

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Diseño del sistema de depuración de efluentes líquidos provenientes de los procesos de elaboración, envejecimiento y embotellado de vino en una bodega de Sanlúcar de Barrameda

Autora: Vanesa LUNA JIMÉNEZ

Fecha: Junio 2008





ÍNDICE GENERAL.

- 1. RESUMEN.**
- 2. Documento N° 1: MEMORIA.**
 - A. Memoria Descriptiva.**
 - B. Anexo a la Memoria. Anexo de Cálculo.**
- 3. Documento N° 2: PLIEGO DE CONDICIONES.**
- 4. Documento N° 3: PRESUPUESTO.**
- 5. Documento N° 4: PLANOS.**
- 6. Documento N° 5: ANEXOS.**



RESUMEN.

1. RESUMEN.

Las Bodegas, a pesar de desarrollar una actividad industrial que no está catalogada como generadora de un grave impacto ambiental, tiene notables implicaciones medioambientales, principalmente por el elevado consumo de agua que de forma prioritaria se destina a las operaciones de limpieza de maquinaria e instalaciones. Otra fuente potencial de contaminación aplicable a este sector vinícola son los vertidos líquidos que se generan. La generación de residuos o el consumo de recursos por parte de las bodegas dañan en mayor o menor grado el entorno natural.

Estas aguas residuales proceden generalmente de la limpieza de depósitos, equipos e instalaciones y se caracterizan por presentar sólidos, una elevada carga orgánica, un bajo pH y por ser altamente discontinuos a lo largo de la jornada.

Tabla 1.3. Análisis de las características físico-químicas del Vertido.

RESULTADO ANALÍTICO		LEGISLACIÓN (Anexo)
DBO ₅ (mg/l)	1478,74	500 mg/l
DQO (mg/l)	2600	---
Sólidos en suspensión (mg/l)	1146,23	600 mg/l
Aceites y Grasas (mg/l)	41,0	100 mg/l
pH (unidades de pH)	5,7	6-9,5
Fenoles (mg/l)	0,2	50 mg/l
Cianuros (mg/l)	0,0	5 mg/l
Amoniaco (mg/l)	0,1	100 mg/l
Fosfatos (mg/l)	2,7	100 mg/l
Sulfatos (mg/l)	1,2	5 mg/l
Sulfuros (mg/l)	0,6	5 mg/l
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°	4755,0	---
m ³ /día	83,3	
kg/día DBO ₅	123,2	
kg/día SS	95,48	

Según la Directiva 91/271/CEE este tipo de vertidos son asimilables a urbanos, por lo que generalmente son enviados directamente sin ningún tipo de tratamiento previo al alcantarillado de las poblaciones, generando graves problemas en las EDAR's, tales como:

- Fenómeno Bulking.
- Generación de espumas.
- Déficit de oxígeno en el reactor biológico.
- Problemas generados como consecuencia del carácter ácido y déficit de nutrientes.

Es por ello, que cada municipio puede mediante sus ordenanzas municipales tomar parte en este asunto. Así, en Sanlúcar de Barrameda existe un reglamento municipal de medio ambiente en el que se dice que todas las industrias que viertan a la red de alcantarillado, deberán tratar sus vertidos para adecuarlos a las limitaciones especificadas en esta ordenanza, para así reducir la contaminación de sus aguas residuales previamente a su vertido final y poder así garantizar el correcto funcionamiento y conservación de las instalaciones de saneamiento y depuración construidas.

El objeto del siguiente proyecto consiste en minimizar los vertidos en origen y dimensionar la EDARI necesaria para adecuar los parámetros del vertido a los exigidos por la normativa actual.

La EDARI constará de las siguientes etapas de tratamiento (diagrama A):

→ **Homogeneización del caudal.**

Las variaciones de caudal y carga que presenta el afluente es el motivo por el que se hace necesaria la instalación de un sistema de homogeneización. La homogeneización de caudales es una medida empleada para superar los problemas de tipo operativo que causan estas variaciones de caudal, y para reducir el tamaño y los costos de las unidades de tratamiento ubicadas aguas abajo.

Con la homogeneización del caudal se persigue un triple objetivo:

1. Conseguir la neutralización.
2. Aminorar las variaciones de la corriente de aguas residuales, intentando conseguir una corriente mezclada, con un caudal relativamente constante, que sea el que llegue a la planta de tratamiento.

3. Aminorar las variaciones de la DBO del afluente a los sistemas de tratamiento.

→ **Tamiz de disco rotativo.**

El vertido que se va a tratar no presenta residuos de gran tamaño que pudiesen provocar problemas mecánicos en bombas y demás equipos de la planta de tratamiento. Tampoco contiene gran cantidad de material flotante ni grasas y aceites. Sin embargo sí contiene sólidos en suspensión; es por ello que se hace necesario un tratamiento preliminar del vertido con el objetivo de reducir estos sólidos en suspensión, que podrían reducir la eficiencia del tratamiento biológico posterior.

→ **Intercambiador de calor.**

Las reacciones anaerobias se desarrollan en un amplio rango de temperaturas, dividiéndose en dos zonas; una zona mesofílica, que abarca entre los 12°C y los 35°C con un óptimo entre los 29 y 33°C; y una termofílica entre los 35°C y los 65°C, con un óptimo alrededor de los 55°C.

Para mantener la temperatura de digestión en el rango de operación escogido, rango mesófilo (35°C), hay que calentar la alimentación procedente de la balsa de homogeneización previo paso por el tamiz rotativo, desde su temperatura de entrada ($T_{ent, vertido}^{a}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta la temperatura de operación (35°C). Para realizar esta operación es necesario instalar un intercambiador de calor de tubos concéntricos con circulación en contracorriente, donde el fluido a calentar se corresponde con el vertido y el fluido caliente corresponderá al agua de refrigeración procedente del motor-generator.

→ **Digestión anaerobia. Reactor UASB (“Upflow Anaerobic Sludge Blanket”).**

Las ventajas de los reactores UASB con respecto a otros sistemas anaerobios son:

1. El coste de inversión es bajo. Cargas de diseño de hasta 10 kg DQO/m³ día o más altas son utilizadas; por lo tanto el volumen del reactor es pequeño.
2. Las fermentaciones ácida y metánica, así como la sedimentación tienen lugar en el mismo tanque. Por lo tanto las plantas son muy compactas, con considerable economía de espacio.

3. Como no hay relleno, se elimina la posibilidad de cortocircuitos y obstrucciones.
4. El consumo de potencia es bajo puesto que el sistema no requiere ninguna agitación mecánica.

Además una de las ventajas de emplear un sistema anaerobio en lugar de un sistema aerobio, es la producción de metano debido a su valor como combustible. Una parte sustancial de la necesidad energética de los procesos anaerobios puede obtenerse de los gases emitidos.

→ **Motor de Combustión Interna.**

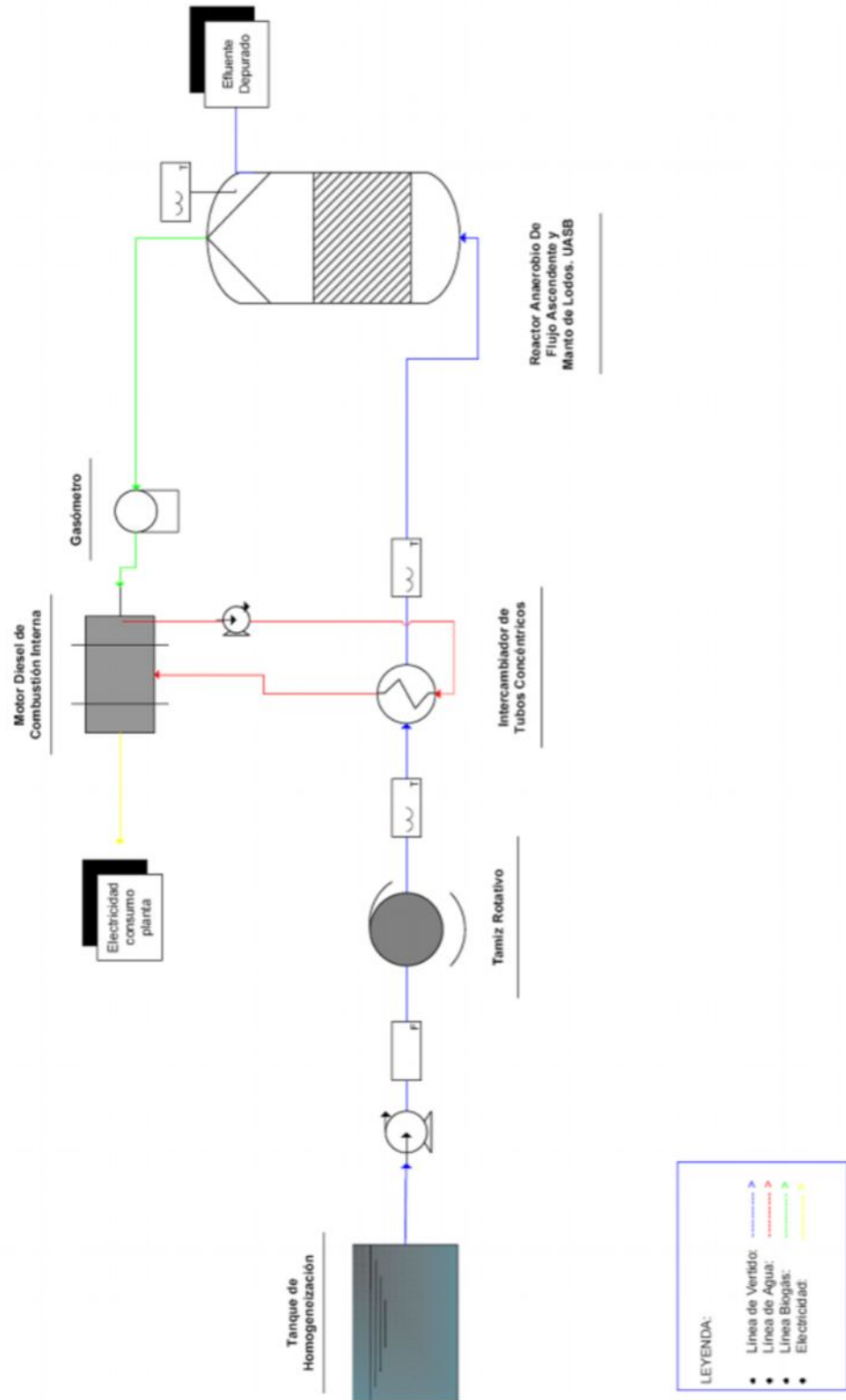
El biogás puede ser utilizado como combustible en motores de combustión interna de ciclo diesel, lo que permite producir energía eléctrica por medio de un generador accionado por el eje del motor. Con esto se persigue el aprovechamiento máximo de las posibilidades que ofrece el biogás generado en la digestión anaerobia:

- Para la producción de energía eléctrica, de manera que se reduzca de manera significativa la necesidad de consumir energía externa a la planta. Se trata de una fuente renovable, en la medida en que permite aprovechar el contenido en materia orgánica del vertido, que es consecuencia directa de la utilización del agua como vehículo en la eliminación de una variada gama de desechos dentro de la Bodega.

- De manera complementaria se aprovecha el calor del sistema de refrigeración del motor, para mantener en todo momento una temperatura en el interior del digestor de unos 35°C.

En definitiva, se trata de un sistema de cogeneración que permite aprovechar aproximadamente un 70% del poder calorífico del biogás obtenido.

Diagrama A. Diagrama de Flujo del Sistema adoptado para la depuración de los vertidos procedentes de Bodega.



Documento N°1.

MEMORIA.

ÍNDICE.

A. MEMORIA DESCRIPTIVA.

Capítulo I. ANTECEDENTES.....	1
Capítulo II.OBJETO.....	4
Capítulo III. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
Capítulo IV. ALCANCE.....	7
Capítulo V. PRESENTACIÓN DE LA BODEGA.	
5.0. Introducción	8
5.1. Localización	8
5.2. Productos elaborados	10
5.3. Distribución de la Bodega.	
5.3.1. Zona de bodegas.....	15
5.3.2. Planta de tratamiento.....	18
5.3.3. Planta de embotellado.....	21
5.3.4. Laboratorio.....	22
5.3.5. Zona de catas.....	22
5.3.6. Zona de recogida de residuos sólidos y vertidos.....	23
Capítulo VI. CAMPAÑA DE EVALUACIÓN DE VERTIDOS.	
6.0. Introducción	23
6.1. Diagrama de flujo. Proceso	24
6.2. Revisión de efluentes de la planta.....	26
6.3. Diagrama de flujo. Identificación puntos de vertido.....	31
6.4. Conclusiones.....	32

6.5. Propuesta de medidas preventivas y correctoras.....	32
--	----

Capítulo VII. GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL VERTIDO.

7.0. Introducción	34
-------------------------	----

7.1. Medición de Caudales.....	35
--------------------------------	----

7.2. Determinación de la composición del vertido.

7.2.1. Análisis de los datos de carga.....	40
--	----

7.2.2. Carga contaminante media	41
---------------------------------------	----

Capítulo VIII. SISTEMA DE DEPURACIÓN A ADOPTAR.

8.0. Operaciones físicas unitarias.....	43
---	----

8.1. Procesos químicos unitarios.....	45
---------------------------------------	----

8.2. Sistemas biológicos.

8.2.1. Introducción a los sistemas biológicos	47
---	----

8.2.2. Digestión anaerobia	51
----------------------------------	----

- Introducción.
- Microbiología del proceso.
- Productos de la digestión anaerobia.
- Factores que determinan el proceso anaerobio.
- Cinética de la degradación anaerobia.
- Técnicas aplicables de digestión anaerobia.

Capítulo IX. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.

9.0. Tanque de Homogeneización/Neutralización.....	78
--	----

9.1. Tamiz de disco rotativo	83
------------------------------------	----

9.2. Intercambiador de calor.....	86
-----------------------------------	----

9.3. Reactor Anaerobio de manto de lodos y Flujo Ascendente (UASB; “Upflow Anaerobic Sludge Blanket”).	
---	--

9.3.1. Introducción	89
9.3.2. Funcionamiento del reactor UASB	92
9.3.3. Parámetros del proceso	94
9.3.4. Tamaño y material de construcción	99
9.4. Sistema Hidráulico.	
9.4.1. Conducción de alimentación	100
9.4.2. Bomba de impulsión	101
• Bomba de impulsión alimentación.	
• Bomba de impulsión agua de calefacción.	
9.5. Aprovechamiento Energético del Biogás.	
9.5.1. El Biogás	109
9.5.2. Aprovechamiento energético del biogás producido en la planta ..	
.....	112
• Calor recuperado en el Motor de Combustión Interna.	
• Componentes de la línea de Biogás.	

Capítulo X. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

10.0. Tanque de Homogeneización	123
10.1. Tamiz de disco rotativo	123
10.2. Intercambiador de Calor	124
10.3. Reactor Anaerobio, UASB.....	124
10.4. Motor de Combustión Interna	125
10.5. Gasómetro	126
10.6. Bomba de impulsión del vertido.....	126
10.7. Bomba de impulsión del agua de calefacción	127

Capítulo XI. SISTEMAS DE CONTROL DE LA PLANTA.

11.0. Introducción	128
11.1. Sistema de control del caudal	129
11.2. Sistema de control de la temperatura	131
11.3. Sistema de control del nivel	132
11.4. Sistema de control del pH	132

Capítulo XII. SEGURIDAD E HIGIENE EN LA PLANTA.

12.0. Conceptos Generales	133
12.1. Condiciones de Seguridad.	
12.1.1. Riesgos del uso de equipos y herramientas.....	140
12.1.2. Riesgo eléctrico.....	143
12.1.3. Riesgo de Explosión	147
12.1.4. Sistemas contraincendios.....	147
12.1.5. Lugares de trabajo	148
12.1.6. Señalización	160
12.1.7. Equipos de Protección Individual (EPI's).....	167
12.2. Condiciones Ambientales.	
12.2.1. Protección frente al ruido	168
12.2.2. Protección frente a vibraciones.....	175
12.3. Contaminantes Biológicos	177
12.4. Carga de Trabajo	181

Capítulo XIII. BIBLIOGRAFÍA..... 185

B. ANEXO A LA MEMORIA. MEMORIA DE CÁLCULO.

Anexo I. CÁLCULO TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN.

- 1.0. Cálculo del volumen del tanque de homogeneización..... 187
- 1.1. Evaluación del efecto del tanque sobre la carga orgánica..... 193

Anexo II. CÁLCULO INTERCAMBIADOR DE CALOR.

- 2.0. Cálculo de la velocidad de transferencia de calor (q).
 - 2.0.1. Cálculo de densidades y calores específicos..... 201
 - 2.0.2. Cálculo velocidades de flujo. 202
 - 2.0.3. Cálculo de la velocidad de transferencia de calor..... 203
- 2.1. Cálculo de la Temperatura de salida del fluido caliente..... 203
- 2.2. Cálculo del Incremento de Temperatura medio logarítmico (ΔT_{ML}). . 205
- 2.3. Cálculo del Coeficiente Global de Transmisión de calor (U).
 - 2.3.1. Cálculo de los coeficientes individuales de transmisión de calor (h). 206
- 2.4. Cálculo del Área Superficial de Transmisión de Calor. 211

Anexo III. CÁLCULO DEL REACTOR ANAEROBIO DE MANTO DE LODOS Y FLUJO ASCENDENTE. “UASB”.

- 3.0. Zona de Digestión.
 - 3.0.1. Volumen de la zona de digestión. 213
 - 3.0.2. Altura de la zona de digestión..... 214
 - 3.0.3. Diámetro de la zona de digestión..... 214
- 3.1. Zona de Sedimentación..... 215
- 3.2. Comprobaciones..... 216
- 3.3. Distribución del Afluente. Sistema de Alimentación..... 217

3.4. Eficacia de Remonición.	
3.4.1. Eficiencia de Remonición de la DQO.	217
3.4.2. Eficiencia de Remonición de la DBO ₅	218
3.4.3. Eficiencia de Remonición de Sólidos en Suspensión.	218
3.5. Producción de Biogás.	
3.5.1. Balance de Materia.....	219
3.5.2. Producción Volumétrica de Biogás.....	222
3.6. Colector de Biogás.	223
3.7. Separador Trifásico.	224
3.8. Evaluación de la Producción de Lodos.....	225

Anexo IV. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

4.0. Cálculo de Conducciones.	
4.0.1. Objetivos.	226
4.0.2. Criterios de Diseño.....	226
4.0.3. Cálculo del Diámetro de las Conducciones.	226
4.1. Cálculo de las Pérdidas de Carga.	
4.1.1. Pérdida de carga en el tramo recto de tubería.	230
• Cálculo del Factor de Fricción (f).	
4.1.2. Pérdida de carga en el tamiz de disco rotatorio.	233
4.1.3. Pérdida de carga en el intercambiador de calor.	234
• Pérdida de carga en el tubo exterior.	
• Pérdida de carga en el tubo interior.	
4.1.4. Pérdida de carga por accesorios.....	237

Anexo V. BOMBAS DE IMPULSIÓN.

5.0. Criterios de Selección.....	239
5.1. Cálculo del Caudal de impulsión.....	240
5.2. Cálculo de la Altura Manométrica.	240
5.3. Cálculo de la Potencia.	243

Anexo VI. CÁLCULOS MOTOR DIESEL..... 245

Anexo VII.FICHAS DE SEGURIDAD QUÍMICA..... 249

Anexo VIII.EQUIPOS 253

Anexo IX.DATOS Y TABLAS..... 275

**A. MEMORIA
DESCRIPTIVA.**

CAPÍTULO I. Antecedentes.

Un IMPACTO es cualquier alternativa positiva o negativa producida por la introducción en el territorio de una determinada actividad, la cual interviene sobre el medio físico, biótico y abiótico, y sobre las relaciones sociales y económicas del hombre con este medio. Del mismo modo, se puede definir impacto como la alteración que se produce sobre la salud y el bienestar del hombre consecuencia de la puesta en práctica de una actividad. La mayor parte de los impactos que genera la actividad industrial son negativos (contaminación de ecosistemas acuáticos por vertidos a cauces, emisiones atmosféricas causantes de polución, ruidos y vibraciones, generación de residuos peligrosos y no peligrosos, consumo de recursos naturales, etc...). No obstante, la actividad industrial no sólo tiene potencial de causar perjuicios sino que también es un agente generador de impactos positivos, entre los que destacan la creación de puestos de trabajo así como el desarrollo económico de la población en la que está ubicada la empresa o sociedad.

Las Bodegas, a pesar de desarrollar una actividad industrial que no está catalogada como generadora de un grave impacto ambiental, tiene notables implicaciones medioambientales, principalmente por el elevado consumo de agua que de forma prioritaria se destina a las operaciones de limpieza de maquinaria e instalaciones. Otra fuente potencial de contaminación aplicable a este sector vinícola son los vertidos líquidos que se generan. La generación de residuos, las emisiones atmosféricas, el ruido o el consumo de recursos por parte de las bodegas dañan en mayor o menor grado el entorno natural.

Tradicionalmente el concepto de calidad de un producto se entendía exclusivamente como aquella intrínseca al mismo. Hoy en día, debido a los cambios y transformaciones que está sufriendo la sociedad ha llevado a ampliar la concepción de excelencia hacia una expresión de calidad total, que engloba calidad del producto más calidad ambiental.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

La protección del medio ambiente poco a poco se va exigiendo como una premisa más a presentar por los productos, y esto hace que las empresas de las que se puede afirmar que son ambientalmente respetuosas son más competitivas por ese elemento diferenciador, y es que está demostrado que el medio ambiente vende, no sólo a nivel particular (consumidores) sino también a nivel de la administración local, regional, estatal y sobre todo a nivel Europeo. En estos tiempos es fundamental contar con un buen producto a sacar al mercado, una buena marca, así como una comercialización adecuada, pero es importante demostrar y garantizar al consumidor que la forma de elaborar los productos es sostenible y respetuosa con el medio ambiente, esta premisa es uno de los mejores avales a tener por la empresa.

Un modelo de Producción Vitivinícola Respetuosa con el Medio Ambiente tiene por objetivo prioritario el mismo que el de cualquier sistema productivo, es decir, optimizar los recursos en base a obtener un producto de calidad, con la diferencia de que dicho Modelo tiene además como premisa básica minimizar los impactos ambientales derivados de esa transformación. Toda empresa normalmente extrae el máximo provecho de las materias primas que entran en la cadena de elaboración, pero no sucede lo mismo con otros recursos como el agua. Por lo tanto se deben poner los medios oportunos para optimizar el empleo de este recurso a través de su correcto uso, consumo y tratamiento final de los vertidos generados durante el proceso productivo.

La industria vinícola es una de las más importantes dentro del sector agroalimentario en España y como la mayoría de las industrias, produce una serie de vertidos que contribuyen a la contaminación del suelo y ríos de nuestro país. Estas aguas residuales proceden generalmente de la limpieza de depósitos, equipos e instalaciones y se caracterizan por presentar sólidos, una elevada carga orgánica, un bajo pH y por ser altamente discontinuos a lo largo de la jornada (más adelante caracterizaremos pormenorizadamente las características de nuestro vertido).

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

Según la Directiva 91/271/CEE este tipo de vertidos son asimilables a urbanos, por lo que generalmente son enviados directamente sin ningún tipo de tratamiento previo al alcantarillado de las poblaciones, generando graves problemas en las EDAR's, tales como:

- ❖ Fenómeno Bulking.
- ❖ Generación de espumas.
- ❖ Déficit de oxígeno en el reactor biológico.
- ❖ Problemas generados como consecuencia del carácter ácido y déficit de nutrientes.

Es por ello que cada municipio puede mediante sus ordenanzas municipales tomar parte en este asunto. Así, en Sanlúcar de Barrameda existe un reglamento municipal de medio ambiente en el que se dice que todas las industrias que viertan a la red de alcantarillado, deberán tratar sus vertidos para adecuarlos a las limitaciones especificadas en esta ordenanza y así reducir la contaminación de sus aguas residuales previamente a su vertido final, y poder así garantizar el correcto funcionamiento y conservación de las instalaciones de saneamiento y depuración construidas.

Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de la Bodega, situada en el término municipal de Sanlúcar de Barrameda, de adecuar sus efluentes líquidos a las limitaciones especificadas para su vertido a la red de alcantarillado.

CAPÍTULO II. OBJETO.

El objeto del siguiente proyecto consiste en realizar una auditoría de vertidos, en la que se identificarán y se definirán los puntos significativos de vertido; se estudian en primer lugar las distintas acciones preventivas, correctivas, así como las posibilidades de mejora del proceso productivo para minimizar los vertidos en origen. A continuación se cuantificarán y definirán las características del vertido final y una vez que se hayan comparado los valores obtenidos con los correspondientes a los marcados por la legislación vigente para su vertido a la red pública de saneamiento, se realizará la elección y el dimensionamiento de la Estación Depuradora necesaria para adecuar los parámetros del vertido de la Bodega a los exigidos por la normativa actual.

CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Uno de los impactos ambientales más significativos de la Bodega, es el gran volumen de agua que consume durante el proceso productivo. En concreto consume unos 16.000 m³ (por año agrícola)(tabla 1.1), esto equivale a un gasto aproximado de 1,23 litros de agua por litro de vino embotellado. El coste que le supone a la Bodega el consumo de agua es muy bajo a pesar de que el gasto se ve incrementado a la hora de su vertido, ya que además de pagar el volumen de agua consumido, la Bodega debe abonar al Ayuntamiento un canon de saneamiento, que es un tributo que destinará la administración para depurar las aguas. Este canon depende del agua consumida por la Bodega y del nivel de contaminación del vertido.

Las principales operaciones que generan aguas residuales en la Bodega son (más adelante se realizará un estudio pormenorizado de los principales puntos de vertido y sus características):

- Zona de Botas: derrames de vino, limpieza de suelos, limpieza de pozos de trasvase.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

- Planta de tratamiento: limpieza de depósitos, limpieza de centrifugas y filtros, derrames de vino, aguas de refrigeración.
- Planta de embotellado: enjuague y limpieza del tren de embotellado.
- Todas las instalaciones: limpieza en general y consumo de agua.

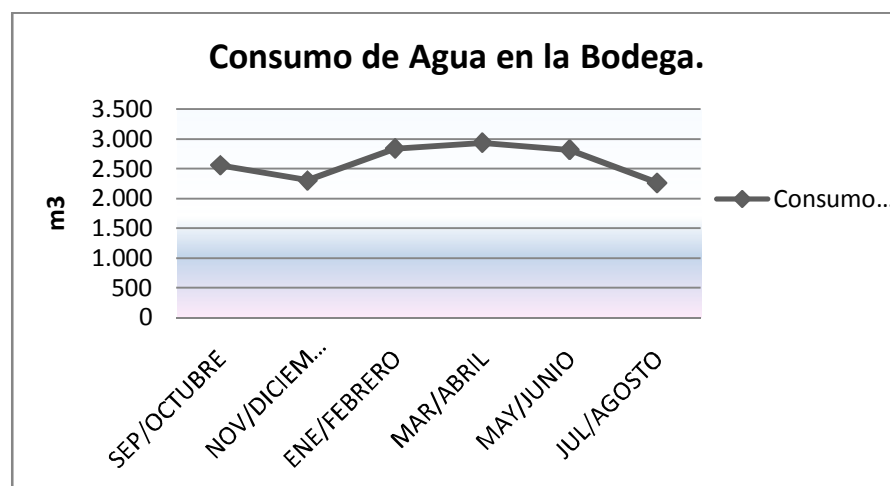
Tabla 1.1. CONSUMO DE AGUA EN LA BODEGA (m³).

SEPT/OCTUBRE	NOV/DICIEMBRE	EN/FEBRERO	MAR/ABRIL	MAY/JUNIO	JUL/AGOSTO
2.559	2.302	2.841	2.934	2.818	2.264

- Total agua consumida= 15.718 m³/año.
- 0,0012 m³ de agua consumida por litro de vino embotellado.

Ya que durante el proceso no se incorpora agua al producto sino que toda esta agua va destinada a procesos de limpieza, aproximadamente un 90 % (60 m³/día) de toda el agua consumida (67 m³/día) se convertirá en agua de vertido, el 10 % restante son perdidas por fugas en la red de suministro, evaporación, filtraciones, etc. Aunque esto es sólo una media aproximada, más adelante se hará un estudio de cuáles son los caudales que se vierten.

Grafico 1.1. Consumo de agua en la Bodega en el año agrícola.



Toda esta agua consumida genera un vertido. Estas aguas al no ser considerados como residuos peligrosos, se asemejan a los urbanos y son vertidos directamente al alcantarillado, sin tratamiento previo o sin depurar. Sin embargo debido a sus características tan peculiares:

- Discontinuo a lo largo de la jornada.
- Fuerte contenido en materia orgánica.
- Materia en suspensión (sales tartáricas, tierras de filtración, etc.).
- Carácter ácido con valores puntualmente básicos durante las operaciones de limpieza con productos alcalinos u órgano-clorados.
- Déficit de nutrientes. Tienen una carencia pronunciada en nitrógeno y fósforo.

Originan graves problemas de funcionamiento a la EDAR del municipio ya que esta no está diseñada para asumir estos vertidos tan discontinuos y con tan elevadas cargas orgánicas.

Entre estos graves problemas encontramos:

- Fenómeno Bulking: este fenómeno causa en la EDAR del municipio la aparición de microorganismos filamentosos (debido a la falta de oxígeno), problemas de sedimentación, escasa compactibilidad, concentración de materia orgánica a la salida mayor que a la entrada e incluso la parada del sistema. Todo esto consecuencia directa de las características de los vertidos vinícolas, como son: grandes variaciones de caudal y composición, escasez de nutrientes, alta concentración de materia orgánica, etc.

- Generación de espumas (Fenómeno Foaming): Debido a que los vertidos vinícolas presentan altas concentraciones de materia orgánica, en el reactor se establecen relaciones alimento/microorganismos bajas; esto provoca la eclosión de bacterias filamentosas. La acumulación de estos microorganismos en el reactor hace que no se eliminen los fangos en exceso y además provoca malos olores.
- Problemas generados como consecuencia del carácter unas veces ácido y otras básico de los vertidos.

Por todo esto desde los años 80, las bodegas han sido forzadas por la reglamentación a llevar a cabo una mejora de la gestión de las aguas residuales, lo que ha desembocado en la necesidad de instalación de plantas de depuración.

CAPÍTULO IV. ALCANCE .

No se considerarán los vertidos producidos en el proceso de obtención de vino joven (recolección de la uva, transporte, recepción, despallado, estrujado, escurrido, prensado, fermentación, etc...), ya que este no se lleva a cabo en las instalaciones de la Bodega, realizándose en una planta de vinificación situada en el Jerez Norte. El mosto fermentado y acondicionado es transportado a la Bodega para su posterior elaboración.

Aunque sí se realizará en el Anexo (Documento N°5) una exposición del proceso de obtención de vino joven , para adquirir una idea clara.

Las tareas que bajo la denominación de diseño se tratan en este proyecto son: selección del tipo de proceso óptimo, selección del tipo de equipo necesario, definición de la forma y las dimensiones de los equipos.

Este no es un proyecto de ejecución de obra, por lo que no se definen detalles para su construcción. Tampoco se definen componentes propios de ingeniería de detalle como válvulas, sensores de temperatura y flujo, etc.

CAPÍTULO V. PRESENTACIÓN DE LA BODEGA.

5.0. Introducción.

La Bodega ocupa una superficie total de más de 75.000 m² con capacidad para 35.000.000 de litros, lo que la convierte en la mayor de Sanlúcar de Barrameda.

En sus Bodegas se cría oloroso, amontillado, manzanilla de Sanlúcar de Barrameda y Vinagre de Jerez. Todos ellos están regulados por la denominación de origen correspondiente y amparados por sus respectivos consejos reguladores. Estos son: Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xerez-Sherry” , “Manzanilla de Sanlúcar de Barrameda” y “Vinagre de Jerez”.

La Bodega posee además 500 hectáreas de viñedos repartidos en dos fincas, situadas en la zona del “Jerez Superior”. Es en una de estas dos fincas donde la Bodega posee una planta de Vinificación dotada con la tecnología más avanzada, desde donde sale el producto joven para su transporte hacia la Bodega, donde una parte será para la producción de Blanco y otra parte será incorporada al sistema típico del marco de jerez de criaderas y soleras, con el fin de que adquiera las características propias y exclusivas de la Bodega.

Una vez los productos están listos para lanzarse al mercado, se llevan a la planta embotelladora donde quedan listos para su distribución y venta.

5.1. Localización.

La Bodega está situada en Sanlúcar de Barrameda. Esta localidad se sitúa en la costa atlántica de Andalucía, siendo una de las principales poblaciones de la provincia de Cádiz. Concretamente enclavada en el margen izquierdo de la desembocadura del río Guadalquivir y frente a una de las principales reservas naturales del continente europeo, el Parque Natural de Doñana.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.



Su término municipal ocupa una extensión de 166,18 km². Su entorno, rodeado de naturaleza, río, parques naturales, campiña,..., es muy valorado desde el punto de vista medio ambiental. Las poblaciones más cercanas poseen variados e interesantes atractivos, tanto culturales y paisajísticos como patrimoniales.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

Limita al Norte con el río Guadalquivir, el Parque Nacional de Doñana y el término municipal de Trebujena; al este con el de Jerez de la frontera, al sur con los de Rota y el Puerto de Sta. María y, al oeste, con el municipio de Chipiona, el océano Atlántico y nuevamente el río Guadalquivir.

Su clima es de tipo mediterráneo oceánico, con temperaturas suaves tanto en verano como en invierno, con una temperatura media a lo largo del año de 17 °C. Sanlúcar goza de un microclima que se caracteriza por las temperaturas más suaves de la provincia, menos lluvias y mayor grado de humedad. El muy especial microclima de esta ciudad, creado por la conjunción de la desembocadura del Guadalquivir, con el Coto Doñana, las marismas y los vientos atlánticos de poniente, es el auténtico artífice de la permanencia de la capa de flor viva durante los 365 días del año.

La luz de Sanlúcar es uno de sus rasgos más característicos y sus horas de sol llegan a sumar más de 3.000 al año, lo que convierte a este municipio en uno de los más soleados de Europa.

5.2. Productos elaborados.

En sus Bodegas se crían diferentes vinos amparados por sus correspondientes Denominaciones de Origen. Estos son los llamados Vinos de Jerez, Manzanilla de Sanlúcar de Barrameda y Vinagre de jerez.

En la Bodega, como se ha señalado anteriormente, no se realiza el proceso de elaboración del vino joven desde la viña. Este proceso se realiza en la planta de vinificación. El vino es transportado desde la planta de vinificación con todas las correcciones realizadas; en Bodega se encargan de realizar los correspondientes análisis físico-químicos, así como los análisis organolépticos del vino procedente de la planta de vinificación. Cuando llega a la Bodega el vino se almacena temporalmente en los depósitos de acero inoxidable destinados para ello. De ahí el vino pasará a las botas, mediante mangueras, para ser envejecido y se incorporará al sistema de criaderas y solera típico del Marco de jerez.

Los vinos que elabora la Bodega son los siguientes:

- **Manzanilla.**

Es un vino muy pálido, de aroma punzante característico, ligero al paladar, seco y poco ácido. Es el más ligero de todos los vinos del marco de jerez, ideal para acompañar el marisco, matizando su sabor, tal vez como influencia del aire marinero que tanto influye en sus peculiares características, las cuales son resultado de su proceso particular de crianza exclusivamente bajo velo de flor, con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 18% Vol.



En la elaboración de la Manzanilla debe utilizarse el mosto de mayor calidad que se obtiene de la uva, esto es, la 1ª yema. Cuando el vino se alcoholiza hasta alcanzar la graduación mencionada y se introduce en botas, tiene lugar un envejecimiento biológico, es decir, que aparece en la superficie del vino, al contacto con el aire, un velo de aspecto blanquecino que recibe el nombre de Flor, que está constituido por levaduras, cuya actividad metabólica confiere a la manzanilla sus características distintivas.

La aparición, supervivencia y desarrollo adecuado de la Flor y por tanto del vino están muy condicionados a los factores climáticos del interior de la Bodega. Es por ello que en la Bodega de Manzanilla es donde más deben cuidarse las características constructivas del edificio, ya que el deterioro o pérdida de la Flor es un proceso nefasto para el vino, porque provocaría la paralización de la crianza y la oxidación del mismo, por lo que perdería las propiedades características de la manzanilla y pasaría a ser amontillado. Las condiciones necesarias para la supervivencia de la flor son, básicamente, baja temperatura, elevada humedad y alta proporción de oxígeno atmosférico.

▪ **Amontillado**

En ocasiones el velo de flor no es estable a lo largo de todo el año, y se dan periodos en los que la actividad biológica de las levaduras es baja. Esto puede deberse a diversos factores, como por ejemplo, que las condiciones atmosféricas no sean las idóneas o bien porque no se hayan realizado las sacas y rocíos necesarios. En la manzanilla estas actividades deben estar totalmente controladas ya que la levadura necesita nutrientes para continuar su desarrollo.

La manzanilla puede quedar por tanto expuesta a las condiciones de un envejecimiento físico-químico, por lo que el vino sufre un proceso de oxidación y, por tanto, de cambio de color y de aumento leve de la graduación alcohólica. Por tanto los vinos amontillados sufren primero una crianza biológica y posteriormente una físico-química.

Una manzanilla tarda al menos ocho años en convertirse en amontillado y después continua la crianza con normalidad. Esto hace que sea un vino peculiar y extraordinario, con aroma avellana, punzante también aunque atenuado, suave, pero con más cuerpo que la manzanilla, pues su graduación alcohólica es de 16° a 22° Vol.

▪ **Oloroso**

Cuando un vino joven se destina a oloroso por sus características organolépticas y físico-químicas, se alcoholiza hasta 18° antes de introducirse en las botas. La levadura no puede vivir en estas condiciones, dado el elevado contenido en etanol, que inhibe su metabolismo. Por esta razón el vino envejece en contacto con el aire y sufre un constante proceso de oxidación, que le confiere sus características propias. Con los años de envejecimiento, los olorosos van aumentando, por la mencionada oxidación, la intensidad del color y la graduación alcohólica, llegando incluso a los 22° Vol. Así, los olorosos son vinos secos, de color ámbar a caoba, de aroma muy acusado, que recuerda a la nuez, y de mucho cuerpo, esto es, mucha vinosidad en el paladar debido a su alta graduación.

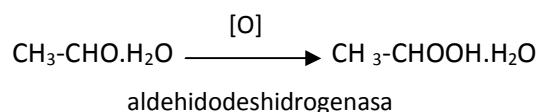
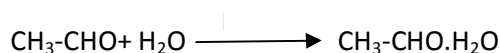
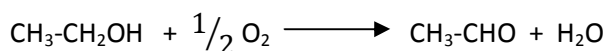
Los olorosos no son tan sensibles a las condiciones climáticas de la bodega y las condiciones constructivas de la misma pueden no ser tan estrictas.

Por último, el sistema de producción de estos vinos generosos se realiza mediante el sistema de criaderas y solera, se hará una breve descripción de cómo es este proceso típico del marco de Jerez.

▪ **Vinagre**

El Vinagre de Jerez es aquel que se obtiene de la fermentación acética del Vino de Jerez, tal como expresa el reglamento correspondiente de la denominación de origen.

La fermentación acética consiste en la obtención de ácido acético a partir de etanol, mediante varias reacciones en ambiente aerobio:



El grupo de bacterias que dirigen o conducen el proceso de fermentación acética se designan con el nombre genérico de “bacterias del vinagre”, recopiladas todas ellas dentro del género “Acetobacter”. Se desarrollan en la superficie del líquido, consumiendo grandes cantidades de oxígeno del aire. El “velo”, o película superficial, característica de las diversas especies, va aumentando su masa hasta sumergirse en el líquido, constituyendo la madre del vinagre. Mientras tanto, en superficie se vuelve a formar una nueva película, y así sucesivamente.

Aparte del etanol y otros alcoholes, las exigencias nutritivas de las acetobacterias se completan con sustancias nitrogenadas, diversas sales minerales y hasta se permite con este fin la adición de extractos de levadura. Pero la mayoría de estas sustancias están presentes en el vino de partida.

El Vinagre de Jerez se elabora en el Marco de la misma manera que el Vino, por lo que la mayor parte de lo explicado para las manzanillas, olorosos y amontillados es válido también para el vinagre.

El vino que obtenemos tras la fermentación y después de pasar por todas la etapas que comentamos antes, puede incorporarse al proceso de elaboración del vinagre. Por supuesto, el vino no se alcoholiza cuando va a usarse para este fin.

A la Bodega llega el vino procedente de su Planta de Vinificación. Por regla general no se usa el vino obtenido de mosto de yema, suele usarse vino obtenido de mosto de 2ª yema o de agotamiento. A continuación el vino se incorpora al sistema de criaderas. Cuando se rocía una pequeña cantidad de vino en una bota donde hay vinagre envejecido, la mezcla se homogeneiza y el vinagre va criándose y envejeciéndose, adquiriendo las características organolépticas que le confiere la madera.

Normalmente la solera de vinagre se sitúa al aire libre.

5.3. Distribución.

La Bodega está diseñada de forma que quede un gran patio central en el interior a través del cual se accede al resto de las instalaciones.

La Bodega está distribuida como sigue:

1. Zona de Bodegas.
2. Planta de Tratamiento.
3. Planta de Embotellado.
4. Laboratorio.
5. Zona de Catas.
6. Zona de recogida de residuos sólidos.

5.3.1. Zona de Bodegas.

En las instalaciones de la Bodega contamos con cuatro bodegas destinadas a la crianza biológica y oxidativa del vino.

- ***Bodegas de Manzanilla.***

Las Instalaciones cuentan con dos bodegas para la crianza biológica cuya superficie total es de unos 28.000m². Las bodegas están divididas en 7 calles, con un pasillo central que las atraviesa perpendicularmente. Las botas se encuentran situadas en 12 hileras, distribuidas en función de los pilares, de tres escalas cada una.

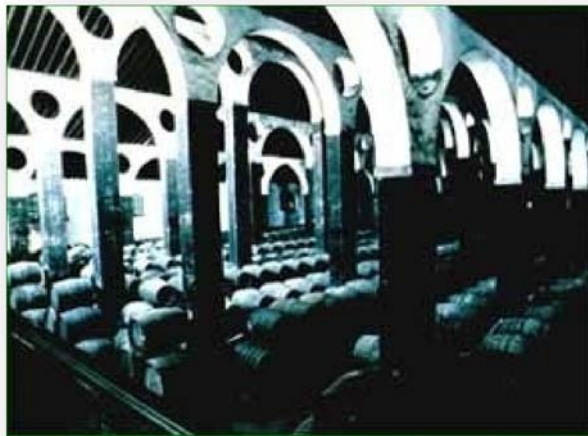
Las bodegas que están destinadas a la crianza bajo velo de flor son las situadas en el extremo oeste de las instalaciones a merced del viento de poniente. Se encuentran situadas de forma que el sol les de durante todo el día prácticamente en una sola fachada y en media techumbre; así el calentamiento es mucho menor que en la situación de que la bodega se encontrara situada de Norte-Sur, ya que de esta forma la bodega recibiría los rayos solares por todos sus lados a lo largo de la trayectoria solar.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

Uno de los aspectos más importantes a la hora de criar una excelente manzanilla es la humedad; así las bodegas que están destinadas a la crianza biológica están situadas en el extremo oeste, con lo que se consigue por un lado encontrarse a merced del viento de poniente y por otra parte resguardado del viento de levante (seco, cálido y fuerte). De este modo la bodega alcanza la humedad interior elevada que necesita la crianza bajo “velo de flor”.

Aunque la bodega dispone de iluminación artificial, esta se mantiene siempre con la luz tenue que entra por las ventanas. Así conseguimos que al entrar poca luz, la temperatura del edificio sea baja, no sólo por el calor que no se dejó entrar. Este sistema de luz tenue es el mejor y más rentable para mantener una baja temperatura interior, ya que la bodega tiene unos enormes volúmenes de aire interior que no se pueden enfriar por los métodos modernos, resultaría muy caro. La bodega tiene una gran altura con lo que alberga una gran masa de aire en su interior. Así se logra una temperatura interior baja y una elevada humedad ambiental interior.



Además se encuentra aislada mediante métodos tradicionales como son: encalado exterior, cubiertas de tejas árabes, gran espesor de los muros, ventanas reducidas sin cristales, pavimento interior de albero, ventanas situadas a gran altura sobre el suelo, ventanas apaisadas y no verticales. Todo esto contribuye de forma

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

decisiva en mantener una temperatura constante durante todo el año y una elevada humedad; no podemos decir cuál es la característica constructiva fundamental encaminada a obtener humedad ya que es cuestión de varias condiciones.

La elevada humedad se precisa para que exista la flor o levadura de crianza, sin que sea preciso realizar ninguna siembra de la misma. También es necesario que esta sea constante, para que la levadura se desarrolle de manera óptima.

▪ ***Bodega de Oloroso.***

Como se señaló anteriormente, el vino se alcoholiza hasta 18° antes de introducirse en las botas. La levadura no puede vivir en estas condiciones, por lo que el vino se envejece en contacto con el aire y sufre un continuo proceso de oxidación.

Los olorosos no son tan sensibles a las condiciones climáticas de la bodega y las condiciones constructivas de la misma pueden no ser tan estrictas. En las instalaciones encontramos una bodega destinada a la crianza oxidativa. Tiene unas dimensiones de unos 7.500 m², encontramos 12 hileras de botas a tres escalas cada una.



- ***Bodega de Amontillado.***

Esta bodega tiene una superficie de unos 7.000m², consta de unas 10 hileras de botas a tres escalas cada una y al igual que las anteriores dispone de un pasillo central. En esta bodega se lleva a cabo, al igual que en la anterior, una crianza oxidativa por lo que tampoco las condiciones constructivas de esta bodega son muy restrictivas.

- ***Vinagre.***

La bodega posee una solera de vinagre que se encuentra al aire libre, resguardada de las condiciones meteorológicas por una marquesina. Están situadas formando dos hileras enfrentadas, con tres escalas cada una.

5.3.2. Planta de tratamiento.

En la planta de tratamiento encontramos:

- **Depósitos Base.**

En la planta de tratamiento encontramos 12 depósitos destinados a la recepción del vino; sólo son depósitos de trasvase para el almacenamiento del vino previo a su tratamiento. Estos son de acero inoxidable, 9 de ellos con capacidad para 120 botas, 1 con capacidad de 60 botas, 1 para 25 botas y otro para 10 botas (destinados a aquellos productos de baja producción).

- **Depósitos mezcla.**

Es en estos depósitos de acero inoxidable, con una capacidad de 240 botas, donde se realiza la mezcla de vinos similares de distintos depósitos base para obtener los distintos productos de la bodega. La Planta consta de cinco depósitos mezcla, cuatro con capacidad para 240 botas y uno de ellos con capacidad para 120 botas.

- **Depósitos de clarificación o Tanques de beneficio.**

La planta posee seis depósitos de clarificación. Son de acero inoxidable con placas deflectoras y sistema de agitación con una capacidad de 120 botas cada uno. Aquí el vino llega procedente de los depósitos mezcla con la cantidad necesaria de agentes clarificantes ya dosificada. En estos depósitos se produce la decantación del vino.

- **Depósitos intermedios.**

La planta cuenta con dos depósitos intermedios de 60 botas de capacidad, destinados a recibir el vino procedente de los tanques de clarificación y que ya han pasado por la centrífuga.

- **Depósitos de recepción del vino.**

Una vez el vino ha pasado por la centrífuga y llega a los depósitos intermedios, este se somete a un proceso de filtrado en el filtro de placas. A continuación pasa a los tanques de recepción donde se acumula el vino previo a su tratamiento de frío. Estos son cuatro tanques de 120 botas de capacidad cada uno.

- Además existe un depósito, **Depósito de turbios**, al cual se envían los depósitos de la clarificación, los depósitos del frío y las purgas de las centrífugas. Aquí se acumulan hasta que son bombeadas al filtro de vacío.

- **Depósitos isoterms.**

Una vez el vino ha pasado por la centrífuga o los filtros de tierras, este se somete a un tratamiento de frío. El vino pasa por los intercambiadores que disminuyen su temperatura y pasa a continuación a los depósitos isoterms, donde al mantenerse a baja temperatura conseguimos que decanten los bitartratos. Son cinco depósitos con una capacidad de 120 botas cada uno y otros cinco de menor capacidad, unas 60 botas.

▪ **Depósitos de productos terminados.**

Una vez el vino ha pasado por todos los procesos de acondicionamiento (mezcla, clarificación, centrifugación, tratamiento de frío y filtración el vino), está listo para ser embotellado, por lo que se bombea hacia los depósitos de productos terminados. Son dieciseis depósitos de 120 botas y diez depósitos de 60 botas de capacidad.

▪ **Centrifugas.**

En la planta de tratamiento encontramos dos centrifugas colocadas en paralelo. A ellas llega el vino procedente de los tanques de clarificación y una vez éste quede libre de partículas en suspensión, pasa a los tanques intermedios. Para pequeñas cantidades de vino, entre 40 y 50 botas, el vino puede pasar directamente de los tanques de clarificación al filtro de placas sin pasar previamente por la centrífuga. Cada centrífuga tiene la capacidad de tratar unos 10-15 m³de vino/h.

▪ **Filtros**

En la planta existen tres filtros:

- Dos Filtros de placas. Por uno de ellos pasa el vino procedente de la centrífuga o de los tanques de clarificación (sólo para pequeñas cantidades) para luego pasar a los depósitos de recepción. El otro, que tiene las mismas características se usa para filtrar el vino procedente de los depósitos isotermos para luego pasar a los depósitos de producto terminado. Cada filtro tiene la capacidad de tratar 10-15 m³de vino/h.

- Un filtro de vacío. Este filtro se usa para filtrar las purgas procedentes de los tanques de clarificación, los depósitos de frío y las purgas de la centrífuga, es decir, el contenido del depósito de turbios.

▪ **Intercambiadores.**

▪ **Zona de almacenamiento de productos enológicos.**

5.3.3. Planta de embotellado.

En esta zona se encuentra:

- **Cadena de embotellado.**

Tiene accesos amplios, y un espacio reservado para eventuales aplicaciones.

En este lugar se halla: la llenadora, la taponadora, enjuagadora de botellas, etiquetadora, etc. Todo está situado de forma que sea fácil su limpieza y desinfección, en particular para el equipo de llenado, de la misma forma que se pueda llevar a cabo un mantenimiento rápido y eficaz.

- **Almacén de materias secas.**

En este almacén se guardan hasta su utilización, todas las materias secas tales como: botellas, cajas de cartón, cápsulas, tapones, etiquetas, etc.

El material de embotellado, cuando se recibe se almacena adecuadamente paletizado, ordenado e identificado en el almacén, en las zonas destinadas para ello. Las etiquetas se guardan en vitrinas de cristal protegidas de la humedad, la luz, posibles accidentes o manchas, etc.

- **Almacén de productos terminados.**

Es en este almacén donde la Bodega almacena todos los productos terminados en cajas. Una gran parte se paletiza para su distribución y el resto que no se paletiza, es para hacer frente a pequeños pedidos. Los productos se almacenan por tipo de producto, así cada uno de ellos (manzanilla, oloroso, amontillado y vinagre) tiene su lugar específico en el almacén.

- **Área de recepción y de expedición de las mercancías.**

Es en este punto donde, o bien se reciben las materias primas o desde donde salen los productos terminados listos para su distribución y venta.

▪ **Oficina del capataz.**

Es el encargado de controlar todos los asuntos relacionados con la planta embotelladora y el muelle de carga.

La planta de embotellado está organizada de tal forma que se facilita la realización de un trabajo eficaz y de calidad.

La cadena de embotellado está físicamente separada del resto de los elementos existentes en la planta, con esto se consigue asegurar su estanqueidad.

Esta instalación en particular tiene unas exigencias altas de limpieza, poniendo especial interés a los revestimientos de los suelos, de los muros, y de los canalillos de drenaje.

Además el local ha de tener una temperatura constante, entre 16 y 20 °C, y una iluminación importante. Se trata de evitar todo exceso de humedad que favorece el desarrollo de hongos, que es perjudicial para el almacenamiento temporal de las materias secas (tapones, etiquetas, cartones).

5.3.4. Laboratorio.

Es aquí donde un grupo formado por químicos, enólogos y expertos en la materia realizan todo los análisis necesarios al vino desde su llegada a la bodega, como vino joven, hasta su expedición. Además llevan a cabo labores de investigación y desarrollo de vinos con características novedosas o especiales.

5.3.5. Zona de catas.

La zona de catas consiste en una sala anexa al laboratorio donde se llevan a cabo las catas y degustaciones de todos los productos, selección de materias primas, productos terminados o selección de nuevos productos que se quieran lanzar al mercado.

5.3.6. Zona de recogida de residuos sólidos y vertidos.

Existe también una zona acondicionada para la recogida de los residuos sólidos, tanto aquellos considerados como urbanos (basura en general, tierras de filtros, papel, cartón, vidrio, etc.), como los considerados peligrosos (placas petri, pilas, baterías, fluorescentes, toners, etc.). Aquí se almacenan en las condiciones adecuadas hasta la recogida por parte del gestor autorizado.

En la Bodega se generan diferentes tipos de vertidos, que se clasifican en:

Aguas de procesos: Son generadas durante las operaciones de limpieza llevadas a cabo en el proceso productivo.

Aguas Fecales: Son las generadas en los aseos, por sus características resultan asimilables a las aguas residuales domésticas.

Aguas Blancas o Limpias: Aquellas que al no haber sido contaminadas pueden verterse sin necesidad de ser depuradas.

La Bodega tiene instalada una red separativa de aguas; por un lado se recogen las aguas sucias generadas en el proceso productivo y que van a necesitar un tratamiento previo a su vertido a la red de alcantarillado, y por otro lado tiene una red de aguas que se vierten directamente y sin un tratamiento previo a la red de alcantarillado: aguas pluviales y aguas fecales (procedentes de los aseos).

CAPÍTULO VI. Campaña de Evaluación de vertidos.

