR DE TEMPERATURA	41
	MANGUERA ENOLÓGICA PVC	20M		MÓDULO CENTRAL S7-226	1
	DEPÓSITO DE 20.000L	29		MAESTRO AS-i: MODELO CP 243-2	1
	DEPÓSITO DE 10.000L	12		ALIMENTACIÓN AS-i	16
	DIFUSOR DE N2	2		MÓDULO DE SALIDA DIGITAL AS-i: EM 222	37
	EQUIPO DE LIMPIEZA	1		CABLE AS-i	400m
	CASETA PLC	1		BOTELLA DE NITRÓGENO	

	Fecha	Nombre	FACULTAD DE CIENCIAS DE CÁDIZ	
Dibujado	18 Mayo 2009	Leopoldo del Prado Gallo		
Comprobado				
Is.s.norma			PLANO: 02	
Escala	1:150		P&ID	
			Proyecto	Blending obtención VGL
	Especialidad	ING. QUÍMICA		



COTAS EN MM

POS.	DIMENSIONES	
	10.000L	20.000L
A	2.052	2.586
B	3.060	3.855
C	510	642
D	904	1.002
E	34	44
F	65	65
POS.	EQUIPAMIENTO	
1	Válvula de mariposa	
2	Válvula de mariposa	
3	Boca elíptica de hombre	
4	Grifo toma muestra	
5	Equipo de nivel	
6	Soporte escalera	
7	Boca superior redonda	
8	Válvula de sobrepresión	
9	Eqipo de limpieza de bola fija	

	Fecha	Nombre	FACULTAD DE CIENCIAS DE CÁDIZ	
Dibujado	22 Marzo 2009	Leopoldo del Prado Gallo		
Comprobado	18 Mayo 2009			
Is.s.norma				
Escala	DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO 10.000L/20.000L ALZADO		PLANO: 03	
			Proyecto	Blending obtención VGL
			Especialidad	ING. QUÍMICA