6.0. INTRODUCCIÓN.

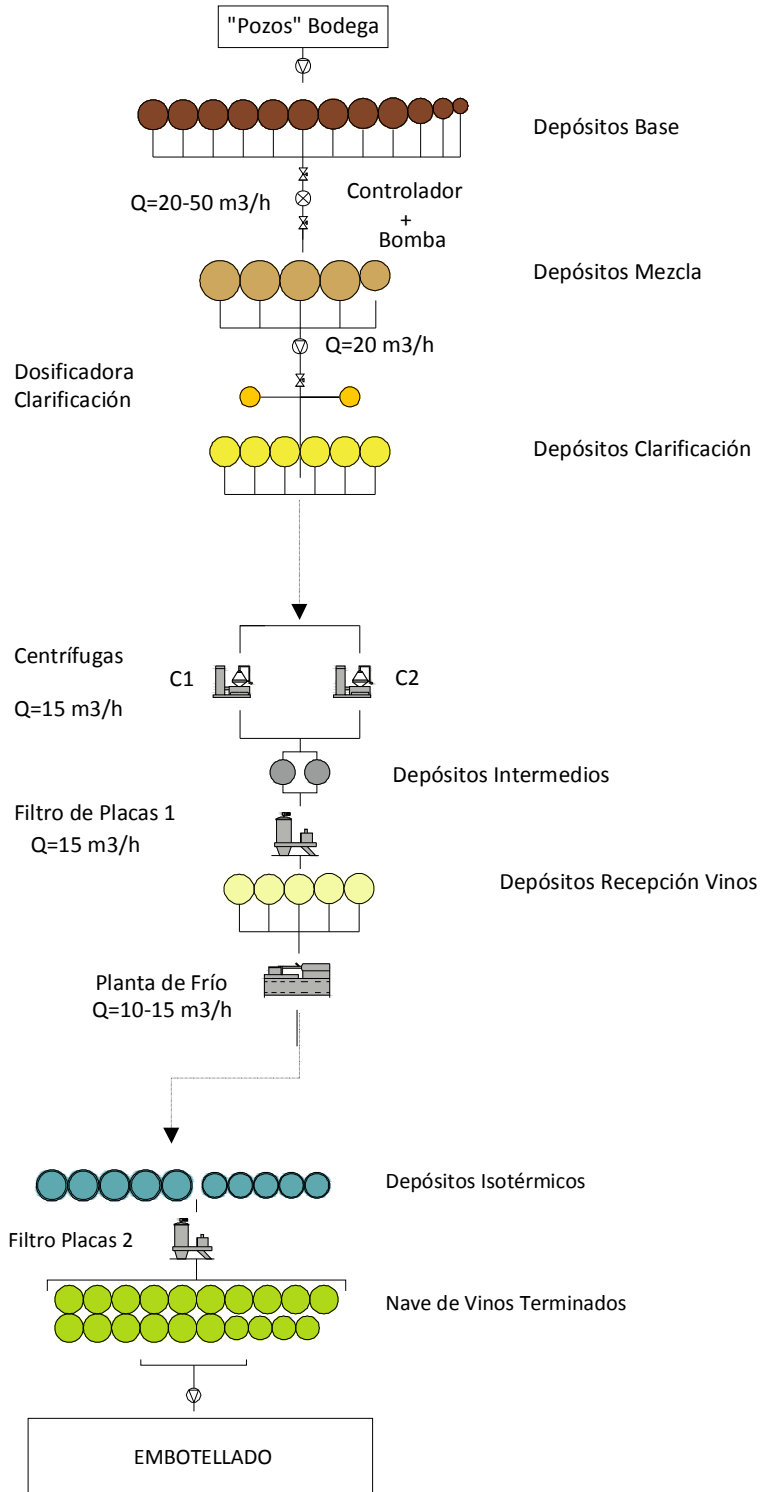
Una vez se ha realizado toda la descripción de las instalaciones, se realizara una breve descripción de cuál es el proceso general para llevar el vino desde las botas hasta su presentación final, con el propósito de realizar una auditoría de vertidos a este proceso. El fin de este estudio será identificar, cuantificar y definir los puntos significativos de vertido, y en base a esto proponer una serie de medidas correctoras y preventivas con el fin de disminuir la cantidad de vertido.

Una vez concluya este proceso, se realizará el objetivo último de este proyecto, que no es más que el de, en base a las características del vertido final, barajar las distintas opciones de tratamiento, elegir la más adecuada y por supuesto hacer el diseño de la misma. Esto se verá con más detenimiento en el Capítulo 8.

6.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.

Sabemos ya que el vino se acumula en la bodega en filas de toneles a tres niveles, por la naturaleza del proceso de fermentación y envejecimiento del vino. Desde la fila superior se va trasvasando 1/3 de cada fila a la inferior; para ello todo el volumen de una fila se envía a los tanques de homogeneización de acero inoxidable y de nuevo se envía a la fila inferior. En el momento que se necesita embotellar vino, se sigue el mismo proceso: se extrae 1/3 de la solera, y se corren las escalas para continuar con el proceso típico de criaderas y soleras. Este vino que se ha extraído de las soleras, se bombea a los depósitos base donde se homogeneiza el vino procedente de todas las botas de la 1ª línea (la más cercana al suelo y la más antigua: la solera). El fin de estos depósitos es el de almacenar el vino hasta su tratamiento. De estos depósitos, el vino es bombeado a los depósitos mezcla, donde se llevará a cabo la mezcla de vinos de características parecidas para obtener el producto deseado por la Bodega. A continuación el vino es bombeado, a la vez que se le adiciona una mezcla de carbón activo, bentonita y agua, a los depósitos de clarificación; en estos depósitos el vino se tiene en periodos intermitentes de agitación/parada durante dos días. Una vez transcurridos los dos días, se vacían los depósitos y el vino pasa a la centrífuga. A continuación el vino pasa a unos depósitos intermedios donde se almacenan para alimentar al filtro de placas. Una vez filtrado, pasa a los depósitos de recepción de vino; de aquí el vino pasa por el intercambiador para disminuir su temperatura y se almacena en los depósitos isoterms con el fin de que se estabilice y decanten los bitartratos. Una vez salen de los depósitos isoterms pasan por el filtro de placas y pasan a los depósitos de vino terminado, de donde se irán bombeando al embotellado.

Diagrama de Flujo 1.1. Proceso de Elaboración en la Bodega.



6.2. REVISIÓN DE EFLUENTES DE LA PLANTA.

Con esta auditoría de vertidos, lo que se pretende es hacer un inventario de los puntos de vertido; para ello se siguen las distintas etapas por las que pasa el vino desde que entra en la Bodega hasta el final del proceso de embotellado, las cuales han sido explicadas en el punto anterior (Diagrama de Flujo 1.1).

Esta serie de etapas se describen a continuación:

BODEGA.

El vino se acumula a tres niveles, por la naturaleza del proceso de fermentación y envejecido del vino. Desde la fila superior se va trasvasando 1/3 de cada fila a la inferior; para este con todo el volumen de una fila se envía a unos depósitos de acero inoxidable (depósitos base). Una vez que se ha homogeneizado se bombea a la fila inferior.

Estos depósitos están situados en la Planta de Tratamiento.

PLANTA DE TRATAMIENTO.

○ ***Depósitos Base.***

El vino procedente de las botas se bombea a los depósitos base. Sólo son depósitos de trasvase para el almacenamiento del vino previo a su tratamiento.

Estos depósitos se limpian con agua, mediante una bola de riego en la parte superior del tanque, y que gira con la presión. Este lavado dura 5 minutos aproximadamente.

Cada cierto tiempo y cuando los tanques se encuentran sucios se lavan con hidróxido sódico. Este lavado dura aproximadamente un lavado normal.

○ ***Depósitos Mezcla.***

En ellos se mezclan vinos similares de distintos depósitos. La limpieza de los depósitos es igual que los anteriores. Desde los depósitos de mezcla se bombean a los tanques de clarificación.

○ ***Depósitos de Clarificación.***

En estos depósitos se produce la decantación del vino. En una cuba de acero inoxidable con agitador se prepara la siguiente mezcla:

- 15-20 kg de carbón activo.
- 20 kg de bentonita.
- 1m³ de agua.

Estos componentes se añaden al depósito y se tiene en periodos intermitentes de agitación/parada, durante dos días.

También se puede añadir dependiendo del vino, ferrocianuro al 7% y cafeinato (15-20 kg) o gelatina (1kg). Estos se preparan en una cuba de 500 litros.

Una vez transcurridos los dos días se vacían los depósitos y se envía a la centrífuga o a los filtros de arena.

El final del depósito se lleva a los tanques de turbios para posterior tratamiento y reincorporación al proceso.

El fondo del depósito se tira al desagüe arrastrando la carga de gelatinas y demás componentes orgánicos e inorgánicos extraídos del vino. Debido a la descarga de estos sólidos y de las gelatinas, las arquetas se atascan y en caso de parada de producción se generan malos olores.

A continuación se limpian los tanques con agua a presión y las mangueras, cada cierto tiempo se limpian con NaOH.

○ ***Centrifugado del vino clarificado.***

Transcurridos los dos días en los depósitos de beneficio, el vino puede pasar primero por una centrífuga o directamente a los filtros.

Las centrifugas se limpian al final de la jornada con agua solamente. Esta agua se tira al desagüe.

En este tipo de equipos la limpieza se realiza con sosa cada cierto tiempo.

○ **Filtros.**

El vino pasa de la centrífuga o directamente de los depósitos de clarificación a los filtros. El proceso comienza con una carga de vino con tierra diatomea (27kg) y se comienza a formar la pretorta (se tiene en recirculación con cabecera). Este proceso de formación de pretorta dura aproximadamente 40 minutos.

La filtración finaliza cuando se detecta diferencia de presión. Se para y se realiza la descarga del filtro.

La descarga también se realiza a la arqueta de salida. Aproximadamente se realizan de 1 a 2 cargas/día.

○ **Depósitos Isotermos.**

Dentro del tratamiento de frío, los vertidos generados son debidos a la limpieza del intercambiador al final de la jornada.

La limpieza de los depósitos de frío se lleva a cabo de forma similar a la de los depósitos de clarificación.

Se lleva a cabo el vaciado y se trasvasa al tanque de producto terminado. La última parte del fondo rico en bitartratos va al desagüe, a continuación se lleva a cabo la limpieza del tanque con agua a presión y esta también va al desagüe.

ALMACÉN Y EMBOTELLADO.

○ **Planta de envasado.**

De los depósitos de vino terminado salen 3 tuberías; estas hacen referencia a vinos claros, oscuros y una tubería de reserva. Existe también una de retorno a cabecera.

A primera hora de la mañana la instalación se encuentra limpia del día anterior y los filtros Millipore se encuentran con una dilución de paracético (500 litros al 5%).

Los pasos a seguir en el proceso de envasado son:

1. Se realiza el vaciado del filtro a desagüe.
2. Se introduce agua fría en todo el circuito y se tira durante 10 min.
3. Desinfección con agua a 90 °C durante 20 minutos (2 tanques de 1,5 m³). La salida se cierra y se mantiene la temperatura.
4. Enjuague con agua de red para atemperar.
5. Introducción de vino en el embotellado.

Si hay cambio de vino, se realiza un desembote y este retorno vuelve a tanque de castra.

Durante el embotellado se realiza la limpieza de botellas. También hay un lubricante para las cadenas (se consume un tanque de 1000 litros durante 2 meses).

El vino sobrante retorna a cabecera, el resto de vino va a depósito de castra por tubería de PVC.

Al finalizar la jornada se lleva a cabo el siguiente protocolo:

1. Enjuague con agua fría durante 10 minutos.
2. Enjuague de los dos tanques de 1,5 m³ a 90°C durante 20 minutos.
3. Enjuague durante 10 minutos para atemperar. Se realiza el “Test de burbuja” para ver la integridad del cartucho. Se realiza con N₂.
4. Se prepara un tanque de 500 litros con paracético para inundar las carcasas de los filtros Millipore.

Dentro de los cuatro puestos de envasado tenemos las siguientes actividades auxiliares:

- Limpieza de suelos con manguera.
- Limpieza de máquinas.
- Limpieza química.

Para la limpieza química utilizamos 1250 litros de disolución de sosa al 2% y 1250 litros de ácido cítrico al 5%. Se intercala con periodos de enjuagues con agua (4000 litros aproximadamente).

OTROS.

○ **Tanques de turbios-Filtro de vacío.**

A los tanques de lías se envían los depósitos de clarificación, los de frío y las purgas de centrífugas.

Del tanque de turbios se bombean al filtro de vacío y de este a los tanques de cabecera o de mezcla.

Para llevar a cabo la filtración a vacío, en una cuba de mezcla de 2 m³ se homogenizan 25 sacos de diatomeas y dos sacos de perlita molida. Esto supone 400 kg de producto añadido a 2 m³.

Una vez preparado, en agitación continua se bombea al filtro de vacío para formar la precapa.

Durante la formación de la precapa, la bomba de vacío está continuamente tirando agua al desagüe.

El filtro de vacío clarifica el 99% del contenido del tanque de turbios, generando un residuo formado por las tierras filtrantes y el desecho retenido.

Esta filtración se realiza cada 25 días aproximadamente dependiendo del vino tratado.

La limpieza del filtro de vacío conlleva la limpieza del tanque de preparación de la pretorta con agua a presión.

6.3. DIAGRAMA DE FLUJO. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE VERTIDO.

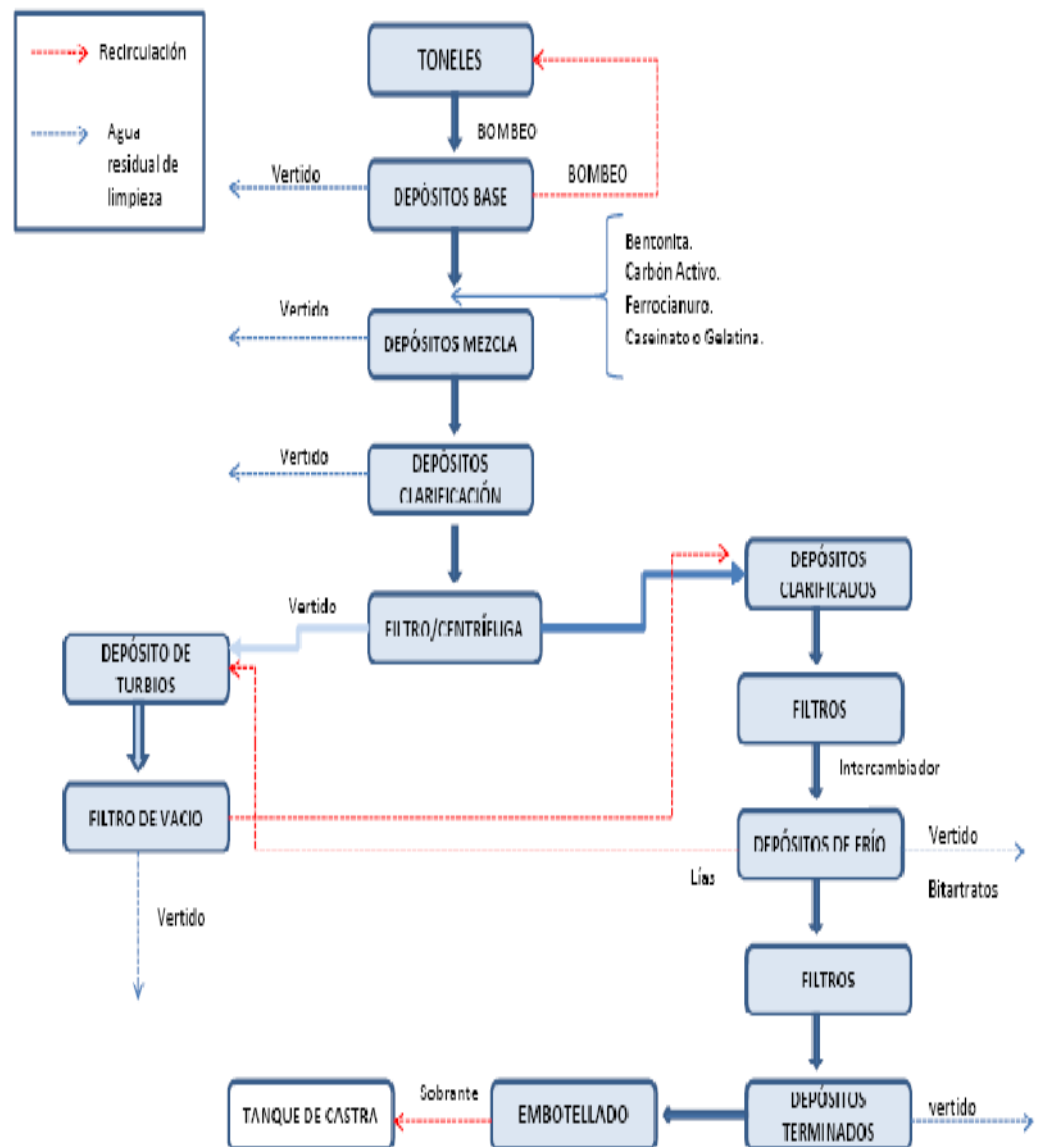


Diagrama de Flujo 1.2. Diagrama de los Principales puntos de vertido en planta.

6.4. CONCLUSIONES.

En la Bodega, el agua tiene una relevancia importante en los procesos auxiliares de vertido, como operaciones de limpieza de depósitos, filtros, tanques, conductos y suelos.

Tras analizar las muestras de agua tomadas en los puntos más significativos del proceso y el estudio de vertido se puede llegar a la conclusión de que la contaminación hídrica es principalmente orgánica, aunque también nos encontramos una gran concentración de arenas y en menor medida residuos minerales, grasas y desinfectantes caracterizándose por:

1. Elevada carga contaminante básicamente orgánica, como consecuencia de la materia seca del vino, o bien de microorganismos. Se trata fundamentalmente de materia colorante, taninos, proteínas, ácidos orgánicos, glúcidos y microorganismos vivos o muertos (levaduras, bacterias lácticas y acéticas, hongos).
2. Residuo mineral. Se trata de bitartrato potásico que precipita en el transcurso de la fermentación y la estabilización después del enfriamiento del vino.
3. Alta concentración de DBO₅ Y DQO.
4. pH ácido en los vertidos.
5. Agentes de limpieza como hidróxido sódico y ácido cítrico.
6. Desinfectantes como el ácido paracético.

6.5. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.

Teniendo en cuenta toda la información proporcionada por la auditoría, en una segunda fase se propone toda una serie de medidas tanto preventivas como correctoras para los diversos focos contaminantes, prestando especial atención a los residuos cuya gestión sea más gravosa económicamente.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se consume gran cantidad de agua para despegar la torta del filtro de vacío, con lo cual segregamos los sólidos que se arrancan. Esto provoca problemas si los queremos recoger en forma de lodo. Inyectar aire con un compresor favorecería el desprendimiento de la precapa.
- Recoger el agua de la bomba de vacío. Durante la formación de la precapa, la bomba de vacío está continuamente tirando agua al desagüe.
- Depósitos de Clarificación, depósitos de frío, purga centrífuga, filtros y filtro de vacío: estos generan gran cantidad de sólidos que se pueden enviar a una arqueta de homogenización y tratarlos con un filtro prensa.
- Utilizar mangueras a presión en lugar de mangueras normales sin difusor.
- Recogida de tierra de los filtros en una cuba.
- Recoger el lubricante de la cadena de envasado.

MEDIDAS CORRECTORAS

- Aunque se apliquen todas las medidas preventivas mencionadas y se consiga reducir el caudal y la carga contaminante de las aguas vertidas, el problema de la Bodega es común a todas las Bodegas, y sigue siendo necesario el tratamiento de las aguas vertidas para adecuarla a los límites marcados por la legislación vigente para su vertido a la red de alcantarillado público.
- Se pueden analizar dos posibilidades de actuación:

- Actuación descentralizada:

Consiste en una actuación en cada punto de vertido. Tiene la ventaja de realizar un tratamiento específico a los residuos generados, in situ, facilitando su recuperación. Sin embargo tiene la gran desventaja de que es necesaria la formación e involucración de los operarios, necesita mayor espacio y existen parámetros que no podemos disminuir a no ser que se someta el vertido a un tratamiento biológico.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

- Actuación Localizada:

Consiste en la instalación de un sistema de depuración (método correctivo), para tratar todo el caudal. Tiene la ventaja de que no será necesaria la formación de los trabajadores en auditorias de vertido y no será necesario cambiar la forma de trabajar; el único inconveniente es que el coste inicial es más elevado.

En Nuestro caso se optará por una solución intermedia, partiendo de las medidas preventivas citadas anteriormente y finalizando con la instalación de un sistema de depuración.

CAPÍTULO VII. Generación y Características del vertido.

7.0. INTRODUCCIÓN.

En la Bodega se generan diferentes tipos de vertidos, que se clasifican en:

Aguas de procesos: Son generadas durante las operaciones de limpieza llevadas a cabo en el proceso productivo.

Aguas Fecales: Son las generadas en los aseos, por sus características resultan asimilables a las aguas residuales domésticas.

Aguas Blancas o Limpias: Aquellas que al no haber sido contaminadas pueden verterse sin necesidad de ser depuradas.

La Bodega tiene instalada una red separativa de aguas; por un lado se recogen las aguas sucias generadas en el proceso productivo y que van a necesitar un tratamiento previo a su vertido a la red de alcantarillado, y por otro lado tiene una red de aguas que se vierten directamente y sin un tratamiento previo a la red de alcantarillado: aguas pluviales y aguas fecales (procedentes de los aseos).

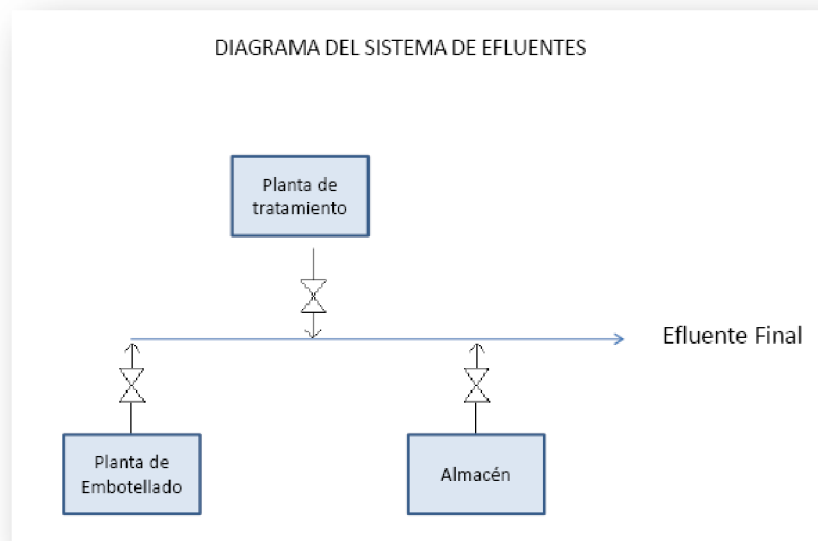
“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

La recogida de las aguas sucias procedentes de las operaciones de limpieza se realiza por arquetas situadas en la planta de tratamiento, la planta de embotellado y los almacenes.

La medición de caudales y la toma de muestras se han llevado a cabo en la arqueta de recogida de vertidos.

Diagrama 1.3. Sistema de Recogida de Efluentes.



7.1. MEDICIÓN DE CAUDALES.

Una de las principales características de los vertidos de la Bodega es que son discontinuos a lo largo del día, ya que las operaciones que generan estos vertidos son principalmente de limpieza y estas limpiezas suelen realizarse al principio y final de cada jornada. A lo largo del año no existen variaciones considerables en cuanto al caudal vertido, ya que en la Bodega se realizan operaciones de acondicionamiento y embotellado del vino y no se realizan procesos típicos de una planta de vinificación,

lo que sí implicaría un aumento de los vertidos en los meses de vendimia. Es por ello que el consumo de agua de red y consecuentemente el caudal de vertidos, es constante a lo largo de todo el año, pudiendo aumentar aunque no de forma significativa en los meses previos a las ferias, momento en el cual se embotella más vino pero no siendo este un pico muy marcado.

Las mediciones de caudales en las corrientes de aguas residuales pueden llevarse a cabo por una gran variedad de métodos. Entre ellos encontramos:

- Instalación de vertederos o canales Parshall para medición de caudales en canales abiertos o alcantarillados parcialmente llenos.
- Métodos de llenado de recipientes, adecuados para caudales pequeños o descargas intermitentes.
- Cronometrando el desplazamiento de un objeto flotante entre dos puntos fijos a lo largo de su recorrido. Este método se aplica para alcantarillados parcialmente llenos.
- Examen de los registros de uso de agua de la planta, etc.

La Bodega ha llevado a cabo durante un periodo de un año, una caracterización de los caudales vertidos, para poder tener información fiable de cuáles son los caudales vertidos y como varían estos a lo largo de la jornada. Las mediciones de caudal se llevaron a cabo de forma que se obtenía una medida cada 10 min. Se tomaban diariamente 144 medidas de caudal instantáneo, una cada 10 minutos, que abarcan un intervalo de tiempo de 24 horas. Con esto la Bodega consiguió hacer una caracterización de sus vertidos.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

Los datos facilitados por la Bodega son los siguientes:

Tabla 1.2. m³/h vertidos en la Bodega a lo largo de una Jornada completa.

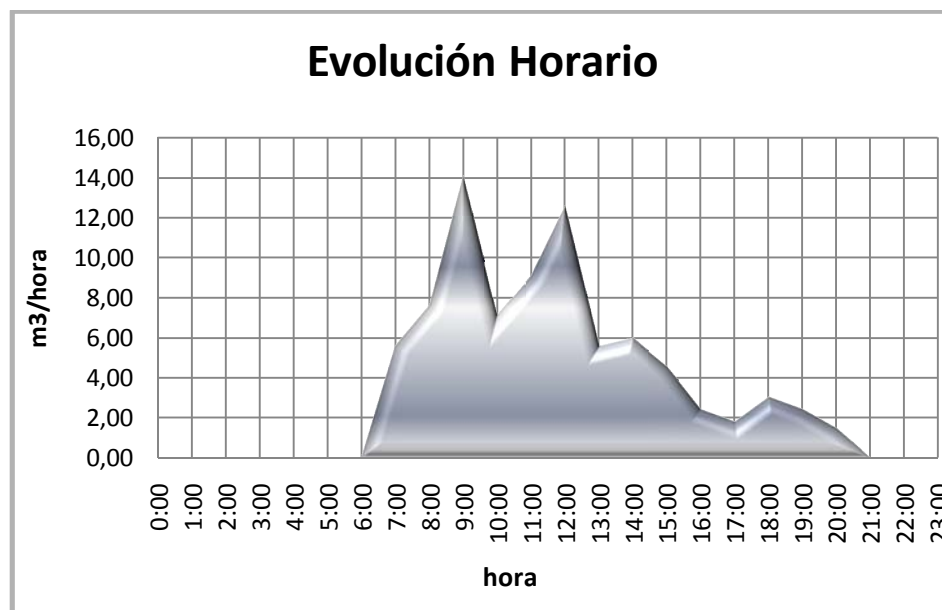
Hora	m ³ /h
0:00	0,00
1:00	0,00
2:00	0,00
3:00	0,00
4:00	0,00
5:00	0,00
6:00	0,00
7:00	5,58
8:00	7,59
9:00	14,09
10:00	7,12
11:00	9,11
12:00	12,61
13:00	5,57
14:00	5,98
15:00	4,54
16:00	2,42
17:00	1,81
18:00	3,03
19:00	2,41
20:00	1,46
21:00	0,00
22:00	0,00
23:00	0,00
TOTAL (m³/día)	83,3

Los datos de partida serán:

- Caudal máximo por hora: 14,09 m³/hora.
- Caudal mínimo por hora: 0,0 m³/hora.
- m³/día: 83,3.

Podemos obtener información también de cómo evoluciona el caudal vertido:

Gráfica 1.2. Evolución Horaria del Vertido en la Bodega.



- En primer lugar, vemos que no aparecen vertidos en el intervalo de tiempo que va desde las 00:00 hasta las 6:00, ni desde las 21:00 hasta las 00:00. Únicamente se vierte en el intervalo desde las 7:00 de la mañana. Es a las 7:30 cuando comienza la jornada de trabajo y esta dura hasta las 20:00 de la tarde, que es el momento aproximado de finalización de la jornada.
- El vertido de agua es más elevado en las primeras horas de la mañana (de las 9:00 a las 12:00), que coincide con las operaciones de limpieza de la planta de tratamiento y del embotellado. A primeras horas de la mañana se suelen realizar los trasvases y limpiezas de depósitos así como limpieza del embotellado para comenzar a funcionar. También aparece un pico, aunque no tan marcado como el de la mañana, antes del fin de la

- jornada; esto puede ser debido a la limpieza de las instalaciones para dejarla lista para el día siguiente.
- El caudal medio que vierte la Bodega es aproximadamente de 83,3 m³/día.

En lugar de realizar la caracterización de los vertidos, que es un trabajo más tedioso, se podrían haber tomado directamente los datos de consumo. Al principio de este proyecto se hizo una exposición del agua consumida por la Bodega (16000 m³/año)(Tabla 1.1. Consumos de agua en la Bodega) durante el año agrícola y se dijo que aproximadamente un 90 % se vertía (14.400 m³/año), es decir que al día según los datos de consumo se vierten aproximadamente 60 m³/día. La media que hemos obtenido es de 83,3 m³/día.

¿A que se deben estas diferencias?

- Total agua consumida= 15.718 m³/año.
- 0,0012 m³ de agua consumida por litro de vino embotellado.

El dato de 60 m³/día no es más que un dato aproximado que se ha obtenido al dividir el 90 % del consumo anual (ya que podemos asumir que entre el 85 y 95% del agua empleada se convierte en agua residual) entre los 12 meses del año y entre los 20 días laborables del mes. Por lo tanto corresponde a una medida de referencia pero no es exacta.

Este dato nos podría valer en el caso de no tener los valores reales de vertido. En nuestro caso se ha hecho un aforo de los caudales vertidos al día, por lo que al tener estos datos no se necesitarán los obtenidos por el consumo.

7.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL VERTIDO.

El muestreo se realizó de la forma que sigue: se instaló un muestrador automático, que tenía una programación en la que cada vez que transcurrían 15 minutos procedía a la toma de una submuestra, almacenando en el mismo frasco hasta 4 submuestras correspondientes a 1 hora. Pasadas 24 horas desde el inicio de los trabajos, las 24 submuestras se integraron entre si, obteniéndose:

- 1 muestra representativa del agua vertida durante 24 horas.
- 24 muestras parciales.

El tomamuestras tenía un dispositivo que almacenaba el agua refrigerada, preservándola de su degradación (4⁰C aproximadamente).

Tras la integración, al terminar la jornada, las muestras eran transportadas en frío y oscuridad al laboratorio. Al día siguiente de la recepción se procedía a su análisis. El tiempo máximo transcurrido desde la última toma hasta el inicio del análisis no fue nunca superior a 5 horas (duración inferior a la indicada en la norma ISO 5667-3, sobre muestreos y conservación de agua para análisis).

7.2.1. Análisis de los datos de carga del agua residual.

El diseño de una planta de tratamiento basado en los valores de la DBO₅ Y SS medios, puede constituir un grave error puesto que se omite la existencia de condiciones extremas que den lugar a valores punta. En muchas ocasiones el valor de las cargas de DBO y SS pueden alcanzar puntas superiores al doble de su valor medio. Habitualmente las puntas de caudales y cargas de DBO y SS no se dan simultáneamente, por lo que un proyecto basado en la concurrencia de las diferentes puntas puede resultar sobredimensionado.

El análisis de registros existentes es el mejor método para estimar las cargas puntas y sostenidas apropiadas.

Por ello se realizará un análisis de los datos de cargas del agua residual. Esto implica la determinación de valores correspondientes a medias simples, integradas o proporcionales al caudal de las concentraciones de los contaminantes específicos, y de las cargas contaminantes horarias o mantenidas. En la mayoría de los casos es conveniente emplear valores medios integrados, puesto que constituyen una metodología de análisis más precisa. La utilización de medias simples puede conducir a conclusiones erróneas.

Media Aritmética:

DBO = 870,25 mg/l.

SS = 601,4 mg/l.

Media Ponderada:

DBO = 1478,74 mg/l.

SS = 1146,23 mg/l.

A la hora de comparar la media simple y la media ponderada, las diferencias son notables. Si no se ponderan los valores registrados, la variación de los caudales puede afectar al cálculo de las condiciones medias. En este caso el uso de medias simples conduciría a subestimar de forma importante tanto la DBO como los SS del agua residual. Ello implicaría un infradimensionamiento de las instalaciones.

7.2.2. Cargas Contaminantes Medias.

Las cargas contaminantes de los diferentes constituyentes suelen expresarse en kilogramos por día, y pueden calcularse empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Carga contaminante, kg/día} = \frac{\left(\text{concentración, } \frac{\text{gr}}{\text{m}^3}\right) * \left(\text{caudal, } \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right)}{10^3 \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right)}$$

Carga contaminante DBO= 123,2 kg/día.

Carga contaminante SS= 95,48 kg/día.

En la Tabla 1.3. Podemos ver recogidos los resultados del análisis efectuado por la Bodega al efluente de salida y su comparación con los valores límites establecidos en el Reglamento, para su vertido al colector público.

Tabla 1.3. Análisis de las características físico-químicas del Vertido.

RESULTADO ANALÍTICO		LEGISLACIÓN
DBO ₅ (mg/l)	1478,74	500 mg/l
DQO (mg/l)	2600	---
Sólidos en suspensión (mg/l)	1146,23	600 mg/l
Aceites y Grasas (mg/l)	41,0	100 mg/l
pH (unidades de pH)	5,7	6-9,5
Fenoles (mg/l)	0,2	50 mg/l
Cianuros (mg/l)	0,0	5 mg/l
Amoniac (mg/l)	0,1	100 mg/l
Fosfatos (mg/l)	2,7	100 mg/l
Sulfatos (mg/l)	1,2	5 mg/l
Sulfuros (mg/l)	0,6	5 mg/l
Conductividad μ S/cm a 25°	4755,0	---
m ³ /día		83,3
kg/día DBO ₅		123,2
kg/día SS		95,48

Como puede observarse hay parámetros que se salen de los límites requeridos por la legislación como son la DBO₅, S.S y pH.

CAPÍTULO VIII. Sistema de depuración a adoptar.

A continuación se indican los posibles tratamientos de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias.

En cada caso se deberá utilizar el sistema más apropiado según sean las condiciones específicas y según los siguientes factores:

- Necesidades de superficie.
- Costo del suelo.
- Disponibilidades.
- Necesidades de Obra.
- Necesidades de instalación.
- Mantenimiento.
- Costo de instalación.
- Costos de mantenimiento.
- Rendimiento.
- Recuperación de productos.
- Recuperación de subproductos.

8.0. Operaciones físicas unitarias.

Las operaciones llevadas a cabo en el tratamiento de las aguas residuales, en las que los cambios en las características y propiedades del agua se realizan mediante la aplicación de las fuerzas físicas, se conocen como operaciones físicas unitarias.

El primer paso en la depuración del agua residual ha de consistir, lógicamente, en una eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos, cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el eficiente funcionamiento de las máquinas, equipos e instalaciones de la estación depuradora.

Las operaciones físicas unitarias más comunmente empleadas en el tratamiento del agua residual, incluyen:

- Desbaste, para eliminación de las sustancias de tamaño excesivamente grueso.
- Homogeneización de caudales.
- Tamizado, para eliminación de partículas en suspensión.
- Desarenado, para eliminación de arenas y sustancias sólidas densas en suspensión.
- Desengrasado, para eliminación de los distintos tipos de grasas y aceites presentes en el agua residual, así como elementos flotantes.
- Decantación, para la eliminación de sólidos sedimentables y espesado de fangos.

Los sistemas físicos que más se suelen emplear para el tratamiento de este tipo de vertidos son:

- **Homogeneización de caudales.**

La homogeneización del caudal es una medida muy usada para este tipo de vertidos industriales. Esta se emplea para superar los problemas de explotación que las variaciones de caudal y composición provocan en las instalaciones, y para mejorar la efectividad de los procesos de tratamiento situados aguas abajo.

- **Tamizado.**

Los tamices finos poseen orificios que van desde 0,25 mm a 3,2 mm, mientras que los orificios en tamices muy finos van desde 0,15 a 0,38 mm. Con el desarrollo de mejores materiales y equipos (lo cual implica también mayor eficiencia de remoción), se ha presentado un aumento en la utilización de tamices finos para remover arenas, e incluso se han utilizado como unidades que reemplazan a los tanques de decantación primaria.

Este tipo de vertido no presenta residuos de gran tamaño que pudiesen provocar problemas mecánicos en bombas y demás equipos de la planta de tratamiento. Tampoco contiene gran cantidad de material flotante ni grasas y aceites. Sin embargo sí contiene sólidos en suspensión, debido a esto se hace necesario un tratamiento preliminar del vertido con el objetivo de reducir estos sólidos en suspensión, que podrían reducir la eficiencia del tratamiento biológico posterior.

8.1. Procesos Químicos Unitarios.

Los procesos empleados en el tratamiento de las aguas residuales en los que las transformaciones se producen mediante reacciones químicas reciben el nombre de procesos químicos unitarios. Una de las características inherentes asociada al uso de procesos químicos unitarios es que se trata de procesos aditivos. En la mayoría de los casos, la eliminación de un constituyente se consigue por medio de la adición de otra sustancia. Además el uso de procesos químicos comporta un coste de funcionamiento importante.

Entre las aplicaciones de los productos químicos encontramos:

- **Precipitación química:** Ampliamente usada para la eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en tratamientos fisicoquímicos.
- **Desinfección:** Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
- **Otras aplicaciones químicas:** Además de las principales aplicaciones, como son la precipitación y la desinfección, existen otras posibilidades de aplicación en el tratamiento de las aguas residuales. Las aplicaciones más importantes se recogen en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Procesos Químicos Unitarios.

Aplicación	Producto químico utilizado
Eliminación de grasas	Cl ₂
Reducción de la DBO	Cl ₂ , O ₃
Control del pH	KOH, Ca(OH) ₂ , NaOH
Oxidación del sulfato ferroso	Cl ₂
Control de la colmatación de filtros percoladores	Cl ₂
Control de moscas en filtros percoladores	Cl ₂
Control de Bulking	Cl ₂ , H ₂ O ₂ , O ₃
Oxidación de sobrenadante de digestores	Cl ₂
Control de espumas en digestores y tanques Imhoff	Cl ₂
Oxidación del amoníaco	Cl ₂
Control de olores	Cl ₂ , H ₂ O ₂ , O ₃
Oxidación de compuestos orgánicos refractarios.	O ₃

Para tratar este vertido no se hace necesario el uso de ningún tratamiento químico, dadas sus características. Sin embargo la experiencia en el tratamiento de este tipo de vertidos nos dice que hay que tener un control sobre el pH, debido a su valor unas veces básico y otras ácido, y la necesidad de mantener el pH en un intervalo comprendido entre 6,5 y 8,5 para asegurar una actividad biológica óptima en el tratamiento biológico posterior.

8.2. Sistemas biológicos.

8.2.1. Introducción a los Sistemas Biológicos.

Los objetivos principales del tratamiento biológico son estabilizar la materia orgánica y coagular y remover los sólidos coloidales que no sedimentan y que se encuentran en las aguas residuales. En el nivel más fundamental, el tratamiento biológico comprende:

- 1) La conversión de la materia orgánica carbonácea disuelta y en estado coloidal en diferentes gases y tejidos celulares.
- 2) La formación de copos biológicos compuestos de materia celular y de los coloides orgánicos presentes en las aguas residuales.
- 3) La subsecuente remoción de dichos copos por medio de sedimentación por gravedad.

Con el paso de los años se ha encontrado que, con análisis adecuado y control ambiental, casi todas las aguas residuales se pueden tratar biológicamente.

En este tipo de tratamientos las bacterias y otros microorganismos destruyen y metabolizan las materias orgánicas solubles y coloidales. Al final se liberan productos de bajo peso molecular.

El proceso puede realizarse por **vía aerobia**, siendo los productos finales H_2O , CO_2 , NO_3^- y $SO_4^{=}$, o por **vía anaerobia**, siendo los productos finales en este caso CH_4 , NH_3 , SH_2 , etc.

En la industria agroalimentaria son frecuentes los procesos aerobios, aunque en ciertos casos se deben utilizar sistemas anaerobios, como por ejemplo si se quieren digerir lodos o residuos con alta carga orgánica.

El funcionamiento de un proceso biológico depende de una serie de factores, como son los siguientes:

- Tipo y concentración de la materia orgánica del agua residual.
- Tipo y concentración de los microorganismos presentes.
- Temperatura (de 4 a 38 °C, mejorando el proceso biológico al acercarnos a esta última temperatura).
- pH (neutro o cerca de la neutralidad).
- Oxígeno disuelto (situación aerobia o anaerobia).
- Concentración de N y P (nutrientes).

Los procesos biológicos básicos utilizados en la industria agroalimentaria los podemos resumir como se indica en el cuadro adjunto.

Cuadro 1.2. Procesos Biológicos más usados. (Metcalf & Eddy).

Sistemas aerobios	Sistemas Anaerobios
Lagunas de estabilización	Filtros anaerobios
Lagunas aireadas	Reactores de contacto
Filtros Biológicos (percolados) o Lechos bacterianos.	Lecho fluidificado
Lodos activos	Sistema UASB
Biodiscos.	

Sistemas Aerobios.

Se basan en la eliminación de las sustancias orgánicas presentes en el sustrato a depurar, favoreciéndose el desarrollo de microorganismos aerobios que utilizan dichas sustancias para su metabolismo y crecimiento. De esta forma, las sustancias orgánicas se transforman en biomasa bacteriana, CO₂ y H₂O.

En todo tratamiento aerobio se debe disponer de un sistema de decantación a continuación del reactor de aireación, con el fin de separar los flóculos y fangos generados.

Es muy importante tener en cuenta que, la aireación necesaria para el desarrollo de los microorganismos que llevan a cabo este proceso precisa un consumo elevado de energía.

Sistemas Anaerobios.

El tratamiento anaerobio se utiliza tanto para las aguas residuales como para la digestión de los lodos. Se basa en la eliminación de la materia orgánica presente en el sustrato a depurar favoreciendo el desarrollo de microorganismos anaerobios que, en ausencia de oxígeno, son capaces de transformar dicha materia orgánica en una mezcla de metano principalmente y dióxido de carbono (conocido como biogás), pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno, mercaptano e hidrógeno. Este biogás puede ser recogido y utilizado como combustible. Se obtiene asimismo, un fango final estabilizado, no putrescible.

Comparación sistema anaerobio/sistema aerobio.

Algunas ventajas del tratamiento anaerobio sobre el aerobio:

- Ya que no se emplea equipo de aireación, se produce ahorro de coste de inmovilizado así como de consumo energético en el tratamiento anaerobio.
- El coeficiente de producción de biomasa **Y** para los procesos anaerobios es mucho menor que para los sistemas aerobios. Esto significa que se produce menos biomasa por unidad de reducción de sustrato y en consecuencia

se presentan ahorros considerables en los procesos de manejo y evacuación del exceso de lodo (purga). Esto significa también un menor requisito de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

- En los procesos anaerobios es posible operar a cargas orgánicas del afluente superiores que para el caso de los procesos aerobios. Este hecho resulta de la limitación de velocidad de la transferencia de oxígeno de los procesos aerobios.

- La producción de metano en los procesos anaerobios es una ventaja debido a su valor como combustible. Una parte sustancial de la necesidad energética de los procesos anaerobios puede obtenerse de los gases emitidos.

Algunas desventajas del tratamiento anaerobio con respecto al aerobio son las siguientes:

- Se necesitan mayores tiempos de residencia. En consecuencia, los costes de inversión en volumen de vasija son superiores en el tratamiento anaerobio.

- Los malos olores asociados a los procesos anaerobios, debido principalmente a la producción de H_2S y mercaptanos.

- Se necesitan mayores temperaturas para asegurar que los procesos anaerobios se produzcan a velocidades razonables. Normalmente, la temperatura de los procesos anaerobios está alrededor de los $35\text{ }^{\circ}C$, lo que significa que puede necesitarse el precalentamiento de la alimentación o el calentamiento del reactor anaerobio. Sin embargo, este requisito energético puede no ser una desventaja seria, si una parte sustancial puede suministrarse a partir del gas metano producido.

- La sedimentación de la biomasa anaerobia en el clarificador secundario es más difícil que la decantación de la biomasa en el proceso de lodos activados. Esto significa que los costes de inversión para la clarificación son superiores. Sin embargo, si el agua residual a tratar en el proceso anaerobio contiene una concentración elevada de sólidos en suspensión a los que pueda

adherirse la biomasa, pueden conseguirse buenas condiciones de sedimentación en el clarificador secundario. Este es el caso de algunas aguas residuales industriales en la industria alimenticia, a las que normalmente se aplica el tratamiento anaerobio.

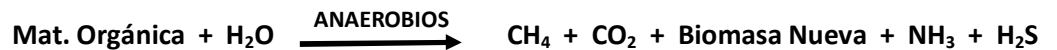
- La operación de las unidades anaerobias es más difícil que las aerobias, siendo el proceso más sensible a las cargas de choque.

Teniendo en cuenta las ventajas mencionadas de los procesos anaerobios frente a los procesos aerobios y las características de nuestro vertido, se justifica la elección de un sistema de depuración anaerobia. Algunas de las desventajas de los procesos anaerobios se verán subsanadas gracias a la elección del tipo de proceso anaerobio adecuado.

8.2.2. Digestión anaerobia.

Introducción.

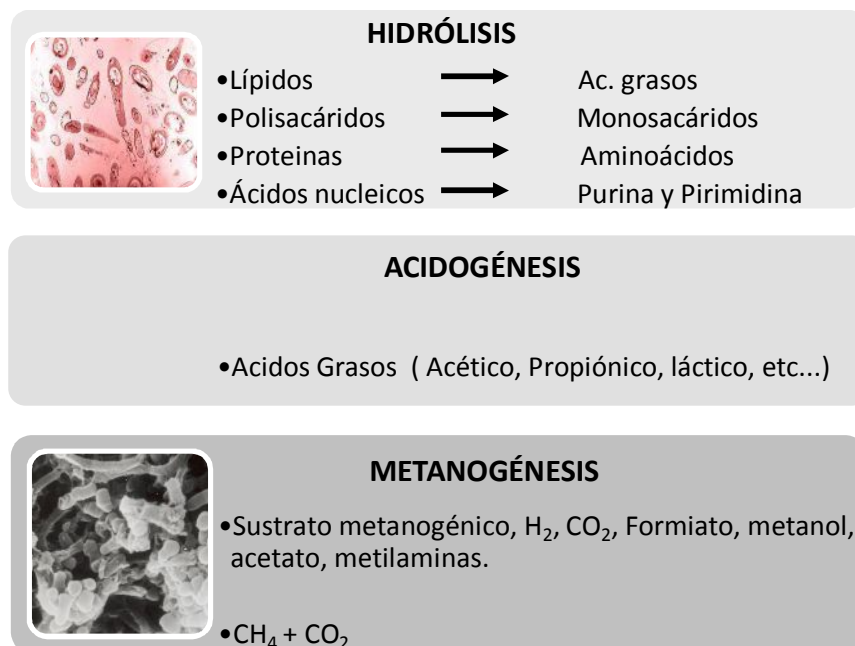
La digestión anaerobia es un proceso complejo que puede ser descrito en función de diversas variables interrelacionadas. Por definición la digestión anaerobia es: “el uso de microorganismos, en ausencia de oxígeno, para la digestión de materiales orgánicos mediante su conversión en Metano y otros productos inorgánicos incluyendo el Dióxido de carbono”.



Microbiología del Proceso.

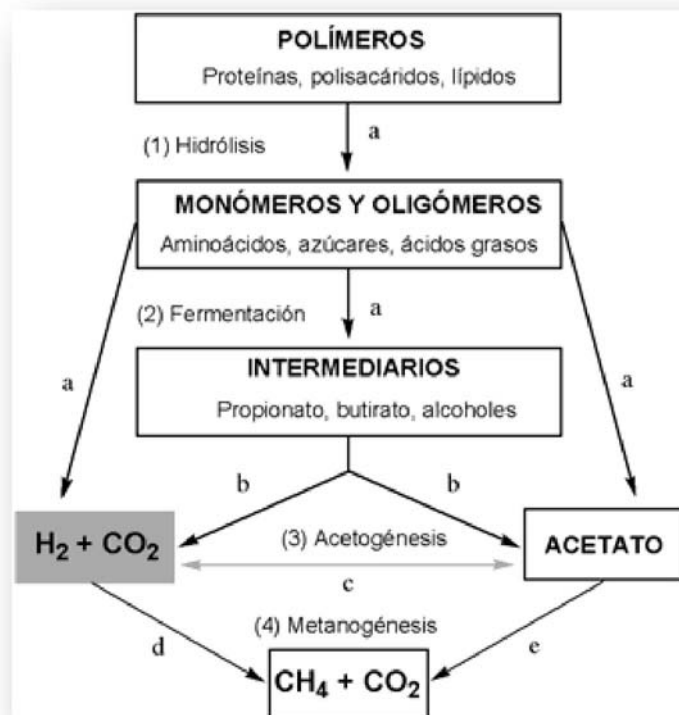
Durante la digestión, las moléculas complejas (polisacáridos, proteínas, y lípidos) se descomponen en moléculas más pequeñas para dar como productos finales Metano (CH_4) y dióxido de Carbono (CO_2). Este proceso consta de tres etapas. En cada una de ellas un conjunto de reacciones son llevadas a cabo por una compleja población de microorganismos presentes en el reactor, cada una de las cuales cataliza sólo un cierto número de estas reacciones. La mayoría de los microorganismos oxidan determinados compuestos orgánicos a fin de obtener energía para su crecimiento y utilizan compuestos carbonados específicos para sintetizar sus componentes celulares. Los productos finales de un grupo de microorganismos suelen ser el alimento del grupo siguiente, de forma que a lo largo del proceso existe un delicado balance que es necesario mantener para que la reacción se desarrolle correctamente.

Como se ha señalado previamente, el proceso de digestión anaerobia se divide en tres etapas de acuerdo a la actividad metabólica predominante y a sus productos finales.



La primera etapa es la Hidrolítica, la segunda es la Acidogénica, y la tercera etapa se centra en el proceso de Metanogénesis. Los procesos anaerobios se caracterizan por tener consorcios bacterianos muy complejos, pero las principales interacciones se dan entre el reino Bacteria y el Archaea. El proceso (ver Fig. 1.1) inicia con la hidrólisis de la materia orgánica compleja, carbohidratos, grasas y proteínas que se encuentran en solución o suspendidos, que son transformados en sus unidades básicas, es decir, azúcares (carbohidratos simples), ácidos grasos y aminoácidos, por el metabolismo de bacterias hidrolíticas y la acción de las enzimas extracelulares, liberándose también Dióxido de carbono y Metano en el proceso.

Fig. 1. 1 Diagrama esquemático del proceso de digestión anaerobia. Diferentes grupos tróficos: (a) bacterias fermentativas, (b) bacterias acetogénicas, (c) bacterias homoacetogénicas, (d) arqueas metanogénicas



Estas bacterias son facultativas, por lo que consumen el Oxígeno que pueda haber dentro del reactor, contribuyendo a la formación de condiciones anaerobias. Crecen rápidamente, tardando en doblarse un mínimo de 30 minutos y pueden subdividirse en:

- Celulolíticas hemicelulolíticas.
- Aminolíticas.
- Proteolíticas.
- Lipolíticas.

La transformación a partículas más sencillas se da a fin de que el alimento se encuentre en su forma más soluble y pueda pasar a través de la pared celular y la membrana.

Una vez que se tienen estas unidades, comienza la segunda etapa. Las bacterias fermentativas usan la materia orgánica soluble para obtener energía y dejan como productos intermedios Hidrógeno y Ácidos orgánicos, llamados Ácidos volátiles o Ácidos grasos. Los de mayor relevancia se listan en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4 Principales ácidos grasos durante la digestión.(Metcalf & Eddy).

Ácidos orgánicos importantes	
Ácidos Volátiles	Ácido acético Ácido propiónico Ácido n-butírico Ácido isobutírico
Ácidos no Volátiles	Ácido láctico Ácido pirúvico Ácido succínico

Los ácidos grasos serán oxidados parcialmente por otro grupo de bacterias llamadas Acetogénicas, quienes producirán cantidades adicionales de hidrógeno y Ácido acético. La producción de los Ácidos volátiles completa la segunda etapa del proceso de digestión y es llamada comúnmente acidogénesis. Las bacterias que participan en esta etapa son facultativas y el tiempo máximo de doblaje es de 1,5-5 días.

La tercera etapa de la digestión anaerobia es la Metanogénesis. Tanto el ácido acético como el hidrógeno son la materia prima para el crecimiento de las bacterias más importantes del proceso, es decir, las metanogénicas (anaerobias estrictas). Este tipo de bacterias son los únicos microorganismos capaces de metabolizar anaeróbicamente el ácido acético y el hidrógeno para dar productos gaseosos cuyos componentes fundamentales son el Metano y el dióxido de carbono.

Según el precursor que tenga, este proceso se lleva a cabo por dos rutas. En la primera el Hidrógeno es usado como donador de electrones, mientras que el HCO_3^- es el aceptor para formar metano y agua.



En la segunda vía el acetato se rompe (CH_3COO^-) y forma metano a través de la reacción acetoclástica.



En el tratamiento anaerobio, los organismos metanógenos y los acidógenos forman una relación simbiótica (de beneficio mutuo). Los metanógenos están en capacidad de utilizar el hidrógeno que producen los acidógenos debido a que poseen la eficiente enzima hidrogenasa. Dado que los metanógenos están en capacidad de mantener una presión parcial de H_2 extremadamente baja, el equilibrio de las reacciones de la fermentación se desplaza hacia la formación de más productos finales oxidados (p. ej., formiato y acetato).

La utilización que del hidrógeno producido por los acidógenos y otros organismos anaerobios hacen los metanógenos, se conoce como transferencia de hidrógeno entre especies. En efecto, las bacterias metanógenas remueven compuestos que podrían inhibir el crecimiento de los acidógenos.

En el Cuadro 1.3 se muestran algunas de las principales bacterias involucradas en el proceso de digestión anaerobia.

Cuadro 1.3. Bacterias involucradas en la digestión anaerobia. (Metcalf & Eddy).

Etapa	Género
Hidrolíticas	<i>Butyvirbio, Clostridium</i>
Acidogénicas	<i>Ruminococcus, Acetovibrio Eubacterium, Peptococcus Lactobacillus, Streptococcus Etc.</i>
Acetogénicas	<i>Acetobacterium, Acetogenium</i>
Homoacéticas	<i>Eubacterium, Pelobacter Clostridium, etc.</i>
Reductoras de protones estrictos	<i>Metanobacillus omeolianskii Syntrophobacter wolinii Syntrophomonas wolfei Syntrophus buswellii</i>
Metanogénicas	<i>Methanobacterium (muchas especies) Methanobrevibacter Methanococcus Methanogenium Methanospirillum bungareti, etc.</i>

Es importante mencionar y entender que la estabilización de la materia orgánica no se da en la primera etapa; la estabilización se realiza únicamente durante la Metanogénesis. Las etapas de hidrólisis y fermentación (Acidogénica) son las más rápidas debido a que la energía que se obtiene de estos procesos es mayor que la que se obtiene de la generación de metano, lo cual impacta directamente sobre la velocidad de crecimiento.

Dentro de cualquier proceso de Metanogénesis es de vital importancia mantener bien equilibradas las poblaciones de bacterias acidogénicas y las metanogénicas. La concentración de ácidos orgánicos y el pH dentro del reactor deben ser monitoreadas diariamente, ya que estos dos parámetros nos brindan información suficiente para mantener en balance a las productoras y a las consumidoras de ácidos.

- Se debe garantizar un adecuado equilibrio entre las comunidades de bacterias que intervienen.
- Tasa de crecimiento de las metanogénicas << acidogénicas.
- Velocidad de metanogénesis << acidogénesis.
- Si disminuye la tasa de reproducción de las metanogénicas, se dará acumulación de ácidos, lo que provocará la inhibición de las metanogénicas y la interrupción de la reducción de la DBO, generándose malos olores.

Productos de la Digestión Anaerobia.

Al final del proceso obtenemos biogás y un efluente líquido tratado.

- **Gas.**

El biogás es una mezcla de gas producido por bacterias metanogénicas que transforman material biodegradable en condiciones anaerobias. Está compuesto de 60 a 80 % de Metano, 30 a 40 % de dióxido de carbono y trazas de otros gases, como Nitrógeno, Ácido sulfhídrico, Monóxido de carbono e Hidrógeno (ver Cuadro 1.4).

Cuadro 1.4. Características del Biogás (Metcalf & Eddy).

Componente	Porcentaje, %
Metano	60-80
Gas Carbónico	30-40
Hidrógeno	5-10
Nitrógeno	1-2
Monóxido de carbono	0-1,5
Oxígeno	0,1
Ácido sulfhídrico	0-1
Vapor de agua	0,3

<i>Características del Metano (CH₄)</i>	
Densidad	1,09 kg/m ³
Solubilidad en agua	Baja
Presión crítica	673,1 Psi
Temperatura crítica	82,5 °C
Poder calorífico	22400 kJ/m ³

La remoción de DQO se da en la etapa final metanogénica, donde se forma CH₄ (muy poco soluble). La MO (masa orgánica) inicial termina siendo liberada a la atmósfera en forma de CH₄, reduciendo así el contenido orgánico del efluente.

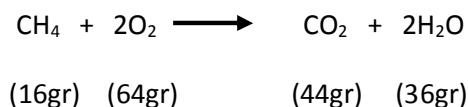
Estimación de la producción de CH₄:

En el proceso de degradación de la MO se libera CH₄, el cual será luego oxidado a CO₂ y H₂O para completar el ciclo del carbono.

Ejemplo – degradación de la glucosa bajo condiciones anaerobias:



Para evaluar la demanda de oxígeno del proceso se deben considerar los productos generados (CO₂, CH₄). Como el CO₂ se encuentra ya en la forma más oxidada, la única demanda de oxígeno será la correspondiente a la oxidación del CH₄.



De la ecuación surge que 1 mol de CH₄ requiere 2 moles de O₂ para su completa oxidación. Para el caso de la glucosa se tendrá que por cada mol de glucosa se generan 3 moles de CH₄ (48 gr) que requieren de un consumo de 192 gr de O₂ para su oxidación, siendo entonces la demanda de oxígeno igual a 192 gr (se remueven 192 gr de DQO).

En resumen, cada 16 gr de CH₄ producido y liberado se consumen 64 gr de O₂ (se remueven 64 gr de DQO).

Entonces puede determinarse la producción de metano a partir de la remoción de DQO en el proceso:

$$V_{CH_4} = DQO_{CH_4} / k(T) \quad K(T) = K.P / R(273+T)$$

Con: V_{CH_4} = volumen de CH₄ liberado (l)

DQO_{CH_4} = DQO convertida en metano (grDQO removido)

K = gr DQO por 1 mol de CH₄ (64 grDQO / molCH₄)

R = cte. de los gases (0.08206 atm l/mol K)

P, T = presión atmosférica (atm) y temperatura (°C)

Finalmente, considerando que el gas producido se compone de: 75-80% CH₄ y 20-25% CO₂, puede estimarse la producción total de gas en el proceso.

Factores que determinan el Proceso Anaerobio.

La digestión anaerobia está influenciada por una serie de procesos que determinan su eficacia como son:

- Temperatura.
- Concentración de sólidos.
- Requerimientos de pH.

- Requerimientos de Nutrientes.
- Factor de mezclado.

○ **Efectos de la Temperatura.**

Las reacciones anaerobias se desarrollan en un amplio rango de temperaturas, el cual se divide en tres zonas; una zona psicrófila, para temperaturas inferiores a 20 °C; una zona mesófila, que abarca entre los 20°C y los 40°C con un óptimo entre los 29 y 33°C; y una termófila entre los 40°C y los 65°C, con un óptimo alrededor de los 55°C (Cuadro 1.5). En general, mientras más alta se encuentre la temperatura del sistema las velocidades de reacción son mayores, con lo que más rápidamente se degrada el sustrato. Al cambiar la temperatura cambian los consorcios bacterianos presentes. La investigación ha llevado a distinguir tres intervalos de temperatura, en los cuales predomina la actividad de un cierto consorcio.

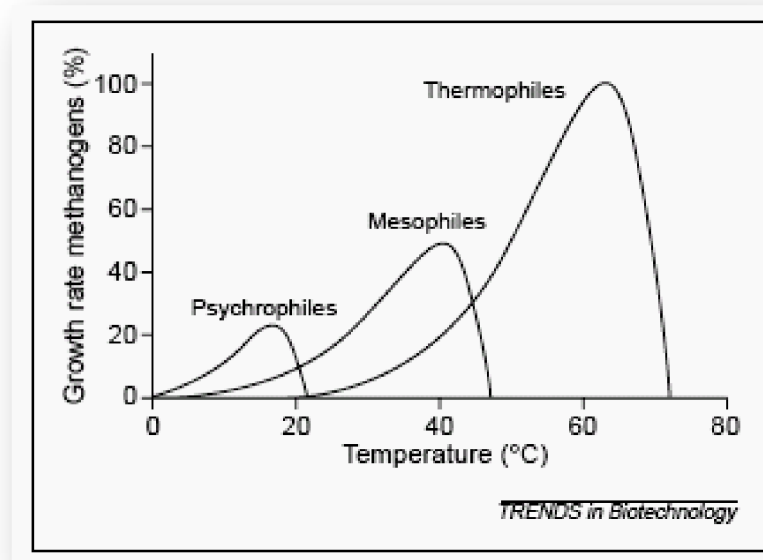
Cuadro 1.5. Rango de Temperaturas en la Digestión Anaerobia.

BACTERIAS	RANGO DE TEMPERATURAS	SENSIBILIDAD
Psicrófilas	Menos de 20 °C	+ 2 °C/hora
Mesófilas	Entre 20 °C y 40 °C	+ 1 °C/hora
Termófilas	Más de 40 °C	+ 0,5 °C/hora

Las bacterias, y sobre todo las metanogénicas, son sensibles al cambio repentino de temperatura del medio en el cual crecen y su actividad puede inhibirse dependiendo de la amplitud del cambio. Las bacterias fermentativas son menos sensibles a estos cambios de temperatura, continuando produciendo ácidos grasos volátiles durante la inactividad metanogénica, y creando así un ambiente demasiado ácido para poder recuperar la digestión anaerobia incluso cuando se haya estabilizado la temperatura.

La actividad microbiana, y entonces la producción de biogás, aumenta al aumentar de la temperatura. Pero una temperatura demasiado alta causa la degradación de los enzimas necesarios al metabolismo. En la **Fig. 1.2** podemos ver como cada grupo de bacterias metanogénicas tienen un máximo de crecimiento en el interior de su respectivo intervalo de temperatura.

Fig 1.2 . Relación entre la tasa de crecimiento y la temperatura para los tres grupos Metanogénicos.



La digestión termofílica permite una permanencia mínima en los estanques. Debido a esto el diseño de reactores es para un volumen más reducido mejorando así la destrucción de bacterias y la deshidratación de lodos. Pero trabajar en este rango requiere mayores necesidades energéticas para el calentamiento, y debido a la sensibilidad excepcional del reactor a los cambios de temperatura se exige un gran control y en consecuencia, no es aconsejable trabajar en este rango. Por lo cual se recomienda una digestión mesofílica a temperatura controlada.

○ **Requerimientos de pH.**

Es necesario insistir en el hecho ya señalado de que los organismos que intervienen en cada fase son diferentes, y debe producirse un equilibrio entre la producción de ácidos y su regresión, para que ambos tipos de organismos puedan coexistir dentro del digestor y encuentren las posibilidades ambientales para su desarrollo. Concretamente, el proceso de digestión suele interrumpirse por el decaimiento de los organismos productores de metano debido a algún cambio ambiental que les hace menos viables. Esta es la razón de que el pH del reactor sea indicio de que la digestión se está realizando en condiciones adecuadas, ya que, si los organismos productores de metano son inhibidos o destruidos, no se degradan los ácidos producidos y el pH dentro del digestor disminuiría progresivamente. Por debajo del pH 6.2 la supervivencia de los organismos productores de metano sería imposible y, por consiguiente, cuando en un digestor se alcanza este pH, la digestión puede considerarse como interrumpida.

Los datos experimentales demuestran que el nivel óptimo de pH va de 6,8 a 7,4.

Si el pH se sale de rango, las metanogénicas se inhiben pero las acidogénicas continúan su actividad (se generan muchos más ác.volátiles) y el reactor se acidifica.

Además es importante controlar la alcalinidad ya que controla las variaciones de pH. Si no fuera suficiente se dosifica alcalinizante.

○ **Presencia de Tóxicos.**

Las sales (Na, K, etc.), el amonio y los sulfuros, en altas concentraciones, así como los metales pesados pueden inhibir el proceso.

○ **Concentración de Sólidos.**

La concentración de sólidos es importante para mantener una buena digestión. Al adoptarse un proceso acelerado conviene asegurar que esta concentración sea continua. Las concentraciones normales en los digestores se sitúan entre los 4 y 7%.

El grupo de bacterias facultativas y anaerobias responsables de la etapa de fermentación ácida tienen una velocidad de crecimiento más elevada que las bacterias metanogénicas responsables de la etapa de fermentación metánica. Como resultado, la etapa de fermentación ácida es relativamente rápida por lo que la etapa de fermentación metánica es la que controla la velocidad en los procesos anaerobios.

Ya que la fermentación metánica controla la velocidad del proceso, es importante mantener las condiciones de una fermentación metánica eficaz. El tiempo de residencia para los microorganismos metánicos debe ser el adecuado o si no, son eliminados del sistema. Los datos experimentales demuestran que el tiempo de residencia requerido varía desde 2 a 20 días.

Es importante mantener una homogeneidad adecuada en los lodos en el digestor, lo que lleva a la necesidad de una agitación para el aseguramiento de una mezcla homogénea. En el caso de reactores de flujo ascendente y manto de lodos esta condición no es necesaria, pues una agitación dentro del reactor destruiría tanto la cama como el manto de lodos. Por lo cual, la homogeneización debe ser previa.

- **Requerimientos de nutrientes.**

Los microorganismos anaerobios necesitan nutrientes para soportar el crecimiento. Una relación típica para este crecimiento es de DQO: N: P; 100:1:0,2.

- **Factor de Mezclado.**

Antiguamente las plantas de digestión anaerobias consistían exclusivamente en un depósito de agua residual cerrada a la atmósfera. En él se producía una estratificación, que de abajo hacia arriba se puede interpretar de la siguiente manera: Sustrato digerido, Sustrato en fase de digestión, efluente clarificado, capa de espuma y gases de digestión. Al desarrollarse el proceso y llegar a la denominada digestión de alta carga, se estableció que era fundamental que el contenido del digestor fuera mezclado completamente de una forma más o menos continua. Con ello, se consigue reducir sustancialmente el tiempo de digestión.

Las razones que se han dado para llevar a cabo el mezclado, han sido:

- Se tienen en contacto de forma continua los microorganismos activos con el alimento suministrado.
- El alimento suministrado es uniformemente distribuido y está siempre a disposición de los organismos.
- Se mantiene a niveles mínimos la concentración de productos finales e intermedios, así como a los posibles inhibidores del metabolismo bacteriano.
- Se mantiene una homogeneidad térmica, previniendo la estratificación por este concepto.

Otros objetivos del mezclado han sido consecuencia del problema de la capa de espuma de los digestores, intentando conseguir la rotura de dicha capa o evitar su formación. En consecuencia, han surgido muchos sistemas de mezclado fundamentalmente basados en el bombeo del agua residual, bombeo del gas a través del licor mezcla del digestor y la agitación mecánica del contenido de la instalación. Cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes, pero hay que presuponer el efecto distinto que tienen sobre el proceso de digestión. Así por ejemplo, el grado de agitación del agua residual debe influir en la tasa de solubilidad de los sólidos orgánicos (fase de licuefacción).

Para el caso de reactores UASB, el factor de mezclado juega un papel importante, no considerando el reactor como un todo sino en las distintas etapas que este presenta (cama y manto de lodos).

○ **Potencial Redox.**

En lo que se refiere a las reacciones redox que emplean los microorganismos para obtener energía, conviene distinguir entre tres tipos de ambiente: aerobio, anóxico y anaerobio. El ambiente anaerobio exige ausencia de oxígeno en disolución y el mantenimiento de un potencial redox muy bajo, normalmente negativo. El potencial redox en la digestión anaerobia, calculado con respecto al hidrógeno, es del orden de $-0,3V$.

○ **Ácidos Volátiles.**

Un síntoma típico de mal funcionamiento en los digestores es el aumento de la concentración en ácidos volátiles en el efluente. La inestabilidad del proceso puede estar relacionada con una sobrecarga orgánica en el digestor, una entrada de elementos tóxicos o inhibidores con el influente, o una variación de temperatura.

Un gran aumento de los ácidos volátiles hará reducirse el pH, que inhibirá progresivamente a las bacterias metanogénicas hasta bloquear completamente el proceso anaerobio.

○ **Tiempo de Retención.**

Es el periodo medio de permanencia de un sustrato en el digestor. Puede referirse a biomasa activa o celular (TRC), a biomasa sólida (TRS) o a la parte líquida (TRH). El TR en cualquiera de sus acepciones es un factor muy importante en el proceso de digestión anaerobia. En términos globales puede afirmarse que, a igual condiciones, al aumentar el TR se consigue una mejor digestión de la materia orgánica, pero se precisa, por el contrario, un aumento del volumen del digestor. El TR mínimo al que se puede operar depende, fundamentalmente, de la temperatura y del proceso de digestión utilizado.

Según este parámetro, los sistemas de digestión anaerobia se pueden dividir en dos categorías:

1) Sistemas en los que $TRH=TRC=TRS$.

A esta categoría pertenecen los sistemas de mezcla completa y flujo pistón.

2) Sistemas en los que $TRC, TRS > TRH$.

Esto se consigue mediante diversos procedimientos. Pertenecen a esta categoría los sistemas de contacto, UASB, Filtro anaerobio, Lecho de lodos, Película fija y Lecho fluidizado.

Con estas tecnologías se logra que los TRC y TRS sean muy superiores al TRH, consiguiéndose una gran población bacteriana activa en el interior del digestor, por lo que se pueden alcanzar grandes rendimientos a TRH bastante menores a los

necesarios en mezcla completa y flujo pistón. De esta forma, al trabajar con alta concentración de biomasa activa, permite cargas volumétricas muy altas a la vez que mejoran sus condiciones de estabilidad ya que una disminución del TRH no presenta una respuesta rápida en las variaciones de TRC.

Para garantizar la estabilidad del proceso, tendremos que controlar las características del influente que llega al digester. Esto es muy importante ya que un cambio brusco en las características de este puede provocar un cambio drástico en las condiciones ambientales dentro del digester.

Así pues, es preciso considerar una serie de parámetros, necesarios para conocer la viabilidad de un influente para ser tratado mediante digestión anaerobia.

Estos parámetros fundamentales son:

- **Concentración de sustrato:** Ésta puede venir indicada como % en sólidos totales o medido como carga contaminante a través de la DQO.
- **pH:** Dado que el pH óptimo para el proceso de digestión anaerobio debe estar entre 6,8-7,4, convienen valores de pH próximos a la neutralidad.
- **Contenido de Nitrógeno, (C/N):** Refleja muy significativamente la digestibilidad e incluso la potenciabilidad energética de un determinado sustrato orgánico. El valor óptimo de la relación C/N suele oscilar entre 20:1 y 30:1. La composición esperada del biogás en función de la relación C/N se refleja en el Cuadro 1.6.

Cuadro 1.6. Composición esperada del Biogás en función de la relación C/N.

Relación C/N	CH ₄	CO ₂	H ₂	N ₂
Baja (<20:1)	Poco	Mucho	Poco	Mucho
Equilibrada	Mucho	Poco	Poco	Poco
Alta (>30:1)	Poco	Mucho	Mucho	Poco

Fuente: Baraza et al (2003).

La relación C/N también influye en el pH del digestor, habiéndose observado que cuanto mayor es la relación C/N del sustrato, menor es el pH de funcionamiento.

→ **Presencia de Inhibidores:** existen determinadas sustancias que pueden actuar negativamente en la digestión anaerobia por resultar tóxicas a los microorganismos. Estas sustancias inhibidoras pueden llegar al digestor con el influente, pero también pueden producirse en el propio digestor durante el proceso de digestión: ácidos volátiles, amoníaco, ácido sulfhídrico, que en exceso pueden inhibir la reacción.

Cinética de la Degradación Anaerobia.

MODELO CINÉTICO.

Para asegurar que los organismos crezcan, se debe permitir que permanezcan en el sistema el tiempo suficiente para que se reproduzcan. El tiempo requerido depende de su tasa de crecimiento, la cual se relaciona directamente con la velocidad a la cual ellos metabolizan o utilizan el vertido. Suponiendo que las condiciones ambientales se controlan adecuadamente, se puede asegurar la estabilización efectiva del vertido al controlar la tasa de crecimiento de los microorganismos. La cinética del crecimiento biológico se considera a continuación:

- **Crecimiento Bacteriano.**

La velocidad de crecimiento de los microorganismos es proporcional a la velocidad de utilización de sustrato.

$$\frac{dX}{dt} = Y * \frac{dS}{dt}$$

La velocidad de crecimiento de los microorganismos es proporcional a la concentración de microorganismos y depende del sustrato:

- Cuando el crecimiento se da sin limitaciones:

$$\frac{dX}{dt} = \mu * X$$

- Cuando existen limitaciones del sustrato presente:

$$\mu = \frac{\mu_{\text{máx}} * S}{(K_s + S)}$$

$$\frac{dX}{dt} = \frac{\mu_{\text{máx}} * S * X}{(K_s + S)}$$

Siendo:

X = microorganismos (mg SSV/l)

S = concentración de sustrato (mgDQO/l)

Y = prod.biomasa por unidad sustrato (mgSSV/mgDQO)

μ = vel.crecimiento celular (d^{-1})

$\mu_{\text{máx}}$ = vel.crecimiento máxima (d^{-1})

K_s = cte. saturación de sustrato (S para $\mu = 0.5\mu_{\text{máx}}$)

○ **Decaimiento bacteriano:**

$$\frac{dX}{dt} = -K_d * X$$

Con K_d = coef.de respiración endógena (d^{-1}).

○ **Crecimiento resultante:**

$$\frac{dX}{dt} = \frac{\mu_{\text{máx}} * S * X}{(K_s + S)} - (K_d * X)$$

Siendo:

X = microorganismos (mg SSV / l)

μ = tasa crecimiento (d^{-1})

$\mu_{\text{máx.}}$ = tasa crecimiento máxima (d^{-1})

S = concentración de sustrato limitante (mg/l)

K_s = concentración de sustrato para la cual $\mu = 0.5\mu_{\text{máx}}$

○ **Producción de sólidos:**

La producción de biomasa (o crecimiento bacteriano) puede ser expresada en función de la utilización de sustrato. Cuando más sustrato sea asimilado, mayor será la tasa de crecimiento bacteriano.

$$\frac{dX}{dt} = Y * \frac{dS}{dt}$$

Y = coef.prod.biomasa (mgSSV/mgDQO)

Por lo tanto la prod.de sólidos será:

$$\frac{dX}{dt} = Y * \frac{dS}{dt} - (K_d * X)$$

○ **Tasa de utilización de sustrato:**

Expresa la capacidad de conversión de sustrato por la biomasa, por unidad de tiempo:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y} * \frac{dX}{dt}$$

Entonces:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y} * \frac{\mu_{\text{máx}} * S * X}{(K_s + S)}$$

- **Coefficientes cinéticos:**

Tabla 1.5. Coeficientes Cinéticos de bacterias anaerobias. (Metcalf & Eddy).

Población bacteriana	μ_m (d ⁻¹)	Y (gr SSV/gr DQO)	K _s (mg DQO/l)	Tasa de metaboliz. (gr DQO/gr SSV d)
Acidogénica	2	0,15	200	13
Metanogénica	0,4	0,03	50	13
P. Mixta	0,4	0,18	---	2

Se debe tener cuidado al aplicar los valores de la tabla 1.5 ya que los mismos no se ajustarán al funcionamiento real del reactor (habrá que tener en consideración las características del tipo de sustrato, la población bacteriana y las condiciones ambientales).

Técnicas Aplicables de Digestión Anaerobia.

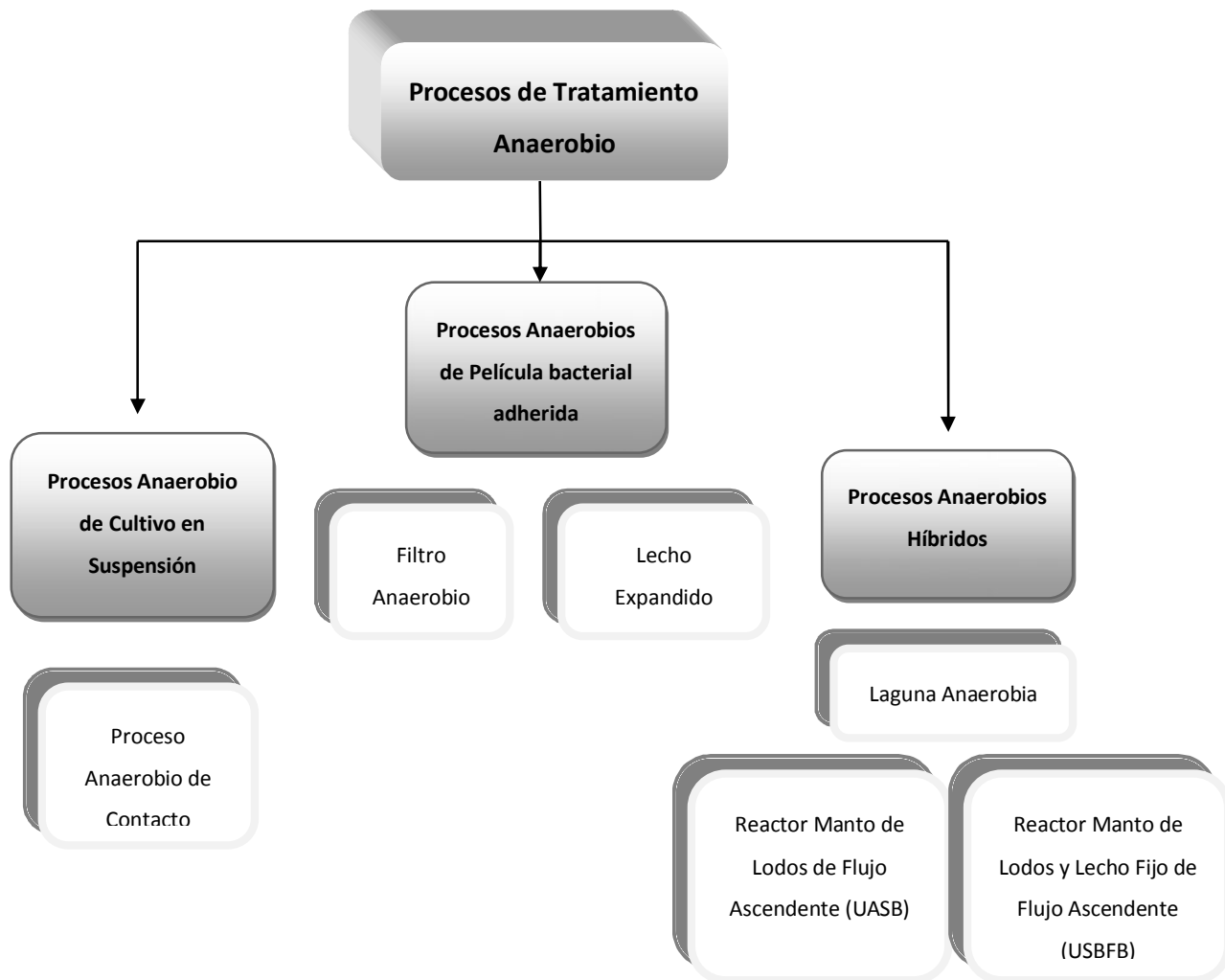


Fig.1.3. Procesos Biológicos Anaerobios. (R.S. Ramalho)

- **Procesos Anaerobios de Cultivo en Suspensión:**

- **Proceso Anaerobio de Contacto.**

Algunos residuos industriales con alto contenido en DBO se pueden estabilizar por medio del tratamiento anaerobio de forma muy efectiva. En el proceso anaerobio de contacto, los residuos que se quiere tratar se mezclan con los sólidos del fango recirculado y se digieren a continuación en un reactor cerrado para evitar la entrada de aire. El contenido del reactor se mezcla completamente y, tras la digestión, la mezcla se separa en un clarificador o una unidad de flotación al vacío. El sobrenadante del proceso, normalmente, es sometido a un tratamiento posterior. El fango anaerobio sedimentado se recircula para servir de siembra al agua residual entrante. Debido a la baja tasa de síntesis de los microorganismos anaerobios, el exceso de fango a evacuar es mínimo.

Una de las mayores limitaciones del proceso de digestión anaerobia de mezcla completa, es el hecho de que desde el punto de vista de efectividad y costo, sólo se pueden usar Tiempos de Retención celular relativamente bajos. Para sobreponerse a esta limitación se han desarrollado varios procesos anaerobios de película bacterial adherida.

- **Procesos anaerobios de Película Bacterial adherida.**

Los dos procesos anaerobios de tratamiento más comúnmente empleados para el tratamiento de residuos orgánicos carbonosos son el filtro anaerobio y el proceso de lecho expandido.

- **Proceso de Filtro Anaerobio.**

El filtro anaerobio es una columna rellena de diversos tipos de medios sólidos que se utiliza para el tratamiento de la materia orgánica carbonosa contenida en el agua residual. El agua a tratar fluye en sentido ascendente, entrando en contacto con el medio sobre el que se desarrollan y fijan las bacterias anaerobias. Dado que las bacterias están adheridas al medio y no son arrastradas por el efluente, se pueden obtener tiempos medios de retención celular del orden de los cien días.

En consecuencia, es posible conseguir grandes valores de tiempos de detención celular con bajos tiempos de detención hidráulica. De este modo, el filtro anaerobio se puede emplear para el tratamiento de residuos de baja concentración a temperatura ambiente.

- **Proceso de Lecho Expandido.**

En el proceso de lecho expandido, el agua residual a tratar se bombea a través de un lecho de material adecuado (p.ej.: arena, carbón, conglomerado expandido) en el que se ha desarrollado un cultivo biológico. El efluente se recircula para diluir el agua entrante y para mantener un caudal adecuado que asegure que el medio se halle expandido.

- **Procesos Anaerobios Híbridos.**

A medida que el potencial de los tratamientos anaerobios ha sido entendido con mayor claridad, se han desarrollado varios procesos híbridos tanto para desechos de alta carga como de baja concentración. Entre ellos encontramos:

- **Reactor anaerobio de Manto de Lodos de Flujo ascendente.**

En este proceso el residuo que se quiere tratar se introduce por la parte inferior del reactor. El agua residual fluye en sentido ascendente a través de un manto de fango constituido por gránulos o partículas formadas biológicamente. El tratamiento se produce al entrar en contacto el agua residual y las partículas. Los gases producidos en condiciones anaerobias (principalmente metano y dióxido de carbono) provocan una circulación interior, que colabora en la formación y mantenimiento de los gránulos. Parte del gas generado dentro del manto de fango se adhiere a las partículas biológicas. Tanto el gas libre como las partículas a las que se ha adherido el gas, ascienden hacia la parte superior del reactor. Allí se produce la liberación del gas adherido a las partículas, al entrar éstas en contacto con unos deflectores desgasificadores. Las partículas desgasificadas suelen volver a caer hasta la superficie del manto de fango. El gas libre y el gas liberado de las partículas se captura en una bóveda de recogida de gases instalada en la parte superior del reactor.

El líquido que contiene algunos sólidos residuales y algunos de los gránulos biológicos, se conduce a una cámara de sedimentación, donde se separan los sólidos residuales. Los sólidos separados se reconducen a la superficie del manto de fango a través del sistema de deflectores.

○ **Reactor anaerobio de Manto de Lodos y Lecho fijo ascendente (USBFB).**

El USBFB es una variación del UASB. La diferencia principal radica en que el lecho fijo está incorporado encima del manto de lodos. El lecho fijo se utiliza para atrapar cualquier sólido, que de otra manera saldría del reactor. Dado que la biomasa bacteriana se desarrolla sobre el medio fijo, hay un tratamiento adicional a medida que el líquido atraviesa por el lecho fijo. El agua sin tratar se introduce sobre el fondo de los dos compartimientos aislados. El tratamiento ocurre a medida que el agua residual atraviesa la biomasa de los tamices suspendidos en el segundo compartimiento.

○ **Laguna anaerobia.**

En este sistema se excava un hueco que se cubre con una geomembrana que, colocada sobre flotadores de espuma de poliestireno, se usa para cubrir la laguna y recuperar el gas.

Podemos ver en el Cuadro1.7, una comparación de las principales características de procesos anteriormente citados.

Cuadro 1.7. Comparativa de las principales características de los procesos anaerobios más usuales.

Comparación de los procesos de crecimiento anaerobio en suspensión, híbrido y en película bacterial adherida*			
Factor	Crecimiento en suspensión	Sistemas híbridos	Película bacterial adherida
Concentración alcanzable de biomasa	Bajo	Alto	Alto
TRCM alcanzable	Bajo	Alto	Alto
Adecuado para aguas residuales con partículas	Sí	Remonición parcial de las partículas	Remonición pobre de las partículas
Adecuado para aguas residuales muy concentradas	Sí	No	No
Adecuado para aguas residuales diluidas	No	Sí	Sí
Eficiencia de remonición	Limitado	Alto	Alto
Resistencia a los tóxicos y condiciones de operación dinámica	Limitado según TRCM	TRCM largo ofrece estabilidad mejorada	TRCM largo ofrece estabilidad mejorada
Mantenimiento de la integridad hidráulica interna	Relativamente simple con mezclado mecánico	Generalmente satisfactoria con recirculación del efluente y desarrollo de mezcla de biogás	El exceso de acumulación de biomasa puede causar un impacto negativo en la hidráulica del reactor
Requerimientos energéticos	Generalmente el más bajo	El más alto si se practica la recirculación del efluente	Puede ser alto si el medio de soporte es fluidizado

*Adaptado de Speece (1983, 1996)

En el Cuadro 1.8 se proporcionan datos típicos de las cargas del proceso y de los rendimientos. Estos valores se basan comúnmente en los resultados de los estudios realizados en plantas piloto

Cuadro 1.8

Datos típicos sobre el desempeño de los procesos anaerobios*				
Proceso	Entrada DQO, mg/l	TRH,h	Tasa carga orgánica, g DQO/l día	Eliminación de DQO, %
<i>Digestión anaerobia</i>	1.500-5.000	360-480	0,48-2,40	45-65
<i>Contacto anaerobio</i>	1.500-5.000	2-10	0,48-2,40	75-90
<i>UASB</i>	5.000-15.000	4-12	4-12	75-85
<i>Lecho fijo</i>	10.000-20.000	24-48	0,96-4,80	75-85
<i>Lecho expandido</i>	5.000-10.000	5-10	4,80-9,60	80-85

*Adaptado en parte de Malina y Pohland (1992), Speece (1996) y WPCF (1987)

Atendiendo a sus diferencias, los procesos de crecimiento en suspensión se usan para tratar desechos que contienen material particulado biodegradable, como el lodo de los tratamientos primario y secundario. Los procesos de película bacterial adherida son más adecuados para el tratamiento de desechos orgánicos solubles, como la comida proveniente de las instalaciones de procesamiento de alimentos. Los procesos híbridos se pueden utilizar para tratar desechos con constituyentes particulados y solubles, aunque funcionan mejor con desechos solubles.

Se ha seleccionado como proceso de depuración un proceso híbrido de digestión anaerobia, en concreto un **Reactor anaerobio de Manto de Lodos de Flujo ascendente**. Las razones fundamentales son:

1. El coste de inversión es bajo. Cargas de diseño de hasta 10 kg DQO/m³ día o más altas son utilizadas; por tanto el volumen del reactor es pequeño.
2. Las fermentaciones ácida y metánica, así como la sedimentación, tienen lugar en el mismo tanque. Por lo tanto las plantas son muy compactas, con considerable economía de espacio.
3. Como no hay relleno, se elimina la posibilidad de cortocircuitos y obstrucciones.
4. El consumo de potencia es bajo puesto que el sistema no requiere ninguna agitación mecánica.
5. La retención de biomasa es muy buena y por esto no es necesario reciclar el lodo.
6. La concentración de biomasa es alta (p.ej., 8% de sólidos). Por consiguiente el sistema es resistente a la presencia de sustancias tóxicas y fluctuaciones de carga.

El UASB fue desarrollado en Holanda por Lettinga y asociados [Lettinga, G. et al., *Biotechnology and Bio-engineering*, 22, 4,1980] y se ha utilizado en industrias de productos alimentarios, plantas azucareras, destilerías e industria de fermentaciones, fabricas de conservas alimenticias, industria de la celulosa y papel, etc.

CAPÍTULO IX. Descripción de la Planta.

9.0 Tanque de Homogeneización/Neutralización.

Las variaciones de caudal y carga que presenta el afluente es el motivo por el que se hace necesaria la instalación de un sistema de homogeneización. La homogeneización de caudales es una medida empleada para superar los problemas de tipo operativo que causan estas variaciones de caudal, y para reducir el tamaño y los costos de las unidades de tratamiento ubicadas aguas abajo. En efecto, la homogeneización amortigua las variaciones de caudal, de manera que se alcanza un caudal de salida constante o casi constante.

La homogeneización de caudal se emplea en diversas situaciones dependiendo de los objetivos deseados con el tratamiento.

Se va a utilizar la homogeneización con un triple objetivo:

1. Conseguir la neutralización.

Antes del tratamiento biológico, el pH del sistema ha de mantenerse en un intervalo comprendido entre 6,5 y 8,5 para asegurar una actividad biológica óptima. El proceso biológico en sí mismo puede conseguir una neutralización, y en cualquier caso tiene una capacidad tampón como resultado de la producción de CO_2 , que da lugar a la formación de carbonatos y bicarbonatos en la solución. El grado de preneutralización requerido para el tratamiento biológico depende de dos factores:

- a) La alcalinidad o acidez presente en el agua residual.
- b) Los mg/l de DBO que deben eliminarse en el tratamiento biológico. Este último aspecto está muy relacionado con la producción de CO_2 , que puede dar lugar a una pequeña neutralización de los residuos alcalinos.

2. Aminorar las variaciones de la corriente de aguas residuales, intentando conseguir una corriente mezclada, con un caudal relativamente constante, que sea el que llegue a la planta de tratamiento.

3. Aminorar las variaciones de la DBO del afluente a los sistemas de tratamiento.

Esta práctica es muy útil en plantas pequeñas de tratamiento que experimentan variaciones considerables, entre los valores máximos y el promedio de caudal y carga contaminante.

Para que el uso de la unidad de homogeneización resulte económico, la relación entre el caudal máximo y el promedio debe ser mayor de 2. En este caso:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Caudal promedio} = 3,47 \text{ m}^3/\text{h} \\ \text{Caudal máximo} = 14,09 \text{ m}^3/\text{h} \end{array} \right\} \frac{Q_{\text{máximo}}}{Q_{\text{promedio}}} = \frac{14,09 \text{ m}^3/\text{h}}{3,47 \text{ m}^3/\text{h}} = 4,06$$

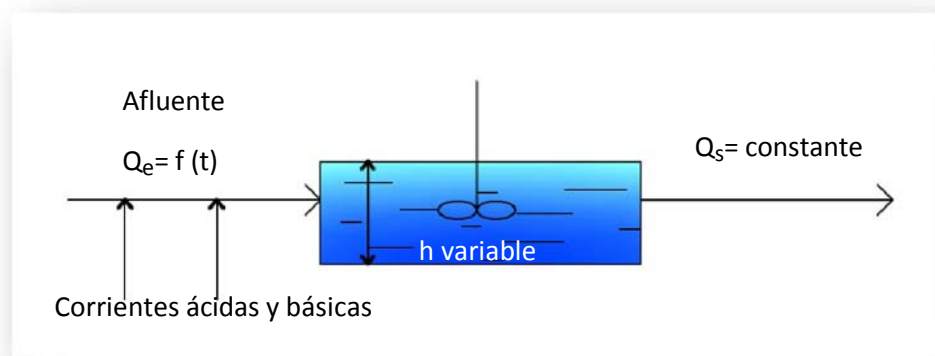
$4,06 > 2$; La utilización de la unidad de homogeneización resulta viable económicamente.

En función de los objetivos a alcanzar se ha seleccionado un **tanque de homogeneización de nivel variable**. Con este método, el efluente sale con un caudal constante (Fig 1.4). Teniendo en cuenta que el caudal de entrada varía con el tiempo, el nivel del estanque debe hacerse variable. Este método se usa también con el objetivo no sólo de conseguir una neutralización, sino de conseguir un caudal de salida constante.

Además, el caudal total vertido no es excesivamente elevado. En consecuencia el tanque de homogeneización no será excesivamente grande, por lo que podremos tratar todo el vertido colocando la **unidad en línea** y no en derivación. La adopción de un sistema de homogeneización en línea nos permite amortiguar

considerablemente las cargas de constituyentes en los procesos de tratamiento que van a tener lugar a continuación.

Fig. 1.4. Efecto del Tanque de Homogeneización.

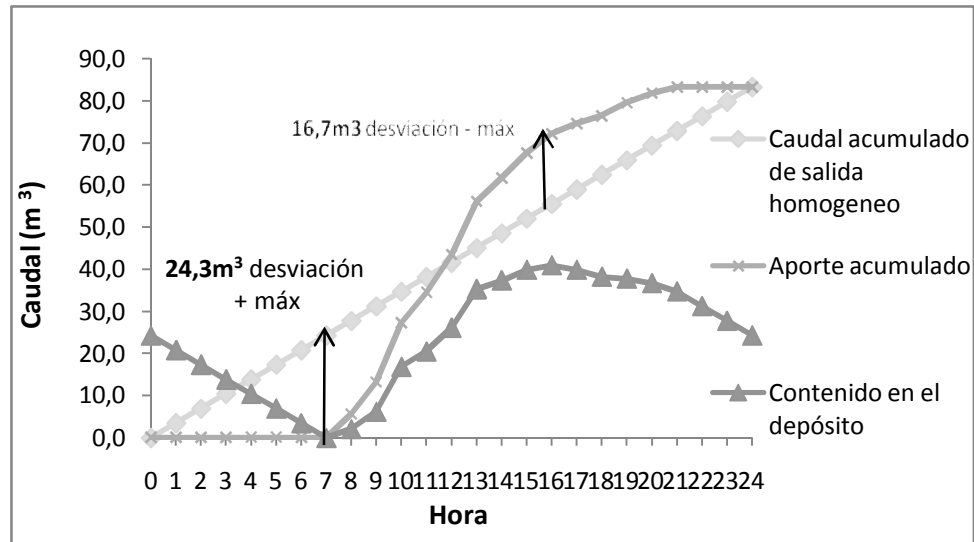


El volumen teórico necesario del tanque de homogeneización es de 42 m^3 . En la práctica, el volumen del tanque de homogeneización debe ser superior al determinado por consideraciones teóricas, hecho que se deriva de tener en cuenta los siguientes factores:

- 1) El funcionamiento en continuo de la bomba de impulsión no permiten un vaciado total.
- 2) Debe contemplarse la posibilidad de imprevistos y de cambios no previsibles en los caudales diarios.

En la Grafica 1.3 podemos ver la representación del aporte acumulado, el caudal acumulado y el contenido en el depósito a lo largo de la jornada.

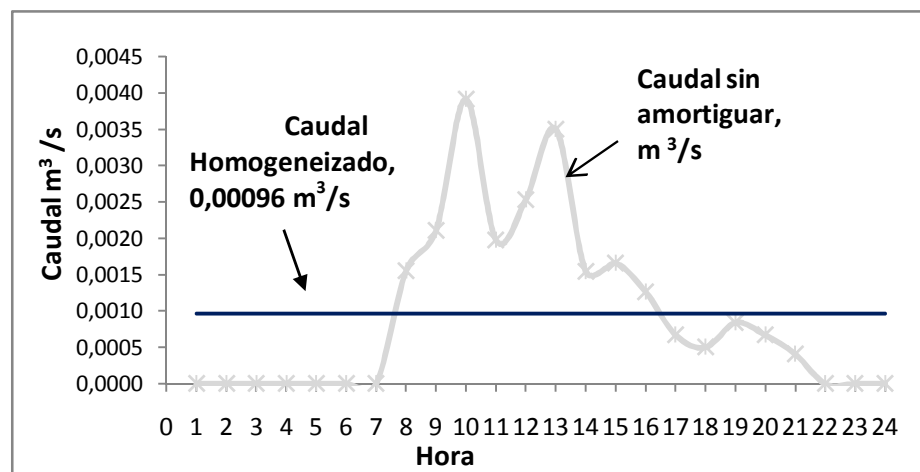
Gráfico 1.3. Caudal, aporte acumulado y contenido del depósito a lo largo de la jornada.



A pesar de que no se puede dar un valor fijo, el volumen adicional puede variar entre el 10% y el 20 % del valor teórico. Se supone por lo tanto un volumen adicional del 15 %, lo que daría un volumen de $48,3 \text{ m}^3 \approx 48,5 \text{ m}^3$.

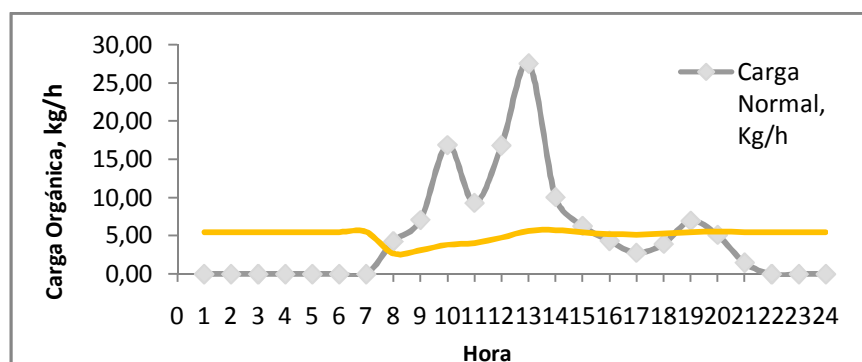
En el Gráfico 1.4 podemos ver de una forma más clara la amortiguación del caudal.

Gráfico 1.4. Caudal sin amortiguar y caudal amortiguado.



Como se ha señalado antes, el tanque de homogeneización no sólo se usa para amortiguar el caudal y obtener un caudal constante de salida sino que también se persigue amortiguar la DBO. La mejor manera de mostrar el efecto sobre la carga orgánica de la regulación del caudal es la representación de las cargas orgánicas horarias correspondientes al flujo con y sin regulación, como se muestra en el gráfico 1.5.

Gráfico 1.5. Carga sin amortiguar y carga amortiguada.



Construcción del tanque.

Los materiales de construcción, la geometría del tanque, y los equipos necesarios para su funcionamiento, son los factores importantes que hay que tener en cuenta en el proyecto de tanques de homogeneización.

El tanque de homogeneización consistirá en un tanque de hormigón, ya que suelen ser los de menor coste.

Hemos adoptado un esquema de homogeneización en línea con el fin de regular tanto el caudal como las cargas contaminantes, por lo que la geometría adoptada será aquellas que nos permita el funcionamiento del tanque como un reactor de mezcla completa, por lo tanto evitaremos los diseños alargados. El volumen de la balsa de homogeneización será de 50 m³, siendo sus dimensiones de 5 m de largo, 4 m de ancho y 2,5 m de profundidad media. El fondo del tanque deberá tener cierta pendiente, aproximadamente un 5%, aumentando la profundidad de la misma entre la sección de entrada y la sección de salida, con objeto de evitar sedimentaciones no deseadas en la entrada.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

Es preciso disponer de sistemas de mezclado con el fin de mantener homogéneo el contenido del tanque y para evitar la deposición de sólidos en el interior del mismo. Las necesidades de mezclado será de unos 0,008 kW/m³ de tanque.

A la salida del tanque se incorporará un medidor de caudal para controlar el caudal de salida.

9.1 TAMIZ DE DISCO ROTATORIO.

El vertido que vamos a tratar no presenta residuos de gran tamaño que pudiesen provocar problemas mecánicos en bombas y demás equipos de la planta de tratamiento. Tampoco contiene gran cantidad de material flotante ni grasas y aceites. Sin embargo sí contiene cantidad importante de sólidos en suspensión; es por ello que se hace necesario un tratamiento preliminar del vertido con el objetivo de reducir estos sólidos en suspensión, que podrían reducir la eficiencia del tratamiento biológico posterior.

El sistema adoptado es un tamiz muy fino de disco rotatorio Modelo TR 2450, con tamaños de orificio de 0,25 mm y capacidad de paso de 9 m³/h.

CAPACIDAD DE PASO DE AGUA EN M3/H PARA TAMICES ROTATIVOS MOD. TR

MODELO TR	LUZ DE PASO DE LAS RENDIJAS								
	0,15	0,25	0,50	0,75	1	1,50	2	2,50	3
2450	5	9	15	20	25	30	30	30	30
4050	15	25	45	60	70	80	80	80	80
4080	30	45	80	110	120	150	150	150	150
4100	38	57	95	125	150	190	190	190	190
6060	39	60	105	139	152	198	198	198	198
6100	47	107	188	251	271	345	345	345	345
6150	104	163	286	382	413	525	525	525	525
6200	139	219	384	513	554	705	705	705	705
9150	151	237	415	554	599	762	762	762	762
9200	202	318	557	744	804	1.023	1.023	1.023	1.023
9250	254	399	699	934	1.009	1.284	1.284	1.284	1.284
9300	303	477	836	1.116	1.206	1.535	1.535	1.535	1.535

El tamiz rotativo seleccionado es un equipo destinado a la filtración o tamizado de líquidos en general, con el objetivo de realizar una separación sólido-líquido. Su uso es habitual en infinidad de aplicaciones industriales. Sus características de diseño le confieren un alto rendimiento con tamaños bastante menores, si se comparan con otros filtros o tamices.

Por su concepción, se trata de un dispositivo de funcionamiento autolimpiable, capaz de operar durante largos periodos de tiempo sin necesidad de atención.

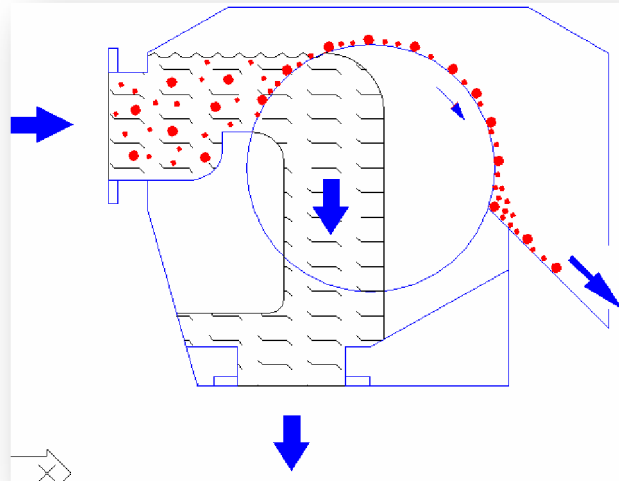
Fig 1.5. Fotografía de un Tamiz de disco rotatorio en la Industria.



El líquido a filtrar, entra en el tamiz rotativo por la tubería de entrada y se distribuye uniformemente a lo largo de todo el cilindro filtrante que gira a baja velocidad.

Las partículas sólidas quedan retenidas en la superficie del mismo y son conducidas hacia una rasqueta, que es la encargada de separarlas y depositarlas sobre una bandeja inclinada para su caída por gravedad.

Diagrama 1.4. Funcionamiento de un tamiz de disco rotativo.



El líquido que pasa a través de las rendijas del cilindro filtrante es conducido hacia la salida que puede estar en la parte inferior o posterior del cuerpo.

Para el tipo de vertido a tratar, el cual no es un líquido difícil, cargado o con muchas fibras, no se necesita ningún otro tipo de accesorio especial a acoplar en el tamiz.

Fig 1.6. Fotografía de un Tamiz de disco rotatorio de pequeñas dimensiones.



Se barajaron dos posibles configuraciones:

- 1) Colocar el tamiz de disco rotativo antes del tanque de homogeneización, con el fin de minimizar las exigencias de mezclado en el tanque de homogeneización.
- 2) Colocar el tamiz rotativo después del tanque de homogeneización, con el objetivo de que el tamiz sea alimentado de forma continua con un vertido de características más o menos homogéneas en caudal y composición. Y con el doble objetivo de evitar la instalación de un tanque de sedimentación primaria.

Será esta la configuración adoptada. En este caso, en el que se va a emplear un tamiz de malla fina en sustitución del decantador primario, las instalaciones secundarias previstas a continuación se deben dimensionar adecuadamente para poder trabajar con sólidos y DBO no eliminados en el tamiz.

El material que vamos a eliminar con el uso del tamiz de disco rotativo posee características similares al lodo que obtendríamos en un sedimentador primario. Obteniendo unas reducciones de DBO y SS de entre un 35-55%.

9.2 INTERCAMBIADOR DE CALOR.

En relación a lo comentado anteriormente, las reacciones anaerobias se desarrollan en un amplio rango de temperaturas, el cual se divide en dos zonas; una zona mesofílica, que abarca, entre los 12°C y los 35°C con un óptimo entre los 29 y 33°C; y una termofílica entre los 35°C y los 65°C, con un óptimo alrededor de los 55°C (Fig 1.2). En general mientras más alta se encuentre la temperatura del sistema las velocidades de reacción son mayores por lo cual más rápidamente se degrada el sustrato. La digestión termofílica permite una permanencia mínima en los estanques

por lo que el diseño de reactores es para un volumen más reducido, mejorando la destrucción de bacterias y la deshidratación de lodos. Pero trabajar en este rango requiere mayores necesidades energéticas para el calentamiento y debido a la sensibilidad excepcional del reactor a los cambios de temperatura, exige un gran control y en consecuencia, no es aconsejable trabajar en este rango. Se recomienda una digestión mesofílica a temperatura controlada.

Para mantener la temperatura de digestión en el rango de operación escogido, rango mesófilo (35°C), tenemos que calentar la alimentación procedente de la balsa de homogeneización previo paso por el tamiz rotativo, desde su temperatura de entrada ($T_{ent, vertido} = 15\text{ °C}$) hasta la temperatura de operación (35°C). Para realizar esta operación es necesario instalar un intercambiador de calor, donde el fluido a calentar será nuestro vertido y el fluido caliente corresponderá al agua de refrigeración procedente del motor-generator.

Un intercambiador de calor es un aparato cuyo objetivo es el de llevar una corriente de fluido de una temperatura determinada, calentándola o refrigerándola mediante otra corriente de fluido calefactor o refrigerante. Los fluidos circulan separados por una superficie a través de la cual intercambian calor.

Los factores principales a tener en cuenta en la elección de un tipo dado de intercambiador para un servicio concreto, son las siguientes:

- Temperatura de trabajo, y estado (líquido o vapor) de los fluidos.
- Presiones de las corrientes, y pérdidas de presión admisibles.
- Caudales de los fluidos.
- Posibilidades de ensuciamiento del aparato. Las incrustaciones actúan como una resistencia al paso del calor, dificultándolo.
- Acción corrosiva de los fluidos.
- Espacio disponible para la instalación.

De acuerdo con las informaciones anteriores y teniendo en cuenta las ventajas e inconvenientes de los distintos tipos de intercambiadores, se ha seleccionado un intercambiador de calor de doble tubo, constituido por dos tubos concéntricos, por los que circula un fluido por el interior del tubo interior y otro fluido por el espacio anular, intercambiando calor a través de la pared que separa ambos fluidos. El flujo de ambas corrientes es en contracorriente, es decir, los dos fluidos fluyen en direcciones paralelas y en sentido contrario. Es el intercambiador más frecuente para este tipo de servicio, donde las temperaturas de servicio son moderadas (35°C - 80°C), las presiones son bajas y no nos encontramos ante fluidos corrosivos. Una de las ventajas principales de este tipo de intercambiador es su importante resistencia a las incrustaciones debido a la elevada velocidad de flujo (régimen turbulento) además de su fácil limpieza.

El calor necesario para calentar la alimentación desde su temperatura de entrada (15°C) hasta la temperatura de operación del reactor (35°C) es de 80257,9 W.

La superficie de transferencia de calor (Área de intercambio= $0,81\text{ m}^2$) consistirá en un tubo simple, circular y recto (Acero AISI 316) y no presentará aletas ya que no estamos trabajando con gases y por lo tanto no nos vemos en la necesidad de aumentar el área efectiva de transferencia de calor.

Fig 1.7. Ilustración Intercambiador de Tubos Concéntricos.



Tabla 1.6. Características Intercambiador de Calor Seleccionado.

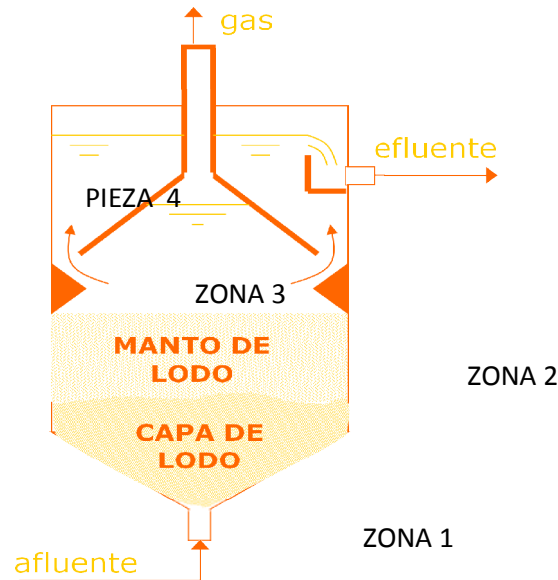
Tipo de Intercambiador	Intercambiador de tubos concéntricos y flujo en contracorriente.
Material	Acero AISI 316.
Área de Intercambio	0,81 m ²
Longitud de Intercambio	6,11 m. Se divide el intercambiador en 3 tramos de 2 m de longitud cada uno.
Coefficiente global de transmisión de calor (U)	1.963,14 W/m ² K.
Fluido Frío	Vertido Bodega.
T^a entrada	15 °C
T^a salida	35 °C
Fluido Calefactor	Agua de refrigeración Motor-Generador.
T^a entrada	80 °C
T^a salida	71,4 °C
Calor intercambiado	80257,9 W.

9.3 REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE (UASB: “upflow anaerobic sludge blanket”).

9.3.1. Introducción.

Un tipo de reactor anaerobio hoy muy utilizado en el tratamiento de aguas residuales, es el UASB (abreviación del término inglés: <<upflow anaerobic sludge blanket reactor>>). Un diagrama típico de un UASB aparece en la Fig 1.8.

Fig 1.8. Diagrama Rector UASB.



El agua residual entra por debajo del reactor, y el efluente tratado sale por la parte superior. El reactor no contiene ningún relleno para soportar el crecimiento biológico.

El lodo formado en el reactor puede considerarse dividido en dos zonas. La zona 1, se llama <<lecho de lodo>> y la zona 2 es la <<manta de lodo>>. La diferencia entre las dos zonas es que el lodo en la primera es mucho más compacto que en la segunda.

La pieza 4 representada en la Fig 1.8, sirve de sedimentador de lodo y de colector de gas. La pantalla crea una zona de bajo nivel de turbulencia (zona 3) donde un 99% del lodo en suspensión se sedimenta y es retornado al reactor. La pieza 4 sirve también para recuperar el gas anaerobio que sale por el centro. La biomasa en el UASB está formada de gránulos de 3 a 4 mm que tienen altas velocidades de sedimentación, y por consiguiente son casi totalmente retenidos en el reactor.

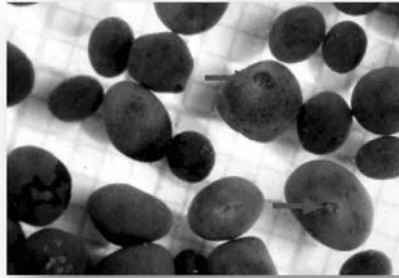


Fig 1.9. Agregación del consorcio microbiano en granos que pueden llegar a medir un par de milímetros de diámetro. Con las flechas se muestran puntos de ventilación, por los que escapa el Biogas producido (Tomado de: www.uasb.org/discover/granules.htm).

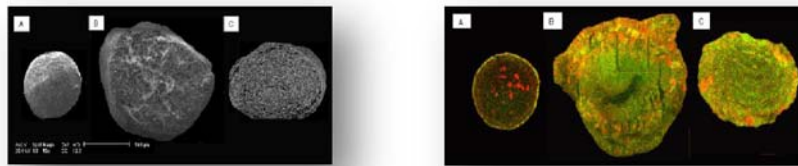


Fig 1.10. Lodo granular anaerobio. Izquierda: Microscopía electrónica de barrido. Derecha: Microscopía de fluorescencia confocal (verde: bacterias; rojo: arqueas).

Las **ventajas de los reactores UASB** con respecto a otros sistemas anaerobios son:

7. El coste de inversión es bajo. Cargas de diseño de hasta $10 \text{ kg DQO/m}^3 \text{ día}$ o más altas son utilizadas; por lo tanto el volumen del reactor es pequeño.
8. Las fermentaciones ácida y metánica, así como la sedimentación tienen lugar en el mismo tanque. Por lo tanto las plantas son muy compactas, con considerable economía de espacio.
9. Como no hay relleno, se elimina la posibilidad de cortocircuitos y obstrucciones.
10. El consumo de potencia es bajo puesto que el sistema no requiere ninguna agitación mecánica.

11. La retención de biomasa es muy buena y por esto no es necesario reciclar el lodo.
12. La concentración de biomasa es alta (p.ej., 8% de sólidos). Por consiguiente el sistema es resistente a la presencia de sustancias tóxicas y fluctuaciones de carga.

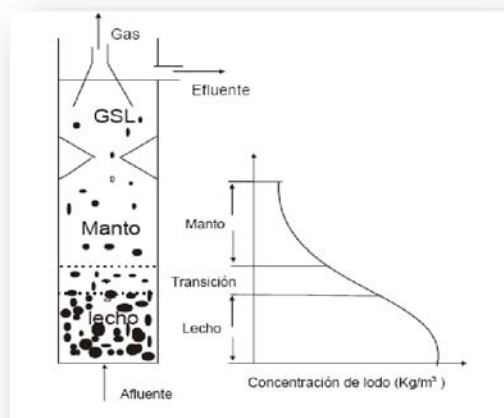
El UASB fue desarrollado en Holanda por Lettinga y asociados [Lettinga, G. et al., *Biotechnology and Bio-engineering*, 22, 4,1980] y se ha utilizado en industrias de productos alimentarios, plantas azucareras, destilerías e industria de fermentaciones, fabricas de conservas alimenticias, industria de la celulosa y papel, etc.

9.3.2. Funcionamiento del Reactor UASB.

En la Fig. 1.11 se muestra un esquema del reactor UASB. Estudios realizados por Hulshoff y Lettinga (1988), identificaron diferentes zonas hidráulicas en un reactor UASB; en el lecho de lodo el flujo es tipo pistón, en el manto de lodo el comportamiento es turbulento y el flujo puede llegar a ser completamente mezclado; y en la parte del sedimentador, el flujo es laminar parecido a flujo pistón.

Este reactor tiene entonces un modelo de flujo pistón-mezcla completa-pistón y de una forma global, este comportamiento se inclina más hacia flujo completamente mezclado.

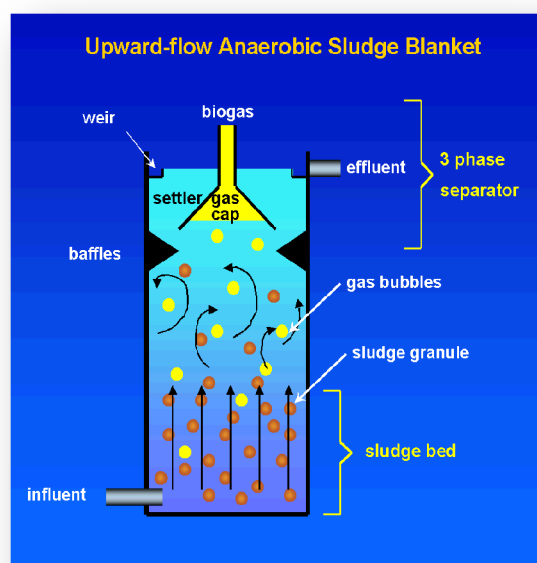
Figura 1.11. Representación esquemática de un reactor UASB y la variación de la concentración de lodo con la altura.



En este proceso el residuo que se quiere tratar se introduce por la parte inferior del reactor. El agua residual fluye en sentido ascendente a través de un manto de fango constituido por gránulos o partículas formadas biológicamente. El tratamiento se produce al entrar en contacto el agua residual y las partículas. Los gases producidos en condiciones anaerobias (principalmente metano y dióxido de carbono) provocan una circulación interior, que colabora en la formación y mantenimiento de los gránulos. Parte del gas generado dentro del manto de fango se adhiere a las partículas biológicas. Tanto el gas libre como las partículas a las que se ha adherido el gas, ascienden hacia la parte superior del reactor. Allí, se produce la liberación del gas adherido a las partículas, al entrar éstas en contacto con unos deflectores desgasificadores. Las partículas desgasificadas suelen volver a caer hasta la superficie del manto de fango.

El gas libre y el gas liberado de las partículas se captura en una bóveda de recogida de gases instalada en la parte superior del reactor. El líquido, que contiene algunos sólidos residuales y algunos de los gránulos biológicos, se conduce a una cámara de sedimentación, donde se separan los sólidos residuales. Los sólidos separados se reconducen a la superficie del manto de fango a través del sistema de deflectores.

Fig 1.12. Funcionamiento del reactor UASB. www.uasb.org/discover.



9.3.3. Parámetros del Proceso.

El reactor tiene un volumen de unos 38,5 m³, con una altura total de 7,7 m (6,3 m para la zona de digestión y 1,4 m para la zona de sedimentación); la zona de sedimentación tendrá un volumen aproximado del 20% del volumen de la zona de digestión y con una inclinación en las paredes de 60°. El área del reactor será de unos 5 m², lo que implica una relación altura zona de digestión/diámetro de 2,5/1.

La velocidad de flujo ascendente será de 0,69 m/s, con el fin de que no se produzca arrastre del manto de lodos dentro del reactor debido a una velocidad de flujo excesivamente elevada. El tiempo hidráulico de retención será de 9 horas para la zona de digestión, suficiente para que se lleve a cabo una digestión anaerobia efectiva (Lettinga, G. et al., *Biotechnology and Bio-engineering*, 22, 4,1980) y unas 2 horas para la sedimentación.

Los parámetros fundamentales del proceso y por lo tanto aquellos a los que hay que prestarles una especial atención, con el fin de obtener un buen rendimiento final en la depuración del efluente, son los siguientes:

- **Tiempo de retención.**

Para este tipo de reactores debemos distinguir entre dos tiempos de residencia, por un lado el **tiempo de retención hidráulico (TRH)**, corresponde con el tiempo de permanencia de la masa de fluido en el reactor y por otro, **tiempo de retención celular (TRC)**, corresponde con el tiempo medio de permanencia de los sólidos biológicos en el sistema (edad del lodo).

$$\theta_c = \text{masa sólidos sist.} / \text{Masa sólidos retirada por unid.t}$$

Si no existe mecanismo de retención de sólidos, el tiempo de retención celular será igual al tiempo de retención hidráulico, $\theta_c = TDH$.

Una de las características fundamentales del reactor UASB es la incorporación de un sistema de retención de sólidos, por lo tanto, el tiempo de retención celular será mayor que el tiempo de retención hidráulico, $\theta_c > TDH$. Para aumentar θ_c se puede:

- Recircular parte de los lodos

- Inmovilizar la biomasa; mediante soporte de material inerte, manto de lodos (como es el caso del reactor UASB). Con esto conseguimos por un lado rendimientos más altos, de los que conseguiríamos con reactores que no tuviesen dispositivos de retención de sólidos, para igual TRH.

Así como rendimientos altos para TRH menores. Por otro lado, al tener lugar la sedimentación en el mismo tanque en el que se lleva a cabo la fermentación, las plantas son muy compactas con considerable economía de espacio; así como se ve favorecida la retención de biomasa. Por lo que por un lado no es necesario Recircular lodo y por otro, el sistema es resistente a la presencia de tóxicos y fluctuaciones de carga.

Existe un θ_c mínimo necesario para que se desenvuelva la digestión anaerobia. El TDH recomendado (Lettinga, G. et al., *Biotechnology and Bio-engineering*, 22, 4,1980) para $T^a > 26^\circ\text{C}$ es $> 6\text{h}$. Se adopta un TDH recomendado de unas 9 h.

El diseño de los reactores UASB está basado en métodos empíricos donde lo importante es definir adecuadamente los siguiente parámetros de operación:

- **Carga orgánica volumétrica (L_o).**

$$L_o = \frac{Q * S}{Vt}$$

La selección del factor adecuado de carga orgánica se basa comúnmente en los resultados de los estudios realizados en planta piloto. Los valores usuales de este parámetro se encuentra recogido en la tabla 1.7. Debe tenerse en cuenta que el valor de L_o no es un parámetro fundamental, sino un parámetro usado para dimensionar el reactor.

Para este tipo de vertido industrial se suele trabajar con valores de carga orgánica de unos 7 kg DQO/m³d.

Tabla 1.7. Parámetros característicos de los procesos anaerobios. Ing. Aguas residuales, Metcalf & Eddy, pág 487

PROCESO	DQO _{entr} mg/l	Tiempo de detención hidráulica, h	Carga orgánica, g DQO/l día	Eliminación de DQO, %
Proceso Anaerobio de Contacto	1.500-5.000	2-10	0,48-2,40	75-90
Manto de Fango Anaerobio de Flujo Ascendente	5.000- 15.000	4-12	4,00-12,00	75-85
Lecho Fijo	10.000- 20.000	24-48	0,96-4,80	75-85
Lecho Expandido	5.000- 10.000	5-10	4,80-9,60	80-85

- **Carga hidráulica volumétrica (L_h).**

Experimentalmente se ha determinado que la carga hidráulica volumétrica no debe sobrepasar los $5 \text{ m}^3/\text{dm}^3$. Nuestro sistema está sometido a cargas hidráulicas volumétricas de $2,64 \text{ m}^3/\text{dm}^3$.

$$L_h = \frac{Q}{Vt}$$

- **Carga superficial (V_s).**

Con el fin de prevenir el lavado, es necesaria una tasa de flujo ascendente más baja que la velocidad de sedimentación del lodo. Se recomienda para mantener el manto de fango en suspensión que la velocidad de flujo ascendente tenga un valor entre 0,6 y 0,9 m/h. Aplicaremos una velocidad superficial de 0,69 m/h.

$$V_s = \frac{Q}{A} = Q \frac{H}{Vt} = \frac{H}{THR}$$

- **Carga biológica (carga de lodo):**

$$Cb = \frac{Q * S}{M}$$

Con: Cb= carga biológica (kgDQO/kgSSV d)

Q = caudal afluente (m³/d)

S = concentración de sustrato afluente (kgDQO/m³)

M = masa de microorg. en el reactor (kgSSV/m³)

Es la MO aplicada diariamente al reactor por unidad de biomasa presente. La carga biológica máxima depende de la actividad metanogénica del lodo.

En la partida de reactores anaerobios, C_b será baja, del orden de 0.05-0.15 kgDQO/kgSSV d, y se irá aumentando gradualmente. Durante la operación en régimen se pueden alcanzar valores de C_b = 2 kgDQO/kgSSV d.

- **Sistema de alimentación.**

Para utilizar la capacidad de retención del lodo adecuadamente, es importante garantizar un contacto óptimo entre el lodo y el agua residual, con el fin de prevenir la canalización del agua residual a través del manto de lodos y evitar la formación de zonas muertas.

La densidad de puntos de alimentación depende tanto del tipo de lodo, como de la temperatura.

Como el reactor está operando a una temperatura adecuada, se considera que esto no supondrá un factor limitante para la distribución de la alimentación, sin embargo el tipo de lodo sí lo es por lo que se adopta este criterio para hacer dicha evaluación.

El valor de la relación (1/Número de orificios por unidad de alimentación por unidad de área) debería estar entre 0,5-1 según lo recomendado por Hulshoff et al. (1989) referenciado por Arroyave et al, (2004).

Una buena distribución del afluente, puede afectar favorablemente al lecho del lodo, homogeneizando la concentración de ST a medida que aumenta la altura; es decir, podría hacer que la concentración de lodo fuera constante, contrarrestando así las zonas muertas que se crean sobre todo en el primer nivel por el apelmazamiento del lodo. Una mala distribución del flujo a la entrada, además de provocar variaciones de caudal, hace que el fluido circule en mayor cantidad por algunas zonas y en otras se retrase, e inclusive se estanque; es decir, que se formen caminos preferenciales. Se dispondrán 10 orificios de alimentación con un área de influencia de 0,5 m² cada uno.

- **Temperatura.**

La temperatura es el factor ambiental de mayor importancia en la digestión anaerobia, dependiendo esta del clima de la zona. Sin embargo siempre tendrá un valor por debajo de la temperatura óptima para la digestión anaerobia (30-35 °C). En relación a la temperatura media a lo largo del año esta es de unos 18 °C.

La temperatura influye en la velocidad del proceso de digestión, por lo que se limita TDH según la temperatura:

Temp. del líquido (°C)	TDH
16-19	>10-14 h
20-26	>6-9 h
>26	>6h

(Lettinga, G. et al., Biotechnology and Bio-engineering, 22, 4,1980)

Si se diseña con THR menores puede producirse la pérdida excesiva de biomasa del sistema, con la consiguiente reducción de θ_c . El THR depende de la temperatura, y para este caso específico vamos a realizar un precalentamiento de la alimentación para mantener la temperatura del reactor en el intervalo de temperatura óptima para la digestión anaerobia (30-35 °C), por lo que el THR que tomemos deberá ser superior a 6 h. En este caso hemos tomado un TDH de 9 h.

9.3.4. Tamaño y material de construcción del reactor.

El reactor tiene un volumen de unos $38,5 \text{ m}^3$, con una altura total de 7,7 m (6,3 m para la zona de digestión y 1,4 m para la zona de sedimentación); la zona de sedimentación tendrá un volumen aproximado del 20% del volumen de la zona de digestión, con una inclinación en las paredes de 60° . El área del reactor será de unos 5 m^2 , lo que implica una relación altura zona de digestión/diámetro de 2,5/1.

Generalmente los digestores utilizados en instalaciones de digestión anaerobia suelen ser de forma cilíndrica, con la parte inferior cónica para facilitar la extracción de los lodos sedimentados durante el proceso de digestión.

Para la construcción del digestor, se ha de tener en cuenta dos aspectos muy importantes como son la estanqueidad y el aislamiento térmico, para evitar fugas de gas y pérdidas de calor. Por ello, el digestor se realizará en estructura de hormigón, con un revestimiento interior mediante pintura epoxi y un revestimiento exterior a base de espuma de poliuretano expandida recubierta mediante chapa de acero galvanizado, que proporcionará un acabado estético y mejorará la integración del digestor en la Bodega.

9.4 Sistema Hidráulico.

Es importante resaltar que en numerosas instalaciones, el coste correspondiente a las conducciones y equipos accesorios necesarios para la circulación de fluidos, puede llegar a ser hasta un tercio del coste total de la planta, y que los costes de energía están directamente relacionados con el diseño de las conducciones y sistemas hidráulicos.

Una etapa importante de este diseño consiste en la adecuada elección del tipo de conducciones, accesorios o máquina impulsora del fluido, según las características de éste y de su flujo. Para dicha elección se considerarán tanto los aspectos técnicos como los económicos, a fin de reducir al mínimo el coste total de la planta.

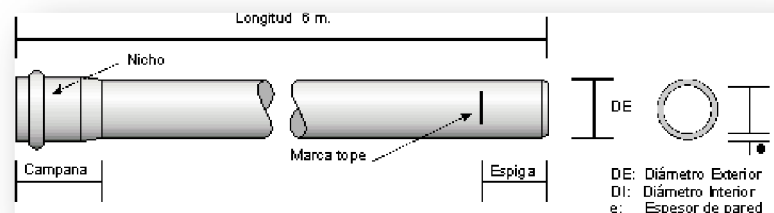
9.4.1. CONDUCCIÓN DE ALIMENTACIÓN.

Mediante estas tuberías, el vertido será transportado desde la balsa de homogeneización, previo paso por el tamiz rotativo y el intercambiador de calor, hasta su descarga en la parte inferior del reactor. Para ello se hará uso de conducciones de PVC; estas presentan, entre otras, las siguientes cualidades: resistencia a la corrosión (excelente resistencia química), alta resistencia eléctrica, buena resistencia mecánica a golpes y presión, baja conductividad térmica frente a temperaturas extremas, la hermeticidad de sus uniones, atoxicidad, flexibilidad, baja rugosidad (superficie interior lisa, mejor escurrimiento y bajas posibilidades de taponamiento), ligereza y facilidad de instalación, además de ser baratas.

Se recomienda que el flujo de circulación a través de las conducciones corresponda a un flujo turbulento totalmente desarrollado, con el objetivo de evitar decantaciones de sólidos y la consecuente formación de costras en las mismas.

Además haremos uso de conducciones normalizadas con un diámetro nominal de 1" 1/2 (40,5 mm). Las especificaciones originales de estas tuberías son de EE.UU. de la American Society for Testing and Materials (ASTM - Asociación Americana para Pruebas y Materiales). Una característica importante es que el diámetro nominal (DN) no corresponde al diámetro externo (DE) ni al diámetro interno (DI) (fig 1.31). Mantiene constante el DE para los diferentes espesores de pared (e), por lo que el diseño del tubo se basa en esta característica. Se mide en pulgadas expresadas en milímetros.

Fig 1.31. Características de las conducciones normalizadas.



Además se recomiendan velocidades de circulación del vertido superiores a 0,6 m/s e inferiores a 1m/s así como condiciones de flujo turbulento totalmente desarrollado con el objetivo de evitar decantación de sólidos y la consecuente formación de costras en las conducciones.

Conocido el caudal que ha de suministrar la bomba de impulsión y con el diámetro interior de la tubería podemos conocer la velocidad de circulación del fluido y el tipo de flujo a través de las conducciones:

Velocidad de circulación: 0,8 m/s.

$N_{RE}: 3 \cdot 10^4$. Flujo turbulento totalmente desarrollado.

Los tubos se fabrican en dimensiones normalizadas de 6 m de longitud aproximadamente. La longitud de la conducción será de unos 25 metros.

9.4.2. BOMBA IMPULSIÓN.

Los aparatos dedicados a la impulsión de líquidos se denominan bombas (máquinas hidráulicas que transfieren energía mecánica a un fluido incompresible). La selección y aplicación adecuadas de las bombas requiere una comprensión de sus características de funcionamiento y usos típicos.

La forma en que dicha impulsión se produce puede ser variada, aunque suele ser de dos tipos:

- Por desplazamiento volumétrico del fluido.
- Por la acción de una fuerza centrífuga.

En el primer caso, las bombas se denominan de desplazamiento positivo o volumétricas, y en el segundo bombas centrífugas.

Cuadro 1.9. Diferencias más significativas entre bombas centrífugas y volumétricas.

Características.	Bombas Centrífugas	Bombas Desplazamiento Positivo.
Líquidos que manejan	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas limpias, sucias grises y negras. • Aguas con S.S 	<ul style="list-style-type: none"> • Líquidos viscosos. • Líquidos pastosos.
Presiones de Trabajo	Bajas	Altas
Caudales	Grandes	Pequeños
Aspiración	No aspiran, necesario cebado.	Autoaspirantes
Característica	El caudal que entraga la bomba depende de la presión de trabajo.	Da un caudal constante independiente de la presión de trabajo.
Válvula de seguridad o recirculación	No es necesaria.	Es obligatoria.
Consumos eléctricos	Tanto mayor cuanto menor sea la presión de trabajo.	Tanto mayor cuanto mayor sea la presión de trabajo.
Pulsaciones	Muy uniformes.	Muy pulsantes.
Tamaño	Todas las potencias: 0,5-1000 CV.	Potencias pequeñas: 0,5-100 CV.

Para las necesidades de la planta se han seleccionado bombas centrífugas. Estas son las más usadas debido a sus ventajas: gran versatilidad, bajo coste, de fácil diseño, operación y mantenimiento.

Las bombas centrífugas constan de (Fig 1.13):

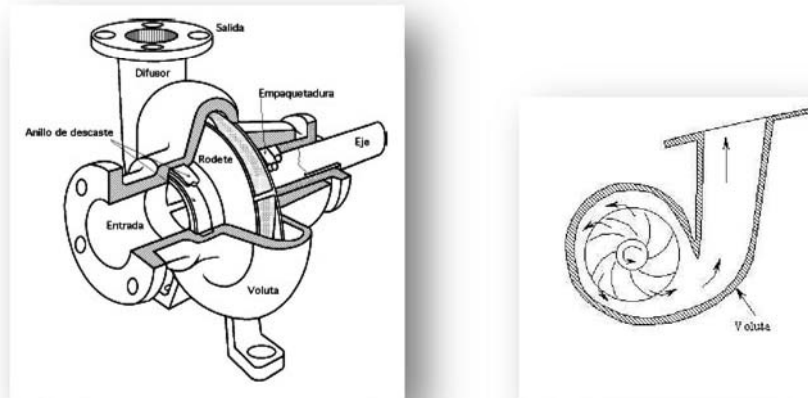
→ Una tubería de aspiración, que concluye prácticamente en la brida de aspiración.

→ El impulsor o rodete, formado por una serie de álabes de diversas formas que giran dentro de una carcasa circular. El rodete va unido solidariamente al eje y es la parte móvil de la bomba. El líquido penetra axialmente por la tubería de aspiración hasta el centro del rodete, que es accionado por un motor, experimentando un cambio de dirección más o menos brusco, y absorbiendo un

trabajo. Los álabes del rodete someten a las partículas de líquido a un movimiento de rotación muy rápido, siendo proyectadas hacia el exterior por la fuerza centrífuga, de forma que abandonan el rodete hacia la voluta a gran velocidad. En la voluta se transforma parte de la energía cinética adquirida en el rodete, en energía de presión, siendo lanzado el líquido contra las paredes del cuerpo de bomba y evacuado por la tubería de impulsión. La carcasa (voluta), está dispuesta en forma de caracol de tal manera, que la separación entre ella y el rodete es mínima en la parte superior y va aumentando hasta que las partículas líquidas se encuentran frente a la abertura de impulsión. De esta forma aumenta la presión del líquido a medida que el espacio entre el rodete y la carcasa aumenta.

→ Una tubería de impulsión.

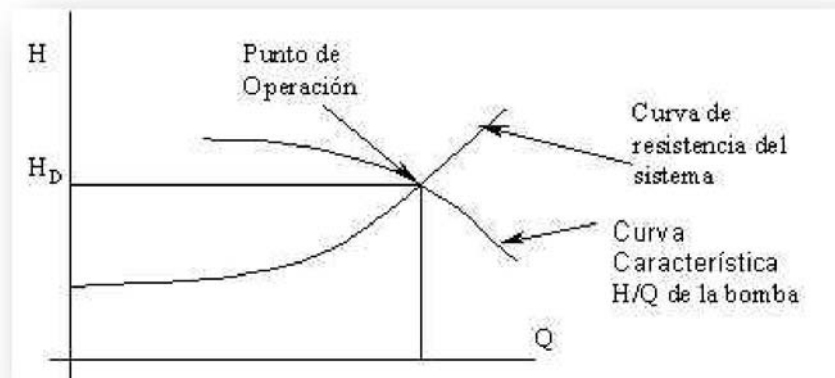
Fig 1.13. Elementos constitutivos de una bomba centrífuga.



Las bombas centrífugas operan casi siempre a velocidad constante, por lo que el caudal suministrado (denominado habitualmente capacidad de la bomba) depende solamente, para una misma bomba, de las presiones de aspiración y descarga.

Para la adecuada utilización de una bomba centrífuga resulta necesario conocer la variación de determinadas magnitudes, como la presión de descarga, la potencia consumida y el rendimiento obtenido para cada valor del caudal. Estas variaciones se suelen expresar de forma gráfica para cada tipo de bomba. La que representa la variación de la carga total frente al caudal, curva H-Q, es la que se denomina normalmente curva característica de la bomba (Gráfico 1.6).

Gráfico 1.6. Curva característica. H-Q.



Las bombas, se caracterizan pues por su carga (o altura a la que pueden impulsar al líquido), y su capacidad (o caudal que son capaces de impulsar). La relación entre la altura de bombeo, H_b , y el caudal trasegado, Q , se ajusta a una expresión general del tipo:

$$H_b = H_o - B * Q^2$$

Donde H_o es el valor de H_b a caudal nulo y B un coeficiente característico de cada bomba. En realidad, en el valor de H_o (o carga de corte) el flujo se detiene porque toda la energía de entrada de la bomba se utiliza en mantener la carga. La curva H-Q es siempre decreciente, pues al aumentar el caudal, aumenta la velocidad de paso por el interior de la bomba, por lo que el fluido está sometido menos tiempo a la aceleración de los álabes del rodete, recibiendo una menor cantidad de energía

cinética. Al salir el líquido con menor energía cinética, la carga total adquirida es también menor. La carga típica de operación está muy por debajo de la carga de corte, por lo que se puede lograr una gran capacidad.

La eficiencia y potencia que se requiere son factores importantes en el buen funcionamiento de una bomba. La operación normal debe estar en la proximidad del máximo de la curva de eficiencia, dentro del intervalo del 60 al 80 por ciento como valores típicos en las bombas centrífugas.

BOMBA IMPULSIÓN ALIMENTACIÓN.

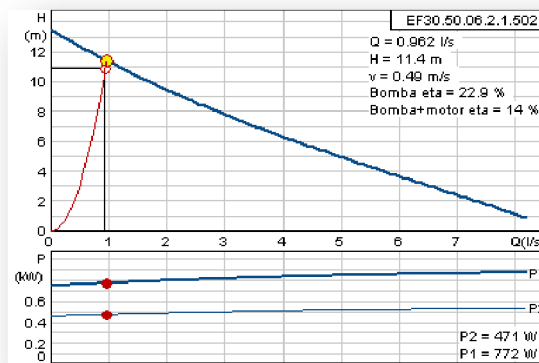
La bomba deberá impulsar un caudal constante de $3,47 \text{ m}^3/\text{h}$ a una altura de unos 11 m; deberá tener al menos una Potencia Hidráulica (WHP) de 100,4 W y una Potencia absorbida de 167,3 W.

Para este servicio se ha seleccionado una bomba sumergible grundfos EF30, con la siguiente curva característica:

Fig 1.14. Bomba sumergible Grundfos. Mod EF30.50.



Gráfica 1.7. Curva Característica bomba sumergible Grundfos Mod EF30.50.

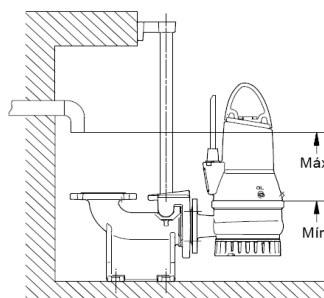


La GRUNDFOS EF es una bomba portátil para aplicaciones industriales con un peso de unos 36 kg.

Tiene un impulsor semiabierto monoálabo para un paso libre de 30 mm, y es adecuada para la impulsión de residuos industriales con partículas pequeñas. El diseño es compacto y permite una instalación provisional y permanente. Es una bomba sumergible de fundición, con motor sumergible integrado de una fase. La conexión del cable facilita el desmontaje. Esta conexión estanca, de poliuretano embebido, garantiza que ningún líquido entre en el motor a través del cable. Un sistema de abrazadera permite el montaje y desmontaje rápido y fácil de la unidad de bomba y motor. No se necesitan herramientas especiales.

En la fig.1.15 podemos ver que la bomba consta de un sistema de parada y arranque en función de unos límites establecidos.

Fig. 1.15. Límites de parada y arranque.

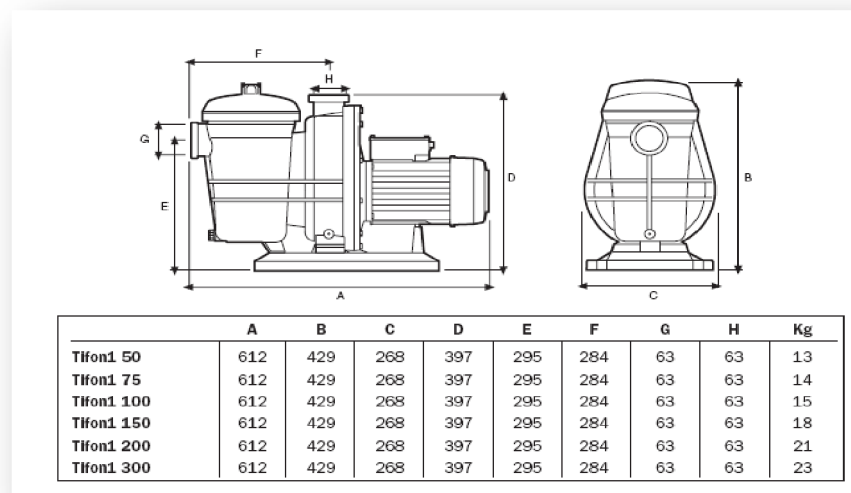


BOMBA IMPULSIÓN FLUIDO CALEFACTOR.

La bomba deberá impulsar un caudal constante de 8,3 m³/h a una altura de unos 4 m; deberá tener al menos una Potencia Hidráulica (WHP) de 87,9 W y una Potencia absorbida de 146,4 W.

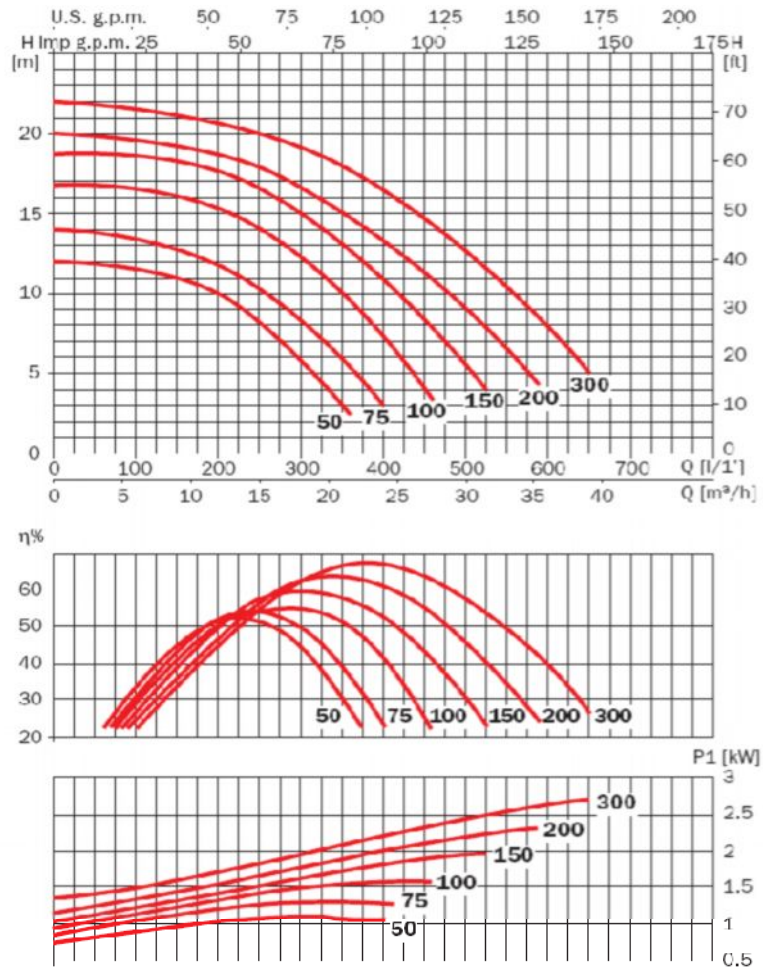
Para este servicio se ha seleccionado una bomba Centrífuga horizontal Mod Tyfon1 50, con las características técnicas que aparecen en la fig. 1.16. La curva característica, H-Q, de la bomba viene representada en la fig 1.16.

Fig. 1.16. Características constructivas. Bomba centrífuga horizontal. Mod Tyfon.



230 V 50 Hz	230/400 V 50 Hz	A			P1 (kW)		kW	HP	µF	l/mln m ³ /h	100	150	250	350	450	500	550	650
		1~ 230 V	3~ 230 V	400 V	1~	3~												
Tyfon1 50 M	Tyfon1 50	4.1	3.5	2	0.9	0.9	0.55	0.75	25		12.2	11.7	8.4	3.8	-	-	-	-
Tyfon1 75 M	Tyfon1 75	4.5	3.8	2.2	1.0	1.0	0.55	0.75	25		13.5	13	10	5.5	-	-	-	-
Tyfon1 100 M	Tyfon1 100	7	4.8	2.8	1.5	1.6	0.75	1.0	25		16	15.5	14.2	10	4	-	-	-
Tyfon1 150 M	Tyfon1 150	8.5	5.3	3.1	1.9	1.9	1.1	1.5	25		18.5	18.2	16.5	13	8.2	5.5	-	-
Tyfon1 200 M	Tyfon1 200	9.7	6.5	3.8	2.2	2.2	1.5	2.0	30		19	18.5	17.5	14.5	10.3	7.5	5	-
Tyfon1 300 M	Tyfon1 300	12.5	8.6	5	2.8	2.6	2.2	3.0	60		22	21.5	19.5	18	15	13	10	5

Fig. 1.17. Curva H-Q. Bomba centrífuga horizontal. Mod Tyfon1.50.



9.5 APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS.

9.5.1. El Biogás.

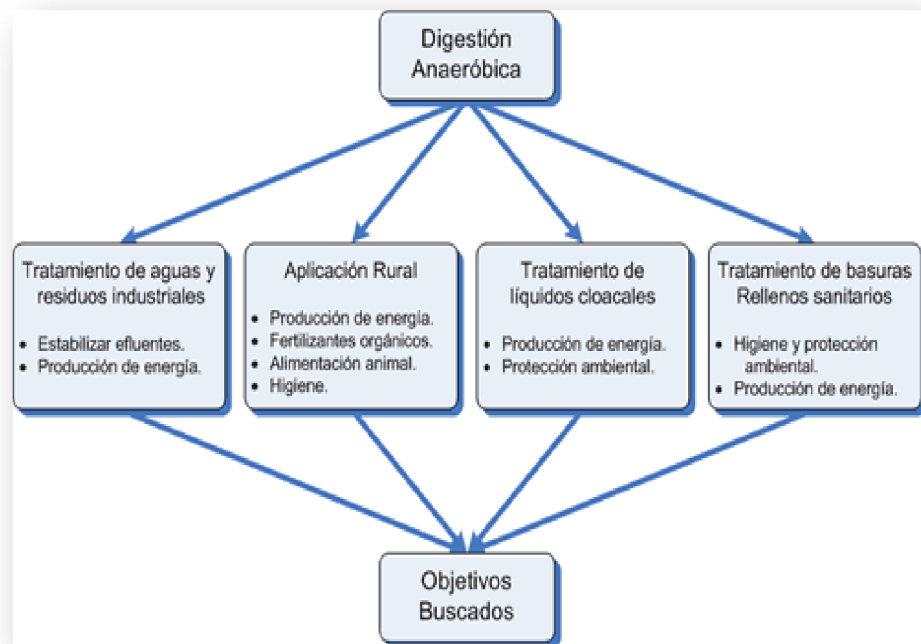
La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo a través del cual, en ausencia de oxígeno, la materia orgánica es transformada mediante la intervención de distintos grupos de microorganismos en **biogás o gas biológico**, formado principalmente por metano y anhídrido carbónico (metano: CH₄ 55-80%, dióxido de carbono: CO₂ 20-45% y trazas de otros elementos como sulfuro de hidrógeno). La fermentación anaeróbica se produce de forma natural cuando se dan las condiciones adecuadas, sin embargo, a nivel industrial se puede controlar la reacción para optimizar el proceso (controlando el tiempo, la temperatura y otros parámetros del proceso) y recoger la energía (en forma de metano) que se desprende. El porcentaje de metano en el biogás varía, según el tipo de materia orgánica digerida y de las condiciones de la digestión, desde un mínimo de un 50% hasta un 80% aproximadamente.

Debido a que cada grupo de bacterias intervinientes en las distintas etapas responde de forma diferente a esos cambios, no es posible dar valores cualitativos sobre el grado en que afecta cada uno de ellos a la producción de gas en forma precisa. Entre los factores más importantes a tenerse en cuenta destacan los siguientes:

- Tipo de sustrato (nutrientes disponibles).
- Temperatura del sustrato; la carga volumétrica.
- Tiempo de retención hidráulico.
- Nivel de acidez (pH).
- Relación Carbono/Nitrógeno.
- Grado de mezclado.
- Presencia de compuestos inhibidores del proceso.

A continuación se muestra un esquema (fig 1.18) con las aplicaciones de la digestión anaerobia y algunas de las materias primas utilizadas en el proceso:

Fig. 1.18. Aplicaciones de la Digestión Anaerobia en función de los objetivos buscados.



El biogás producido puede ser aprovechado tanto en una caldera como en un equipo de cogeneración, con la consecuente producción y venta de energía eléctrica a la red. La utilización de biogás en equipos comerciales requiere de adaptaciones sencillas para quemarlo eficientemente. Por lo general los quemadores diseñados para GLPs (Gases Licuados del Petróleo) se adaptan realizando diferentes ajustes de aire primario. Así como cualquier gas puro, las propiedades características del biogás dependen de la presión y la temperatura. El valor calorífico del biogás es de unos 6 kWh/m³ que corresponde aproximadamente a la mitad de un litro de combustible diesel; el valor calorífico neto dependerá de la eficiencia de los quemadores o de su aplicación.

A continuación se presenta una lista de equivalencias entre el biogás y otros combustibles:

1 m³ de biogás sustituye a:

- 0.61 litros de gasolina.
- 0.58 litros de queroseno.
- 0.5 - 1.5 kg de leña.
- 0.74 kg de carbón vegetal.
- 1.43 kW/h de energía eléctrica.

El proceso de producción de biogás, independientemente de sus ventajas económicas para la explotación, debe considerarse por su contribución específica a la reducción directa de la generación de dióxido de carbono.

En la tabla 1.8, se muestran algunos datos de importancia para el aprovechamiento del biogás y sus componentes.

Tabla 1.8. Características fundamentales del biogás obtenido en el proceso de digestión anaerobia.

CARACTERISTICAS	CH ₄	CO ₂	H ₂ -H ₂ S	OTROS	BIOGAS 60/40
Proporciones % Volumen	55-70	27-44	1	3	100
Valor Calórico MJ/m ³	35,8	-	10,8	22	21,5
Valor Calórico kCal/m ³	8600	-	2581	5258	5140
Ignición % en aire	5-15	-	-	-	6-12
Temp. ignición en °C	650-750	-	-	-	650-750
Presión crítica en Mpa	4,7	7,5	1,2	8,9	7,5-8,9
Gramos/Litro	0,7	1,9	0,08	-	1,2
Densidad relativa	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Inflamabilidad Vol. en % aire	5-15	-	-	-	6-12

9.5.2. Aprovechamiento energético del biogás producido en la instalación.

El objetivo principal de las actuaciones realizadas en la depuradora, es el aprovechamiento máximo de las posibilidades que ofrece el biogás generado en la digestión anaerobia:

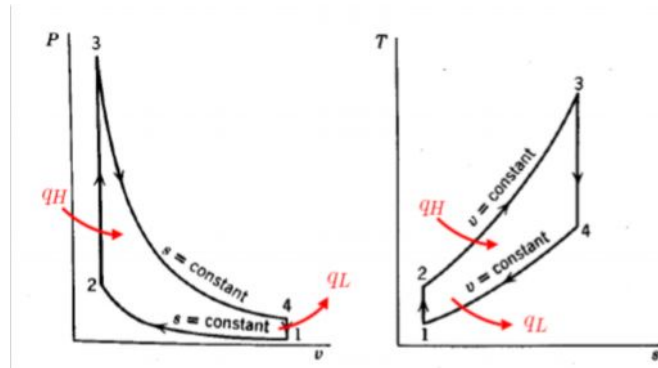
- Para la producción de energía eléctrica, de manera que se reduzca de manera significativa la necesidad de consumir energía externa a la planta. Se trata de una fuente renovable en la medida en que permite aprovechar el contenido en materia orgánica del vertido, que es consecuencia directa de la utilización del agua como vehículo en la eliminación de una variada gama de desechos dentro de la Bodega.
- De manera complementaria, se aprovecha el calor del sistema de refrigeración del motor para mantener en todo momento una temperatura en el interior del digestor de unos 35°C, que es el entorno en el que funciona de manera óptima una digestión anaerobia de tipo mesofílico.

En definitiva, se trata de un sistema de cogeneración que permite aprovechar aproximadamente un 70% del poder calorífico del biogás obtenido.

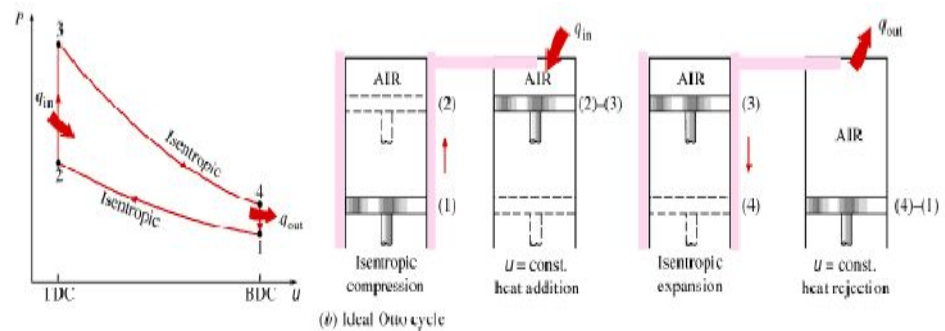
El biogás puede ser utilizado como combustible en motores de combustión interna tanto de ciclo Otto como de ciclo diesel, lo que permite producir energía eléctrica por medio de un generador accionado por el eje del motor.

- ❖ El **ciclo Otto** es el ciclo termodinámico ideal que se aplica en los motores de combustión interna. Se caracteriza porque todo el calor se aporta a volumen constante. El ciclo consta de cuatro procesos como muestra la fig 1.19.

Fig 1.19. Ciclo Otto; representación gráfica P-v y T-S.



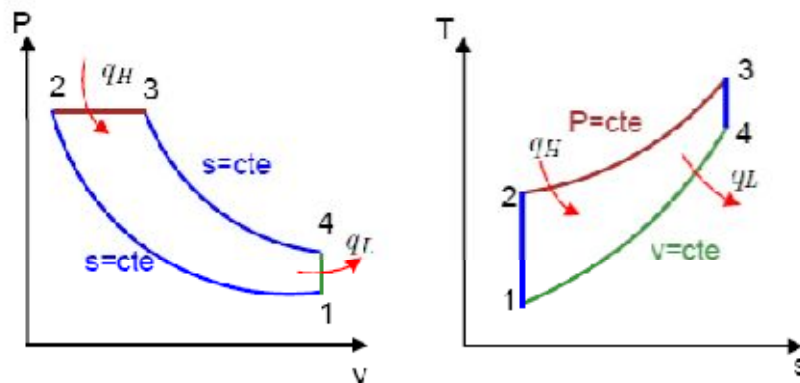
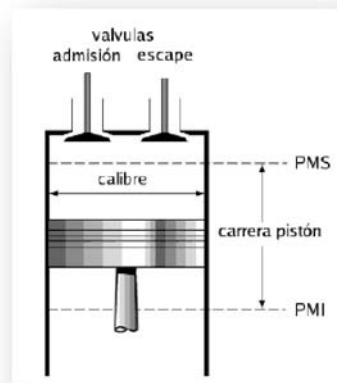
- 1-2: Compresión adiabática
- 2-3: Ignición, aporte de calor a volumen constante. La presión se eleva rápidamente antes de comenzar el tiempo útil
- 3-4: Expansión adiabática o parte del ciclo que entrega trabajo
- 4-1: Escape, cesión del calor residual al medio ambiente a volumen constante.



Hay dos tipos de motores que se rigen por el ciclo de Otto, los motores de dos tiempos y los motores de cuatro tiempos.

- ❖ El **ciclo Diesel** es el ciclo termodinámico ideal que se aplica en los motores de combustión interna y consta de las siguientes fases:
 - 1-2: se comprime el aire (no el combustible) por encima de la temperatura de autoencendido del combustible.
 - 2-3: se inyecta gasoil (pulverizado) y se produce la explosión espontánea. La inyección dura cierto tiempo en el cual se inicia la expansión modelada a $P=cte$.
 - 3-4: resto de la carrera, generadora de potencia
 - 4-1: escape de los gases.

Fig 1.20. Ciclo Diesel; representación gráfica P-v y T-S.



Desde un punto de vista mecánico, el **ciclo del motor diésel** de cuatro tiempos consta de las siguientes fases (fig 1.20):

1. Admisión: con el pistón posicionado en el PMS (punto muerto superior), comienza la carrera descendente y al mismo tiempo se abre la válvula de admisión, para llenar de aire limpio aspirado o forzado por un turbocompresor el cilindro, terminando este ciclo cuando el pistón llega al PMI (punto muerto inferior) y la válvula de admisión se cierra nuevamente.

2. Compresión: el pistón está en el PMI y empieza su carrera de ascenso, comprimiendo el aire contenido en el cilindro y logrando de esa forma un núcleo de aire caliente en la cámara de combustión por el efecto adiabático.

3. Trabajo: cuando el pistón está a punto de llegar al PMS se inicia la inyección de combustible a alta presión. En este momento se mezclan las partículas de gasóleo pulverizado con el núcleo de aire caliente y se produce el encendido y la consiguiente expansión de gases por la combustión del gasóleo, moviendo el pistón desde el PMS hacia el PMI y generando trabajo.

4. Escape: concluida la fase de trabajo y habiendo llegado el pistón al PMI, se abre la válvula de escape al mismo tiempo que el pistón empieza su carrera hacia el PMS y elimina hacia el conducto de escape los gases producidos por la combustión en el cilindro.

De esta forma podemos ver que el ciclo diesel está conformado por cuatro tiempos, por lo que, cuando entra el combustible, este explota por la alta presión y se va quemando en el trayecto.

En el caso de los motores de ciclo Otto, el biogás puede reemplazar a la totalidad del combustible original, no así en los motores de ciclo Diesel, donde sólo es posible reemplazar como máximo, entre el 85 y el 90% del combustible original, debido a la baja capacidad de autoignición del biogás y debido a que la autonomía conseguida es mucho menor comparada con la original.

Aún así, es preferible utilizar motores de ciclo diesel, ya que se trata de motores con mayor robustez. En motores de ciclo diesel, se persigue que el motor al aspirar el aire que requiere para la combustión del gasóleo, aspire en realidad una mezcla de biogás y aire. La adaptación de motores de ciclo diesel para trabajar con biogás requiere una técnica adecuada, y que aparte de instalar el carburador o mezclador de aire-biogás en el conducto de admisión, hay que actuar sobre el regulador de inyección de gasóleo, para que se mantenga la cantidad necesaria para provocar el encendido de la mezcla. También se necesita adelantar ligeramente el comienzo de la inyección, dada la menor velocidad de reacción de la mezcla aire-biogás-gasóleo con relación a la de aire-gasóleo.

A los motores de Ciclo Diesel se les agrega un mezclador de gases con un sistema de control manteniendo el sistema de inyección convencional. De esta manera estos motores pueden funcionar con distintas proporciones de biogás diesel, y pueden convertirse fácil y rápidamente de un combustible a otro. Esto los hace muy fiables.

La proporción de H_2S en el biogás, causa deterioros en las válvulas de admisión y de escape de determinados motores, obligando a un cambio más frecuente de los aceites lubricantes.

Los motores a biogás tienen amplio espectro de aplicación siendo el más usuales el de bombeo de agua. Un párrafo aparte merecen los sistemas de cogeneración. Dichos sistemas buscan la mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía contenida en el biogás.

En este caso la potencia mecánica provista por el eje del motor es aprovechada para generar electricidad a través d un generador. Simultáneamente y por medio de una serie de intercambiadores de calor ubicados en los sistemas de refrigeración (agua y aceite) del motor y en la salida de los gases de escape, se recupera la energía térmica liberada en la combustión interna. De este modo se logra un mejor aprovechamiento de la energía.

La difusión de estos sistemas estará condicionada por la rentabilidad final. Sin embargo representa la utilización más racional del biogás, ya que se obtiene una forma de energía extremadamente dúctil como la electricidad, al mismo tiempo que una fuente de calor muy necesaria para la calefacción de digestores en zonas no cálidas.

Hemos seleccionado para esta aplicación un motor Diesel Perkins de la serie 1100, en concreto el modelo 1103C-33T, con una potencia nominal de 55kW.

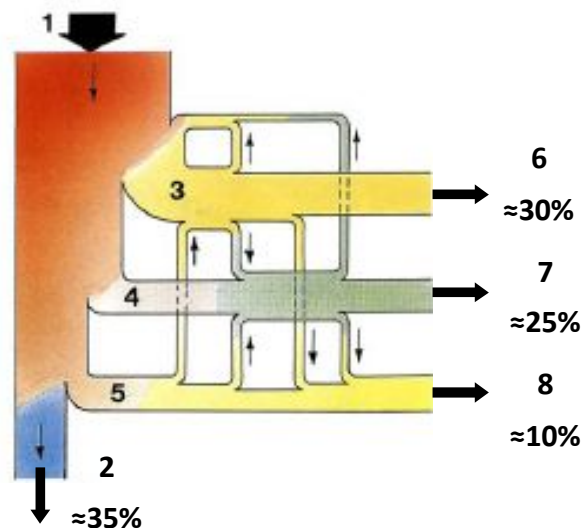
- **Calor recuperado en el motor de combustión interna.**

Realizando un balance térmico al motor se puede ver cuál es el camino recorrido por la energía introducida en el motor.

Se le denomina balance, porque la suma del trabajo y de las pérdidas (salidas), debe ser igual al trabajo que puede desarrollar con la energía suministrada (entradas).

De toda la energía térmica del combustible empleada sólo se utiliza una parte para producir trabajo útil, mientras que el resto se consumirá según la fig. 1.21.

Fig. 1.21. Distribución de la Energía térmica del combustible en un motor Diesel.



1. Poder calorífico del combustible.
2. Calor transformado en trabajo.
3. Calor contenido en los gases de escape.
4. Calor transmitido por los gases a las paredes.
5. Calor dado por las resistencias pasivas.
6. Calor perdido con los gases de escape.
7. Calor perdido en el líquido refrigerante.
8. Calor perdido por irradiación.

Como podemos ver en el balance (fig 1.21), aproximadamente el 35 % de la energía introducida en el motor es transformada en energía mecánica, el 25 % aproximadamente se recupera con el agua de refrigeración, en forma de agua calentada a unos 80 °C, y aproximadamente un 30% de dicha energía total introducida en el motor sale con los gases de escape, en forma de gases calentados a unos 400 °C, el 10 % restante son pérdidas.

Para obtener 1 kWh en el eje del motor, sabiendo que sólo el 35% de la energía introducida en el motor se puede aprovechar como energía mecánica, se necesitarían unos 0,273 litros de gasóleo cada hora. La potencia nominal del motor es de 55 kW y este trabaja aproximadamente al 70% de su potencia nominal, por lo que necesitaríamos unos 10,5 litros de gasóleo para obtener los 38,5 kWh en el eje del motor.

Como se ha señalado, en los motores de ciclo diesel es posible reemplazar como máximo, entre el 85-90% del combustible original. Por experiencias llevadas a cabo con dichos motores se sabe que se puede sustituir entre el 60-70% del gasóleo por biogás. La energía aportada por el gasóleo para producir los 38,5 kWh es de 94500 kcal/h de las cuales el 60% será aportada por el biogás, esto es, 56700 kcal/h. para aportar esta energía necesitaríamos unos 10,1 m³/h de biogás. Nuestro reactor produce unos 79,3 m³ de biogás al día por lo que el motor podría funcionar unas 8 horas diarias con una mezcla de biogás (60%)-gasóleo (40%).

Por último, a los motores de Ciclo Diesel se les agrega un mezclador de gases con un sistema de control, manteniendo el sistema de inyección convencional. De esta manera estos motores pueden funcionar con distintas proporciones de biogás diesel y pueden convertirse fácil y rápidamente a diesel en el momento que falte biogás, lo cual los hace muy versátiles.

- **Componentes de la línea de Biogás.**

- **Conducción de biogás.**

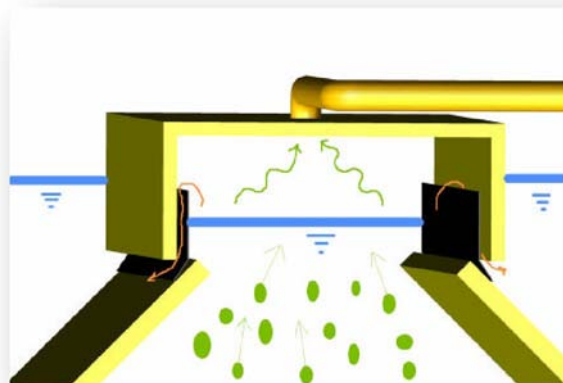
El transporte del biogás, desde el digestor hasta el motor de combustión interna pasando por los diferentes componentes de la línea de biogás, se realizará mediante tuberías de acero de 1/8” de diámetro interno.

- **Válvula de seguridad.**

Su misión es la de permitir la salida del biogás al exterior cuando, por causas imprevistas, la presión interior sobrepasa un valor predeterminado. Se dispondrán válvulas de seguridad tanto en la parte superior del digestor, como en el depósito de almacenamiento del biogás (gasómetro).

El sistema de recolección de biogás se ha proyectado de forma que cuando se produzca una obstrucción en las tuberías, se produzca un escape controlado sin que haya peligro de que explote ningún elemento (fig 1.22).

Fig 1.22. Sistema de recolección del Biogás producido en el reactor UASB.



Cuando se obstruye el sistema de recolección de biogás aumenta la presión en el cajón de recogida. El aumento de presión hace bajar el nivel del agua y permite que el gas se escape sin producir daños en la estructura.

○ **Válvula antirretorno.**

Se utiliza para impedir la entrada de aire en el digestor por posibles depresiones de este.

○ **Válvula apagallamas.**

Se usa para impedir el avance de una posible inflamación desde el punto de aprovechamiento del biogás hacía el digestor.

○ **Filtro de impurezas.**

Se utiliza para eliminar las posibles impurezas que pueda arrastrar el biogás y que pudieran ocasionar problemas en el motor.

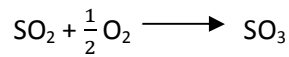
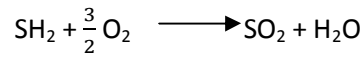
○ **Trampa fría.**

Se utiliza para eliminar parte del vapor de agua presente en el biogás, aprovechando la diferencia de temperaturas entre el interior del digestor y el ambiente. Con este dispositivo no se pretende eliminar todo el vapor de agua que contiene el biogás, sino únicamente aquel que pudiera depositarse en otros puntos de la línea y ocasionar diversos problemas. Está ubicado en la primera parte de la tubería, y está destinada a limpiar el gas, principalmente el agua. El agua se condensa haciendo expansiones y contracciones bruscas en la tubería de conducción de biogás.

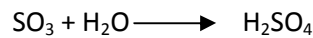
○ **Filtro de ácido sulfhídrico.**

Se utiliza para eliminar parte del ácido sulfhídrico presente en el biogás. El ácido sulfhídrico contenido en el biogás, en cantidades que pueden incluso superar el 1% en volumen, es un elemento muy perjudicial por su alto poder corrosivo para toda la línea de biogás, pero especialmente para el motor.

En presencia de exceso de oxígeno, el ácido sulfhídrico sigue las siguientes reacciones:



El SO_3 puede reaccionar con el H_2O presente en el ambiente y en el propio biogás, produciendo ácido sulfúrico:



La eliminación del ácido sulfhídrico puede llevarse a cabo mediante filtros de óxido férrico, en los cuales se produce la siguiente reacción:



El sulfuro de hierro (SFe) y el azufre (S), van acumulándose en el filtro, disminuyendo la eficacia del mismo, por lo que periódicamente habrá que limpiar dicho filtro o cuando sea necesario, cambiarlo por uno nuevo.

- **Gasómetro a baja presión.**

El biogás se almacena en un gasómetro del tipo doble membrana. El gasómetro consta de una membrana exterior y de una membrana interior, ambas confeccionadas a base de segmentos esféricos y tejidos con hilamentos especiales de laca acrílica (PVC), que las protege contra el ataque químico del biogás. La membrana interna constituye el espacio del gas. La membrana exterior tiene la misión de proteger el sistema contra influencias meteorológicas, al tiempo que actúa como cámara presurizada; por esto es apoyada por un soplante de aire de apoyo, de funcionamiento continuo y a prueba de explosión, que mantiene constante la presión requerida entre la aportación y la demanda de biogás.

El biogás producido en el reactor anaerobio, es consumido inmediatamente por el motor Perkins, por lo que la instalación no necesita un gran depósito para el almacenamiento del biogás (fig 1.23).

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

Sin embargo, y como medida de prevención ante posibles paradas en el motor, se instala un depósito acumulador de biogás con capacidad para almacenar el biogás producido durante unas 8 horas, es decir, el depósito tendrá una capacidad de 26 m³ (aproximadamente el 30% de la producción diaria).

Fig. 1.23. Gasómetro de doble membrana y baja presión.



CAPITULO X. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

10.0. Tanque de Homogeneización.

Unidad	1 Tanque de Homogeneización del caudal
Dimensiones	
<i>Volumen útil(m³)</i>	50
<i>Largo (m)</i>	5
<i>Ancho(m)</i>	4
<i>Profundidad(m)</i>	2,5
<i>Pendiente (%)</i>	5
Material	Hormigón
Referencia	Anexo Cálculo.

10.1. Tamiz de Disco Rotatorio.

Unidad	1 Tamiz muy fino de disco rotatorio. Modelo TR 2450
Dimensiones	
<i>Luz de paso (mm)</i>	0,25
<i>Diámetro Cilindro (mm)</i>	240
<i>Longitud Cilindro (mm)</i>	490
<i>Ancho Total (mm)</i>	700
<i>Fondo Total (mm)</i>	600
<i>Alto Total (mm)</i>	480
Peso en vacío (kg)	80
Potencia del Motor (kW)	0,18
Material Construcción	Acero Inoxidable. AISI 304

10.2 Intercambiador de Calor.

Tipo de Intercambiador	Intercambiador de tubos concéntricos y flujo en contracorriente.
Material	Acero AISI 316.
Área de Intercambio	0,81 m ²
Longitud de Intercambio	6,11 m. Se divide el intercambiador en 3 tramos de 2 m de longitud cada uno.
Coefficiente global de transmisión de calor (U)	1963,14 W/m ² K.
Fluido Frío	Vertido Bodega.
T^a entrada	15 °C
T^a salida	35 °C
Fluido Calefactor	Agua de refrigeración Motor-Generador.
T^a entrada	80 °C
T^a salida	71,4 °C
Calor intercambiado	80257,9 W.

10.3 Reactor UASB.

Tipo de Reactor	Reactor Anaerobio de manto de lodos y flujo ascendente
Dimensiones	
Volumen útil (m ³)	38,5
Altura Total (m)	7,7
Altura zona digestión (m)	6,3
Altura zona sedimentación (m)	1,4
Pendiente zona sedimentación (°)	60
Area (m ²)	5

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

THR (digestión) (horas)	9
THR (sedimentación)(horas)	1,5
Velocidad de flujo ascensional (m/h)	0,69
Carga Orgánica Volumétrica , Lo (Kg DQO/m³día)	7
Carga Hidráulica Volumétrica), L_H (m³/dm³)	2,64
Sistema de Alimentación	10 orificios, 0,5 m ² de área de influencia
Forma	Cilíndrico con base cónica
Material de Construcción	Hormigón
Revestimiento Interior	Pintura epoxi
Revestimiento exterior	Espume de poliuretano revestido de chapa de acero galvanizado
Área de separación G-L (m²)	1,65
Radio superficie G-L (m)	0,72
Área aberturas sedimentador (m²)	1,74
Ancho abertura (m)	0,24
Deflectores(cm)	15

10.4 Motor de Combustión Interna.

Unidades	1 motor Perkins Mod. 1100S; 1103C-33T
Potencia (kW)	55
Velocidad de giro (rpm)	2200
Nº Cilindros	3 en línea
Sistema de Combustión	Inyección directa
Rotación	Sentido contrario agujas del reloj
Sistema de refrigeración	Agua
Dimensiones	
<i>Longitud (mm)</i>	546
<i>Ancho (mm)</i>	586
<i>Altura (mm)</i>	826
<i>Peso (kg)</i>	293

10.5. Gasómetro.

Unidades	1 Gasómetro a baja presión, tipo doble membrana.
Capacidad (m³)	26
Membrana Exterior	Segmentos esféricos, tejidos con hilamentos de laca acrílica
Membrana Interior	
Características	Alta protección frente ataque químico e influencias meteorológicas.

10.6. Bomba de Impulsión Vertido.

Unidades	1 Bomba sumergible Grundfos 30F.
Caudal a impulsar (m³/día)	83,3
Nº horas funcionamiento (h)	24
Altura manométrica (m)	16
Tª líquido (°C)	0-40
Potencia (HP)	1
Características	Robusta e instalación y mantenimiento fácil

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

10.7. Bomba de Impulsión Agua de calefacción.

Unidades	1 Bomba centrífuga horizontal Mod Tyfon1 50.
Caudal a impulsar (m³/h)	8,3
Nº horas funcionamiento (h)	24
Altura manométrica (m)	4
Peso (kg)	13
Potencia (HP)	0,75
Características	Robusta e instalación y mantenimiento fácil.

CAPITULO XI. SISTEMAS DE CONTROL DE LA PLANTA.

11.0. Introducción.

El objetivo general de nuestra planta es depurar los vertidos de la Bodega para su posterior vertido al colector municipal con todas las garantías de que se cumple la legislación vigente. Para lograrlo, los equipos que integran la planta (tanque de homogeneización, intercambiador, reactor, etc...), deben operar correctamente desde que la planta arranca hasta que después de un periodo de tiempo más o menos largo para, con el fin de hacer una revisión general, reparar algún equipo o por cualquier otro motivo.

Durante ese periodo de funcionamiento, la planta está sujeta a perturbaciones o influencias externas inevitables. Estas perturbaciones obligan a ejercer una vigilancia continua sobre el proceso y también actuar constantemente sobre el mismo al objeto de corregir las desviaciones que se detecten.

El objetivo básico que debe satisfacer nuestro sistema de control es alcanzar una operación segura y estable de la planta.

Definiciones:

- Variable de proceso a controlar:

La variable controlada es la que se quiere mantener en un valor deseado. Estrictamente hablando, la variable que se controla no es la variable de proceso real, que nunca se conoce, sino la variable medida con un instrumento.

- Punto de consigna o referencia:

Es el valor deseado para la variable a controlar.

- Variable manipulada o variable de control:

Es la variable de proceso que se emplea para compensar o corregir el efecto de las perturbaciones.

Podemos distinguir dos tipos de parámetros a medir:

- Parámetros en continuo:

Son aquellos para los cuales, la tecnología se ha desarrollado lo suficiente como para que existan instrumentos que los midan de una forma automática en tiempo real. Destacan entre ellos: caudal, presión, temperatura, pH, nivel, etc...

- Parámetros a determinar mediante análisis químico:

Son aquellos que tienen que ser determinados mediante análisis en laboratorio, y por tanto tiene que transcurrir un cierto tiempo entre la toma de muestra y el dato analítico. Entre estos parámetros se pueden citar: DBO₅, DQO, SS, etc...

Sistemas de Control en Planta.

Las variables que vamos a medir de forma continua en la planta son las siguientes:

- Caudal.
- Nivel.
- Temperatura.
- pH.

11.1 Sistema de Control del caudal.

Las medidas de caudal se tomarán en la salida del tanque de homogeneización, en el efluente y en la salida del biogás.

Se instalará un caudalímetro a la salida del reactor y otro a la salida del tanque de homogeneización, de forma que se pueda tener información sobre el caudal circulante. Con la lectura del caudal, el operario se encargará de su regulación de forma manual, actuando sobre la bomba de impulsión. El rango de caudal debe situarse entre 0-50 m³/h, con una precisión no inferior a un 5% sobre el límite superior.

Instalaremos un caudalímetro basado en el efecto Doppler (cuadro 1.10) a la salida del tanque de homogeneización para llevar un control del agua que ingresa en

la planta, así como un caudalímetro de disco (cuadro 1.11) para medir el caudal de biogás que sale del reactor.

Cuadro 1.10. Características del caudalímetro línea alimentación.

Medidor de Caudal	Efecto Doppler
Recomendado	Líquido Sucio
Tamaño disponible (pulg)	>0,5”
Precisión	±5% LS (límite superior)
Rango de Caudal	10:1
Reynolds mínimo	ninguno
Caída de Presión	baja
Tramo recto de Tubería	5-20 m
Coste relativo	Medio
Coste de Instalación	Bajo
Coste de Mantenimiento	Bajo
Tipo de salida	Lineal

Para la línea de biogás necesitaremos un caudalímetro que mida el caudal de gas que sale del reactor, el rango de medida debe encontrarse en el rango de caudal entre 0-50 m³/h, con una precisión del ±1 a ±5% LS.

Cuadro 1.11. Características del caudalímetro línea biogás.

Medidor de Caudal	Disco
Recomendado	Gas sucio/limpio
Tamaño disponible (pulg)	>0,5”
Precisión	±1 a ±5% LS (límite superior)
Rango de Caudal	3:1
Reynolds mínimo	>100
Caída de Presión	media
Tramo recto de Tubería	10-20 m
Coste relativo	Bajo
Coste de Instalación	Bajo
Coste de Mantenimiento	Medio
Tipo de salida	Cuadrática

11.2. Sistema de Control de temperatura.

Se hace necesario medir:

- Temperatura en el interior del digestor.
- Temperatura a la entrada y salida del intercambiador.

El medidor de temperatura que se emplea es una sonda Pt-100 o similar (Cuadro 1.12). Su coste es bajo, presenta alta repetitividad de la medida y es estable.

El principio en el que se basa es en la resistividad del platino. La resistencia de este dispositivo varia en función de la temperatura.

Además se colocarán termómetros en todas las entradas y salidas del intercambiador, para la observación de la efectividad del sistema de intercambio por parte del técnico con un rango de operación entre 0-150 °C.

Cuadro 1.12. Características fundamentales de los termopares.

Características	Termorresistencia
Rango de operación (°C)	-200 a 1.700
Precisión típica (°C)	±2,2 a 0 ±9,4 a 1.250
Deriva (°C/año)	< ± 5
Alcance mínimo (°C)	20
Alcance máximo (°C)	Todo el rango
Tiempo de respuesta (s)	1
Repetitividad (°C)	0,11
Linealidad	Buena
Ventajas	-Capacidad de medir a elevadas temperaturas -Se puede encontrar una termorresistencia adecuada a cada tipo de ambiente. -Respuesta rápida sin vaina
Inconvenientes	-Máxima deriva. - Baja señal de salida. - Sujeto a errores asociados a cables de extensión. -Requiere compensación.

11.3. Sistema de Control de Nivel.

El sistema controlará en todo momento el nivel del vertido en el tanque de homogeneización, de forma que garantice que el nivel del tanque no desciende por debajo del nivel de aspiración de la bomba de impulsión.

La bomba sumergible seleccionada (Grundfos EF30), lleva incorporado un sensor de nivel, de forma que cuando detecte que el nivel ha descendido a un nivel demasiado bajo, actuará sobre la bomba de impulsión de forma que reduzca el caudal impulsado, hasta que el nivel del tanque vuelva a un nivel adecuado.

11.4 Sistema de Control del pH.

Se instalará un titulador en la salida del efluente depurado de forma que actúe de sensor, midiendo el pH del efluente, en función de si el pH está por encima o por debajo del rango fijado, 6,5-8,5, este mandará una señal eléctrica estándar hasta el controlador; el controlador recibirá la señal correspondiente y calculará la acción de control de acuerdo con el algoritmo de control (realimentación). Ese cálculo se traduce en un valor determinado de la señal estándar que se envía al elemento final de control, denominado actuador que consiste en una válvula de control que actuará sobre el flujo de alimentación al reactor, adicionando NaOH , en el caso de que el pH está por debajo de 6,5, o HCl , en el caso de que el pH dentro del reactor esté por encima de 8,5.

CAPITULO XII. SEGURIDAD E HIGIENE EN PLANTA.

La **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales** tiene como objetivo básico el establecimiento de un marco legal para la protección de los trabajadores y sus derechos en materia de seguridad y salud en el trabajo. Este derecho de los trabajadores a una protección eficaz implica una obligación de los empresarios de proteger a los trabajadores frente a los riesgos inherentes a su trabajo. En cumplimiento de dicho deber de protección, el empresario debe aplicar unos principios de acción preventiva, que son:

- Evitar los riesgos.
- Reducir la exposición del hombre a los peligros.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.

12.0 CONCEPTOS GENERALES.

Aún siendo un concepto no muy sencillo de explicar, se ha llegado a aceptar como concepto de **trabajo**, a aquella actividad social convenientemente organizada, que a través de la combinación de una serie de recursos de materias diferentes, como pueden ser principalmente, los propios trabajadores, los materiales, productos, equipos, máquinas, energía, tecnologías y organización, permiten al ser humano alcanzar unos objetivos prefijados y satisfacer unas necesidades.

La definición dada por la OMS para definir el término **Salud**, es el siguiente:

“ la salud es un estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de daño y enfermedad”.

Después de concebir la salud como un concepto que es preciso considerar desde una perspectiva integral, no parece lo más acertado estudiar las condiciones de trabajo y sus repercusiones sobre la salud, únicamente a través del estudio de una serie de distintas disciplinas sobre la prevención de los riesgos derivados del trabajo, separados entre si y encaminadas principalmente a luchar contra los accidentes de trabajo o las enfermedades profesionales respectivamente, sino que parece lo más lógico estudiarlas desde una óptica global. Esta óptica global es la que hoy en día se suele conocer como **Condiciones de trabajo**; este concepto va a englobar a todo aquel conjunto de variables que definen la realización de una tarea concreta y el entorno en que ésta se realiza, de tal manera que van a ser estas variables las que van a permitir determinar la salud del trabajador, desde la triple dimensión señalada por la OMS.

No podemos hablar de las condiciones de trabajo sin hacer mención expresa a la **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales** de 8 de noviembre, que tiene por objeto fundamental la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso, para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las Condiciones de Trabajo, y ello en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz de prevención de riesgos laborales.

Dicha ley va encaminada a la prevención de los riesgos derivados de estas condiciones de trabajo, que en su apartado 7 de su artículo 4 referente a definiciones considera de forma textual:

“Se entenderá como <<condición de trabajo>> cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador.

A la hora de realizar los estudios encaminados a una mejora de las condiciones de trabajo, se deberán tener en cuenta no solo aquellas condiciones que van dirigidas a evitar los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, sino

que también aquellas otras condiciones encaminadas a que el trabajo se realice en unas condiciones tales, que no supongan un perjuicio bien de tipo físico, mental o social, al mismo tiempo que las distintas exigencias de las tareas realizadas estén en perfecta consonancia con las propias capacidades de las personas que las realizan.

Convencionalmente se ha venido utilizando una serie de disciplinas preventivas dirigidas básicamente a identificar, prevenir y controlar aquellos riesgos que podrían llegar a provocar los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales como son:

- **Seguridad en el trabajo:** se considera como aquella disciplina preventiva que estudia todos los riesgos y condiciones materiales relacionadas con el trabajo, que podrían llegar a afectar directa o indirectamente, a la integridad física de los trabajadores.

- **Higiene Industrial:** se considera como aquella disciplina preventiva cuyo objeto fundamental es identificar, evaluar y controlar, las concentraciones de los diferentes contaminantes ya fueran de carácter físico, químico o biológico presentes en los puesto de trabajo y que pueden llegar a producir determinadas alteraciones de la salud de los trabajadores.

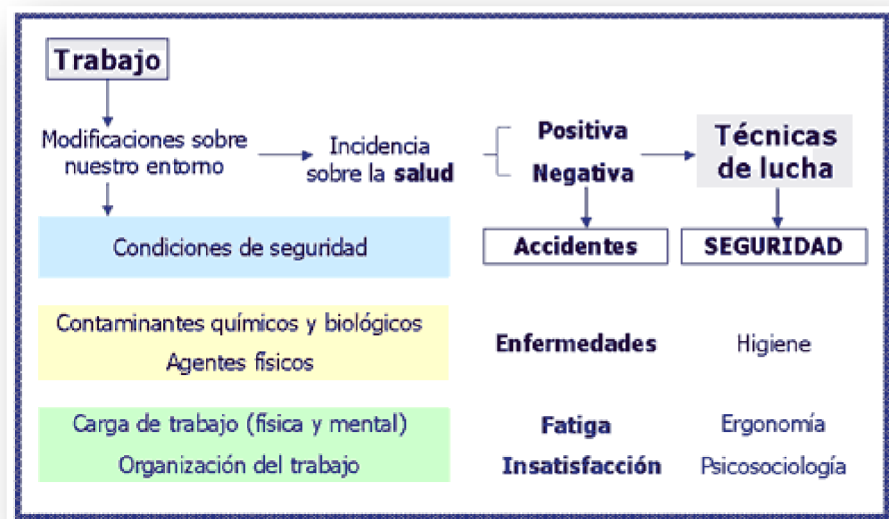
- **Medicina del trabajo:** se considera como aquella disciplina dirigida fundamentalmente a estudiar las consecuencias derivadas de las condiciones materiales y ambientales sobre las personas, procurando establecer junto a las anteriores disciplinas preventivas, unas condiciones de trabajo que no produzcan enfermedades ni daños a los trabajadores.

- **Ergonomía y Psicología:** Con el solo concurso de las tres disciplinas anteriores, ya sea de forma independiente o conjunta, no es posible hacer frente a las Condiciones de Trabajo que pudieran afectar a la salud de los trabajadores, considerando como salud el equilibrio de los aspectos físicos, psíquicos y sociales, con lo que se hace necesario recurrir a otras disciplinas que contemplen otros aspectos diferentes. Por ello se consideró necesario ampliar estas disciplinas

preventivas a otras como la Ergonomía, considerada en los momentos actuales como la adecuación entre las distintas capacidades de las personas y las exigencias de las capacidades demandadas por las tareas de trabajo realizadas.

Para mayor claridad a la hora de abordar dicho estudio se pueden clasificar las Condiciones de Trabajo en cinco grupos de diferente índole (fig 1.24), que en un número muy importante de ocasiones pueden afectar de una manera simultánea a los trabajadores.

Fig. 1.24. Clasificación de las Condiciones de Trabajo. INSHT.



Los citados grupos son los siguientes:

- Condiciones de Seguridad.

Dentro de este grupo se pueden considerar todas aquellas condiciones materiales que van a tener una relación directa con la posible producción de accidentes de tipo laboral. En éstas habría que incluir a los elementos móviles, cortantes, sometidos a tensión, combustibles, etc. Para poder controlar todos estos elementos sería necesario estudiar desde este punto de vista las máquinas y herramientas, equipos de transporte, instalaciones eléctricas, sistemas contraincendios, etc.

- Medio ambiente físico de trabajo.

Dentro de este grupo se encuadran principalmente el medio ambiente de trabajo relacionado fundamentalmente con las condiciones físicas como son las condiciones acústicas, vibraciones, iluminación, radiaciones ionizantes y no ionizantes, condiciones termohigrométricas, con el objeto de establecer no solo unos niveles de exposición a estos agentes por debajo de aquellos que se pueden considerar como perjudiciales para la salud de los trabajadores, sino que también permitan desarrollar las tareas de una forma eficiente sin afectar a su rendimiento.

- Contaminantes químicos y biológicos.

Dentro de este grupo se incluyen aquellos contaminantes de carácter químico o biológico, que pueden estar presentes en el medio ambiente de trabajo produciendo no solo efectos negativos para la salud, sino que también pueden provocar molestias y alterar el desarrollo de las tareas, motivos por lo que es necesario identificarlos, evaluarlos y controlarlos.

- La carga de trabajo.

Dentro de este grupo se incluyen todos aquellos aspectos relacionados con las exigencias tanto de tipo físico como mental, que precisa la realización de una determinada tarea, como pueden ser los esfuerzos y fuerzas aplicadas, posturas de trabajo, movimientos y movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas, niveles de atención, niveles de responsabilidad, etc, y que pueden llegar a provocar una determinada carga de trabajo a la persona, bien sea física o mental.

- La organización del trabajo.

En este grupo se estudian todos aquellos factores pertenecientes a la organización, como pueden ser los relacionados con la distribución de tareas, reparto de funciones y responsabilidades, distribución horaria, velocidad de ejecución, relaciones interpersonales, etc, que pueden llegar a producir unas consecuencias negativas sobre la salud del trabajador, no sólo a nivel físico, sino que también a nivel social y mental.

Ahora bien, no sólo se deben considerar que los aspectos contemplados en estos grupos pueden influir de una manera independiente sobre las Condiciones de Trabajo, sino que en la práctica lo más habitual es que se deban considerar simultáneamente a los contenidos en dos o más grupos, e incluso la posibilidad de que un determinado elemento pueda ser considerado como perteneciente a varios de los grupos indicados, y por lo tanto afectando desde cada uno de ellos a las Condiciones de Trabajo.

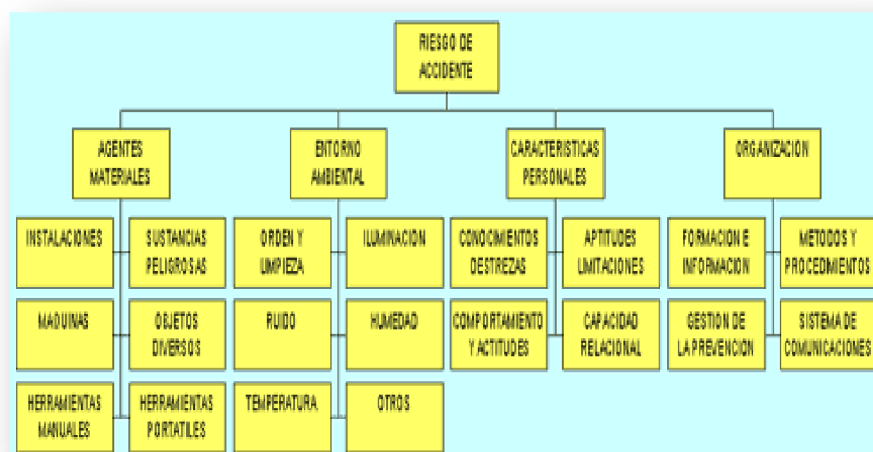
A continuación se hace un estudio de Seguridad e Higiene Industrial para la instalación depuradora de vertidos de la bodega, ajustándose a la siguiente legislación:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 39/1997, Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- RD 1215/1997, de 18 de julio, se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (B.O.E. de 07.08.97).
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a riesgos eléctricos.
- RD 486/1997 sobre Lugares de Trabajo.
- RD 664/, de 12 Mayo (BOE nº 124, 24 Mayo), sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- RD 773/1997 sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- UNE 81-425-91 Principios ergonómicos a considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo.
- UNE 614-1 Seguridad de las Máquinas. Principios de diseño ergonómico.

12.1 CONDICIONES DE SEGURIDAD.

El riesgo de accidente nunca es nulo, sin embargo sí podemos actuar para reducir la probabilidad o las consecuencias de que dicho riesgo se materialice. En la fig. 1.24, podemos ver distintos aspectos sobre los que debemos actuar para reducir ese riesgo de accidente.

Fig. 1.24. Aspectos sobre los que debemos actuar para reducir el riesgo de accidente.



La ley 31/1995, de Prevención de Riesgos laborales establece que la acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario, partiendo de una evaluación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Del resultado de la misma, si fuese necesario, se llevarían a cabo las acciones preventivas adecuadas.

La realización de dicha evaluación requiere seguir determinadas pautas. Estas son las siguientes:

1º Análisis de Riesgos, en el que se delimitan las siguientes partes:

- Identificación de peligros.
- Estimación del riesgo de cada peligro.

2º Valoración del riesgo: La estimación sacada para cada riesgo, se debe valorar para emitir un juicio acerca de su tolerabilidad o no. A la hora de evaluar los riesgos se contemplan distintos tipos de evaluaciones:

- Riesgos para los que existe una legislación específica.
- Riesgos para los que no existe legislación, pero existen Normas, Guías, etc.
- Riesgos con métodos de evaluación especiales.
- Riesgos de carácter general.

3º Actuación preventiva: Para los riesgos determinados no tolerables, se deberá proponer una serie de medidas para controlarlos, estableciendo un plan de actuación, tras el que se deberá comprobar la eficacia de la medida tomada.

4º Gestión de riesgo; todas las anteriores fases se engloban en lo que se denomina gestión del riesgo y que dan cumplimiento a lo establecido por la mencionada ley 31/1995.

De acuerdo con el art 6 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de PRL, serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de las normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores.

Entre estas normas se encuadran las destinadas a garantizar la seguridad y salud en los lugares de trabajo de manera que, de su utilización, no se deriven riesgos para los trabajadores.

12.1.1. Riesgos del uso de equipos y herramientas.

En el **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (B.O.E. de 07.08.97).

Las disposiciones de este RD, se aplicarán cuando exista riesgo para el equipo de trabajo considerado. Los riesgos más comunes (fig. 1.25) se refieren al atrapamiento, golpes, cortes, heridas, proyección de partículas, ruido, vibraciones, etc.

Las acciones preventivas que recoge, se refieren a los siguientes aspectos:

- Instalación, disposición y utilización adecuada del equipo de trabajo.
- Utilización del equipo siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Comprobar que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.
- No utilizar en caso de deterioro, avería u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.
- Tomar las medidas necesarias para evitar atrapamientos.
- Cuando durante la utilización de un equipo de trabajo sea necesario limpiar o retirar residuos cercanos a un elemento peligroso, la operación deberá realizarse con los medios auxiliares adecuados y que garanticen una distancia de seguridad suficiente.
- El montaje y desmontaje de los equipos de trabajo deberá realizarse de manera segura, especialmente mediante el cumplimiento de las instrucciones del fabricante cuando las haya.
- El mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de equipos se llevará a cabo una vez parado y desconectado el equipo y una vez tomadas las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental.

Fig. 1.25. Principios básicos de Seguridad en Máquinas.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS	DESCRIPCIÓN DE PELIGROS	<p>PELIGRO MECÁNICO</p> <p>PELIGRO ELÉCTRICO</p> <p>PELIGRO TÉRMICO</p> <p>PELIGRO RUIDOS Y VIBRACIONES</p> <p>PELIGRO MAT. Y SUSTANCIAS</p> <p>PELIGRO DEFECTOS ERGONÓMICOS</p>	<p>aplastamiento, atallamiento</p> <p>Cortes, enganches, atrapamientos</p> <p>Arrastre, impactos, punzonamiento</p> <p>Fricción, proy. fluidos alta presión</p>
	SELECCIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	<p>MEDIDAS INTEGRADAS EN LA MÁQUINA</p> <p>MEDIDAS NO INTEGRADAS EN MÁQUINA</p>	<p>Prevención intrínseca</p> <p>Protección</p> <p>Advertencias</p> <p>Disposiciones suplementarias</p> <p>Protección personal</p> <p>Formación trabajadores</p> <p>Métodos de trabajo</p> <p>Mantenimiento eficaz</p> <p>Normas internas</p>
	PREVENCIÓN INTRÍNSECA	<p>EVITAR PELIGROS</p> <p>REDUCIR EXPOSICIÓN</p>	<p>Habilidad de equipos</p> <p>Mecanización carga y descarga</p> <p>Reglajes fuera zona peligr.</p>
	PROTECCIÓN	<p>RESGUARDOS</p> <p>DISPOSITIVOS PROT.</p> <p>SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE PROTECCIÓN</p> <p>DISEÑO DE TÉCNICAS DE PROTECCIÓN</p>	
	ADVERTENCIAS	<p>INSTRUCCIONES TÉCNICAS</p>	<p>LIBRO INSTRUCCIONES</p> <p>MARCAS Y SIGNOS IND. PUNTOS PELIGROS.</p> <p>SEÑALES FÁCILES DE IDENTIFICAR</p>
	DISPOSICIONES SUPLEMENTARIAS	<p>DISPOSITIVOS PARA LA EMERGENCIA</p> <p>DISPOSITIVOS RESCA. E DE PERSONAS</p> <p>CONSIGNACIÓN DE MÁQUINAS</p> <p>FACILIDADES INTEGRADAS PARA EL MANTENIMIENTO</p>	<p>SEPARAR FUENTE 3 ENERG.</p> <p>BLOQUEAR FUNCIONAMIENTO</p> <p>VERIFICAR NO ENER. RES.</p> <p>DELIM. ZONA TRABAJO</p> <p>SEÑALIZAR, MAO, CONSIG.</p>

12.1.2. Riesgo Eléctrico.

Para evitar posibles accidentes, todas las instalaciones deberán cumplir los reglamentos de alta y baja tensión.

Las máquinas que están bajo tensión, deben contar con un doble aislamiento y, por otra parte, para evitar el peligro de que ocurran accidentes al tocar una masa que normalmente no está bajo tensión se deberá colocar en ellos una toma a tierra adecuada.

Las instalaciones eléctricas llevarán interruptores de corte automático o de aviso, sensibles a la corriente de defecto (interruptores diferenciales) o a la tensión de defecto (relés de tierra).

El riesgo eléctrico existirá fundamentalmente en la manipulación de las bombas y equipos que se utilizan en la instalación, y según el RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a riesgos eléctricos, podrían tomarse entre otras las medidas preventivas siguientes:

- **Medidas de Información:** que adviertan sobre la posibilidad de riesgos mediante señales o bien mediante formación en información de los trabajadores sobre los posibles riesgos y las precauciones a adoptar.
- **Medidas de protección:** estas hacen la diferenciación entre contacto directo e indirecto.
 - Frente a contacto directo: medidas destinadas a evitar el contacto con las partes activas de la instalación: alejamiento de las partes activas, interposición de obstáculos, recubrimiento de las partes activas.
 - Frente a contacto indirecto: encontramos dos grandes grupos; aquellas orientadas a la supresión del riesgo y dispositivos de corte automático y desviación de corriente a tierra.

Vamos a describir brevemente las **precauciones básicas** que deben adoptarse para evitar accidentes con la electricidad, siguiendo un enfoque exclusivamente de usuario de equipos que, ocasionalmente, pueda realizar pequeños trabajos en dichos equipos o instalaciones eléctricas:

- Nunca trabajar con instalaciones o equipos accidentalmente mojados. Tampoco se deben manipular equipos o instalaciones eléctricas cuando se tienen las manos o los pies mojados.

- El paso de la corriente por el cuerpo humano se facilita enormemente cuando la piel está mojada.

- Si se trabaja en ambientes húmedos o con riesgo de contacto con agua, se deben tomar todas las precauciones posibles, con la ayuda y supervisión de un técnico especialista.

- Una solución puede ser utilizar tensiones de seguridad para emplazamientos húmedos: 24 Voltios.

- Debe evitarse la utilización de elementos eléctricos cuando:

- a) el usuario esté mojado.

- b) los cables de conexión o el equipo estén mojados.

- c) en exteriores, cuando llueve.

- Por todo lo mencionado, es evidente que, el material eléctrico debe guardarse en lugares secos.

- Solo los especialistas eléctricos deben manipular o modificar las instalaciones eléctricas.

- El usuario, únicamente, debe utilizar los órganos de mando previstos por el fabricante del equipo eléctrico o por el especialista que ha realizado la instalación; tampoco debe modificar la regulación de los órganos de mando ni bloquearlos.

- Los armarios eléctricos de distribución solo deben manipularse por especialistas.

- Los centros de transformación deben estar cerrados y su acceso prohibido al personal no especialista.

- Los equipos eléctricos deben estar en buen estado. Antes de su utilización, realizar una inspección visual para detectar posibles anomalías: los cables conductores no deben presentar cortes, ni quemaduras, ni estar agrietados.

- Los cables alargadores deben tener enchufes adecuados en sus extremos y con el mismo número de patillas que el aparato eléctrico que se va a conectar.

- Las conexiones deben ser eficaces y seguras, las "chapuzas" son muy peligrosas.

- Nunca conectar un equipo si la toma de corriente no es la adecuada.

- El usuario de cualquier equipo o máquina debe conocer sus instrucciones de uso y, por tanto, las precauciones que hay que adoptar para su empleo, fundamentalmente cuando se utilicen por primera vez.

- En caso de avería, la primera medida es cortar la corriente.

- a) En averías de envergadura cortar la corriente y llamar al técnico.

- b) En averías de menor envergadura (cambiar un fusible, una lámpara, etc.), cortar la corriente por desconexión del interruptor o, mejor, por la desconexión del enchufe.

- Si se cambia un fusible, el nuevo debe ser del mismo tipo e intensidad nominal que el de origen. Si el fusible reemplazado se funde de nuevo, avisar al técnico: nunca ponga un fusible de mayor intensidad de paso.

- Si se no tienen los conocimientos mínimos necesarios, no debe intentarse reparar ningún equipo o instalación averiada. Tampoco deben realizarse nuevas instalaciones.

Un equipo deficientemente reparado puede producir varios tipos de accidentes; los más frecuentes son debidos a contactos indirectos, ya sea por conexiones defectuosas o por perdida de aislamiento. Las instalaciones eléctricas, por simples que parezcan, requieren unos conocimientos básicos .

- Todos los trabajos de naturaleza no eléctrica pero que tengan que efectuarse en las proximidades de una instalación eléctrica (por ejemplo cerca de un centro de transformación), deben ser supervisados y dirigidos por un técnico en electricidad.

- Para socorrer a una persona electrizada:
 - a) Cortar la corriente sin tocar a la persona electrizada.
 - b) Si no puede cortar la corriente o va a tardar demasiado en cortarla, el socorrista debe tratar de "desenganchar" a la persona electrizada con la ayuda de un elemento aislante (silla de madera, tabla, etc.).
 - c) Si se trata de alta tensión, ni toque, ni se aproxime a la persona electrizada; avise al técnico en electricidad.
 - d) Recuerde que al "desenganchar" a una persona electrizada situada en un emplazamiento elevado, es probable que se caiga por lo que se pueden producir efectos secundarios.
 - e) En cualquiera de los casos avise a los servicios de socorrismo.

Los operarios que realicen trabajos con riesgos eléctricos, deberán disponer de:

- Guantes aislantes.
- Calzado aislante.
- Banqueta o alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

12.1.3. Riesgos de explosión.

El riesgo de explosión se presenta por el uso del biogás obtenido en la digestión de los vertidos de la bodega. Por ello la línea de biogás tiene instaladas válvulas de seguridad que permitirán la salida del biogás al exterior cuando, por causas imprevistas, la presión interior sobrepase un valor predeterminado. La instalación constará de una válvula de seguridad en la parte superior del reactor y otra en el depósito de almacenamiento del biogás.

También se deberá prestar mucha atención al motor de combustión, ya que este podría dar lugar a explosión en caso de que se produjese algún tipo de fallo en el funcionamiento del mismo.

12.1.4. Sistemas contraincendios.

Si se cuidan todos los puntos relativos al peligro de escape de biogás y explosiones, se elimina uno de los mayores y más peligrosos focos de incendios en la planta depuradora.

En general, para evitar un incendio, debemos prevenir que no coincidan los 3 elementos fundamentales: combustible, comburente (aire) y fuente de ignición.

Por ello el motor y equipos eléctricos de la planta serán antideflagrantes. Los cierres de bombas, válvulas, cuadro eléctrico, caja de distribución eléctrica de potencia, etc... han de ser estancos. Esto hará que el riesgo sea mínimo.

En la zona de almacenaje de combustible (biogás y gasoleo) deberán disponerse extintores adecuados a la clase de riesgo existente. Se dispondrá por lo menos de un extintor, de tal forma que la distancia a recorrer horizontalmente desde el área de riesgo hasta el extintor más próximo no sea superior a 15 m. el emplazamiento además debe ser fácilmente visible, estando este señalizado, y accesible.

Se dispondrá además de un sistema de alarma manual a menos de 25 m del punto de almacenamiento del biogás y un teléfono para comunicaciones externas con los servicios de emergencia y socorro.

Es el R.D 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Es en este reglamento donde se establecen y definen los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

12.1.5. Lugares de trabajo.

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, establece claramente, que la acción preventiva en la empresa debe ser planificada por parte del empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En el ámbito de la Unión Europea, se han fijado mediante las correspondientes Directivas, criterios de carácter general sobre las acciones en materia de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Como consecuencia de ello, el Real Decreto 486/1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en éstos.

Este documento tiene como objetivo principal el servir de orientación para detectar los principales riesgos que conlleva la utilización de los lugares de trabajo.

Por lugares de trabajo se entienden las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo. Es importante distinguir entre lugar de trabajo y puesto de trabajo: los lugares de trabajo están destinados a albergar puestos de trabajo.

- **Seguridad estructural**

Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización.

El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia solo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura.

- **Espacios de trabajo y zonas peligrosas**

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- a. 3 metros de altura desde el piso hasta el techo.
- b. 2 m² de superficie libre por trabajador.
- c. 10 m³, no ocupados, por trabajador.

La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas.

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

- **Suelos, aberturas y desniveles, y barandillas**

Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.

- **Tabiques, ventanas y vanos**

Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros, o bien estar separados de dichos puestos y vías, para impedir que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. Cuando estén abiertos no deberán colocarse de tal forma que puedan constituir un riesgo para los trabajadores.

Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán poder limpiarse sin riesgo para los trabajadores que realicen esta tarea o para los que se encuentren en el edificio y sus alrededores. Para ello deberán estar dotados de los dispositivos necesarios o haber sido proyectados integrando los sistemas de limpieza.

- **Vías de circulación**

Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior de los edificios y locales como en el interior de los mismos, incluidas las puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, el número, situación, dimensiones y condiciones constructivas de las vías de circulación de personas o de materiales deberán adecuarse al número potencial de usuarios y a las características de la actividad y del lugar de trabajo. En el caso de los muelles y rampas de carga deberá tenerse especialmente en cuenta la dimensión de las cargas transportadas.

La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente.

La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente.

Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras.

Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

- **Puertas y portones**

Las puertas y portones de vaivén deberán ser transparentes o tener partes transparentes que permitan la visibilidad de la zona a la que se accede.

Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer.

Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán poder ser utilizados por los peatones sin riesgos para su seguridad, o bien deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas.

- **Vías y salidas de evacuación**

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad.

En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.

Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias.

Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial. Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.

Las vías y salidas específicas de evacuación deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave.

En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

- **Orden, limpieza y mantenimiento**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Las operaciones de limpieza no deberán constituir por si mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las

deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. Si se utiliza una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y un sistema de control deberá indicar toda avería siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores. En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento.

- **Condiciones ambientales en los lugares de trabajo**

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

a. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.

b. La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será del 50%.

c. Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

1. Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

2. Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

d. Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.

Las condiciones ambientales de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberán responder al uso específico de estos locales y ajustarse, en todo caso, a lo dispuesto en el apartado 3.

- **Iluminación de los lugares de trabajo**

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- a. Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- b. Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Siempre que sea posible los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por si sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla.1.9. Niveles mínimos de Iluminación en los lugares de trabajo. R.D 486/1997.

<i>Zona o parte del lugar de trabajo (*)</i>	<i>Nivel mínimo de iluminación (lux)</i>
<i>Zonas donde se ejecuten tareas con:</i>	
<i>1.º Bajas exigencias visuales</i>	<i>100</i>
<i>2.º Exigencias visuales moderadas</i>	<i>200</i>
<i>3.º Exigencias visuales altas</i>	<i>500</i>
<i>4.º Exigencias visuales muy altas</i>	<i>1.000</i>
<i>Áreas o locales de uso ocasional</i>	<i>50</i>
<i>Áreas o locales de uso habitual</i>	<i>100</i>
<i>Vías de circulación de uso ocasional</i>	<i>25</i>
<i>Vías de circulación de uso habitual</i>	<i>50</i>
<i>(*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo</i>	

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

- a. La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- b. Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
- c. Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
- d. Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
- e. No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.

Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

- **Servicios higiénicos y locales de descanso**
- **Agua potable**

Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.

- **Vestuarios, duchas, lavabos y retretes**

Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.

Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.

Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos.

Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.

Los locales, instalaciones y equipos mencionados en el apartado anterior serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.

Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

- **Locales de descanso**

Cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.

Lo dispuesto en el apartado anterior no se aplicará cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.

Las dimensiones de los locales de descanso y su dotación de mesas y asientos con respaldos serán suficientes para el número de trabajadores que deban utilizarlos simultáneamente.

Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

Los lugares de trabajo en los que sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.

Tanto en los locales de descanso como en los espacios mencionados en el apartado anterior deberán adoptarse medidas adecuadas para la protección de los no fumadores contra las molestias originadas por el humo del tabaco.

Cuando existan dormitorios en el lugar de trabajo, éstos deberán reunir las condiciones de seguridad y salud exigidas para los lugares de trabajo en este Real Decreto y permitir el descanso del trabajador en condiciones adecuadas.

- **Material y locales de primeros auxilios**

Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. El material de primeros auxilios deberá adaptarse a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación.

La situación o distribución del material en el lugar de trabajo y las facilidades para acceder al mismo y para, en su caso, desplazarlo al lugar del accidente, deberán garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con la rapidez que requiera el tipo de daño previsible.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado y deberán estar claramente señalizados.

12.1.6. Señalización.

En el mundo laboral se dan situaciones de peligro en las que es conveniente que el trabajador reciba una determinada información relativa a la seguridad y que denominaremos señalización de seguridad.

La Señalización de Seguridad es una Técnica de Seguridad Complementaria, que no elimina el riesgo por sí mismo y que su puesta en práctica no dispensa, en ningún caso, de la adopción de las medidas de prevención y control que correspondan.

Se entiende por señalización, el conjunto de estímulos que condicionan la actuación de aquel que los recibe frente a la circunstancia que se pretende resaltar. Más concretamente, la señalización de seguridad, es aquella que suministra una indicación relativa a la seguridad de personas y/o bienes.

De acuerdo al R.D. 485/97 de 14 de abril (BOE 23-4-97) sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, se define como Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo: una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.

En el R.D. 485/97 vienen recogidas las definiciones de: señal de prohibición, señal de advertencia, señal de obligación, señal de salvamento o de socorro, señal indicativa, señal en forma de panel, señal adicional, color de seguridad, símbolo o pictograma, señal luminosa, señal acústica, comunicación verbal y señal gestual.

La señalización de seguridad y salud en el trabajo **deberá utilizarse** siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- a) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- b) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

- c) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- d) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

- **Clasificación de las señales:**

- **Según el significado de la señal:**

- a) **Prohibición:** Prohíbe un comportamiento que puede comportar un peligro.
- b) **Obligación:** Señal que obliga a un comportamiento determinado.
- c) **Advertencia:** Advierte de un riesgo o peligro.
- d) **Salvamento o socorro:** Indicación relativa a salidas de socorro o primeros auxilios, o a los dispositivos de salvamento.
- e) **Indicativa:** Proporciona informaciones distintas a las anteriormente indicadas.

- **Según las características de las señales:**

- a) **Señal en forma de panel:** Una señal que por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

- b) Señal luminosa:** Señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.
- c) Señal acústica:** Señal sonora codificada y emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.
- d) Comunicación verbal:** Un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.
- e) Señal gestual:** Un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.
- f) Señal adicional:** Una señal utilizada junto a otra señal de las características de las utilizadas en forma de panel y que facilite informaciones complementarias.

SEÑALES DE PROHIBICIÓN.

Tienen por objeto el prohibir acciones o situaciones y se caracterizan por su forma redonda, pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma 45º respecto a la horizontal), rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).



“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

SEÑALES DE OBLIGACIÓN.

Se encargarán de indicarnos que deberemos realizar alguna acción para así evitar un accidente, y se caracterizan por su forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



SEÑALES DE ADVERTENCIA.

Tienen por misión la de advertirnos de un peligro, y serán de forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negro.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación de tráfico por carretera.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.



SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.

Están concebidas para indicarnos la "ubicación o lugar donde se encuentran" los dispositivos o instrumentos de lucha contra incendios como extintores, mangueras, etc.. Presentan las siguientes características: forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



SEÑALES DE SALVAMENTO O DE SOCORRO.

Están concebidas para advertirnos del lugar donde se encuentran salidas de emergencia, lugares de primeros auxilios o de llamadas de socorro, emplazamiento para lavabos o duchas de descontaminación etc.. Se caracterizan por su forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



12.1.7. Equipos de Protección Individual (EPI's).

Se entiende por equipo de protección individual (EPI), cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que pueda amenazar a su seguridad o salud, así como cualquier complemento destinado a tal fin.

La utilización de EPI's, es la última medida a adoptar cuando todas las anteriores han fallado o no son posibles, es decir, en primer lugar hay que actuar sobre la fuente de riesgo, en segundo lugar sobre el medio transmisor y sólo en el caso de que no se hayan podido eliminar, reducir o controlar los riesgos, entonces hay que actuar sobre el trabajador.

Todos los EPI's de la instalación cumplirán los siguientes requisitos generales:

- Tendrán el marcado “CE”.
- Cumplirán con el R.D 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de Equipos de Protección Individual.
- Se garantizará un adecuado mantenimiento de EPI, el control efectivo de su uso, así como la formación e información adecuadas sobre las condiciones para su utilización.
- Por su parte, el trabajador deberá respetar las instrucciones de uso, estará obligado a indicar cualquier tipo de anomalía o defecto y sobre todo, deberá tener voluntad de protegerse.

Cada operario contará con un equipo de protección individual que constará de lo siguiente:

- Casco protector.
- Calzado de protección y seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de protección.
- Guantes de seguridad.

12.2 CONDICIONES DE AMBIENTALES.

12.2.1. Protección frente al ruido.

El ruido se puede considerar el agente físico más común en los puestos de trabajo de cualquier actividad industrial. Sus efectos nocivos son de sobra conocidos, siendo el más estudiado la pérdida de audición. Dichos efectos dependen no solo de su nivel, sino del tiempo al cual se está expuesto, por lo que a la hora de establecer límites de exposición al ruido, hay que considerar estos dos parámetros.

El ruido se define como un sonido no deseado, molesto o desagradable. El sonido es el fenómeno físico que puede medirse y es una vibración mecánica transmitida en forma de ondas, generalmente, a través del aire y capaz de ser percibida por el órgano auditivo.

A partir de la entrada en vigor de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se exige la Evaluación de Riesgos para, posteriormente, planificar las medidas preventivas.

Esta Evaluación de Riesgos, en el caso de los efectos auditivos del ruido, se debe realizar siguiendo los criterios establecidos en el Real Decreto 286/2006 que es la disposición fundamental en España que regula la exposición al ruido de los trabajadores.

El Real Decreto 286/2006, establece una serie de medidas dirigidas a reducir la exposición al ruido durante el trabajo, para disminuir los riesgos para la salud de los trabajadores, particularmente para la audición, derivados de tal exposición.

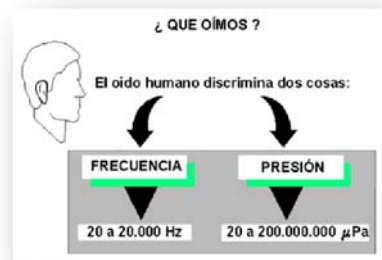
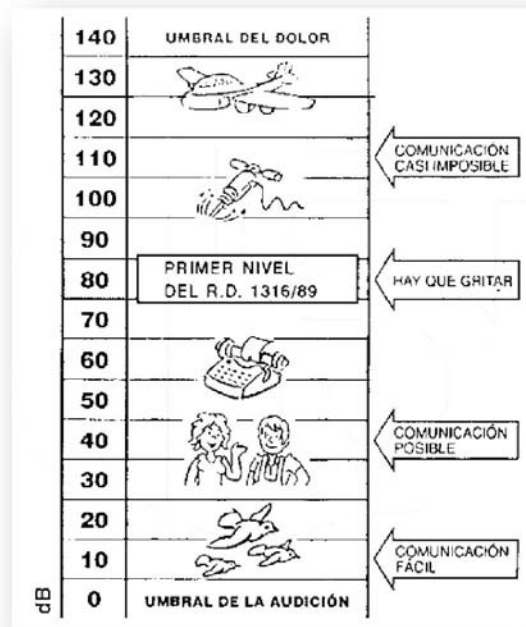


Fig. 1.26. Umbrales de audición.



Los efectos de ruido para la salud se pueden clasificar en dos tipos. Por una parte, aquéllos que tienen una relación directa con la exposición al ruido, cuya consecuencia es la pérdida de audición, estos son los efectos auditivos. Por otra parte se encuentran aquéllas alteraciones tanto fisiológicas como psicológicas producidas por el ruido como agente estresante, a estos efectos se les denomina efectos no auditivos.

Efectos Auditivos:

- **Hipoacusia de Transmisión:** por afectación del oído externo o del oído medio, dificultando la transmisión del sonido hasta el oído interno.
- **Hipoacusia de Percepción:** por lesión del oído interno, nervio auditivo, vías o centros de la audición. Se altera la **recepción** del sonido (lesión en las células ciliadas del órgano de Corti) o su llegada, en forma de corriente nerviosa, a los centros auditivos.

- **Hipoacusia Mixta:** es una mezcla de las dos anteriores. Está alterado tanto el mecanismo de transmisión como el de recepción.

El grado de la lesión depende de dos factores fundamentales: la **intensidad** del ruido y el **tiempo de exposición**. Al aumentar cualquiera de los dos, aumenta el riesgo de pérdida de audición.

Un ruido muy intenso de corta duración provoca un "**Trauma acústico agudo**" por rotura del tímpano y/o lesión del oído interno. Ruidos intensos con exposiciones prolongadas y repetidas originan un "**Trauma acústico crónico**", en el cual se destruyen las células ciliadas del órgano de Corti, con una precoz y mayor afectación de las células ubicadas en la base del caracol.

Efectos no auditivos:

- **Efectos fisiológicos;** Aumento del ritmo cardiaco, Vasoconstricción, Aceleración del ritmo respiratorio, Disminución de la actividad de los órganos digestivos, Reducción de la actividad cerebral (con el consiguiente efecto sobre el rendimiento).

- **Efectos psicológicos. Interferencia con el sueño**

El ruido puede producir modificaciones del carácter o del comportamiento como: Agresividad, Ansiedad, Disminución de la atención

Estas modificaciones van a depender de diversos factores, unos ligados a la persona y otros a sus condiciones de trabajo:

- La actitud del sujeto frente al ruido.
- Sensibilidad del sujeto al ruido.
- Evaluación de las posibilidades de reducirlo.
- Actitud del sujeto respecto al tipo y condiciones del local.
- Momento de la jornada .

Además de estos efectos psicológicos, se ha observado que los trabajadores expuestos a ruidos intensos durante el día pueden tener dificultades a la hora de conciliar el sueño o, incluso, despertarse a media noche con mayor frecuencia.

El acortamiento o la interrupción del sueño dificultan la acción reparadora del mismo y por lo tanto el bienestar y la capacidad para el trabajo.

- **Interferencias con la actividad**

La presencia de determinados niveles de ruido afecta a la realización del trabajo: dificulta la concentración, disminuye la atención y actúa como elemento de distracción, disminuyendo el rendimiento.

Se ha señalado que todos estos hechos podrían contribuir a aumentar el número de accidentes de trabajo en puestos de trabajo determinados. La interferencia con el desarrollo de las tareas depende de:

- Dificultad de la tarea y complejidad.
- Duración de la tarea.
- Características del ruido (nivel, composición espectral y tipo de ruido).
- Predisposición individual y estado del sujeto (motivación, capacidad de concentración, interés por la tarea, etc.).

- **Interferencia con la comunicación**

La presencia de niveles de ruido elevados dificulta la comunicación hablada con los compañeros u otras personas, repercutiendo negativamente en el trabajo realizado. Se ha observado que en los trabajadores expuestos a niveles de ruido elevados son más frecuentes las alteraciones de garganta y de laringe (debido a que deben forzar su voz para hacerse entender). Además, la imposibilidad de comunicarse durante la jornada, aumenta el aislamiento de los trabajadores y las condiciones de trabajo son más penosas.

La disposición fundamental en España para la protección de los trabajadores de los efectos nocivos de la exposición al ruido es el R.D 286/2006, cuyo objetivo es reducir la **exposición al ruido** en el trabajo.

En el R.D. se recogen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo que debe aplicar el empresario en su centro: limitación de la exposición, medición, evaluación y reducción del ruido en el lugar de trabajo, declaración de ruido emitido por las máquinas y reducción de la exposición.

Para evaluar el puesto habría que llevar a cabo los siguientes pasos:

- Identificación del puesto.
- Medición de la exposición.
- Valoración.
- Control.

Para hacer una valoración del riesgo por exposición a ruido debemos disponer de valores límites (Cuadro 1.12) que nos sirvan de referencia, a continuación mostramos un cuadro resumen con los valores límites y las actuaciones a realizar según el RD 286/2006 de 10 de marzo y RD 39/1997 de Reglamentos de los Servicios de Prevención.

Cuadro 1.12. Actuaciones a realizar según el RD 286/2006 de 10 de marzo y RD 39/1997.

Valores Límites de Exposición	(NDE) Nivel diario equivalente ($L_{aeq,d}$) < 87 dB (NSE) Nivel semanal equivalente ($L_{aeq,s}$) < 87 dB Nivel de Pico (L_{pico}) < 140 dB			
	Evaluación del puesto	Control auditivo	Protectores	Programa de reducción
$L_{aeq,d} > 87$ dB $L_{pico} > 140$ dB	Anual	Anual	Uso Obligatorio	
$L_{aeq,d} > 85$ dB $L_{pico} > 137$ dB	Anual	Cada 3 años	Suministro obligatorio	-----
$L_{aeq,d} > 85$ dB $L_{pico} > 135$ dB	Cada 3 años	Cada 5 años	Suministro a quien lo solicite	-----

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

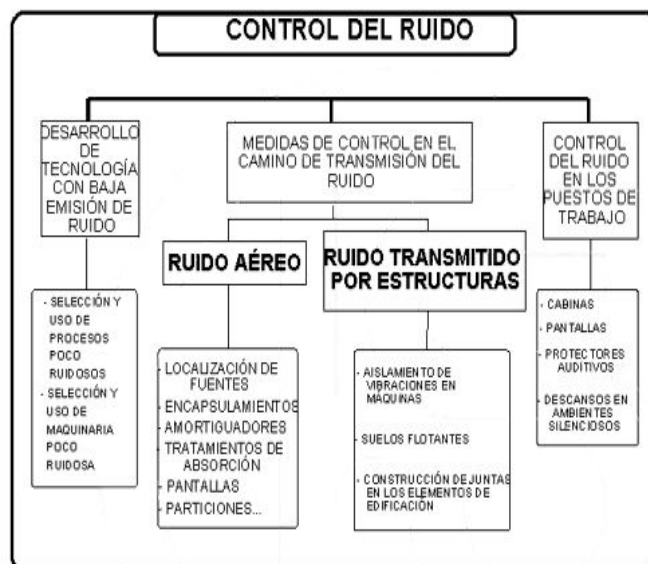
Siempre que se hace un planteamiento de control de ruido (fig. 1.27), se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- El control de ruido es un problema del conjunto máquina, medio, receptor.
- El objetivo del control es lograr un ambiente acústico aceptable con un coste también aceptable.
- El éxito del control se mide mediante la reducción del ruido conseguida.
- Un diseño acústico adecuado deberá ser compatible con otros aspectos generales (seguridad, calidad y accesibilidad).

Medidas técnicas

Las medidas técnicas posibles para controlar el ruido se suelen agrupar en tres:

Fig.1.27. Técnicas para el control del ruido.



- Medidas de control en la fuente.
- Medidas de control en el medio.
- Medidas de control en el receptor o trabajador.

a) Control del ruido en la fuente

Entre ellas se pueden destacar, por orden de prioridad:

- Diseño y compra de máquinas con bajo nivel de ruido
- Mantenimiento adecuado de las máquinas.
- Sustitución de materiales.
- Cerramientos totales o parciales con materiales aislantes.

El mejor método de control es la actuación en la fuente de ruido.

b) Control del ruido en el medio de transmisión

En principio, el ruido se puede transmitir por dos "camino": el aire y las estructuras conectadas con la máquina emisora. Para cada uno de estos medios se podrán aplicar una serie de medidas.

Ruido aéreo es el ruido transmitido por el aire que llega al trabajador, bien directamente desde la fuente, o bien debido a las reflexiones en paredes, suelo, techo u objetos que encuentra a su paso. Para disminuir este tipo de ruido se suele emplear pantallas acústicas, distribución adecuada de máquinas (alejando las máquinas de paredes y objetos reflectantes), e interposición de materiales absorbentes.

Ruido transmitido por las estructuras. Es aquel ruido que se transmitirá a través de las estructuras sólidas. Se deberán aislar las estructuras entre sí o lograr un aislamiento de las máquinas al suelo, mediante conexiones flexibles.

c) Control del ruido en el receptor

Es la última solución a aplicar, y las posibilidades fundamentales son:

- Construcción de cabinas insonorizadas en las que el operario pase la mayor parte del tiempo de su trabajo, como en el caso de procesos automatizados.
- Utilización de protectores auditivos. Esta alternativa, desde el punto de vista preventivo, debe tener un carácter temporal y complementario, mientras se adopten otra serie de medidas técnicas y organizativas para reducir el nivel de ruido soportado por los trabajadores (este tema se tratará más adelante). La protección auditiva es la última medida a tener en cuenta.

Medidas organizativas

Con este tipo de medidas no se pretende disminuir el ruido, sino disminuir la exposición al ruido del trabajador.

El nivel diario equivalente al que está expuesto un trabajador no depende sólo del nivel de ruido, sino también del tiempo de exposición.

Entre algunas medidas organizativas podemos mencionar la reubicación local de los trabajadores, rotación de puestos en tareas ruidosas y poco ruidosas, pausas sin ruido (en lugares sin ruido) y, por último, la formación e información para concienciar a los trabajadores de los riesgos existentes y de las medidas preventivas .

12.2.2. Protección frente a Vibraciones.

Cuando hablemos de vibraciones nos referiremos a aquellos movimientos oscilatorios de 2 a 300 ciclos/s (Hz) de un cuerpo o partícula alrededor de un punto fijo.

Clasificación.

Las vibraciones pueden ser:

- Vibraciones mano-brazo: transmitidas hacia los brazos (martillos).
- Vibraciones globales: transmitidas a todo el cuerpo (transporte).

Efectos.

A) Locales (en el punto de contacto): osteoarticulares, neurovasculares, roturas y atrofia muscular en la mano.

B) Lesiones a distancia: Transtornos digestivos y urinarios; mareos y dolores de cabeza, roturas y atrofas musculares y lesiones osteoarticulares.

C) Fatiga y disminución del confort.

Cuadro 1.13. Valores límites ambientales.R.D

	VLA-ED (m/s ²)	VLA-ED acción (m/s ²)
Sistema mano-brazo	5	2,5
Cuerpo entero	1,15	0,5

Evaluación de los riesgos.

Prestaremos especial atención a:

- El nivel, tipo y la duración de la exposición.
- Los valores límites de exposición.
- Efectos en trabajadores expuestos especialmente sensibles.
- Efectos indirectos para la seguridad de los trabajadores.
- Información del fabricante del equipo de trabajo y la existencia de equipos sustitutivos.
- La prolongación de la exposición.
- Condiciones de trabajo específicas.
- Información apropiada derivada de la vigilancia de la salud.

Medidas de Prevención.

- Mejoras en la elección y el mantenimiento.
- Suministro de equipo auxiliar.
- Empleo de materiales antivibratorios.
- Reducción de tiempos e intensidad de exposición.
- Ordenación adecuada del tiempo de trabajo.
- Proteger del frío y de la humedad, incluyendo el suministro de ropa adecuada.
- Orientación profesional y aprendizaje: formación e información.
- Exámenes médicos periódicos.

12.3 Contaminantes biológicos.

Entendemos por **Riesgo Biológico**, aquel que se deriva de la posibilidad de contacto o exposición a agentes biológicos.

Y entendemos por **Agente Biológico**, aquellos microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Es en el REAL DECRETO 664/1997, de 12 Mayo (BOE nº 124, 24 Mayo), sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, donde vienen recogidas las disposiciones mínimas aplicables a aquellas actividades que puedan estar expuestas a agentes biológicos.

○ **Clasificación Agentes Biológicos.**

La clasificación que hace el RD 664/1997, de los agentes biológicos es el que aparece reflejado en el cuadro 1.14.

Cuadro 1.14. Clasificación de los AB. INSHT.

	CAUSAR ENFERMEDAD	PELIGRO TRABAJADOR	PROPAGACIÓN COLECTIVIDAD	PROFILAXIS O TRATO EFICAZ
GRUPO 1:	+/-	-	-	I
GRUPO 2:	+	+	+/-	SI
GRUPO 3:	++	++	+	SI
GRUPO 4:	+++	+++	++	NO

+/- : Poco probable. + : Probable ++ : Muy probable.
+++ : Provoca EG. I: Innecesario

○ **Identificación y Evaluación del Riesgo.**

El proceso consta de dos etapas fundamentales:

1. Identificación teórica de los riesgos, recogida general de información.
2. Evaluación de los puestos de trabajo con riesgos y de los trabajadores expuestos.

→ **Identificación teórica de los Riesgos.**

La simple interacción del agente biológico con el ser humano no es factor suficiente para producir necesariamente una enfermedad o daño, para que se dé enfermedad o daño deben darse unas condiciones:

- El agente biológico sea patógeno.
- Que exista un reservorio.

- Debe dispersarse por el entorno en un soporte o portador.
- Debe existir una vía de entrada en el hospedador: respiratoria, dérmica, parenteral, digestiva.
- El nuevo hospedador debe ser susceptible.

Estas cinco condiciones son las que definen la cadena epidemiológica por lo que la estrategia preventiva es romper esta cadena.

Habrá que realizar en primer lugar un estudio del agente biológico más probable, ver cuál es su virulencia y consultar los datos epidemiológicos.

→ **Evaluación del puesto de trabajo.**

- Descripción del puesto de trabajo.
- Tipo de trabajo y probabilidades de diseminación del material en el proceso habitual o accidentes.
- Vías de penetración: heridas, contacto proyección, inhalación, etc...
- Frecuencia de exposición.
- Factores relativos a la organización y procedimientos de trabajo.
- Conocimientos de los posibles riesgos por parte del trabajador, según su formación inicial.
- Posibilidad de establecimiento de medidas preventivas, seguimiento y aplicación.
- Posibilidad de evaluación de los niveles de exposición.

Cuando la naturaleza de la actividad lo permita, se evitará la utilización del agente biológico, en caso de no ser posible se procurará que sea lo menos nocivo posible.

Si la evaluación del riesgo pone de manifiesto que existe riesgo, deberá evitarse la exposición y si esto no es factible, se reducirá el riesgo:

- Estableciendo procedimientos adecuados para minimizar el riesgo.
- Reducir al mínimo los trabajadores expuestos.

- Adoptar medidas seguras.
 - Adoptar medidas de protección, colectiva o individual (primarán las primeras sobre las segundas).
 - Utilizar medios seguros de recogida, almacenamiento y evacuación de residuos.
 - Utilizar medidas higiénicas para no favorecer la dispersión del agente biológico.
 - Utilizar señales de peligro.
- **Medidas Higiénicas:**

Se aplicarán en aquellas actividades en las que exista riesgo y consisten en:

- Prohibido comer, beber, fumar.
 - Proveer a los trabajadores de prendas de protección.
 - Disponer de retretes y aseos.
 - Disponer de un lugar para almacenar los equipos de protección.
 - Especificar procedimientos de obtención y manipulación.
 - Los trabajadores dispondrán de 10 minutos antes de la comida y 10 minutos antes de abandonar su puesto de trabajo para quitarse la ropa y equipo de trabajo.
 - No podrán llevarse la ropa de trabajo a casa y será el empresario el responsable del lavado de la ropa así como de los costes de las medidas de seguridad.
- **Vigilancia de la salud.**

El empresario deberá garantizar una vigilancia adecuada y específica de la salud de los trabajadores. Se deberá llevar un historial medico confidencial de los trabajadores expuestos así como informar al trabajador de los controles.

○ **Información y Formación de los Trabajadores.**

Se deberá garantizar a los trabajadores la información y formación adecuadas sobre los riesgos potenciales a la salud, las precauciones que debe adoptar, las disposiciones en materia de higiene, la utilización de ropa y equipos de protección individual así como de las medidas a adoptar en caso de incidente.

Además se deberá realizar este proceso en el momento de incorporación al trabajo, cuando aparezcan nuevos riesgos o ante cualquier cambio de actividad o proceso.

○ **Señales de Peligro Biológico.**



12.4 Carga de trabajo.

Tradicionalmente, el esfuerzo que supone la realización de una tarea se ha identificado casi exclusivamente con esa actividad física o muscular, pero cada día son más las actividades pesadas encargadas a las máquinas, es decir, cada vez más, el trabajo requiere menos esfuerzo físico, menos contacto directo de los trabajadores con las máquinas y los materiales.

Para realizar cualquier tarea, el trabajador tiene que poner en funcionamiento, por un lado, una serie de **operaciones motoras o físicas**, y por otro lado, un conjunto de **operaciones cognitivas o mentales**. El grado de movilización

que se exige al trabajador, es decir, estos mecanismos físicos y mentales que tiene que poner en marcha para realizar la tarea, van a determinar la **CARGA DE TRABAJO**.

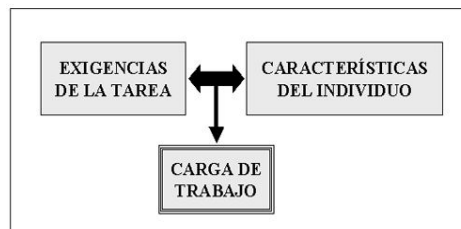
Así, podemos definir la Carga de Trabajo como el "conjunto de requerimientos psicofísicos a los que se somete al trabajador a lo largo de su jornada laboral".

La **carga de trabajo**, tanto física como mental, es un peligro (fuente potencial de daño) presente en todas las actividades laborales y en cualquier empresa. Esta carga no es siempre la misma, sino que va a estar **determinada por la interacción o relación que se establece entre (fig. 1.27):**

Por un lado, el nivel de exigencias de la tarea (esfuerzo requerido, ritmo, condiciones ambientales,...)

Por otro lado, las características del individuo (edad, formación, experiencia, fatiga,...). Estas características determinan el grado de movilización del trabajador, es decir, el esfuerzo que debe realizar para llevar a cabo la tarea.

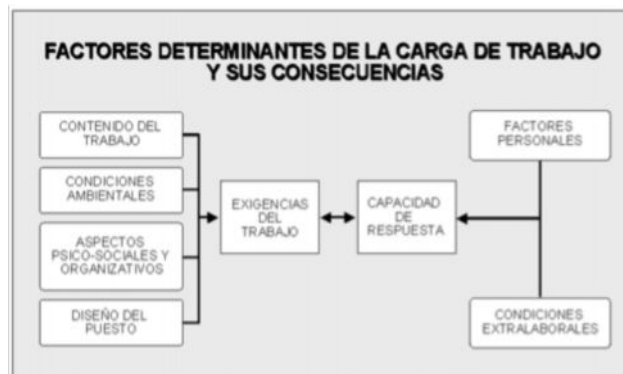
Fig. 1.27. Factores determinantes de la Carga de trabajo.



Partiendo de la definición dada de carga de trabajo en general, podemos proponer la siguiente definición de carga mental:

CARGA MENTAL es el conjunto de requerimientos mentales, cognitivos o intelectuales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral, es decir, el nivel de actividad mental necesario para desarrollar el trabajo. Los factores que determinan la Carga Mental del Trabajo vienen reflejados en la fig. 1.28.

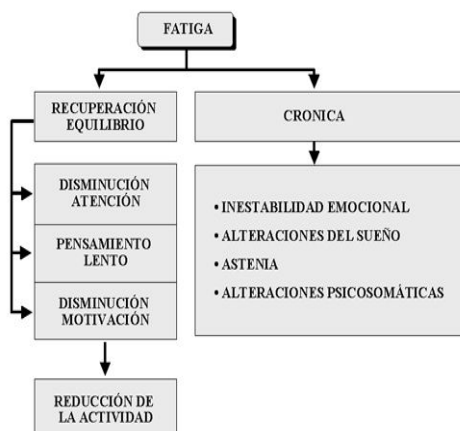
Fig. 1.28. Factores determinantes de la Carga Mental del Trabajo.



→ **Efectos de la carga Mental.**

La consecuencia más directa de una carga mental inadecuada es la **fatiga mental (fig. 1.29)**, que aparece cuando para realizar una tarea, el trabajador debe realizar un esfuerzo prolongado, al límite de sus capacidades, es decir, cuando la cantidad de esfuerzo que se le requiere excede su capacidad de respuesta. La fatiga mental se puede definir como la disminución de la capacidad física y mental de un individuo, después de haber realizado un trabajo durante un periodo de tiempo determinado.

Fig 1.29. Efectos de la Fatiga Mental.

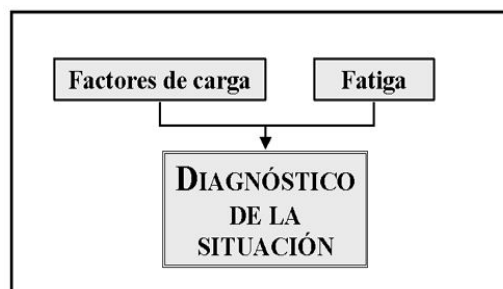


→ **Evaluación de la carga Mental.**

La evaluación de la carga mental debe basarse en **métodos indirectos**, que utilizan fundamentalmente **dos tipos de indicadores (fig. 1.30), complementarios entre sí:**

- Los factores de carga del puesto, es decir, factores de carga inherentes al trabajo concreto, al tipo de tarea, a las exigencias que plantea, y a las condiciones en que se realiza.
- Su incidencia sobre el individuo.

Fig. 1.30. Indicadores de la Fatiga Mental.



→ **Prevención de la Fatiga Mental.**

En resumen, podemos proponer una lista de medidas para prevenir la fatiga mental:

- Adaptar la carga de trabajo a las capacidades del trabajador.
- Controlar la cantidad, la calidad y la complejidad de la información a tratar.
- Procurar dotar a las tareas de un nivel de interés creciente.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: A. Memoria Descriptiva.

- Adecuar el número y la duración de los periodos de descanso, en función de la tarea.
- Mantener los factores ambientales (ruido, iluminación, temperatura, etc.) dentro de los valores de confort.

CAPÍTULO XIII. Bibliografía.

- Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos; Coordinador, Claude Flandy.
- Bases científicas y tecnológicas de la enología; Guillaume Girard.
- Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados; Ron Crities, George Tchobanglous.
- Manual de depuración Uralita: Sistemas de depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes; Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernandez Lehmann.
- Tratamiento de aguas residuales; R.S. Ramalho.
- Ingeniería Química; E. Costa Novella.
- Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización; Metcalf & Eddy.
- Manual de Tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias; Mariano Seoáñez Calvo, Elena Bella Velasco.
- Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión ; Gerard Kiely.
- Ingeniería del medio ambiente: aplicada al medio natural continental; Mariano Seoáñez Calvo.
- Manual del Ingeniero Químico; H. Perry.
- Tratamiento Anaerobio de aguas residuales; Jordi Forguet.

- Process Kinetics of UASB reactors; Ju-Shang Hung. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 2003, v. 78, n. 7.
- Treatment of winery effluent with upflow anaerobic sludge blanket (UASB); M.Keyser, R.C Witlhuhun. Biotechnology Letters. 2003, v. 25, n. 22.
- Influence of Environmental conditions on methanogenic compositions in anaerobic biogas reactors; Karakashev, Dimiter. Applied and Environmental Microbiology. 2005, v. 71, n.1.
- Aprovechamiento del biogas en las EDARs; J.J Morenilla martinez, N. Ruano Martinez, J. Garces Castaño. Ingenieria Química –Madrid- 1999, v. 31, n. 355.
- Evaluación del comportamiento hidráulico de un reactor UASB utilizado para el tratamiento de aguas residuales; Diana Arrayave Gómez, Maribel González Arteaga, Darío Gallego Suárez.
- Aproximación en la estimación del estado en un reactor UASB; Rafael Muñoz Tamayo, Fabiola Angulo García. ISSN: 1692-7257, v.1, n.7, 2006. Revista Colombiana de tecnologías avanzadas.
- Lettinga, G., A. F. M. van Velsen, S. W. Hobma, W. De Zeeuw, A. Klapwijk 1980. Use of upflow sludge blanket reactor concept for biological waste water treatment, especially for anaerobic treatment. Biotechnol. Bioengineer.
- Control e Instrumentación de procesos químicos; Pedro Ollero de castro, Eduerdo fernández Camacho.
- Flujo de fluidos e intercambio de calor; O. Levenspiel.
- INSHT.
- www.uasb.org.

**B. ANEXO A LA
MEMORIA:
MEMORIA DE
CÁLCULO.**

ÍNDICE.

B. ANEXO A LA MEMORIA. MEMORIA DE CÁLCULO.

Anexo I. CÁLCULO TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN.

1.0. Cálculo del volumen del tanque de homogeneización. 187

1.1. Evaluación del efecto del tanque sobre la carga orgánica. 193

Anexo II. CÁLCULO INTERCAMBIADOR DE CALOR.

2.0. Cálculo de la velocidad de transferencia de calor (q).

2.0.1. Cálculo de densidades y calores específicos..... 201

2.0.2. Cálculo velocidades de flujo. 202

2.0.3. Cálculo de la velocidad de transferencia de calor..... 203

2.1. Cálculo de la Temperatura de salida del fluido caliente. 203

2.2. Cálculo del Incremento de Temperatura medio logarítmico (ΔT_{ML}). 205

2.3. Cálculo del Coeficiente Global de Transmisión de calor (U).

2.3.1. Cálculo de los coeficientes individuales de transmisión de calor (h)..... 206

2.4. Cálculo del Área Superficial de Transmisión de Calor. 211

Anexo III. CÁLCULO DEL REACTOR ANAEROBIO DE MANTO DE LODOS Y FLUJO ASCENDENTE. "UASB".

3.0. Zona de Digestión.

3.0.1. Volumen de la zona de digestión. 213

3.0.2. Altura de la zona de digestión..... 214

3.0.3. Diámetro de la zona de digestión. 214

3.1. Zona de Sedimentación. 215

3.2. Comprobaciones.....	216
3.3. Distribución del Afluente. Sistema de Alimentación.....	217
3.4. Eficacia de Remonición.	
3.4.1. Eficiencia de Remonición de la DQO.	217
3.4.2. Eficiencia de Remonición de la DBO ₅	218
3.4.3. Eficiencia de Remonición de Sólidos en Suspensión....	218
3.5. Producción de Biogás.	
3.5.1. Balance de Materia.....	219
3.5.2. Producción Volumétrica de Biogás.....	222
3.6. Colector de Biogás.	223
3.7. Separador Trifásico.	224
3.8. Evaluación de la Producción de Lodos.	225

Anexo IV. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

4.0. Cálculo de Conducciones.	
4.0.1. Objetivos.	226
4.0.2. Criterios de Diseño.	226
4.0.3. Cálculo del Diámetro de las Conducciones.....	226
4.1. Cálculo de las Pérdidas de Carga.	
4.1.1. Pérdida de carga en el tramo recto de tubería.....	230
• Cálculo del Factor de Fricción (f).	
4.1.2. Pérdida de carga en el tamiz de disco rotatorio.	233
4.1.3. Pérdida de carga en el intercambiador de calor.	234
• Pérdida de carga en el tubo exterior.	
• Pérdida de carga en el tubo interior.	
4.1.4. Pérdida de carga por accesorios	237

Anexo V. BOMBAS DE IMPULSIÓN.	
5.0. Criterios de Selección.	239
5.1. Cálculo del Caudal de impulsión.	240
5.2. Cálculo de la Altura Manométrica.	240
5.3. Cálculo de la Potencia.	243
Anexo VI. CÁLCULOS MOTOR DIESEL	245
Anexo VII.FICHAS DE SEGURIDAD QUÍMICA	249
Anexo VIII.EQUIPOS	253
Anexo IX.DATOS Y TABLAS	275

ANEXO I. Cálculo Tanque de Homogeneización.

Como ya se comentó anteriormente, la homogeneización de caudales es una medida adoptada para superar los problemas de tipo operativo que causan las variaciones tanto de caudal como de carga contaminante, y para reducir el tamaño y los costos de las unidades de tratamiento ubicadas aguas abajo. En efecto, la homogeneización amortigua las variaciones de caudal, de manera que se alcanza un caudal de salida constante o casi constante.

Para dimensionar la unidad de homogeneización es necesario realizar un análisis basado en un balance de masas. En este método de balance de masas, el volumen de agua residual que ingresa a la planta en un intervalo de tiempo determinado se compara con el volumen de agua promedio horario, calculado para un periodo de 24 horas. Si el volumen entrante es menor que el valor promedio, el tanque de homogeneización comienza a ser drenado; mientras que si el volumen entrante es mayor que el valor promedio, el tanque se comienza a llenar con el exceso de agua residual. La diferencia acumulada se usa para estimar el volumen necesario de almacenamiento del agua residual.

1.0. Cálculo del volumen del tanque de homogeneización.

- En primer lugar debemos disponer de los datos de volumen total diario de agua residual para ser tratada y caudal medio (m^3/h)(Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Caudales horarios promedio de vertido.

Intervalo horario	Q promedio (m ³ /s)	Q promedio (m ³ /h)
0 a 1	0,0000	0
1 a 2	0,0000	0
2 a 3	0,0000	0
3 a 4	0,0000	0
4 a 5	0,0000	0
5 a 6	0,0000	0
6 a 7	0,0000	0
7 a 8	0,0016	5,6
8 a 9	0,0021	7,6
9 a 10	0,0039	14,1
10 a 11	0,0020	7,1
11 a 12	0,0025	9,1
12 a 1	0,0035	12,6
1 a 2	0,0015	5,6
2 a 3	0,0017	6,0
3 a 4	0,0013	4,5
4 a 5	0,0007	2,4
5 a 6	0,0005	1,8
6 a 7	0,0008	3,0
7 a 8	0,0007	2,4
8 a 9	0,0004	1,5
9 a 10	0,0000	0
10 a 11	0,0000	0
11 a 0	0,0000	0
Promedio	0,00096	3,47 m³/h

El caudal medio constante se representa por una línea recta que une el origen con el punto correspondiente a 83,3 m³ a las 24 horas.

- Cálculo del caudal acumulado de salida.

El caudal acumulado de salida homogéneo se calcula suponiendo que se va sacando del tanque de homogeneización un caudal constante de 3,47 m³/h (tabla 2.2).

Tabla 2.2. Caudal Acumulado de Salida Homogeneo.

Intervalo horario	Caudal acumulado de salida homogéneo (línea i)(m ³)
0:00 - 1:00	0,0
1:00 - 2:00	3,47
2:00 - 3:00	(3,47+3,47)=6,9
3:00 - 4:00	(3,47+3,47+3,47)=10,4
4:00 - 5:00	(3,47+3,47+3,47+3,47)=13,9
5:00 - 6:00	17,4
6:00 - 7:00	20,8
7:00 - 8:00	24,3
8:00 - 9:00	27,8
9:00 - 10:00	31,2
10:00 - 11:00	34,7
11:00 - 12:00	38,2
12:00 - 13:00	41,6
13:00 - 14:00	45,1
14:00 - 15:00	48,6
15:00 - 16:00	52,1
16:00 - 17:00	55,5
17:00 - 18:00	59,0
18:00 - 19:00	62,5
19:00 - 20:00	65,9
20:00 - 21:00	69,4
21:00 - 22:00	72,9
22:00 - 23:00	76,3
23:00 - 24:00	79,8
24:00 - 0:00	83,3

- Cálculo del Aporte Acumulado.

Para calcular el aporte acumulado, se va sumando el caudal que va entrando en el tanque.

Tabla 2.3. Caudal Acumulado.

Intervalo horario	Aporte acumulado (línea ii)(m ³)
0:00 - 1:00	0
1:00 - 2:00	0
2:00 - 3:00	0
3:00 - 4:00	0
4:00 - 5:00	0
5:00 - 6:00	0
6:00 - 7:00	0
7:00 - 8:00	0
8:00 - 9:00	5,6
9:00 - 10:00	(5,6+7,6)=13,2
10:00 - 11:00	(13,2+14,1)=27,3
11:00 - 12:00	(27,3+7,1)=34,4
12:00 - 13:00	(34,4+9,1)=43,5
13:00 - 14:00	(43,5+12,6)=56,1
14:00 - 15:00	(56,1+5,6)=61,7
15:00 - 16:00	(61,7+6,0)=67,7
16:00 -17:00	(67,7+4,5)=72,2
17:00 -18:00	(72,2+2,4)=74,6
18:00 -19:00	(74,6+1,8)=76,4
19:00 -20:00	(76,4+3,0)=79,4
20:00 - 21:00	(79,4+2,4)=81,8
21:00 -22:00	(81,8+1,5)=83,3
22:00 - 23:00	(83,3+0)=83,3
23:00 - 24:00	83,3
24:00 - 0:00	83,3

Documento 1. Memoria: B. Memoria de Cálculo.

- Resumen de los datos obtenidos. Determinación de las Desviaciones.

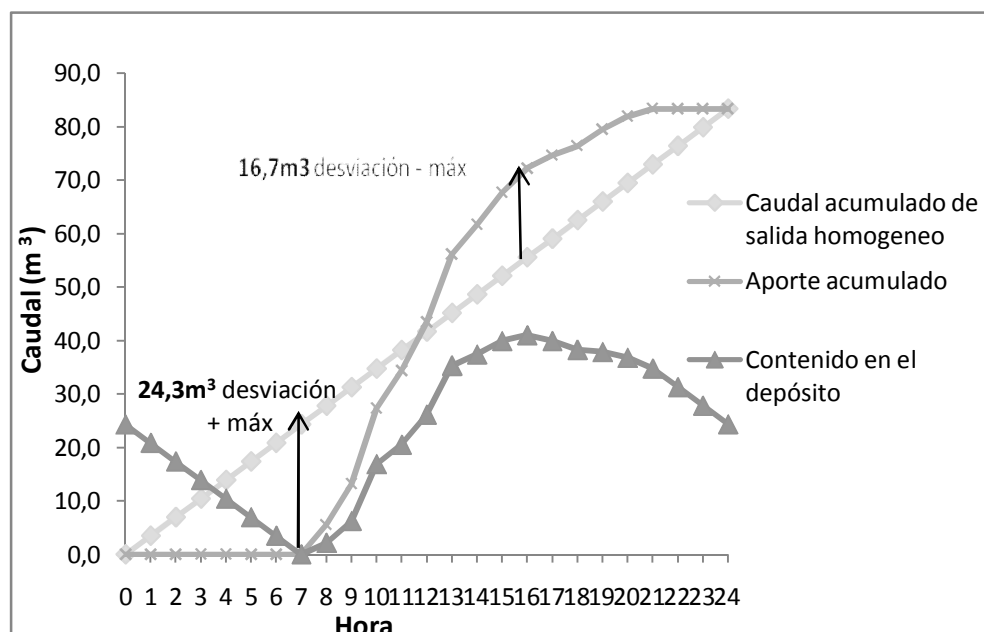
Con todos los datos de los que disponemos, construimos un cuadro para determinar exactamente las desviaciones máximas negativas y positivas entre el caudal homogeneizado acumulado (línea i) y el acumulado de entrada (línea ii).

Tabla 2.4. Detreminación del Volumen del tanque de Homogeneización.

Intervalo Horario	Volumen horario (m ³ /h)	Ordenadas m ³ (recta)i	Ordenadas m ³ (curva)ii	Desviación m ³ (i-ii)	Contenido Tanque,m ³
0:00-1:00	0	0,0	0	0,0	24,3
1:00 - 2:00	0	3,5	0	3,5	20,8
2:00- 3:00	0	6,9	0	6,9	17,4
3:00-4:00	0	10,4	0	10,4	13,9
4:00-5:00	0	13,9	0	13,9	10,4
5:00-6:00	0	17,4	0	17,4	7,0
6:00-7:00	0	20,8	0	20,8	3,5
7:00-8:00	0	24,3	0	24,3	0,0
8:00-9:00	5,6	27,8	5,6	22,2	2,1
9:00-10:00	7,6	31,2	13,2	18,0	6,2
10:00-11:00	14,1	34,7	27,3	7,4	16,9
11:00-12:00	7,1	38,2	34,4	3,8	20,5
12:00-13:00	9,1	41,6	43,5	-1,9	26,1
13:00-14:00	12,6	45,1	56,1	-11,0	35,3
14:00-15:00	5,6	48,6	61,7	-13,1	37,4
15:00-16:00	6,0	52,1	67,7	-15,6	39,9
16:00-17:00	4,5	55,5	72,2	-16,7	41,0
17:00-18:00	2,4	59,0	74,6	-15,6	39,9
18:00-19:00	1,8	62,5	76,4	-13,9	38,3
19:00-20:00	3,0	65,9	79,4	-13,5	37,8
20:00-21:00	2,4	69,4	81,8	-12,4	36,8
21:00-22:00	1,5	72,9	83,3	-10,4	34,7
22:00-23:00	0	76,3	83,3	-7,0	31,3
23:00-24:00	0	79,8	83,3	-3,5	27,8
24:00-0:00	0	83,3	83,3	0,0	24,3

- Representación de los datos.

Gráfico 1.3. Caudal, aporte acumulado y contenido del depósito a lo largo de la jornada.



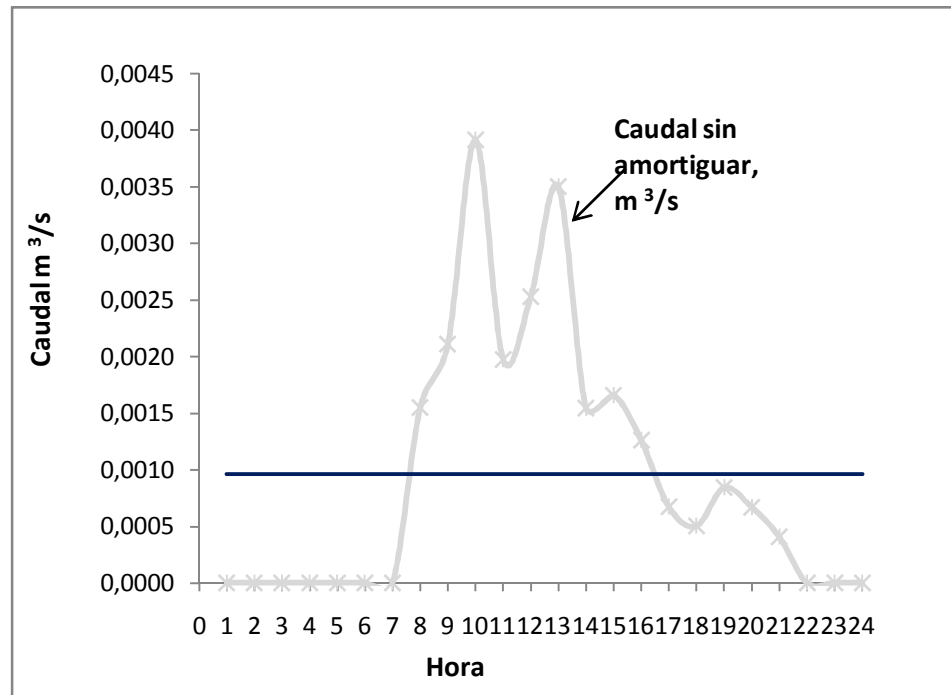
En el comienzo de la operación el contenido del estanque debe ser como mínimo de $24,3 \text{ m}^3$, de tal forma que después de cinco horas se alcance un nivel mínimo de 0 m^3 .

En general, el contenido del estanque en cualquier momento dado será de $24,3 \text{ m}^3$, menos la diferencia entre el valor acumulado del caudal homogeneizado (salida) y de entrada.

El máximo de la curva de contenido del estanque en función del tiempo se presentará a las 16,00 h, siendo entonces su contenido de 41 m^3 . A partir de ese momento el nivel descenderá y a las 24 h será nuevamente de $24,3 \text{ m}^3$, empezando un nuevo ciclo. En resumen: el almacenamiento mínimo requerido es suma de las desviaciones máxima positiva y máxima negativa entre la salida acumulada y la entrada (o sea, $24,3 + 16,7 = 41 \text{ m}^3$). En la práctica, se recomienda un valor ligeramente superior, de tal forma que el nivel nunca descienda a cero.

En este gráfico podemos ver el efecto causado por la instalación del tanque de homogeneización sobre el caudal.

Grafico 1.4. Caudal sin amortiguar y caudal amortiguado.



1.1. Evaluación del Efecto del Tanque de Homogeneización sobre la Carga Orgánica.

Como ya se comentó anteriormente otro de los objetivos del tanque de homogeneización, es aminorar las variaciones de la DBO del afluente a los sistemas de tratamiento.

El método más simple para evaluar el efecto del tanque de regulación sobre la carga de DBO consiste en realizar los cálculos necesarios empezando por el periodo de tiempo cuando el tanque de regulación está vacío.

Este hecho, si miramos la gráfica se produce en torno a las 8 de la mañana (en el periodo de tiempo que va de 7 a 8 de la mañana). Los cálculos necesarios se llevarán a cabo empezando por ese periodo de tiempo 7-8.

Son tres los pasos a seguir:

1^{er} Paso.

Calculamos en primer lugar el volumen en el tanque de regulación al final del periodo de tiempo considerado.

$$V_{SC} = V_{SP} + V_{IC} - V_{OC}$$

Donde:

V_{sc}= Volumen en el tanque de regulación al final del periodo de tiempo considerado.

V_{sp}= Volumen en el tanque de regulación al final del periodo de tiempo anterior.

V_{ic}= Volumen de la aportación durante el periodo de tiempo considerado.

V_{oc}= volumen de caudal que sale del tanque de regulación durante el periodo de tiempo considerado. **3,47 m³/h.**

2^o Paso.

Calcular la concentración media que sale del tanque de regulación. Esta viene dada por la siguiente expresión, basada en el supuesto de que el contenido del tanque está completamente mezclado.

$$X_{OC} = \frac{(V_{ic})(X_{ic}) + (V_{sp})(X_{sp})}{(V_{ic} + V_{sp})}$$

Donde:

X_{oc} = Concentración media de DBO en el caudal que sale del tanque durante el periodo de tiempo considerado, mg/l.

V_{ic} = volumen de agua residual que entra durante el periodo considerado, m^3 .

X_{ic} = concentración media de DBO en el agua residual entrante, mg/l

V_{sp} = Volumen de agua residual existente en el tanque al final del periodo de tiempo anterior, m^3 .

X_{sp} = concentración de DBO del agua residual contenida en el tanque al final del periodo de tiempo anterior.

3^{er} Paso.

El tercer paso consiste en calcular la magnitud de la carga orgánica, para ello empleamos la siguiente expresión:

$$Carga\ orgánica\ \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{\left(X_{oc}, \frac{gr}{m^2}\right) \left(q_i, \frac{m^3}{s}\right) (3600, \frac{s}{h})}{1000\ gr/kg}$$

Todos los datos calculados vienen recogidos en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 2.5. Resumen de los datos de Regulación de la Carga.

Periodo	Vic (m ³)	Vsc (m ³)	DBO (mg/l)	Xoc (mg/l)	Carga, (kg/h)
7 a 8(mñana)	5,58	2,11	770	770,0	2,66
8 a 9	7,59	6,23	936	899,9	3,11
9 a 10	14,09	16,85	1200	1108,0	3,83
10 a 11	7,12	20,50	1310	1168,0	4,04
11 a 12	9,11	26,14	1850	1377,8	4,76
12 a 1	12,61	35,28	2188	1641,5	5,67
1 a 2	5,57	37,38	1812	1664,7	5,75
2 a 3	5,98	39,88	1057	1581,0	5,46
3 a 4	4,54	40,96	958	1517,3	5,24
4 a 5	2,42	39,90	1150	1496,8	5,17
5 a 6	1,81	38,24	2200	1527,2	5,28
6 a 7	3,03	37,80	2305	1584,3	5,48
7 a 8(tarde)	2,41	36,74	2125	1616,8	5,59
8 a 9	1,46	34,74	1025	1594,1	5,51
9 a 10	0,00	31,27	0	1594,1	5,51
10 a 11	0,00	27,80	0	1594,1	5,51
11 a 0	0,00	24,33	0	1594,1	5,51
0 a 1	0,00	20,86	0	1594,1	5,51
1 a 2	0,00	17,39	0	1594,1	5,51
2 a 3	0,00	13,92	0	1594,1	5,51
3 a 4	0,00	10,45	0	1594,1	5,51
4 a 5	0,00	6,98	0	1594,1	5,51
5 a 6	0,00	3,51	0	1594,1	5,51
6 a 7	0,00	0,04	0	1594,1	5,51

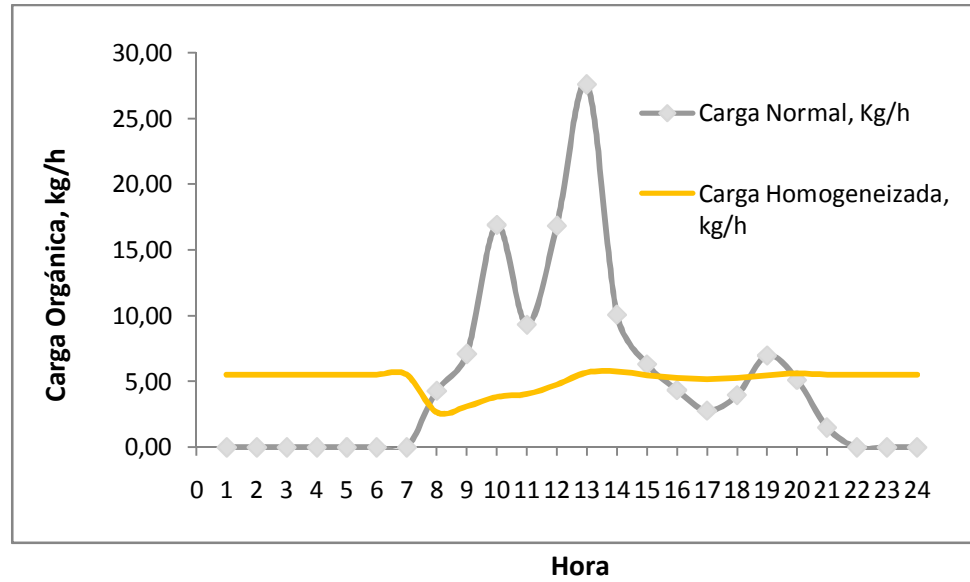
La concentración homogeneizada de DBO durante el periodo de tiempo sería de **1478,7mg/l**.

La mejor manera de mostrar el efecto de la regulación del caudal es la representación de las cargas horarias correspondientes al flujo con y sin regulación (gráfico 1.5).

Tabla.2.6. Datos de Carga (kg/h).

Periodo de tiempo	Carga normal, kg/h	Carga Homogeneizada, kg/h
0 a 1	0,00	5,51
1 a 2	0,00	5,51
2 a 3	0,00	5,51
3 a 4	0,00	5,51
4 a 5	0,00	5,51
5 a 6	0,00	5,51
6 a 7	0,00	5,51
7 a 8(mñana)	4,30	2,66
8 a 9	7,10	3,11
9 a 10	16,91	3,83
10 a 11	9,32	4,04
11 a 12	16,85	4,76
12 a 1	27,60	5,67
1 a 2	10,09	5,75
2 a 3	6,32	5,46
3 a 4	4,35	5,24
4 a 5	2,78	5,17
5 a 6	3,97	5,28
6 a 7	6,98	5,48
7 a 8 (tarde)	5,13	5,59
8 a 9	1,50	5,51
9 a 10	0	5,51
10 a 11	0	5,51
11 a 0	0	5,51

Gráfico 1.5. Carga sin amortiguar y carga amortiguada.



ANEXO II. Cálculo Intercambiador de Calor.

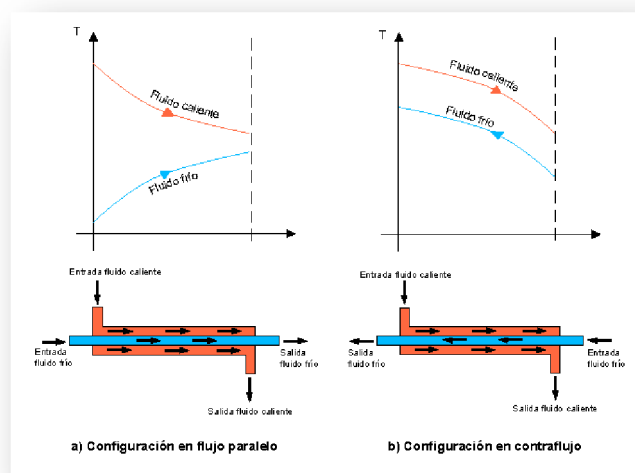
Para llevar a cabo el diseño del intercambiador de calor haremos uso del método logarítmico de temperaturas (LMTD).

Según este método son seis los pasos a seguir en el diseño:

1. Seleccionar el tipo de intercambiador apropiado para la aplicación.
2. Determinar las temperaturas y la velocidad de transferencia de calor mediante balance de energía.
3. Calcular el incremento de temperatura medio logarítmico (ΔT_{ml}).
4. Obtener, seleccionar o calcular el coeficiente de transferencia global de calor (U).
5. Calcular el área superficial, A_s .
6. Seleccionar un intercambiador con A_s igual o mayor a la calculada.

Por los motivos expuestos en la memoria descriptiva, se ha seleccionado un intercambiador de tubos concéntricos con flujo en contracorriente. El vertido (fluido frío) circula por el interior del intercambiador y el agua de refrigeración del motor-generator (fluido caliente) circula a contracorriente por el espacio anular.

Figura 2.1. Configuraciones de los Intercambiadores de Tubos Concéntricos.



2.0. Cálculo de la velocidad de transferencia de calor (q).

Para el cálculo de q realizamos un balance de energía a un volumen de control que encierra la totalidad del intercambiador y para un flujo estacionario. La ecuación se reduce a un balance de entalpía puesto que no se realiza trabajo externo, no se transfiere calor al sistema si el intercambiador está bien aislado, y los cambios de energía cinética y energía potencial suelen ser insignificantes. Por lo tanto tenemos que el balance de energía queda de la siguiente forma:

$$(m_C h_C + m_F h_F)_{X=0} = (m_C h_C + m_F h_F)_{X=L}$$

$$m_C (h_{C,O} - h_{C,L}) = m_F (h_{F,L} - h_{F,O})$$

$$(mC_p)_C (T_{C, ENT} - T_{C, sal}) = (mC_p)_F (T_{F, Ent} - T_{F, sal}) = q$$

Donde:

- m_C : velocidad de flujo del fluido caliente, kg/s.
- m_F : velocidad de flujo del fluido frío, kg/s.
- C_p : Calor específico, J/kg °C.
- $T_{C, ent}$: Temperatura del fluido caliente en la entrada, °C.
- $T_{C, sal}$: Temperatura del fluido caliente en la salida, °C.
- $T_{F, Ent}$: Temperatura del fluido frío en la entrada, °C.
- $T_{F, sal}$: Temperatura del fluido frío en la salida, °C.
- q : velocidad de transferencia de calor, W.

(Ver tabla 2.7).

Datos	Fluido Frío	Fluido caliente
m (kg/s)	---	---
T_{Ent} (°C)	15	80
T_{Sal} (°C)	35	---
C_p (J/kg °C)	---	---

2.0.1. Cálculo de los datos de densidad y calor específico de los fluidos.

Aunque estamos trabajando con un vertido industrial, se ha realizado la aproximación de tomar como propiedades del vertido, las propiedades del agua a la misma temperatura del vertido. Se ha realizado esta aproximación ya que no se disponen de datos de densidad y calor específico del vertido para distintas temperaturas y además el error cometido no será apreciable ya que el vertido está compuesto principalmente por agua de lavado, derrames, etc.

Tabla 2.6. Datos de densidad y calor específico en función de la temperatura para Agua . P=1 atm

T (°C)	δ (kg/m ³)	C _p (J/kg °C)
10	999,7	4192,1
15	999,1	4187,1
20	998,2	4181,8
25	997,0	4180,1
30	995,6	4178,4
40	992,2	4178,5
45	990,2	4179,6
50	988,1	4180,6
70	977,8	4189,5
75	974,9	4192,9
75,7	974,5	4193,4
80	971,8	4196,3

- **Fluido Frío (vertido).**

La densidad del fluido frío será aquella obtenida mediante interpolación para la temperatura media entre la entrada y la salida del fluido frío (T_m).

$$T_{mf} = \frac{T_{ent,f} + T_{sal,f}}{2} = \frac{15^{\circ}\text{C} + 35^{\circ}\text{C}}{2} = 25^{\circ}\text{C}$$

Por lo que, para el fluido frío (vertido) a T_m entre la entrada y la salida, tenemos:

$$\delta = 997,0 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 4180,1 \text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$$

- **Fluido caliente (agua de refrigeración del motor-generator).**

Al igual que para el fluido frío, se calcula la temperatura media entre la entrada y la salida, sin embargo en este caso no se disponen de datos sobre la temperatura de salida del fluido caliente, así que se supone una temperatura media para obtener los datos de densidad y calor específico y más adelante se comprueba si la suposición ha sido válida.

Se supone una $T_{mc} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$.

Por lo que, para el fluido caliente a T_m entre la entrada y la salida, se obtiene:

$$\delta = 974,9 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 4192,9 \text{ J/kg }^\circ\text{C}.$$

2.0.2. Cálculo de la velocidad de flujo.

$$m \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * \delta \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

Donde:

Q: Caudal, m^3/s .

δ : densidad del fluido a la temperatura media entre la entrada y la salida, kg/m^3 .

- **Fluido Frío**

$$m_f \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = 9,64 * 10^{-4} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * 997,0 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0,96 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

- **Fluido caliente**

$$m_c \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = 2,28 * 10^{-3} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * 974,9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 2,22 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

2.0.3. Cálculo de la velocidad de transferencia de calor, q.

Mediante la expresión:

$$(mc_p)_F \Delta T_F = q$$

Y conociendo todos los datos podemos obtener q:

$$q = 0,96 \text{ (kg/s)} * 4180,1 \text{ (J/kg } ^\circ\text{C)} * 20(^{\circ}\text{C});$$

$$q = 80257,92 \text{ W.}$$

2.1. Cálculo de la Temperatura de salida del fluido caliente.

$$q = (mc_p)_C (T_{C, ENT} - T_{C, sal})$$

1. Se conocen todos los datos así que se calcula la temperatura de salida del fluido caliente y comprobar la suposición que se hizo antes.

$$80257,92 \text{ (W)} = 2,22 \text{ (kg/s)} * 4192,9 \text{ (J/kg } ^\circ\text{C)} * (80 - T_{C, sal})(^{\circ}\text{C});$$

$$T_{C, sal} = 71,37^{\circ}\text{C.}$$

2. Se comprueba si la suposición que se hizo, $T_{mc} = 75^{\circ}\text{C}$, es correcta:

$$T_{mc} = \frac{T_{ent, c} + T_{sal, c}}{2} = \frac{80^{\circ}\text{C} + 71,37^{\circ}\text{C}}{2} = 75,7^{\circ}\text{C} \neq 75^{\circ}\text{C}$$

$(T_{mc})_{calculada} \neq (T_{mc})_{supuesta}$; $75,7^{\circ}\text{C} \neq 75^{\circ}\text{C}$. La temperatura media de salida del fluido caliente no coincide con la temperatura media de salida supuesta, así que se vuelve a recalcular los datos con esta nueva temperatura media.

Para la $T_{mc}=75,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, se obtiene, interpolando en la tabla propiedades del agua a 1 atm de presión, los siguientes datos de densidad y calor específico:

$$\delta = 974,5 \text{ kg/m}^3.$$

$$C_p = 4193,4 \text{ J/kg }^{\circ}\text{C}.$$

3. Se calcula de nuevo la velocidad de flujo másico:

$$mc \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = 2,28 * 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 974,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,22 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Se puede observar que ésta, prácticamente no varía.

4. Se vuelven a calcular la Temperatura de salida del fluido caliente:

$$q = (mc_p)_c (T_{c, \text{ENT}} - T_{c, \text{sal}})$$

$$80257,92 \text{ (W)} = 2,22 \text{ (kg/s)} * 4193,4 \text{ (J/kg }^{\circ}\text{C)} * (80 - T_{c, \text{sal}}) (^{\circ}\text{C});$$

$$T_{c, \text{sal}} = 71,38^{\circ}\text{C}.$$

5. Comprobación:

$$T_{mc} = \frac{T_{ent, c} + T_{sal, c}}{2} = \frac{80^{\circ}\text{C} + 71,4^{\circ}\text{C}}{2} = 75,7^{\circ}\text{C}$$

La suposición ha sido correcta.

Tabla 2.7. Resumen datos propiedades de los fluidos.

Datos	Fluido Frío	Fluido caliente
m (kg/s)	0,96	2,22
T _{Ent} (°C)	15	80
T _{Sal} (°C)	35	71,4
C _p medio (J/kg °C)	4180,1	4193,4
δ media (kg/m ³)	997,0	974,5

2.2. Calculo del Incremento de temperatura medio logarítmico (ΔT_{ml}).

El incremento de temperatura medio logarítmico viene dado por la siguiente expresión:

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_c - T_f)_{sal} - (T_c - T_f)_{ent}}{\ln \left[\frac{(T_c - T_f)_{sal}}{(T_c - T_f)_{ent}} \right]}$$

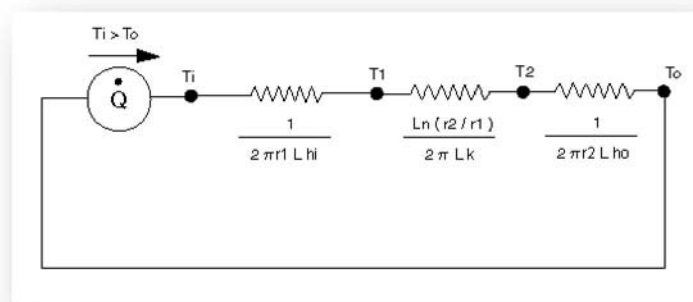
Sustituyendo, se obtiene:

$$\Delta T_{ml} = \frac{(80^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}) - (71,4^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})}{\ln \left[\frac{(80^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C})}{(71,4^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})} \right]} = 50,5^\circ\text{C}$$

2.3. Cálculo del coeficiente de transferencia global de calor, U.

El intercambiador de calor está relacionado con dos fluidos que fluyen por separados por una pared sólida. En primer lugar, el calor se transfiere del fluido caliente hacia la pared por convección, después a través de la pared por conducción y, por último, de la pared hacia el fluido frío de nuevo por convección.

Figura 2.2. Resistencias a la Trasmisión de Calor en un ITC.



Las resistencias térmicas asociadas con este proceso de transferencia de calor contienen dos resistencias a la convección y una a la conducción.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{r_{int} \ln\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}}\right)}{K_{acero}} + \frac{r_{int}}{r_{ext} h_e}$$

Donde:

U: coeficiente global de transferencia de calor, W/m²K.

h_i: coeficiente individual de convección en el lado de la alimentación, W/m²K.

h_e: coeficiente individual de convección en el lado del fluido calefactor, W/m²K.

r_{int}: radio interno del tubo interior, m.

r_{ext}: radio externo del tubo interior, m.

K: conductividad térmica del material, acero, 58 W/m K.

Para estimar el valor de U (coeficiente global de transferencia de calor), necesitamos conocer el valor de los coeficientes individuales.

2.3.1. Cálculo de los coeficientes individuales de transmisión de calor (h).

- **Cálculo del coeficiente individual de transmisión de calor por el lado del vertido.**

Para el cálculo de h_i, es preciso en primer lugar estimar las propiedades del fluido (tabla 2.8) a la temperatura media entre la entrada y la salida del intercambiador.

Tabla 2.8.

Propiedades Vertido, Tm entre la entrada y la salida= 25 °C	
ρ (kg/m ³)	997,0
μ (kg/m s)	$899,8 * 10^{-6}$
C_p (J/kg K)	4180,1
K (W/m K)	0,58
Pr	6,48

Una vez definidas las propiedades del fluido se han de fijar los diámetros de los tubos del intercambiador.

Tabla 2.9.

Heat Exchange pipe. Pipe dimensions according to ASME B36.10 and B36.19			
Tubo interior		Tubo exterior	
DN	1" _{1/4}	DN	2" _{1/2}
d_{int}	40,55 mm	D_{int}	70,89 mm
d_{ext}	42,2 mm	D_{ext}	73 mm
t	1,65 mm	t	2,11 mm

Para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de calor en el tubo interior (h_i), se considera el análisis para flujo forzado a través de tubos y conductos. Es necesario conocer en primer lugar el régimen de flujo (que vendrá dado por el valor del número de Reynolds) para así poder seleccionar la correlación del número de Nusselt que mejor se adapte a las condiciones de operación.

$$Re_D = \frac{G * di}{\mu} ; \text{donde } G = \frac{Wm}{As} = \frac{0,96 \frac{kg}{s}}{\frac{\pi}{4} * (0,0405m)^2} = 745,10 \frac{kg}{m^2s}$$

$$Re_D = \frac{G * di}{\mu} = \frac{365,35 \left(\frac{kg}{m^2s} \right) * 0,0405(m)}{899,8 * 10^{-6} \left(\frac{kg}{m s} \right)} = 33536,95$$

$$= 3,3 * 10^4 \text{ (Régimen Turbulento)}$$

Para el caso de flujo turbulento completamente desarrollado en el interior de un tubo circular de paredes lisas, con $Pr=6,48$ ($0,5 < Pr < 2000$) y $Re_D=3,3 \cdot 10^4$ ($3000 \leq Re \leq 5 \cdot 10^6$). Se obtiene un Número de Nusselt:

$$Nu_D = \frac{\left(\frac{f}{8}\right)(Re_D - 1000)Pr}{1 + 12,7\left(\frac{f}{8}\right)^{\frac{1}{2}}(Pr^{\frac{2}{3}} - 1)} = 225,68$$

Donde, para flujo turbulento completamente desarrollado con $3000 \leq Re_D \leq 5 \cdot 10^6$:

$$f = (0,790 \ln Re_D - 1,64)^{-2} = 0,023$$

Una vez conocido el Nu_D , se calcula el coeficiente individual de transmisión de calor, h_i :

$$h_i = \frac{Nu \cdot K}{d_i} = \frac{225,68 \cdot 0,58 \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)}{0,0405m} = 3231,96 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right)$$

- **Cálculo del coeficiente individual de transmisión de calor del fluido calefactor, h_e :**

Para conductos no circulares usaremos el diámetro equivalente (D_{Eq}) para el cálculo de Re_D y Nu_D . En el caso que nos ocupa, el conducto es la sección anular entre los dos tubos concéntricos, por lo que el D_{Eq} vendrá dado por:

$$\begin{aligned} D_{Eq} &= \frac{\pi/4(D_i^2 - d_e^2)}{\pi(D_i - d_e)} = \frac{(D_i + d_e)(D_i - d_e)}{D_i + d_e} = (D_i - d_e) \\ &= 0,0709m - 0,0422m = 0,0287m \end{aligned}$$

Tabla 2.10.

Propiedades Fluido calefactor, Tm entre la entrada y la salida= 75,7 °C	
ρ (kg/m ³)	974,5
μ (kg/m s)	$375,6 * 10^{-6}$
C_p (J/kg K)	4193,4
K (W/m K)	0,58
Pr	2,71

Al igual que se hizo en el caso anterior, se calcula el Re_D :

$$Re_D = \frac{G * D_{Eq}}{\mu}; \text{ donde } G = \frac{Wm}{As} = \frac{2,22 \frac{kg}{s}}{\frac{\pi}{4} * ((0,0709m)^2 - (0,0422m)^2)}$$

$$= 870,80 \frac{kg}{m^2s}$$

$$Re_D = \frac{G * D_{Eq}}{\mu} = \frac{870,8 \left(\frac{kg}{m^2s} \right) * 0,0287(m)}{375,6 * 10^{-6} \left(\frac{kg}{m s} \right)} = 66538,76 \approx$$

$$\approx 6,6 * 10^4 \text{ (Régimen Turbulento)}$$

A la hora de calcular el Nu_D , para conductos anulares, se obtiene mayor exactitud si se multiplica el Nu_D por un factor de corrección para la transferencia de calor a través de la pared interior, cuando la pared exterior se encuentra aislada:

$$Nu_D = \frac{\left(\frac{f}{8} \right) (Re_D - 1000) Pr}{1 + 12,7 \left(\frac{f}{8} \right)^{\frac{1}{2}} (Pr^{\frac{2}{3}} - 1)}; \quad FC = 0,86(d_e/D_i)^{-0,16}$$

$$f = (0,790 \ln Re_D - 1,64)^{-2} = 0,0196$$

$$Nu_D = \frac{\left(\frac{f}{8}\right)(Re_D - 1000)Pr}{1 + 12,7\left(\frac{f}{8}\right)^{\frac{1}{2}}(Pr^{\frac{2}{3}} - 1)} * 0,86(d_e/D_i)^{-0,16} = 255,20$$

$$h_e = \frac{Nu * K}{D_{Eq}} = \frac{255,20 * 0,58 \left(\frac{W}{m K}\right)}{0,0287m} = 5157,35 \left(\frac{W}{m^2 K}\right)$$

Conocidos todos los coeficientes individuales de transmisión de calor, ya podemos calcular el coeficiente global:

$$\begin{aligned} \frac{1}{U} &= \frac{1}{h_i} + \frac{r_{int} \ln\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}}\right)}{K_{acero}} + \frac{r_{int}}{r_{ext} h_e} = \\ &= \frac{1}{3231,96 \left(\frac{W}{K m^2}\right)} + \frac{0,02025(m) * \ln\left(\frac{0,0211}{0,02025}\right)}{58 \left(\frac{W}{m^2 K}\right)} \\ &+ \frac{0,02025(m)}{0,0211(m) * 5157,35 \left(\frac{W}{K m^2}\right)} = 5,09 * 10^{-4} \left(\frac{K m^2}{W}\right) \end{aligned}$$

$$\frac{1}{U} = 5,09 * 10^{-4} \left(\frac{K m^2}{W}\right); U = 1963,14 \frac{W}{m^2 K}$$

Existen tablas que dan intervalos de valores representativos del coeficiente global de transferencia de calor para distintas configuraciones de intercambiadores de calor. Estos valores varían desde alrededor de 10 W/m²K, para los intercambiadores de calor de gas hacia gas, hasta alrededor de 10000 W/m²K, para los intercambiadores que comprenden cambio de fase.

Según la bibliografía consultada (Flujo de Fluidos y Transmisión de Calor, O. Levenspiel), se puede considerar, para un intercambiador de calor de tubos concéntricos, con flujo a contracorriente y considerando el sistema agua-agua, el valor del coeficiente global de transferencia de calor estaría comprendido entre 800 y 2500 W/m² K.

2.4. Cálculo el área superficial, A_S del intercambiador de calor.

La velocidad de transferencia de calor en un intercambiador puede expresarse también de una manera análoga a la ley de Newton de enfriamiento como:

$$q = U * A_S * \Delta T_{ml}$$

Disponemos de todos los datos así que se puede calcular el área necesaria de intercambio de calor:

$$A_S = \frac{q}{U * \Delta T_{ml}} = \frac{80257,92(W)}{1963,14 \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right) * 50,5(^{\circ}C)} = \mathbf{0,81m^2}$$

Para el cálculo de la longitud de intercambio, se define el área de intercambio como;

$$A_S = \pi * d_e * L ; L = \frac{A_S}{\pi * d_e} = \frac{0,81(m^2)}{\pi * 0,0422 (m)} = \mathbf{6,11 m}$$

Se divide el intercambiador en tres tramos de 2 m de longitud cada uno.

ANEXO III. Cálculo del Reactor Anaerobio de Manto de Lodos y Flujo Ascendente, “UASB”.

El diseño de los reactores UASB se lleva a cabo mediante modelos empíricos (Lettinga, G. et al., Biotechnology and Bio-engineering, 22, 4,1980) q toman como base de cálculo las variables típicas del proceso.

El procedimiento de diseño adoptado, según la bibliografía consultada(Lettinga, G. et al., Biotechnology and Bio-engineering, 22, 4,1980), adopta los siguientes parámetros fundamentales del proceso:

- **Tiempo de retención hidráulico (TDH)**y tiempo de retención celular (TDC), días. El TDH recomendado por la bibliografía para $T^a > 26^{\circ}\text{C}$ es $> 6\text{h}$. Se adopta un TDH recomendado de unas 9 h.

Temp. del líquido ($^{\circ}\text{C}$)	TDH
16-19	$>10-14\text{ h}$
20-26	$>6-9\text{ h}$
>26	$>6\text{h}$

- **Carga orgánica volumétrica (L_o)**, $\text{kg DQO}/\text{m}^3\text{ d}$. Para este tipo de vertido industrial se recomienda valores de carga orgánica de unos $7\text{ Kg DQO}/\text{m}^3\text{d}$.
- **Carga hidráulica volumétrica (L_H)**, m^3/dm^3 . Experimentalmente se ha determinado que la carga hidráulica volumétrica no debe sobrepasar los $5\text{ m}^3/\text{dm}^3$. Nuestro sistema está sometido a cargas hidráulicas volumétricas de $2,64\text{ m}^3/\text{dm}^3$.

Tabla 1.7. Parámetros característicos de los procesos anaerobios. Pág 487 Ing. Aguas residuales, Metcalf & Eddy.

PROCESO	DQO _{ent} , mg/l	Tiempo de detención hidráulica, h	Carga orgánica, g DQO/l día	Eliminación de DQO, %
Proceso Anaerobio de Contacto	1.500-5.000	2-10	0,48-2,40	75-90
Manto de Fango Anaerobio de Flujo Ascendente	5.000-15.000	4-12	4,00-12,00	75-85
Lecho Fijo	10.000-20.000	24-48	0,96-4,80	75-85
Lecho Expandido	5.000-10.000	5-10	4,80-9,60	80-85

3.0. Zona de Digestión.

3.0.1. Volumen Zona de Digestión.

La forma del reactor será cilíndrica (Van Haandel, 1998, van Haandel y Lettinga, 1994).

$$V = THR * Q$$

Donde:

THR (h), es el tiempo hidráulico de retención, el THR recomendado es de 9h.

Q (m³/h), es el caudal de ingreso al reactor, 3,47 m³/h.

$$V = THR * Q = 9h * 3,47 \frac{m^3}{h} = 31,23 m^3.$$

3.0.2. Altura Zona de Digestión.

El parámetro que limita la altura de la zona de digestión es la velocidad media del líquido que según van Haandel (1998), normalmente debe situarse entre 0,6-0,9 m/h.

La relación entre la velocidad ascensional del líquido y el TDH para la zona de digestión, permiten calcular la altura de la zona de digestión a partir de la ecuación:

$$V_s = \frac{Q}{A} = Q \frac{H}{V} = \frac{H}{THR}$$

$$Hd = THR * V_s = 9h * 0,7 \frac{m}{h} = 6,3 m$$

3.0.3. Diámetro Digestor.

$$V = Hr * Ar;$$

$$Ar = \frac{V}{Hd} = \frac{31,23m^3}{6,3m} = 4,96m^2$$

$$A = \pi R^2; R = 1,26m$$

$$D = 2,52m$$

Según Lettinga, G. y colaboradores, la relación más usual de altura/diámetro de la zona de digestión es de 2-2,5/1.

En este caso, esta relación es 6,3/2,52=2,5/1

3.1. Zona de sedimentación.

Las paredes del sedimentador han de tener una inclinación $>45^\circ$, tomándose una inclinación de 60° como recomendada.

El TDH deberá estar comprendido entre 1,5 y 2 horas y la velocidad ascensional deberá estar comprendida entre 0,6-0,9 m/h. Según la bibliografía (Lettinga, G. et al., *Biotechnology and Bio-engineering*, 22, 4,1980), la altura de la zona de sedimentación deberá estar comprendida entre 1,5 y 2 m.

$$H_s = THR * V_s = 2h * 0,7 \frac{m}{h} = 1,4 \text{ m}$$

La altura total del reactor:

$$H_t = H_d + H_s = 6,3\text{m} + 1,4\text{m} = 7,7 \text{ m}$$

El volumen de la zona de sedimentación ha de ser aproximadamente el 20 % del Volumen total de la zona de digestión.

$$V_{se} = \frac{(H_s * A)}{V} * 100 = \frac{(1,4\text{m} * 4,96\text{m}^2)}{31,23\text{m}^3} * 100 = 22\%$$

Se instalarán deflectores debajo de las aberturas de ingreso al sedimentador (sobresaliendo 10-15 cm) para evitar ingreso de gases.

3.2. Comprobaciones.

- El área del digestor es de: $A = 5\text{m}^2$.

Con un Volumen de;

$$V = A * Hd = 5\text{m}^2 * 6,3\text{m} = 31,5\text{m}^3.$$

- En función del volumen del digestor y el Caudal de entrada, se obtiene el TDH. El Tiempo de Detección Hidráulica recomendado, ha de ser >6h según la bibliografía (Lettinga, G. et al., Biotechnology and Bio-engineering, 22, 4,1980).

$$TDH = \frac{V}{Q} = \frac{31,5\text{m}^3}{3,47\text{m}^3/\text{h}} = 9\text{h}$$

- La Carga orgánica viene definida en función del Caudal, la concentración de carga y el volumen del digestor, por lo que;

$$Lo = \frac{Q * S}{V} = \frac{(83,3 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * 2,6 \frac{\text{kgDQO}}{\text{m}^3})}{31,5\text{m}^3} = 6,87 \frac{\text{kgDQO}}{\text{m}^3\text{d}}$$

La carga orgánica volumétrica ha de estar entre 4-12 KgDQO/m³d.

- La carga hidráulica está dada en función del Caudal y el volumen y ha de ser $\leq 5\text{m}^3/\text{m}^3\text{d}$ para TDH>4,8 h.

$$Lh = \frac{Q}{V} = \frac{83,3 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}}{31,5\text{m}^3} = 2,64 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3\text{d}}$$

- Un término al que debe prestarse especial atención, es la velocidad ascensional, ésta ha de estar entre 0,6 y 0,9 m/h para que no se produzca arrastre del manto de lodos.

$$Vs = \frac{Q}{A} = \frac{3,47 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{5\text{m}^2} = 0,69 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

3.3. Distribución del Afluente.

La relación área de alimentación por unidad de área y por orificio, más adecuada según la bibliografía (Lettinga, G. et al., *Biotechnology and Bio-engineering*, 22, 4, 1980), es de $0,5 \text{ m}^2/\text{Orificio}$.

$$A=5\text{m}^2$$

$$0,5 \frac{\text{m}^2}{\text{N}^\circ \text{Orificios}} = \frac{5\text{m}^2}{\text{N}^\circ \text{Orificios}} \Rightarrow \text{N}^\circ \text{orificios} = \frac{5\text{m}^2}{0,5 \frac{\text{m}^2}{\text{N}^\circ}} = 10.$$

Es decir, para tener una distribución de la alimentación adecuada se deben disponer 10 orificios con un área de distribución de $0,5 \text{ m}^2$ cada uno.

3.4. Eficiencia de Remoción.

Pueden esperarse rendimientos de entre 50-70% para remoción de DQO. En base a datos experimentales se estiman:

- **Eficiencia Remoción DQO:**

$$EDQO = 100 * (1 - 0,68 * TDH^{-0,35})$$

$$EDQO = 100 * (1 - 0,68 * TDH^{-0,35}) = 100 * (1 - 0,68 * 9^{-0,35}) = 68,5\%.$$

$$\begin{aligned} DQOf \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) &= DQOo - \frac{EDQO * DQOo}{100} = 2600 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \frac{68,5 * 2600 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{100} \\ &= 819 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \end{aligned}$$

- **Eficiencia Remoción DBO₅:**

$$EDBO = 100 * (1 - 0,70 * TDH^{-0,50})$$

$$EDBO = 100 * (1 - 0,70 * TDH^{-0,50}) = 100 * (1 - 0,70 * 9^{-0,50}) = 76,7\%$$

$$\begin{aligned} DBO_f \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) &= DBO_o - \frac{EDBO * DBO_o}{100} = 1478,7 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \frac{76,7 * 1478,7 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{100} \\ &= 344,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \end{aligned}$$

- **Eficiencia Remoción de SS:**

$$ESS = \frac{250}{TDH + 10}$$

$$ESS = \frac{250}{9+10} = 13,16\%$$

3.5. Producción de Biogás.

El biogás es la mezcla de gas producido por bacterias metanogénicas que transforman material biodegradable en condiciones anaerobias. Está compuesto de 60 a 80% de Metano, 30 a 40% de Dióxido de carbono y trazas de otros gases, como Nitrógeno, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono e hidrógeno (tabla 2.11). Un m³ de Metano a temperatura y presión normales tiene un Poder calorífico neto de 35800 KJ/m³. El biogás tiene un Poder Calorífico aproximado de 22400 KJ/m³.

Tabla 2.11. Composición y Propiedades del Biogás.

Componente	Porcentaje (%)
Metano	60-80
Gas Carbónico	30-40
Hidrógeno	5-10
Nitrógeno	1-2
Monóxido de Carbono	0-1,5
Oxígeno	0,1
Ácido Sulfhídrico	0-1
Vapor de Agua	0,3

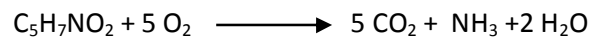
Características del Biogas	
Densidad(δ)	1,09kg/m ³
Solubilidad en H ₂ O	Baja
P _c	673,1 Psi
T _c	82,5°C
Poder Calorífico	22400 kJ/m ³

3.5.1. Balance de materia.

Conversión de DQO a metano= DQO entrada- DQO salida + DQO generado- DQO convertido a células.

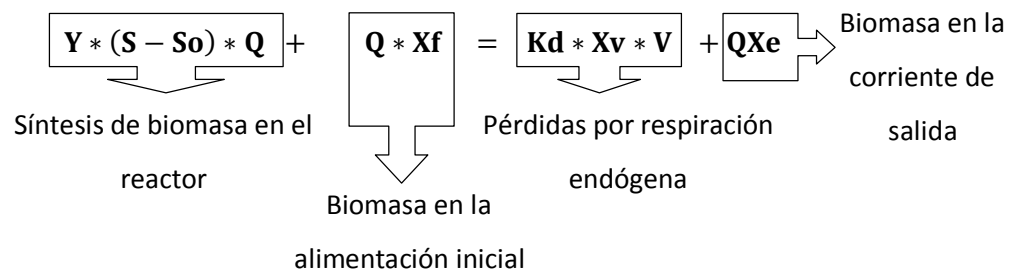
$$DQO_{\text{biogas}} = DQO_{\text{ent}} - DQO_{\text{sal}} + DQO_{\text{gen}} - DQO_{\text{conv}}$$

- $DQO_{ent} = Q(m^3/d) * S_o(kg/m^3)$
- $DQO_{sal} = Q(m^3/d) * S(kg/m^3)$
- DQO_{conv} : Parte del sustrato se convierte en biomasa. Si la fórmula molecular media de la biomasa se supone que es $C_5H_7NO_2$, el equivalente de oxígeno de la biomasa se calcula a partir del equilibrio químico siguiente:



Esto quiere decir, se consumen 1,42 Kg de O_2 por cada Kg de biomasa producida.

Si ΔX_v es la cantidad de biomasa producida diariamente, para calcularla se hace un balance a la biomasa:



Simplificaciones:

- La alimentación inicial contiene una concentración de biomasa indicada por X_f . Con frecuencia, esta aportación de biomasa al sistema con la alimentación inicial es despreciable, ya que normalmente no hay aireación apreciable aguas arriba del reactor y en consecuencia poca oportunidad para la formación de biomasa.
- La biomasa en la corriente de salida suele ser despreciable ya que el reactor dispone de dispositivos para la retención de dicha biomasa en el interior del sistema.

$$\Delta X_v = Y * (S - S_o) * Q - K_d * X_v * V$$

Donde:

- Parámetros de producción de la biomasa (Y y K_d):
Y= 0,04 kg biomasa/kg DQO
K_d=0,015 día⁻¹
Ambos se suponen independientes de la temperatura.
- S_o= Concentración inicial de DQO (kg/m³)=2,6 kg/m³
- S= Concentración final de DQO (kg/m³)=0,82 kg/m³
- Q= Caudal tratado (m³/día)= 83,3 m³/día
- X_v= Concentración de biomasa en el interior del reactor, los valores operativos están en el intervalo comprendido entre 3 y 4 kg/m³.
- V: volumen del reactor, 5 m³.

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}\Delta X_v &= Y * (S_o - S) * Q - K_d * X_v * V \\ &= \left[0,04 \frac{\text{kg biomasa}}{\text{kg DQO}} * (2,6 - 0,82) \left(\frac{\text{kg DQO}}{\text{m}^3} \right) * 83,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] \\ &\quad - \left(0,015 \left(\frac{1}{\text{d}} \right) * 4,0 \frac{\text{kg biomasa}}{\text{m}^3} * 5 \text{m}^3 \right) = 5,63 \text{ kg biomasa/día}\end{aligned}$$

Volviendo al cálculo de la cantidad de DQO que se convierte en biogás:

$$DQO_{\text{Metano}} = Q (S_o) - Q (S) - 1,42 \Delta X_v$$

$$\begin{aligned}DQO_{\text{metano}} &= 83,3 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * \left(2,6 \frac{\text{kg DQO}}{\text{m}^3} - 0,82 \frac{\text{kg DQO}}{\text{m}^3} \right) \\ &\quad - \left(1,42 \left(\frac{\text{kg DQO}}{\text{kg biomasa producida}} \right) 5,63 \left(\frac{\text{kg biomasa}}{\text{día}} \right) \right) \\ &= 140,3 \frac{\text{kg DQO}}{\text{día}}.\end{aligned}$$

3.5.2. Producción Volumétrica de Biogas.

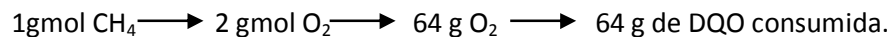
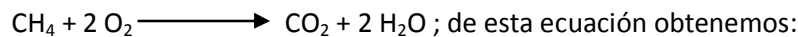
$$V_{\text{metano}} = \frac{DQO_{\text{metano}}}{K(T)}$$

$$K(T) = \frac{K * P}{R(273 + T)}$$

Donde:

- K= 64 gr de DQO consumida/ 1 mol de metano producido.

Lawrence y MacCarthy han propuesto la producción de metano calculado a partir del equilibrio químico siguiente:



- P (Presión): 1 atm.
- R: cte de cinética de los gases, 0,082 (atm l/ mol K).

$$\begin{aligned} K(T) &= \frac{K * P}{R(273 + T)} = \frac{\left(64 \frac{\text{grDQO}}{\text{mol CH}_4} * 1 \text{ atm} \right)}{0,082 \left(\frac{\text{atm l}}{\text{mol K}} \right) * (273 + 35)(\text{K})} = 2,53 \frac{\text{gr DQO}}{\text{l CH}_4} \\ &= 2,53 \text{ kg DQO/m}^3\text{CH}_4 \end{aligned}$$

$$V_{\text{metano}} = \frac{DQO_{\text{metano}}}{K(T)} = \frac{140,3 \frac{\text{kgDQO}}{\text{día}}}{2,53 \frac{\text{kgDQO}}{\text{m}^3\text{CH}_4}} = 55,5 \frac{\text{m}^3\text{Metano}}{\text{día}}$$

Ya que el gas producido en el proceso anaerobio tiene aproximadamente un 70% de metano, se tiene:

$$V_{\text{biogas}} = \frac{V_{\text{metano}}}{0,7} = \frac{55,5 \text{ m}^3}{0,7} = 79,3 \frac{\text{m}^3 \text{ Biogás}}{\text{día}}$$

3.6. Colector de Biogás.

Las dimensiones del colector deben ser tales que permitan la formación de un área de interfase líquido-gas suficiente para permitir la liberación del gas generado. El gas, al liberarse, deberá vencer la capa de espumas pero sin arrastrar partículas de lodo hacia las tuberías de salida de gas.

$$Tg = \frac{Q_{biogas}}{A_g}$$

Donde:

- Tg = tasa de liberación de biogás ($m^3/m^2 \cdot h$). Los valores están en el intervalo, $Tg \cong 1-3 m^3/m^2h$.
- Q_{biogas} = producción esperada de biogás (m^3/h), $79,3 m^3/día$.
- A_{ig} = área de la interfase líquido-gas (m^2)

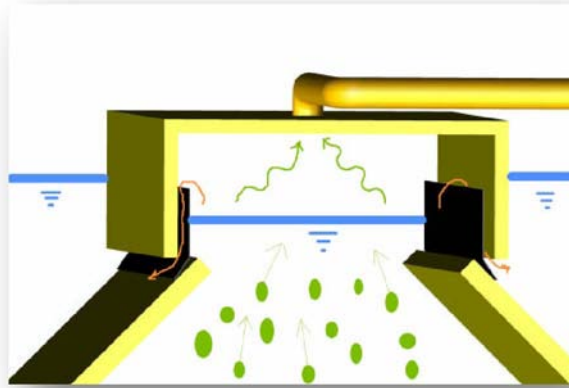
Determinando Q_{biogas} se puede obtener el área de interfase.

$$A_g = \frac{Q_{biogas}}{Tg} = \frac{79,3 \frac{m^3}{d} * \frac{1d}{24h}}{2 \frac{m^3}{m^2h}} = 1,65m^2$$

$$A_g = \pi r^2 \Rightarrow r = 0,72 m$$

El sistema de recolección de biogás se ha proyectado de forma que cuando se produzca una obstrucción en las tuberías, se produzca un escape controlado sin que haya peligro de que explote ningún elemento. Esto se ha conseguido mediante la disposición de los elementos que se muestra en la Fig 1.22.

Fig 1.22. Sistema de recolección del Biogás producido en el reactor UASB.



Cuando se obstruye el sistema de recolección de biogás aumenta la presión en el cajón de recogida. El aumento de presión hace bajar el nivel del agua y permite que el gas se escape sin producir daños en la estructura.

3.7. Separador Trifásico (SLG).

Uno de los objetivos principales del separador, es producir una zona de sedimentación, que depende directamente del ángulo de inclinación de la campana. Este ángulo según datos experimentales ha de ser superior a 45° tomándose un ángulo de 60°.

Otro criterio importante es la velocidad de flujo máxima permitida en la abertura entre el reactor y el separador, que según Wildshut (1989a) no debe ser mayor a 6 m/h como máximo y preferiblemente 4m/h como promedio.

Se instalarán deflectores debajo de las aberturas de ingreso al sedimentador (sobresaliendo 10-15 cm) para evitar ingreso de gases. La velocidad en las aberturas será menor a: 2-2.3 m/h.

$$v_a = \frac{Q}{Aa}$$

Donde:

- Va: velocidad en la abertura de ingreso al sedimentador. Se toma un valor recomendado de 2 m/h.
- Aa: área de la abertura, m².
- Q: caudal tratado, m³/h.

$$Aa = \frac{3,47 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{2 \text{m/h}} = 1,74 \text{m}^2$$

$$Aa = \pi R^2 - \pi r^2$$

Donde:

- R= radio interior del reactor, 1,26m.
- r= radio del colector, m.

$$Aa = \pi R^2 - \pi r^2 \Rightarrow r = 1,02 \text{m}$$

Para obtener el ancho de la abertura sólo hay que restar al radio del reactor el radio del colector (R-r):

Ancho abertura= 0,24m.

3.8. Evaluación de la Producción de Lodos.

$$\Delta X_v = Y * (S_o - S) * Q - K_d * X_v * V$$

$$\Delta X_v = \left[0,04 \frac{\text{kg biomasa}}{\text{kgDQO}} * (2,6 - 0,82) \left(\frac{\text{kgDQO}}{\text{m}^3} \right) * 83,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] - \left(0,015 \left(\frac{1}{\text{d}} \right) * 4,0 \frac{\text{kg biomasa}}{\text{m}^3} * 5 \text{m}^3 \right) = 5,63 \text{ kg biomasa/día}$$

ANEXO IV. Cálculos Hidráulicos.

4.0. Cálculo de Conducciones.

4.0.1. Objetivos.

En este apartado se pretende definir el diámetro de cada una de las tuberías de la planta, en base a las velocidades recomendadas de flujo.

4.0.2. Criterios de Diseño.

El tipo de tuberías y sus dimensiones deberán satisfacer los siguientes aspectos fundamentales:

4. El diámetro de la conducción será el adecuado para que el vertido pueda fluir a una velocidad lineal dentro del intervalo de velocidades recomendado (Metcalf & Eddy), $0,6 \text{ m/s} < V < 1 \text{ m/s}$.
5. Para el agua de calefacción, el caudal másico viene dado por el fabricante, $W_m = 2,22 \text{ kg/s}$.
6. Para el caso de la línea de gas, se supone que la temperatura a lo largo de la línea se mantiene constante, así la densidad del biogás no variará y por lo tanto la velocidad del fluido tampoco. Se tomará como velocidad de flujo recomendada, la velocidad recomendada para gases a baja presión. Ésta se sitúa entre 13- 30 m/s.
7. Además, el espesor de la línea deberá soportar la presión de trabajo.

4.0.3. Cálculo Diámetro de Tuberías.

Para el cálculo del diámetro de las tuberías se hace uso de la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Donde:

Q: caudal de fluido, m³/s.

v: velocidad de flujo recomendada, m/s.

En la siguiente tabla, están codificadas las líneas y en la tabla 2.12 están las propiedades y caudales de los fluidos a la temperatura de circulación y diámetros de conducción seleccionados.

IDENTIFICACIÓN DE LAS LINEAS	
LÍNEA	CÓDIGO
Tubería de alimentación	A
Tubería de agua de calefacción	B
Tubería de Biogás	C

Tabla 2.12. Propiedades de los Fluidos circulantes.

LÍNEA	W _m (kg/s)	ρ Fluido (kg/m ³)	Q _v (m ³ /s)	V (m/s)	D Tubo (cm)	D Tubo (in)
A	0,96	999,1	9,64*10 ⁻⁴	0,8	3,91	1,54
B	2,22	971,8	2,28*10 ⁻³	3	3,11	1,22
C	1*10 ⁻³	1,09	9,18*10 ⁻⁴	20	0,76	0,30

Para la línea de alimentación (A) se han seleccionado tuberías de PVC con un diámetro nominal de tubería de 1”_{1/2} y diámetro interior de 40,5 mm (Anexo IX, tabla 2.19).

Para la línea de fluido calefactor se han seleccionado tuberías de acero AISI. 316 con un diámetro nominal de tubería de 1”_¼ con un diámetro interior de 34,6 mm.

Para la línea de biogás se ha seleccionado una tubería de acero AISI. 316 con un diámetro nominal de 1/8”.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: B. Memoria de Cálculo.

Para comprobar que el fluido se encuentra en condiciones de flujo turbulento totalmente desarrollado, se calcula el número de Reynolds (Re).

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{999,1 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) * 0,8 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) * 0,0405 \text{ (m)}}{1,080 * 10^{-3} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m s}}\right)} = 29.973,4 \approx 3 * 10^4$$

→ *Flujo Turbulento Totalmente desarrollado.*

Donde:

ρ : densidad del vertido (consideramos agua a 15 °C), 999,1 kg/m³

μ : viscosidad del vertido (consideramos agua a 15 °C), 1,080*10⁻³ kg/m s

v: velocidad de circulación del fluido, 0,8 m/s

D: diámetro interno de la conducción, 0,0405 m.

Tabla 2.13. Resumen datos obtenidos del valor del número de Re.

LÍNEA	ρ_{Fluido} (kg/m ³)	V (m/s)	D interno (m)	μ (kg/m s)	Re
A	999,1	0,8	0,0405	1,080*10 ⁻³	≈3*10 ⁻⁴
B	971,8	3	0,0346	0,35*10 ⁻³	≈3*10 ⁻⁵

Esto indica que las tuberías seleccionadas, tubería de PVC de 1" ½ y Acero AISI 316 de 1" ¼ de diámetro nominal, cumple con las recomendaciones impuestas.

4.1. Cálculo de las Pérdidas de Carga.

Las pérdidas de energía por rozamiento son debidas al rozamiento superficial del fluido sobre las paredes internas del tubo cilíndrico recto. Pero también en todos los sistemas circulatorios existen una serie de accidentes o elementos, como ensanchamientos, estrechamientos y curvaturas de las tuberías, uniones y codos (normales, reductores o amplificadores), tes para ramificaciones, válvulas (de compuerta, de asiento, aguja, etc...) para control del flujo, etc. Todos estos accidentes provocan variaciones de magnitud o dirección de las velocidades de los fluidos que los atraviesan. Son muchas las veces que se producen rozamientos de forma, a causa de la separación de las capas límite, con la consiguiente formación de vórtices t torbellinos que incrementan la turbulencia del flujo y con ella una mayor disipación de energía mecánica útil en calor.

Estas pérdidas energéticas se denominan menores, a causa de que la debida a cada uno de los accidentes por separado suele ser pequeña comparada con el rozamiento en las paredes de las conducciones en que están localizados. Sin embargo, la suma de todas las pérdidas menores puede adquirir importancia y suponer incluso una fracción apreciable de la pérdida total.

Como la estimación precisa de las pérdidas menores es inviable y todas ellas son consecuencia de fenómenos en los que la inercia del fluido, es decir, su masa y su velocidad, desempeñan el papel más importante, sin tenerlo apenas la viscosidad.

Para evaluar estas pérdidas de carga menores haremos uso de las longitudes equivalentes, definiéndose la longitud equivalente (L_{eq}) como la longitud de tramo recto de tubería que produciría las mismas pérdidas de carga que el accesorio. Para calcular las longitudes equivalentes disponemos de un ábaco (Anexo IX, gráfico 2.4).

4.1.1. Pérdida de carga en el tramo recto de tubería de alimentación.

Para calcular la pérdida de carga en el tramo recto de tubería se hace uso de la ecuación de Fanning:

$$h_f = 2f \frac{(L)}{D} * \frac{v^2}{g}$$

Donde:

h_f : pérdida de carga en la conducción, m.

f: factor de fricción.

L: longitud de la conducción, 25 m

D: diámetro interno de la conducción, 0,0405m.

v: velocidad del fluido, 0,8 m/s.

g: aceleración de la gravedad, 9,8 m/s².

- **Cálculo del factor de fricción (f).**

Para el caso de flujo interno por tubos cilíndricos de paredes lisas, para régimen fluidodinámico plenamente desarrollado, el factor de rozamiento es función exclusiva del N_{Re} .

$$f = F(Re)$$

El valor de f (factor de rozamiento) puede ser calculado mediante la **expresión teórica** propuestas por Karman en 1931, esta expresión da valores del factor de fricción para un intervalo del Re entre $3 \cdot 10^3$ y $3 \cdot 10^6$.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4,06 \log(Re\sqrt{f}) - 0,60$$

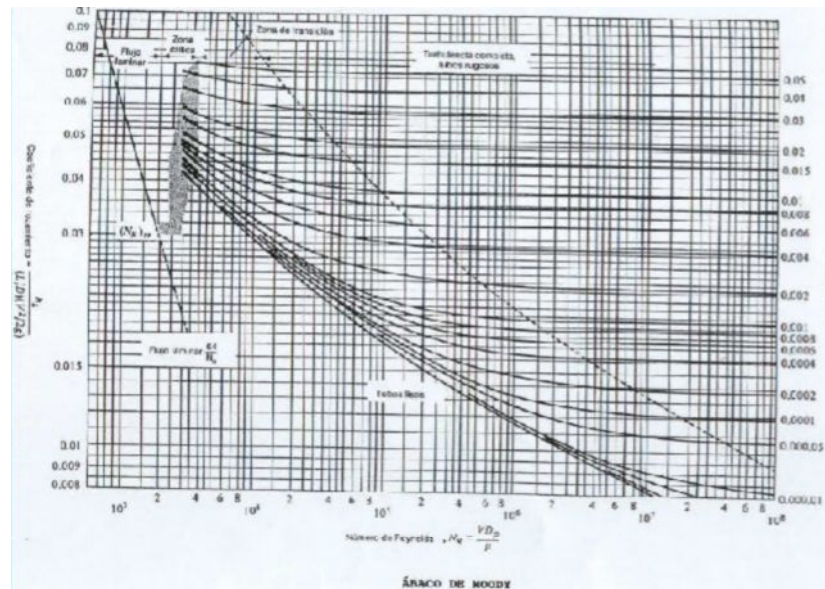
“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: B. Memoria de Cálculo.

Tabla 2.14. Valores de F en función de Re obtenidos mediante la ecuación de Karman.

Re	F, factor de fricción
$3 \cdot 10^3$	0,01099
$2,5 \cdot 10^4$	0,00614
$3 \cdot 10^4$	0,00592
$4 \cdot 10^4$	0,00549
$5 \cdot 10^4$	0,00522
$7,5 \cdot 10^4$	0,00477
10^5	0,00448
$2,5 \cdot 10^5$	0,00372
$5 \cdot 10^5$	0,00327
$7,5 \cdot 10^5$	0,00304
10^6	0,00289
$2 \cdot 10^6$	0,00257
$3 \cdot 10^6$	0,00241

El factor de rozamiento puede ser calculado también **gráficamente** mediante la gráfica de Moody (Anexo IX, gráfico 2.2)



En esta gráfica se representa $4f$ en ordenadas frente al número de Reynolds en abscisas, con la rugosidad relativa ϵ/D como tercer parámetro. Las curvas de la figura, ponen de manifiesto los siguientes hechos:

1. Para Re inferiores a 2000 los numerosos datos experimentales se alinean todos sobre una recta única de pendiente -1, mientras que para valores de dicho número superiores a 4000, los datos experimentales se agrupan sobre una familia de curvas, una para cada valor de rugosidad equivalente. Se confirma pues la nítida existencia de los dos regímenes de flujo laminar y turbulento.
2. La recta única para $Re < 2000$, indica la gran influencia de la viscosidad en el flujo laminar, dado el elevado valor de su pendiente y la nula influencia de la rugosidad de las paredes de los tubos en el mismo.
3. En la región de transición ($2000 \leq Re \leq 4000$) el flujo será laminar o turbulento según las particularidades del sistema de que se trate.
4. En la región turbulenta ($Re \geq 4000$) la influencia de la rugosidad es manifiesta, puesto que se tiene una curva para cada valor de la rugosidad relativa equivalente, mientras que la horizontalidad de todas ellas pone de relieve cómo se difumina la influencia de la viscosidad al aumentar Re .

Para este caso se ha considerado que se trata de tubo liso y para un $Re = 2,9 \cdot 10^4$. Consultando en la gráfica se obtiene:

$$4f = 0,023, f = 5,7 \cdot 10^{-3}$$

Como se puede comprobar el valor calculado del factor de rozamiento, para tubo liso, mediante la ecuación teórica de Karman se corresponde al valor calculado gráficamente mediante la gráfica de Moody.

Una vez se tiene el factor de fricción ya se puede calcular las pérdidas de carga que se producen en la conducción, mediante la ecuación de Fannig:

$$h_f = 2f \frac{(L)}{D} * \frac{v^2}{g} = 2 * 5,7 * 10^{-3} \frac{(25 \text{ m})}{0,0405 \text{ m}} * \frac{(0,8 \text{ m/s})^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 0,4595 \text{ m.}$$

Se sigue el mismo procedimiento para el cálculo de las pérdidas de carga en la línea B (línea de circulación del agua de calefacción).

Tabla 2.15. Resumen datos obtenidos de factor de fricción y pérdida de carga.

LÍNEA	ρ Fluido (kg/m ³)	V (m/s)	D interno (m)	μ (kg/m s)	Re	4f	h_f (m)
A	999,1	0,8	0,0405	$1,080 \cdot 10^{-3}$	$\approx 3 \cdot 10^{-4}$	0,023	0,46
B	971,8	3	0,0346	$0,35 \cdot 10^{-3}$	$\approx 3 \cdot 10^{-5}$	0,014	3,71

4.1.2. Pérdida de carga en el Tamiz.

Las pérdidas de carga para condiciones de agua limpia en tamices finos se pueden obtener a partir de tablas elaboradas por los fabricantes, o se pueden calcular por medio de la fórmula convencional de pérdidas para un orificio:

$$h_{TZ} = \frac{1}{C(2g)} * \left(\frac{Q}{A}\right)^2$$

Donde:

h_{TZ} : pérdida de carga en el tamiz, (m).

C: Coeficiente de descarga del tamiz.

g: aceleración debida a la gravedad, (m/s²).

Q: caudal que atraviesa el tamiz, (m³/s).

A: área efectiva sumergida del tamiz, (m²).

Los valores de C y A dependen de varios factores de diseño como tamaño y fresado de las ranuras, diámetro y densidad de la malla, y en particular del porcentaje de área libre. Ésta debe calcularse de manera experimental. El valor usual de C para un tamiz limpio es de 0,60. Las pérdidas de carga a través de un tamiz bajo condiciones limpias son insignificantes; por tanto, es de muchísima más importancia determinar las pérdidas de carga bajo condiciones de operación, las cuales dependen del tamaño y cantidad de sólidos presentes en el agua residual, tamaño de orificio del tamiz, y del método y frecuencia de limpieza.

Por todo ello es más adecuado obtener el dato de pérdida de carga a partir de tablas elaboradas por los fabricantes. Según el fabricante la pérdida de carga en el tamiz es de 0,80 m.

4.1.3. Pérdida de carga en el intercambiador de calor.

Para el cálculo de las pérdidas de carga que se producen en el intercambiador, se evalúan las pérdidas de carga que se producen en los tres tramos del tubo interior y las pérdidas de carga que se producen por el lado del fluido calefactor.

- **Pérdidas de carga en la tubería exterior.**

La caída de presión vendrá dada al por la ecuación de fanning en función del diámetro hidráulico.

$$h_f = 2f \frac{(L)}{D_H} * \frac{v^2}{g}$$

Para flujo por conducciones rugosas, el factor de fricción viene dado en función del Reynolds y la rugosidad relativa de la conducción.

$$\begin{aligned} Re_D &= \frac{G * D_H}{\mu} ; \text{donde } G = \frac{Wm}{As} \\ &= \frac{2,22 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{\frac{\pi}{4} * ((0,0709\text{m})^2 - (0,0422\text{m})^2)} = 870,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{s}} \end{aligned}$$

$$D_H = \frac{\pi/4(D_i^2 - d_e^2)}{\pi(D_i - d_e)} = \frac{(D_i + d_e)(D_i - d_e)}{D_i + d_e} = (D_i - d_e) \\ = 0,0709\text{m} - 0,0422\text{m} = 0,0287\text{m}$$

$$Re_D = \frac{G * D_H}{\mu} = \frac{870,8 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{s}}\right) * 0,0287(\text{m})}{375,6 * 10^{-6} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m s}}\right)} = 66538,76 \\ = 6,6 * 10^4 \text{ (Régimen Turbulento)}$$

La rugosidad relativa se puede obtener conociendo el diámetro equivalente de la conducción para distintos materiales de tubos comerciales. En este caso, para un D_H : 2,87 cm y conducción de acero.

Se obtiene gráficamente (Anexo IX, gráfico 1.1) que:

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,0015$$

Consultando la gráfica de Moody con el valor del Reynolds y el valor de la rugosidad relativa, se obtiene gráficamente un valor del factor de fricción:

$$4f=0,024, \quad f=6 * 10^{-3}$$

La velocidad de paso del fluido calefactor por el intercambiador es:

$$v = \frac{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)}{S(\text{m}^2)} = \frac{W_m \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}}\right)}{\rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \frac{\pi}{4} * (D_i^2 - d_e^2)} = \frac{2,22 \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}}\right)}{974,5 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \frac{\pi}{4} * (0,0708^2 - 0,0422^2)} \\ = \frac{2,28 * 10^{-3} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)}{2,54 * 10^{-3}(\text{m}^2)} = 0,89 \text{ m/s}$$

En el caso de los accesorios (dos codos 180 °), para el cálculo de la pérdida de carga se hace uso de la Longitud equivalente. Existe un ábaco (Anexo IX, gráfico 2.4) del cual se obtiene el valor L_{eq} , en función del diámetro interior de la conducción.

$$d_{int}=D_H=0,0287 \text{ m}; \text{ Codo } 180^\circ: L_{eq}= 1,25 \text{ m}$$

$$h_f = 2f \frac{(L)}{D_H} * \frac{v^2}{g} = 2 * 6 * 10^{-3} \frac{(6,11 \text{ m} + 2,50 \text{ m})}{0,0287 \text{ m}} * \frac{(0,89 \text{ m/s})^2}{9,8 \text{ m/s}^2} \\ = 0,29 \text{ m}$$

- **Pérdidas de carga en la tubería interior.**

La pérdida de carga a través del tubo interno del intercambiador vendrá dado por la ecuación de Fanning:

$$h_f = 2f \frac{(L + L_{eq})}{D} * \frac{v^2}{g}$$

La pérdida de carga total en el tubo interior del intercambiador vendrá dada por la suma de la pérdida de carga en el tramo recto más la pérdida de carga en los dos codos.

El factor de fricción al igual que en el caso anterior vendrá en función del Reynolds y la rugosidad relativa:

$$Re_D = \frac{G * di}{\mu}; \text{ donde } G = \frac{Wm}{As} = \frac{0,96 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{\frac{\pi}{4} * (0,0405 \text{ m})^2} = 745,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

$$Re_D = \frac{G * di}{\mu} = \frac{846,56 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ s}} \right) * 0,0405 \text{ (m)}}{899,8 * 10^{-6} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m s}} \right)} = 33536,95 \\ = 3,3 * 10^4 \text{ (Régimen Turbulento)}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,0015$$

Con la rugosidad relativa y el Reynolds, se consulta la gráfica de Moody (Anexo IX, gráfico 2.2) y se obtiene; $4f= 0,026$; $f=6,5 * 10^{-3}$.

En el caso de los accesorios (dos codos normales), para el cálculo de la pérdida de carga se hace uso de la Longitud equivalente (Anexo IX, gráfico 2.4). Se usa un ábaco del cual se obtiene el valor L_{eq} , en función del diámetro interior.

Para un $d_{int}=0,0405$ m según el ábaco de L_{eq} ; Codo 180° : $L_{eq}=2$ m

Se dispone:

L_{eq} (2 codo 180°)=4m

Sustituyendo en la ecuación de Fannig:

$$\begin{aligned} h_f &= 2f \frac{(L + L_{eq})}{d_i} * \frac{v^2}{g} \\ &= 2 * 6,5 * 10^{-3} * \frac{(6,11 \text{ m} + 4\text{m})}{0,0405\text{m}} * \frac{\left(0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{9,8\text{m/s}^2} \\ &= 0,21\text{m} \end{aligned}$$

4.1.4. Pérdida de carga en la línea por accesorios.

Las pérdidas de carga, en los accesorios que se encuentran a lo largo de toda la línea serán evaluadas mediante el cálculo de las longitudes de tubería recta que provocarán las mismas pérdidas de carga que el accesorio, es decir, mediante el cálculo de las L_{eq} . Así para el cálculo de las L_{eq} se hace uso del ábaco.

Tabla 2.16. Resumen de los datos obtenidos de L_{eq} para los accesorios de la línea A

ACCESORIOS	d_i (mm)	L_{eq} (m)	L_{eq} total (m)
Válvulas (5)	40,5	1,2	6
Codos Normal(1)	40,5	0,9	0,9
Resto	40,5	2*L	50
		ΣL_{eq}	56,9m

$$h_f = 2f \frac{(L_{eq})}{d_i} * \frac{v^2}{g} = 2 * 5,7 * 10^{-3} * \frac{(56,9 \text{ m})}{0,0405 \text{ m}} * \frac{\left(0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 1,05 \text{ m}$$

La pérdida de carga total es:

- Pérdida de carga debido a la conducción recta.

$$h_{fCR} = 0,46 \text{ m}$$

- Pérdida de carga debido al tamiz.

$$h_{fTZ} = 0,80 \text{ m}$$

- Pérdida de carga debida al intercambiador de calor.

$$h_{fIC} = 0,21 \text{ m}$$

- Pérdida de carga debida a accesorios.

$$h_{fACC} = 1,05 \text{ m}$$

$$h_f = h_{fCR} + h_{fTZ} + h_{fIC} + h_{fACC} = 0,46 \text{ m} + 0,80 \text{ m} + 0,21 \text{ m} + 1,05 \text{ m};$$

$$h_f = 2,52 \text{ m} \approx 3 \text{ m}.$$

Tabla 2.17. Tabla Resumen de los datos de pérdidas de Carga Total.

LÍNEA	ρ_{Fluido} (kg/m ³)	V (m/s)	D interno (m)	μ (kg/m s)	h _f total(m)
A	999,1	0,8	0,0405	1,080*10 ⁻³	3
B	971,8	3	0,0346	0,35*10 ⁻³	≈4

ANEXO V. Bombas de Impulsión.

5.0. Criterios de Selección.

Para seleccionar adecuadamente el tipo de bomba que debe utilizarse en la instalación, se ha de tener en cuenta:

1. Tipo de líquido: viscosidad, densidad, presión de vapor, contenido en sólidos, propiedades corrosivas, abrasivas, lubricantes, etc.
2. Condiciones del bombeo: caudal, presión de salida, presión de entrada, temperatura, variaciones máximas posibles de temperatura y caudal, etc.
3. Dada la gran variedad de bombas y el elevado número de factores que determinan la selección de una bomba para una instalación concreta, debe eliminarse en una primera selección todos los tipos de bombas que no tengan una posibilidad razonable de utilización.

En el punto 9.4.2 de la Memoria Descriptiva se explican los motivos por los que se ha llevado a cabo la selección de bombas centrífugas, y el funcionamiento y características fundamentales de éstas.

5.1. Cálculo del caudal de impulsión.

Bomba de alimentación (B1).

La bomba de alimentación deberá suministrar un caudal que vendrá dado por la siguiente expresión:

$$Q_B = \frac{Q}{n * h} = \frac{83,3 \text{ (m}^3\text{/día)}}{1 * 24 \text{ h}} = 3,47 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Donde:

Q: caudal diario a tratar, 83,3 m³/día.

n: Número de bombas a utilizar. n=1.

h: nº de horas de funcionamiento, 24 h.

Bomba agua calefacción (B2).

La bomba de agua de calefacción irá conectada al Motor Diesel y se encargará de aportar al intercambiador de tubos concéntricos el agua de refrigeración del motor, que saldrá de éste a una Tª de unos 80°C, para calentar el vertido hasta los 37 °C.

La bomba impulsará:

Q: 2,28*10⁻³ m³/s

V (velocidad de circulación): 3 m/s.

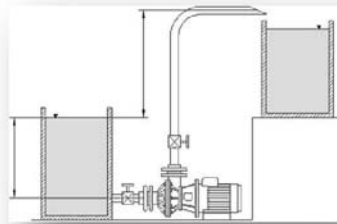
5.2. Cálculo de la altura manométrica.

La altura manométrica es uno de los términos que se usa habitualmente cuando se manejan bombas, y se define como la presión efectiva que debe vencer la bomba para elevar el fluido desde su nivel más bajo hasta el punto de elevación más alto, venciendo la diferencia de altura existente, la diferencia de presiones entre el punto de succión y el punto de descarga y las pérdidas de carga, debido a la propia conducción y los accesorios, que se producen en la línea.

Bomba de alimentación (B1).

El cálculo se realiza aplicando la ecuación de Bernoulli para un fluido incompresible entre los puntos de succión y descarga.

$$\frac{P_A}{\rho * g} + \frac{V_A^2}{2 * g} + H_b + Z_A = \frac{P_B}{\rho * g} + \frac{V_B^2}{2 * g} + h_f + Z_B$$



Donde:

P_A: presión en el punto de aspiración de la bomba. Se supone la superficie libre del tanque de homogeneización, 101325 Pa.

P_B: presión en el punto de descarga de la bomba. El vertido se descarga por la parte inferior del reactor UASB.

$$P_B = P_{atm} + \rho * g * h$$

Siendo;

- ρ : densidad del vertido (agua) a la temperatura media entre la aspiración y la descarga ($T^a=35$ °C), $994,1 \text{ kg/m}^3$.

-h: altura de la columna de agua, 7,7 m.

$$P_B = 101325 \text{ Pa} + \left(994,1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 7,7 \text{ m} \right) = 176339,79 \text{ Pa}.$$

V_A : Velocidad de aspiración del líquido;

$$v_A = \frac{Q}{S} = \frac{9,64 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi(0,0405\text{m})^2}{4}} = 0,75 \text{ m/s}$$

V_B : Se supondrá que la velocidad de descarga es la misma que la velocidad de aspiración ya que se trata de un fluido incompresible y tanto el caudal como la sección de la tubería es la misma.

H_b : Altura manométrica, m

Z_A : Altura a la que se encuentra el punto de succión de la bomba.

Z_B : Altura a la que se encuentra el punto de descarga de la bomba. Se supondrá que tanto el punto de aspiración como de descarga se encuentran a la misma altura.

h_f : pérdidas de carga que se producen en la línea.

Por lo tanto la expresión la altura manométrica que debe suministrar la bomba viene dada por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} H_b &= \left(\frac{P_B - P_A}{\rho * g} \right) + \left(\frac{V_B^2 - V_A^2}{2 * g} \right) + h_f + (Z_B - Z_A) \\ &= \frac{(176339,79 \text{ Pa} - 101325 \text{ Pa})}{\left(994,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} + 3 \text{ m} = 10,7 \text{ m} \end{aligned}$$

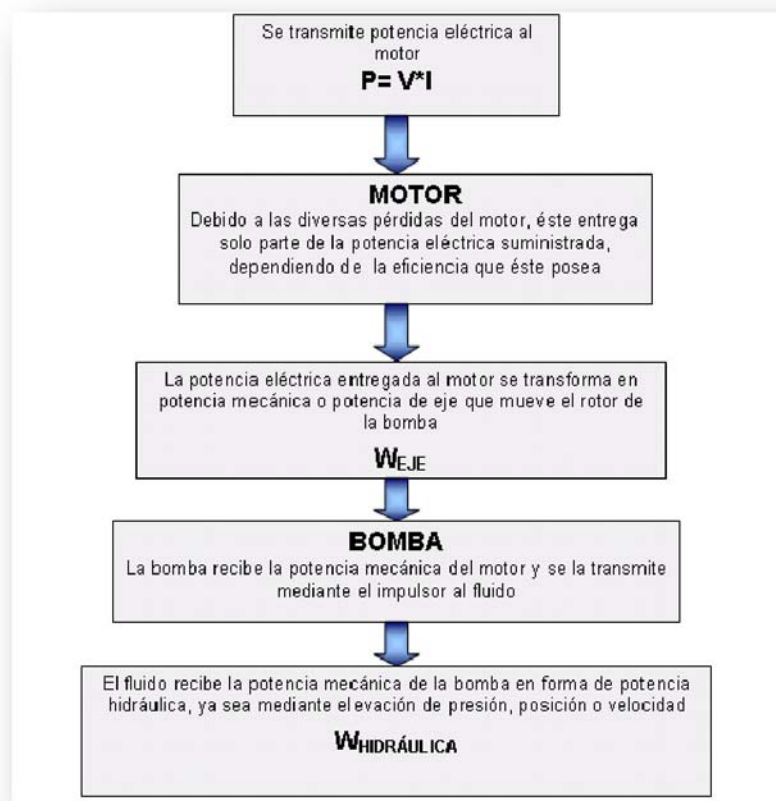
Bomba agua calefacción (B2).

Para el cálculo de la altura manométrica que debe vencer la bomba de impulsión del agua de calefacción, aplicaremos, al igual que para el caso anterior, la ecuación de Bernoulli, de tal forma que obtendremos:

$$H_b = 3,94 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

5.3. Cálculo potencia.

Fig. 2.3. Cuadro identificativo de las distintas potencias que podemos encontrar.



Además de conocer cuál es el caudal que debe suministrar la bomba y la altura manométrica, se necesita conocer cuál es la potencia que precisa la bomba para llevar el fluido desde el tanque de homogeneización hasta el reactor, es decir, es necesario calcular su potencia hidráulica, la cual viene dada por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 WHP &= Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * \varphi \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * g \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) * H_b(\text{m}) \\
 &= 9,6 * 10^{-4} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * 997,0 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * 9,8 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) * 10,7\text{m} = 100,4 \frac{\text{J}}{\text{s}} \\
 &= \mathbf{100,4W}
 \end{aligned}$$

Además de la potencia hidráulica hay que conocer la Potencia absorbida, es decir, la potencia en el eje de la bomba. Ésta equivale a la potencia hidráulica. Conociendo el rendimiento (η) de la bomba, la potencia absorbida puede hallarse mediante la siguiente expresión:

$$BHP = \frac{WHP}{\eta} = \frac{100,4 \text{ W}}{0,60} = 167,3W$$

El rendimiento de la bomba incluye tres rendimientos: el hidráulico, el volumétrico y el mecánico. Se puede suponer un valor del 60 % y se recomienda que la potencia absorbida sea aproximadamente un 20-25% superior a la potencia absorbida calculada.

Tabla 2.18. Tabla Resumen de las Potencias Hidráulicas y absorbidas por las bombas centrífugas.

Bomba	Q (m ³ /s)	ρ_{Fluido} (kg/m ³)	H _b (m)	WHP (W)	BHP (W)
B1	9,6 * 10 ⁻⁴	994,1	10,7	100,4	167,3
B2	2,3 * 10 ⁻³	974,5	4	87,86	146,4

ANEXO VI. Cálculos Motor Diesel.

Como ya se comentó anteriormente, en los motores de ciclo Diesel es posible reemplazar como máximo, entre el 85 y 90% del combustible original. Por experiencias llevadas a cabo con dichos motores, se sabe que se puede sustituir entre el 60-70% del gasóleo por biogás.

Para obtener 1kwh en el eje del motor, sabiendo que sólo el 35% de la energía introducida en el motor se puede aprovechar como energía mecánica:

$$V_g = \frac{E}{PCI_g * \eta}$$

Donde:

- V_g = Cantidad de gasóleo necesario para producir en el eje motor 1kwh.
- E= factor, 1kw se corresponde con 860,4 kcal/h.
- PCI_g = Poder calorífico inferior del gasóleo, cantidad de calor que se libera en la combustión completa de una unidad de combustible. Los humos producidos están a una temperatura superior a la de condensación del agua, por lo que esta sale en forma vapor, por ello en el PCI no se contabiliza el calor latente de condensación ya que el calor liberado es inferior debido a que se gasta calor en mantener el agua en estado vapor. Para el gasóleo es de aproximadamente unas 9000 kcal/l.
- η =Rendimiento mecánico del motor. Sólo el 35% de la energía introducida en el motor, es aprovechada por este como energía mecánica.

$$V_g = \frac{E}{PCI_g * \eta} = \frac{860,4 \frac{\text{kcal}}{\text{Kwh}}}{(9000 \frac{\text{kcal}}{\text{l}} * 0,35)} = 0,273 \frac{\text{litros gasoleo}}{\text{kwh}}$$

La potencia nominal del motor es de 55kW y éste trabaja aproximadamente al 70 % de su potencia nominal:

$$V_g' = V_g * P_N'$$

Donde:

- V_g' = Cantidad de gasóleo necesario para producir en el eje motor 38,5 kWh.
- V_g = Cantidad de gasóleo necesario para producir en el eje motor 1kWh, 0,273 litros.
- P_N' = Potencia nominal real del motor, 38,5 kWh.

$$V_g' = 0,273 \frac{l}{kWh} * 38,5 kWh = 10,51 l$$

Para conocer las kcal aportadas por el gasoleo, se utiliza la siguiente expresión:

$$G = V_g' * PCI_g$$

Donde:

- G= kcal aportadas por el gasóleo.
- V_g' = Cantidad de gasóleo necesario para producir en el eje motor 38,5 kWh. 10,51 l.
- PCI_g = Poder calorífico inferior del gasóleo, 9000 kcal/l.

$$G = 10,51l * 9000 \frac{kcal}{l} = 94590 \frac{kcal}{h}$$

Sabiendo que se puede sustituir el 60% del gasoleo por biogás se puede saber cuántas kcal debe aportar el biogás.

$$B = \eta * G$$

Donde:

- B= Kcal que ha de aportar el biogás.
- f= fracción de energía que ha de cubrir el biogás, 60%.

$$B = 0,60 * 94590 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 56754 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Una vez que se conoce la cantidad de kcal que ha de aportar el biogás, se calcula la cantidad de biogás necesario para cubrir esa necesidad energética.

$$V_B' = \frac{B}{PCI_B}$$

- B= kcal que ha de aportar el biogás, 56754 kcal/h.
- V_B' = Cantidad de Biogas necesario.
- PCI_B = Poder calorífico inferior del biogás, con un contenido aproximado del 70% en CH_4 , 5600 kcal/m³.

$$V_B' = \frac{56754 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{5600 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}} = 10,13 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Conocido el volumen de biogás que se necesita y la cantidad que produce el digestor, se determina el número de horas que puede estar funcionando dicho motor con la mezcla biogás-gasoleo.

$$N^{\circ} \text{ horas funcionamiento} = \frac{V_B}{V_B'}$$

Donde:

- V'_B = Cantidad de Biogás necesario.
- V_B = Cantidad de Biogás producido en el reactor anaerobio, $79,3 \text{ m}^3/\text{h}$.




$$N^{\circ} \text{ horas funcionamiento} = \frac{79,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{10,13 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 7,83 \frac{\text{h}}{\text{día}}$$

ANEXO VII. FICHAS DE SEGURIDAD QUÍMICA.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

METANO

ICSC: 0291

 <p style="text-align: center;"> METANO CH_4 Masa molecular: 16.0 </p> <p> N° CAS 74-82-8 N° RTECS PA1490000 N° ICSC 0291 N° NU 1971;1972 N° CE 601-001-00-4 </p> 			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo. En otros casos apagar con agua pulverizada, polvo o dióxido de carbono.
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICION			
• INHALACION	Pérdida del conocimiento.	Ventilación. A altas concentraciones protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Congelacion grave.	Gautes aislantes del frio.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
• OJOS			
• INGESTION			
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco. Ventilación a ras del suelo y techo.	símbolo F+ R: 12 S: (2)-9-16-33 Clasificación de Peligros NU: 2.1	
			
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0291		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	

METANO



ICSC: 0291

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Gas licuado comprimido incoloro e inodoro.</p> <p>PELIGROS FISICOS El gas es más ligero que el aire.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: asfixiante simple (ACGIH 1992-1993).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE INHALACION Al producirse pérdidas en zonas confinadas este gas puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno del aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION El contacto con el líquido o gas comprimido, puede causar congelación.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</p>
	<p>PROPIEDADES FISICAS</p> <p>Punto de ebullición: -161°C Punto de fusión: -183°C Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20°C: 3.3 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.6</p>	<p>Punto de inflamación: gas inflamable Temperatura de autoignición: 537°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 5-15</p>
	<p>DATOS AMBIENTALES</p>	
	NOTAS	
<p>Densidad del líquido en el punto de ebullición: 0.42 kg/l. La sustancia puede desplazarse hasta la fuente de ignición, retrocediendo e incendiándose. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Una vez utilizado para la soldadura, cerrar la válvula; verificar regularmente el estado de la tubería, etc., y comprobar si existen escapes utilizando agua y jabón. Las medidas mencionadas en la Sección PREVENCIÓN son aplicables a la producción, llenado de botellas y almacenamiento del gas.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-622, 20G04 Código NFPA: H 1; F 4; R 0;</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
<p>FISQ: 3-137 METANO</p>		
<p>ICSC: 0291</p>	<p>METANO</p>	
<p>© CCE, IPCS, 1994</p>		
<p>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</p>	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE tras puesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>	

Fichas Internacionales de Seguridad Química

DIOXIDO DE CARBONO

ICSC: 0021

 <p style="text-align: center;">DIOXIDO DE CARBONO Anhidrido carbónico (botella) CO₂ Masa molecular: 44.0</p> <p>Nº CAS 124-38-9 Nº RTECS FF6400000 Nº ICSC 0021 Nº NU 1013</p> 			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION	Las botellas de dióxido de carbono pueden estallar debido al calor producido en un incendio.		En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICION			
● INHALACION	Vértigo, dolor de cabeza, taquicardia, aumento de la presión sanguínea.	Ventilación.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
● PIEL	EN CONTACTO CON EL LIQUIDO: CONGELACION.	Guantes aislantes del frío y traje de protección.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante. NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
● OJOS	EN CONTACTO CON EL LIQUIDO: CONGELACION.	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
● INGESTION			
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Ventilar. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio si está en local cerrado. Mantener en lugar fresco.	Clasificación de Peligros NU: 2.2	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0021		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	

DIOXIDO DE CARBONO

ICSC: 0021

D A T O S I M P O R T A N T E S	ESTADO FISICO; ASPECTO Gas licuado comprimido, incoloro e inodoro.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FISICOS El gas es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Cuando los niveles de flujo son rápidos pueden generarse cargas electrostáticas las cuales pueden provocar una explosión en caso de presencia de una mezcla inflamable. El dióxido de carbono en estado líquido se condensa rápidamente para formar hielo seco el cual es extremadamente frío.	RIESGO DE INHALACION Al producirse pérdidas en zonas confinadas este líquido se evapora muy rápidamente originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia.
	PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente por encima de 2000°C, produciendo humos tóxicos de monóxido de carbono. Reacciona violentamente con bases fuertes y metales alcalinos. Algunos polvos metálicos tales como magnesio, circonio, titanio, aluminio, cromo y manganeso pueden ignitar y explotar cuando se calientan en presencia de dióxido de carbono.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La inhalación de altas concentraciones de este gas puede originar hiperventilación y pérdida del conocimiento. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.
	LIMITES DE EXPOSICION TLV(como TWA): 5000 ppm; 9000 mg/m ³ (ACGIH 1997-1998). TLV(como STEL): 30.000 ppm; 54.000 mg/m ³ (ACGIH 1997-1998).	EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar al metabolismo.
PROPIEDADES FISICAS	Punto de sublimación: -79°C Punto de fusión: -56.6 a 5.2 atm Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20°C: 88	Presión de vapor, kPa a 20°C: 5720 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.5
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
El dióxido de carbono se desprende en muchos procesos de fermentación (vino, cerveza). Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. A concentraciones tóxicas no hay alerta por el olor. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Otros números NU clasificación: UN 1845 dióxido de carbono, hielo seco; UN 2187 dióxido de carbono líquido refrigerado. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-11-1 (in cylinders); 11-2 (refrigerated gas)		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 5-078 DIOXIDO DE CARBONO		
ICSC: 0021		DIOXIDO DE CARBONO
© CCE, IPCS, 1994		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).	

ANEXO VIII. EQUIPOS.

A continuación se recoge una lista de alguno de los equipos que han sido seleccionados para este proyecto:

- *Bomba sumergible. Mod Grundfos EF30.*
- *Bomba centrífuga para impulsión del agua de calefacción. Mod Tyfon1.*
- *Tamiz de disco rotativo Mod TR 2410.*
- *Motor Perkins.*

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: B. Memoria de Cálculo.

- Bomba sumergible. Mod Grundfos EF30.

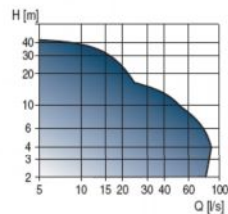


GRUNDFOS



SE

Bombas sumergibles para servicio pesado



Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 88 l/s
(315 m³/h)
Altura, H: máx. 45 m
Temp. líquido: 0°C a +40°C
Diám. de descarga: DN 65 a DN 150

Aplicaciones

Las bombas son adecuadas para las siguientes aplicaciones

- Aguas residuales y fecales
- Aguas de proceso
- Aguas fecales brutas sin tratar.

Características y ventajas

- Clavija de conexión
- Sistema único de abrazadera de ensamblaje
- Impulsores monocanal y vortex
- Paso de sólidos de hasta 100 mm
- Tiempo de parada mínimo
- Bajos costes de funcionamiento
- Refrigeración del motor sin líquido
- Cierre mecánico de cartucho único.

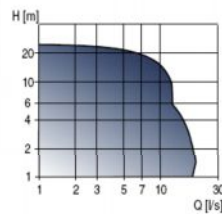
Opcional

- Sistemas de control y de protección
- Control del funcionamiento del motor
- Sensores para el control de las condiciones de la bomba.



DP, EF, SE1 y SEV

Bombas de drenaje, efluentes y aguas fecales



Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 19,5 l/s
(70 m³/h)
Altura, H: máx. 25 m
Temp. líquido: 0°C a +40°C
Diám. de descarga: Rp 2 a DN 65

Aplicaciones

Las bombas son adecuadas para:

- Drenaje
- Efluentes
- Aguas residuales y fecales
- Aguas de proceso
- Aguas fecales domésticas.

Características y ventajas

- Clavija de conexión
- Conexión única de abrazadera
- Impulsores monocanal y vortex
- Paso de sólidos hasta 65 mm
- Cierre de cartucho único
- Diseño modular
- Tiempo de parada mínimo.

Opcional

- Sistemas de control y de protección
- Control del funcionamiento del motor.

DP 10, 0.9-2.6 kW

EF 30, 0.6-1.5 kW

Installation and operating instructions

GB D F I E P GR NL S FIN DK
PL RU H SI HR YU RO BG CZ SK TR



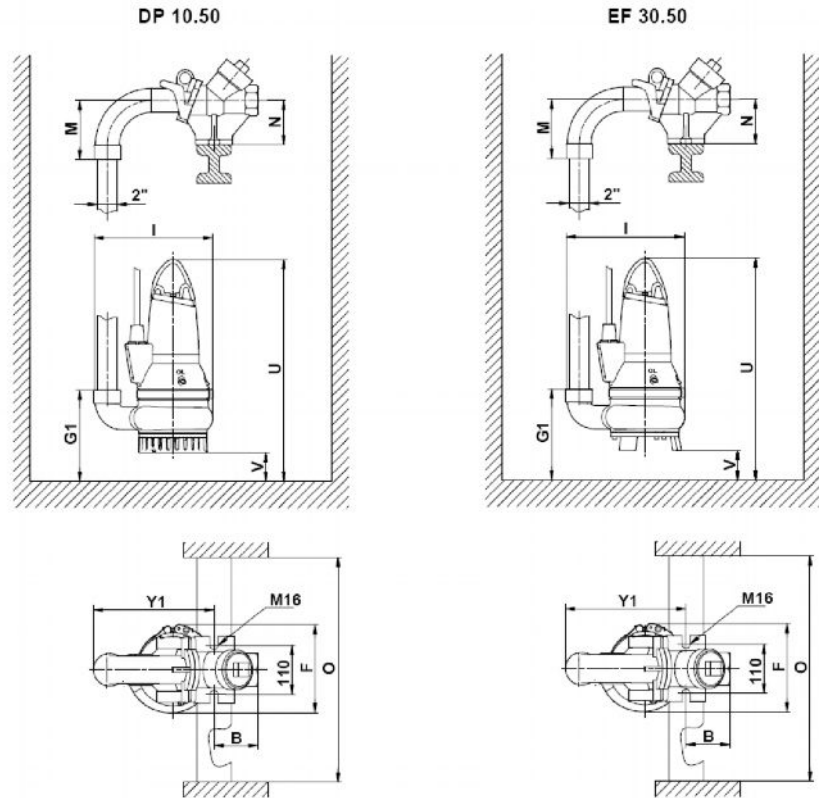
BE > THINK > INNOVATE >

GRUNDFOS 

GB: One-pump installation on hookup auto-coupling

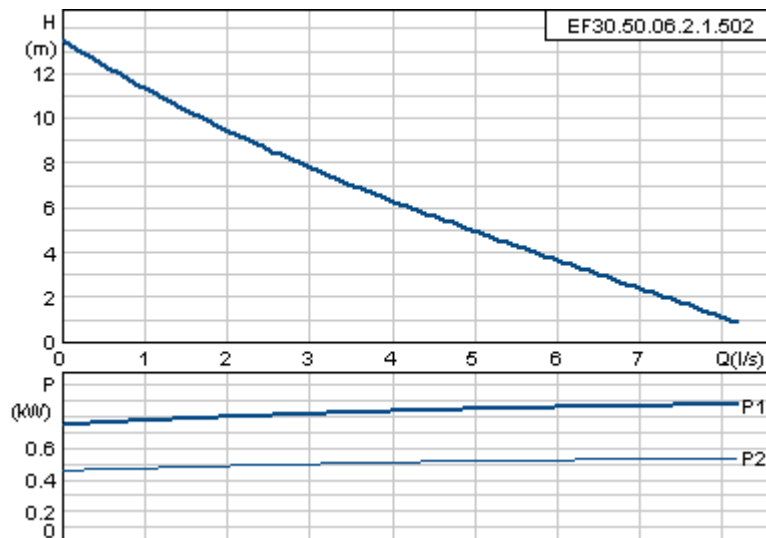
D: Eine Pumpe mit automatischer "Hänge"-Kupplung

Fig. B



TM02 8502 0304 / TM02 8503 0304

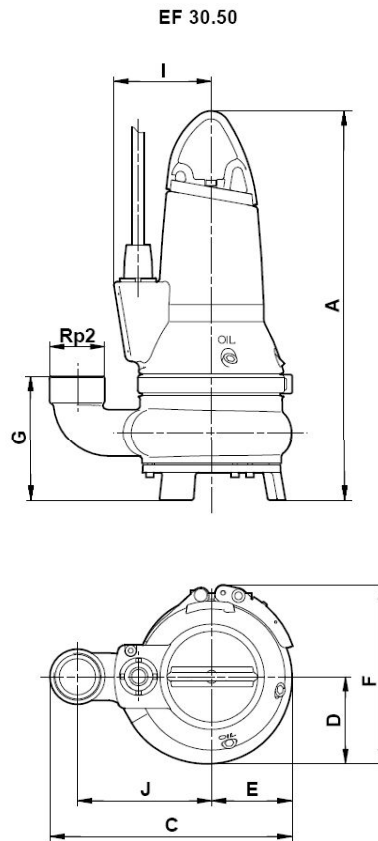
Power [kW]	B	F	G1	I	M	N	O	U	V	Y1
0.6, 0.9 and 1.5	75	227	141	123	140	100	600	517	30	286



GB: Free-standing installation

D: Freistehender Einbau

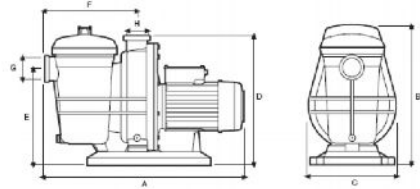
Fig. D



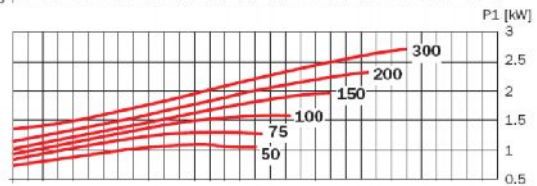
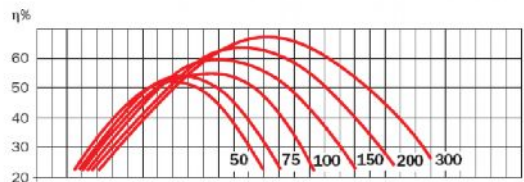
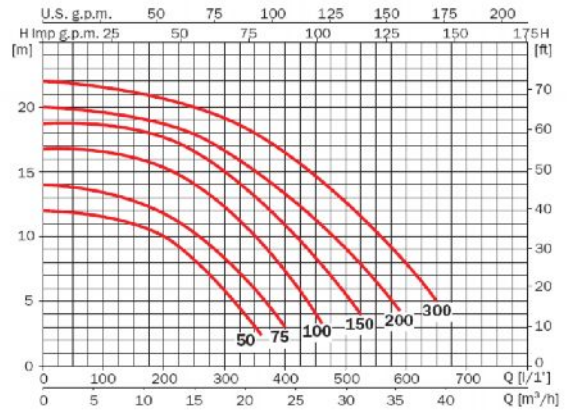
TM02 7348 3303

Power [kW]	A	C	D	E	F	G	J
0.6, 0.9 and 1.5	494	307	110	102	227	159	170

• Bomba impulsión Agua de Calefacción. Mod Tyfon1.



	A	B	C	D	E	F	G	H	Kg
Tyfon1 50	612	429	268	397	295	284	63	63	13
Tyfon1 75	612	429	268	397	295	284	63	63	14
Tyfon1 100	612	429	268	397	295	284	63	63	15
Tyfon1 150	612	429	268	397	295	284	63	63	18
Tyfon1 200	612	429	268	397	295	284	63	63	21
Tyfon1 300	612	429	268	397	295	284	63	63	23



230 V 50 Hz	230/400 V 50 Hz	A		P1 (kW)		KW	HP	µF	l/min m³/h	100	150	250	350	450	500	550	650
		1- 230 V	3- 230 V 400 V	1-	3-												
Tyfon1 50 M	Tyfon1 50	4.1	3.5	2	0.9	0.9	0.55	0.75	25	12.2	11.7	8.4	3.8	-	-	-	-
Tyfon1 75 M	Tyfon1 75	4.5	3.8	2.2	1.0	1.0	0.55	0.75	25	13.5	13	10	5.5	-	-	-	-
Tyfon1 100 M	Tyfon1 100	7	4.8	2.8	1.5	1.6	0.75	1.0	25	16	15.5	14.2	10	4	-	-	-
Tyfon1 150 M	Tyfon1 150	8.5	5.3	3.1	1.9	1.9	1.1	1.5	25	18.5	18.2	16.5	13	8.2	5.5	-	-
Tyfon1 200 M	Tyfon1 200	9.7	6.5	3.8	2.2	2.2	1.5	2.0	30	19	18.5	17.5	14.5	10.3	7.5	5	-
Tyfon1 300 M	Tyfon1 300	12.5	8.6	5	2.8	2.8	2.2	3.0	60	22	21.5	19.5	18	15	13	10	5

- Tamiz de disco rotativo Mod TR 2410.



DESCRIPCIÓN

El tamiz rotativo mod. TR es una máquina destinada a la filtración o tamizado de líquidos en general con el objeto de realizar una separación sólido-líquido, su uso es habitual en infinidad de aplicaciones industriales.

Sus características de diseño le confieren un alto rendimiento con tamaños bastante menores si se comparan con otros filtros o tamices del mercado.

Por su concepción, se trata de un dispositivo de funcionamiento autolimpiante, capaz de operar durante largos periodos de tiempo sin necesidad de atención.

APLICACIONES

Dentro de sus aplicaciones más habituales podemos citar:

- Desbaste fino en el pretratamiento de aguas residuales.
- Tratamiento primario en sustitución del decantador primario.
- Industria conservera de pescado.
- Industria azucarera.
- Industria vinícola.
- Industria cervecera.
- Industria conservera de vegetales.
- Industria química en general.
- Industria agropecuaria.
- Industria papelera.
- Industria textil.
- Industria minera.
- Túneles de lavado.
- Túneles de pintura.



DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

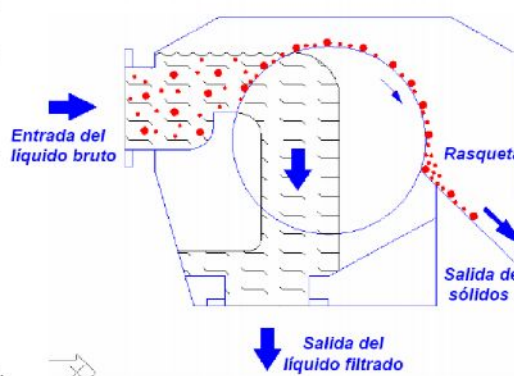
El líquido a filtrar entra en el tamiz rotativo por la tubería de entrada y se distribuye uniformemente a lo largo de todo el cilindro filtrante que gira a baja velocidad.

Las partículas sólidas quedan retenidas en la superficie del mismo y son conducidas hacia una rasqueta, que es la encargada de separarlas y depositarlas sobre una bandeja inclinada para su caída por gravedad.

El líquido que pasa a través de las rendijas del cilindro filtrante es conducido hacia salida que puede estar en la parte inferior o posterior del cuerpo.

Cuando se trabaja con líquidos difíciles, muy cargados o con muchas fibras se utilizan accesorios especiales que se acoplan al tamiz.

Esquema de funcionamiento





TAMIZ ROTATIVO MOD. TR

COMPONENTES

- ✓ **Cilindro filtrante:** Está ejecutado íntegramente en acero inoxidable AISI 304, en versión estándar.
Este cilindro se construye con maquinaria especial, por enrollamiento helicoidal de un perfil de sección triangular sobre una serie de barras de soporte que siguen las líneas generatrices del cilindro.
Todos y cada uno de los puntos de cruce entre el enrollado helicoidal y las barras de soporte van soldados, dando al conjunto una elevada rigidez y resistencia.
La separación entre espiras o paso del enrollado helicoidal se regula durante su construcción a fin de obtener la luz de rendija deseada.
Los pasos estándar de fabricación son 0,25, 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2 y 3 mm, pudiéndose fabricar otros bajo pedido.
- ✓ **Cuerpo:** Está ejecutado íntegramente en acero inoxidable AISI 304, en versión estándar, de fuerte construcción mecano-soldada, está provisto de caja de distribución del líquido a filtrar con sus conexiones de entrada, depósito receptor del líquido filtrado con su salida, base de anclaje y elementos de estanqueidad.
La caja de distribución tiene la misión de repartir el líquido sucio a lo largo del cilindro en corriente de flujo laminar, la entrada se realiza mediante una o dos bridas normalizadas según el modelo del tamiz.
El depósito receptor del líquido filtrado se encuentra debajo del cilindro, siendo su propósito la recogida del líquido limpio y su conducción hacia la salida bridada.
En muchos casos la salida es libre por medio de un canal y no necesita ser conducida.
El eje del cilindro filtrante es fijado a los laterales del cuerpo mediante soportes y piezas especiales antidesgaste.
Entre el cilindro y la carcasa se disponen unas placas de ajuste en material sintético antifricción.
- ✓ **La Rasqueta de limpieza:** Construida en material blando, esta fijada sobre una chapa articulada que se ajusta perfectamente a la superficie del cilindro filtrante por medio de unos tensores montados en sus extremos, asegurando así la limpieza de toda la superficie del cilindro.

ACCESORIOS

- **Rebosadero:** Para contrarrestar un posible desbordamiento por encima del cilindro en caso de un exceso de caudal anormal o por una concentración de sólidos superior a la prevista. Se dispone en el interior de la caja de distribución y conduce el líquido al exterior por medio de una conexión bridada.
- **Cepillo giratorio para limpieza del cilindro:** Se utiliza para aguas con altos contenidos en fibras y muy difíciles, esta formado por un cepillo con cerdas de plástico, montado en paralelo al cilindro filtrante que es accionado por medio de un motorreductor.
- **Ejecución en acero inoxidable AISI 316:** Todos nuestros tamices rotativos pueden fabricarse, bajo pedido y con un plazo de entrega superior al normal, en acero inoxidable AISI 316.
- **Versión transportable:** En muchas aplicaciones industriales, por ejemplo la vinícola, el tamiz rotativo no trabaja en un punto fijo y necesita ser transportado y usado en varios puntos de la fábrica, para solucionar este requerimiento nuestros tamices pueden llevar ruedas.
- **Tapa superior:** Construida en acero inoxidable AISI 304 y cubre toda la parte superior del equipo, puede estar atomillada o provista de bisagras para hacerla abatible.

	TAMIZ ROTATIVO MOD. TR
---	-------------------------------

CAPACIDAD DE PASO DE AGUA EN M3/H PARA TAMICES ROTATIVOS MOD. TR

MODELO TR	LUZ DE PASO DE LAS RENDIJAS								
	0,15	0,25	0,50	0,75	1	1,50	2	2,50	3
2450	5	9	15	20	25	30	30	30	30
4050	15	25	45	60	70	80	80	80	80
4080	30	45	80	110	120	150	150	150	150
4100	38	57	95	125	150	190	190	190	190
6060	39	60	105	139	152	198	198	198	198
6100	47	107	188	251	271	345	345	345	345
6150	104	163	286	382	413	525	525	525	525
6200	139	219	384	513	554	705	705	705	705
9150	151	237	415	554	599	762	762	762	762
9200	202	318	557	744	804	1.023	1.023	1.023	1.023
9250	254	399	699	934	1.009	1.284	1.284	1.284	1.284
9300	303	477	836	1.116	1.206	1.535	1.535	1.535	1.535

Para luces superiores a 1.5 mm, la capacidad de paso de agua no varía, al estar limitada por la hidrodinámica de la carcasa.

Estas capacidades son válidas para aguas residuales poco cargadas, con contenidos hasta 200 ppm de sólidos en suspensión.

Consultar con nuestro departamento técnico para seleccionar el tamaño idóneo para el uso con aguas cargadas, con contenidos en fibras, residuales urbanas, dudosas, purines, etc.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS TAMICES ROTATIVOS MOD. TR

MODELO TR	Diámetro Cilindro mm	Longitud Cilindro mm	Potencia Motor Kw.	Peso en Vacío Kg	Ancho Total mm	Fondo Total mm	Alto Total mm	Brida Entrada DN	Brida Salida DN
2450	240	490	0,18	80	700	600	480	Si *	Si *
4050	400	490	0,25	110	720	815	725	Si *	Si *
4080	400	790	0,25	160	1.020	815	725	Si *	Si *
4100	400	990	0,25	200	1.220	815	725	Si *	Si *
6060	630	560	0,55	260	931	1.269	970	Si *	Si *
6100	630	960	0,55	300	1.331	1.269	970	Si *	Si *
6150	630	1.460	0,75	340	1.831	1.269	970	Si *	Si *
6200	630	1.960	0,75	400	2.331	1.269	970	Si *	Si *
9150	915	1.460	1,00	1.100	1.900	1.623	1.255	Si *	Si *
9200	915	1.960	1,00	1.250	2.400	1.623	1.255	Si *	Si *
9250	915	2.460	1,50	1.400	2.900	1.623	1.255	Si *	Si *
9300	915	2.960	1,50	1.550	3.400	1.623	1.255	Si *	Si *

* La dimensión de las bridas de entrada y salida se definen en cada caso dependiendo del caudal.

• **Motor Perkins. Mod 1103C-33T.**



1100 Series

1103C-33T

55 kW/74 bhp

Class Leading Performance

- The 1103C-33T provides up to 15% more power than even its Perkins 3 cylinder benchmark predecessor. In the working range, peak torque is 20% higher, low-end torque 14% better and with 25% torque back-up all join to raise productivity.

Cleaner, Quieter and Smoother

- The 1103C-33T operates at smoke levels that are barely visible to the naked eye. To further compliment its clean running qualities the range includes EcoPlus filtration. Environment friendly, EcoPlus employs a re-usable canister and combustible inner element. Well balanced in operation, fine tuning of the structure and combustion process has also lowered bare engine noise by a further 2 dB(A).

Quality by Design

- Product design and Class A manufacturing process improvements have been implemented to enhance product reliability to the needs of today, while maintaining Perkins legendary reputation for durability.

Ease of Installation

- The 1103C-33T is a true member of the 1100 Series range resulting in installation commonality with 1104 and 1106 models. The interchangeable nature of key components means customer demands are met without the need for an increased range of service parts.

Lower Operating Costs

- Service intervals are now doubled to 500 hours and the warranty period is extended to 2 years as standard. A new open top deck block maintains bore roundness which when combined with a superior honing process effectively reduces oil consumption to further lower operating costs.

Product Support

- Total worldwide service is provided through a network of 4,000 distributors and dealers. TIPSS - The Integrated Parts and Support System enables customers to specify and order parts electronically as well as service engines with on-line guides and service tools.

The 3 cylinder range within the 1100 Series family is the successor to the very successful Perkins 900 Series. In creation, it has been inspired and led by the future requirements of our customers in meeting the needs of the construction, material handling, agricultural/turf, industrial markets and gen set markets.

With 1100 Series, Perkins has designed to perform and delivered with a wide range of options and ratings.

Built to the most demanding standards, 1100 Series engines meet all the requirements of EC Stage 2 and USA EPA Tier 2 off-highway emissions legislation for 2004 while bringing significant performance and operational cost improvements to users.

The 1103C-33T is a smooth and quiet running 3,3 litre unit efficiently delivering increased performance for a wide range of off-highway applications.

designed to perform...
delivered with choice

Performance Data	Gross Intermittent (ISO/TR 14396)	Engine Speed (rev/min)
Maximum power (kW)	55	2200
Maximum power (bhp)	74	2200
Peak Torque (Nm)	291	1400
Peak Torque (lbf ft)	215	1400

Power output for a run-in engine after 60 hours

Rating standard ISO/TR 13492

Photographs are for illustrative purposes and may not reflect final specification.

All information in this document is substantially correct at time of printing and may be altered subsequently

Publication No. 1701/11/05 Produced in England ©2005 Perkins Engine Company Limited

1100 Series 1103C-33T

Engine Specification

- Cast iron engine block
- Ecoplus fuel filter
- Standard or Ecoplus oil filters
- Lub oil sump for 4WD tractors
- Integral inlet manifold
- Cast iron exhaust manifold
- Engine shut-off solenoid
- 12 volt Alternator
- Glow plug starting aid
- Lub oil pressure switch
- Coolant temperature switch
- Choice of power take-offs
- Flywheel and flywheel housing
- 12 volt Starter motor
- Choice of filler positions
- Choice of water outlet
- LHS or RHS dipstick position
- Choice of cooling fans
- Side mounted turbo charger

General Data

Number of cylinders	3 in-line
Bore and stroke	105 mm x 127 mm
Displacement	3.3 litres (202 cu.in.)
Aspiration	Turbocharged
Cycle	4 stroke
Combustion system	Direct injection
Compression ratio	18.2:1
Rotation	Anti-clockwise viewed on flywheel
Cooling system	Pressurised water
Dimensions	Length 546 mm Width 586 mm Height 826 mm
Dry weight	293 kg (approx)

Final weight and dimensions will depend on completed specification.

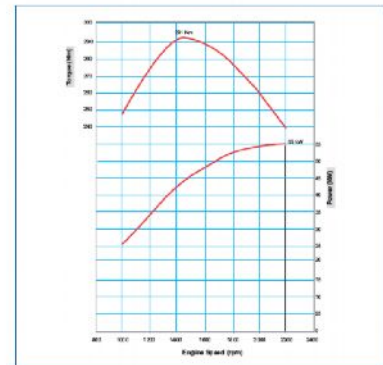
Option Groups

A wide selection of optional items are offered in order to enable the customer to prepare a specification precisely matched to his needs. These include alternative ratings, exhaust outlets, a range of flywheels and flywheel housings to suit various clutches and transmissions and a selection of power take-offs.



Perkins Engines Company Limited
Peterborough PE1 5NA
United Kingdom
Telephone +44 (0)1733 583000
Fax +44 (0)1733 582240
www.perkins.com

All information in this document is substantially correct at time of printing and may be altered subsequently.
Publication No.1701/11/05 Produced in England ©2005 Perkins Engine Company Limited



Distributed by

El versátil

El caudalímetro ultrasónico FLUXUS[®] ADM 7407 ha sido concebido para usarlo de forma estacionaria. El dispositivo funciona según el principio de diferencia de tiempo de tránsito (transit time), que se basa en el hecho de que la velocidad de propagación del ultrasonido en un fluido depende de la velocidad a que se desplaza dicho fluido.

Como los transductores se fijan en la pared exterior de la tubería (técnica "clamp-on"), es también posible efectuar sin inconvenientes una medición de caudal de fluidos químicos agresivos. No es necesaria la utilización de materiales especiales. La tubería permanece intacta y no hay ni pérdidas de presión en la tubería ni desgaste en los componentes del medidor.

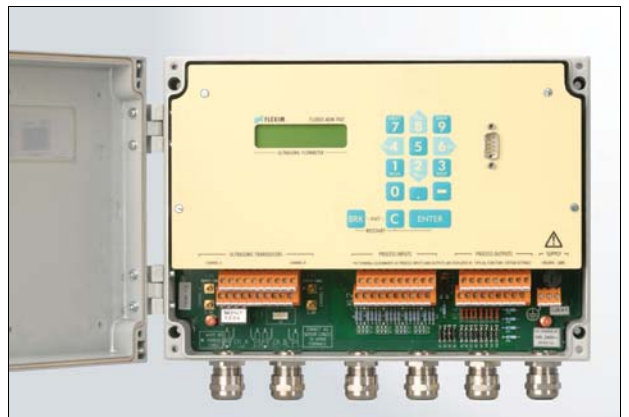
Gracia a su tecnología dual μ P con DSP, la gran cantidad de ciclos de medición y el procesamiento adaptado de señales, el FLUXUS[®] ADM 7407 ofrece resultados fiables incluso bajo difíciles condiciones de medición.

Gracias al firmware, fácil de comprender y claramente estructurado, es extremadamente sencillo manejar el FLUXUS. Un indicador de estado ampliado permite evaluar la situación de la medición y la precisión momentánea directamente durante la medición. El software opcional FluxData permite el intercambio de datos entre un PC y el caudalímetro, así como la evaluación de los resultados y la administración de los datos de medición. Gracias a la interfaz gráfica organizada en menús de mando el manejo del software es simple e intuitivo.

FLUXUS[®] ADM 7407 puede equiparse hasta con 4 entradas de proceso. Las magnitudes de entrada adicionales, como p.ej. presión o temperatura, pueden procesarse junto con los datos de caudal obtenidos por el FLUXUS, para obtener otras magnitudes de medición, como p.ej. energía o caudal másico.



FLUXUS[®] ADM 7407



FLUXUS[®] ADM 7407, abierto

Características

- Medición de caudal sin contacto para instalación fija
- 1 ó 2 canales de caudal
- Procesamiento de señal único en su género
- Entradas y salidas configurables con flexibilidad
- Informaciones de estado ampliadas
- Contador de calor y procesador de caudal integrados

Medición

Principio de medición:	correlación de diferencia de tiempo de tránsito de ultrasonidos
Velocidad de flujo:	(0,01 ... 25) m/s
Resolución:	0,025 cm/s
Repetibilidad:	0,15% de la lectura \pm 0,01 m/s
Exactitud:	(para perfil de flujo completamente desarrollado y con simetría rotacional)
- Caudal volumétrico:	\pm 1% ... 3% de la lectura \pm 0,0 m/s según aplicación \pm 0,5% de la lectura \pm 0,01 m/s con calibración de proceso
- Vel. de trayectoria:	\pm 0,5% de la lectura \pm 0,01 m/s
Fluidos medibles:	todos los líquidos conductores del sonido con un componente gaseoso o en partículas sólidas <10% del volumen

Todos los transductores FLEXIM pueden conectarse a la electrónica. La medición de caudal con procedimiento "clamp-on" es aplicable en un margen de diámetros de tubería que va desde DN 6 hasta DN 6500 y a temperaturas de -30°C a 400°C, incluso en áreas expuestas a peligro de explosión. Los transductores tienen el grado de protección IP65; a petición puede adquirirse una versión con el grado IP68. Hallará informaciones más precisas en las hojas de especificaciones correspondientes.

Electrónica

Envoltura	
- Peso:	aprox. 2,8kg
- Gr. de protección:	IP65 según EN60529
- Material:	aluminio, recubrim. de polvo
- Dimensiones:	(287 x 200 x 70) mm (AxHxP)
Canales de medida:	1 ó 2
Protección para atmósferas explosivas en:	zona 2
Alimentación:	(100 ... 240) V CA (18 ... 36) V CC
Pantalla:	2 x 16 caracteres, matriz de puntos, iluminación de fondo
Temp. de operación:	-10°C ... 60°C
Consumo de potencia:	<15W
Amortig. de la señal:	(0 ... 100) s, ajustable
Ciclo de medida:	(100 ... 1000) Hz (1 canal)
Tiempo de respuesta:	1 s (1 canal), 70ms opc.

Funciones de medición

Cantidades de medida:	caudal volumétrico y másico, velocidad de flujo, caudal energético (sólo si el dispositivo está equipado con entradas de temperatura)
Totalizadores:	Volumen, masa, calor (opc.)
Funciones de cálculo:	media, diferencia, suma
Idiomas de operación:	danés, alemán, inglés, francés, holandés, noruego, polaco, español

Registrador de datos

Valores registrables:	todas las magnitudes de medida y los totalizadores
Capacidad:	>100 000 valores de medición

Comunicación

Interfaz:	RS232, RS485 opcional
Datos:	valor actual de medición, valores de medición guardados, registros de parámetros

Software FluxData (opcional)

Función:	lectura de datos de med. y registros de parámetros, presentación gráfica, conversión a otros formatos
Sistemas operativos:	todas las versiones de Windows™

Salidas (opcional)

- Todas las salidas galvánicamente aisladas de la electrónica principal.
- La cantidad máxima de salidas que pueden instalarse depende del tipo de salida. Diríjase a FLEXIM para solicitar más información.

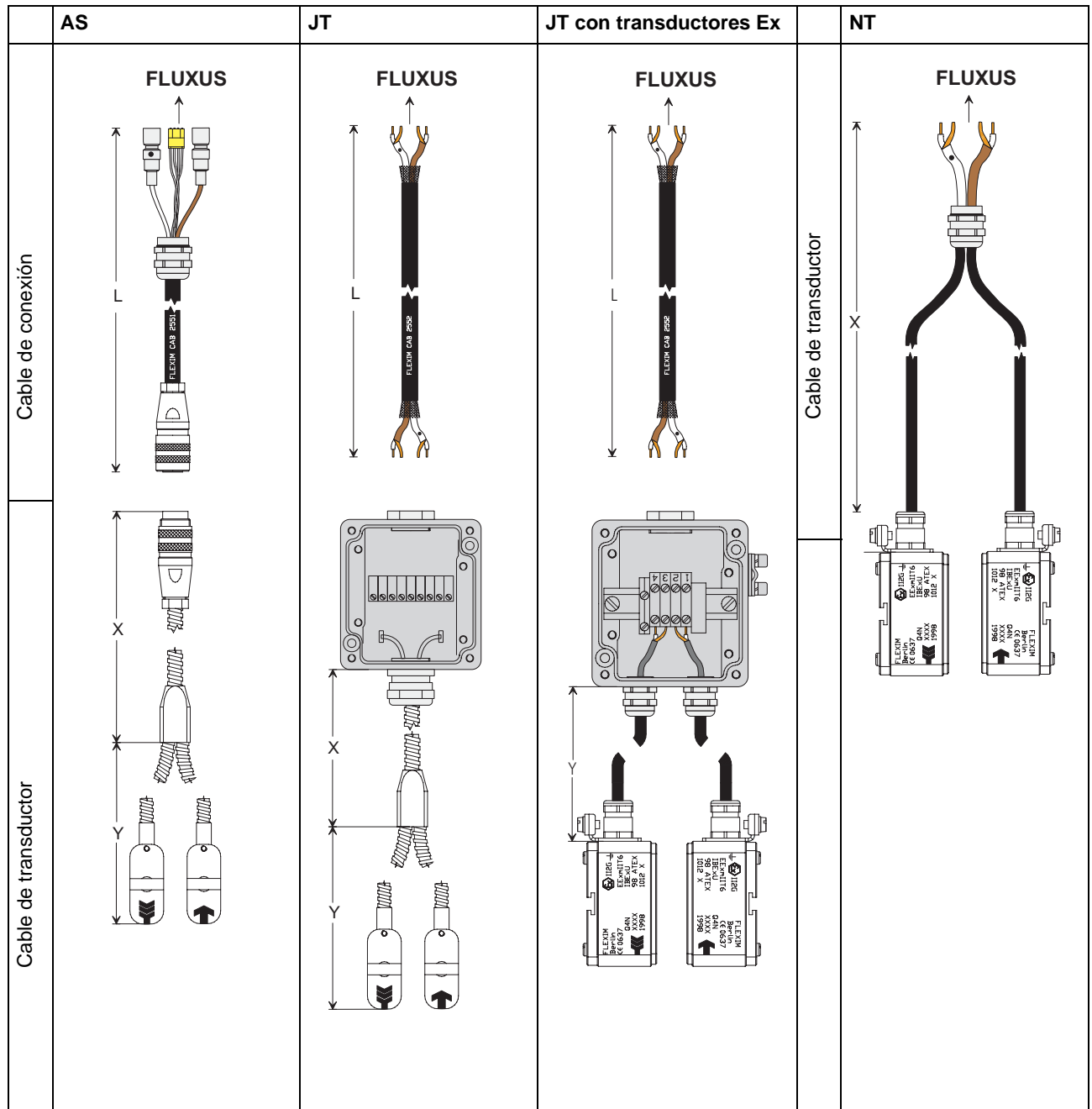
Corriente	
- Rango de medida:	(0/4 ... 20) mA
- Exactitud:	0,1% de la lectura \pm 15 μ A
- Salida activa:	$R_{ext} < 500 \Omega$
- Salida pasiva:	$U_{ext} < 24 V, R_{ext} < 1 k\Omega$
Tensión	
- Rango de medida:	(0 ... 1) V ó (0 ... 10) V
- Exactitud:	0 ... 1 V: 0,1% de la lectura \pm 1 mV 0 ... 10 V: 0,1% de la lectura \pm 10 mV
- Resistencia interna:	$R_i = 500 \Omega$
Frecuencia	
- Rango de medida:	0 ... 1 kHz ó 0 ... 10 kHz
- Colector abierto:	24 V/4 mA
Binarias	
- Colector abierto:	24 V/4 mA
- Contacto reed:	48 V/0,1 A
- Funciones como salida de estado:	valor límite, cambio de signo algebraico o error
- Propiedades de la salida de pulsos:	valor pulso: (0,01 ... 1000) unid. ancho: (1 ... 1000) ms

Entradas (opcional)

- Todas las entradas galvánicamente aisladas de la electrónica principal.
- Se pueden instalar como máximo 4 entradas.

Temperatura	
- Tipo:	Pt 100, circuito de cuatro hilos
- Rango de medida:	-50°C ... 400°C
- Resolución:	0,1K
- Exactitud:	\pm (0,2K + 0,1% de la lectura)
Corriente	
- Rango de medida:	activa: (0 ... 20) mA pasiva: (-20 ... 20) mA
- Exactitud:	0,1% de la lectura \pm 10 μ A
- Entrada activa:	$R_i = 50 \Omega$
- Entrada pasiva:	$U_{ext} < 24 V, R_{ext} < 1 k\Omega$
Tensión	
- Rango de medida:	(0...1) V ó (0...10) V
- Exactitud:	0 ... 1 V: 0,1% de la lectura \pm 1 mV 0 ... 10 V: 0,1% de la lectura \pm 10 mV
- Resistencia interna:	$R_i = 1 M\Omega$

Tipos de conexión

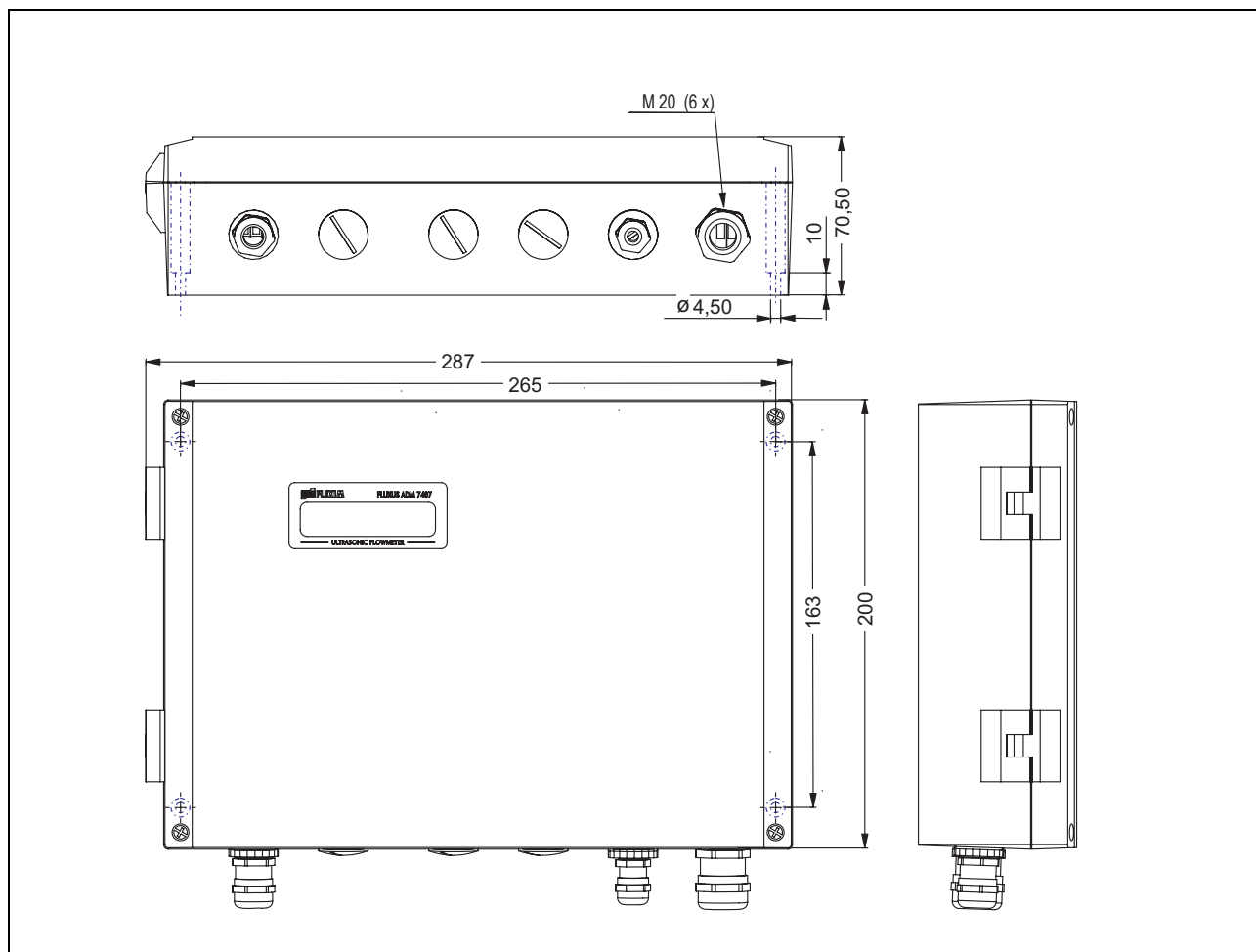


Longitud del cable

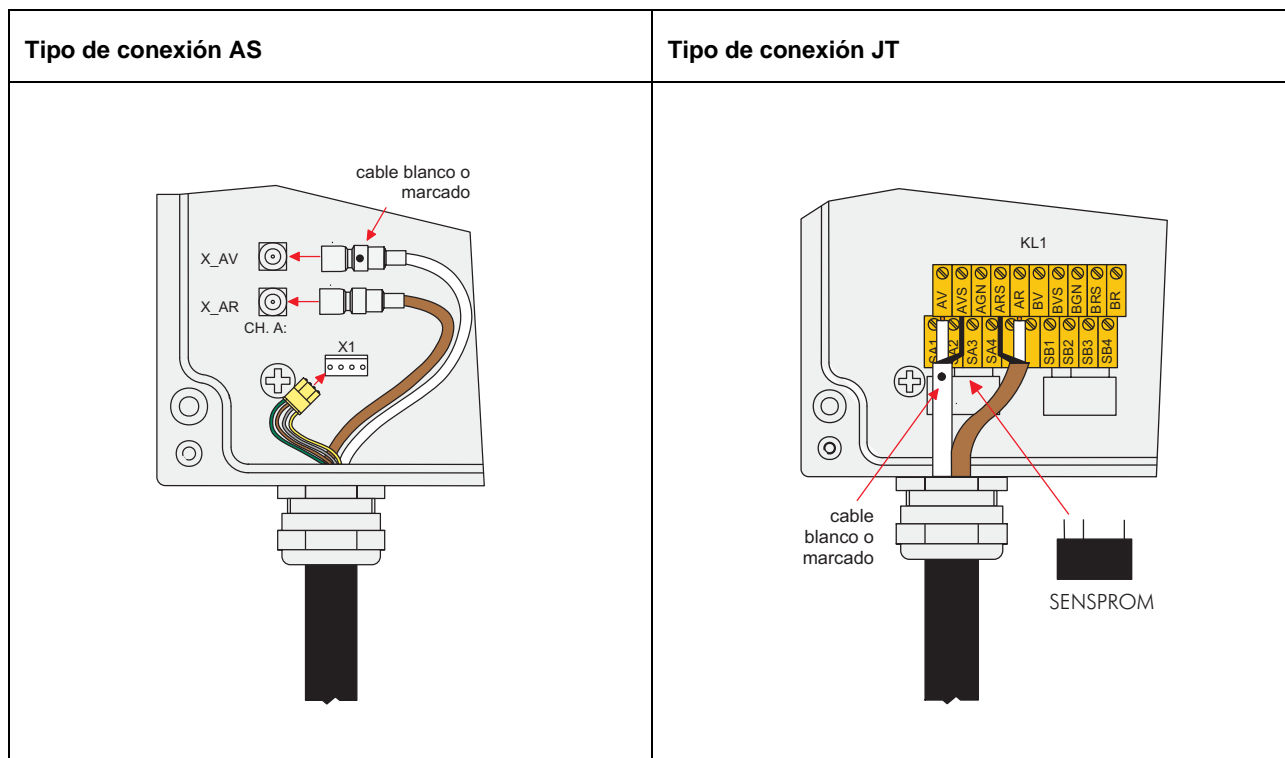
Las longitudes X e Y así como longitud máxima L del cable de conexión se representan como se muestra arriba. Todas las especificaciones en metros.

	Tipo de conexión AS	Tipo de conexión JT
K2	X = 2m; Y = 2,5m, L = 100m (tipo de cable 2551)	X = 2m; Y = 2,5m, L = 300m (tipo de cable 2552)
K4	X = 5m; Y = 7m, L = 100m (tipo de cable 2551)	X = 5m; Y = 7m, L = 300m (tipo de cable 2552)
M2	X = 2m; Y = 2,5m, L = 100m (tipo de cable 2551)	X = 2m; Y = 2,5m, L = 300m (tipo de cable 2552)
M3	X = 5m; Y = 7m, L = 100m (tipo de cable 2551)	X = 5m; Y = 7m, L = 300m (tipo de cable 2552)
M4	-	X = 5m, L = 300m (tipo de cable 2552)
Q3	X = 2m; Y = 1m, L = 50m (tipo de cable 2551)	X = 2m; Y = 1m, L = 90m (tipo de cable 2552)
Q4	-	X = 5m, L = 90m (tipo de cable 2552)
S2	X = 1m; Y = 1m, L = 20m (tipo de cable 2551)	X = 1m; Y = 1m, L = 40m (tipo de cable 2552)

Dimensiones de la envoltura (en mm)



Conexión de los transductores



Lana Sarrate s.a.

P. Manuel Girona, 2
 08034 Barcelona
 Tlf. 932 80 01 01
 Fax 932 80 64 16

URL: www.lanasarrate.es
 e-mail: lanasarrate@lanasarrate.es

LÍNEA-COMPACTA



- Rango de medición de pH 0...12
- Relleno con gel KCl (0% de iones de plata)
- Destilador de sal para mayor tiempo de vida
- Diafragma cerámico ó Diafragma de anillo PTFE (para medios muy sucios o aceitosos)
- Pt 100 integrado opcionalmente
- Rango de presión arriba de 10 bar
- Rango de temperatura : -5°C... +80°C
- Sistema de desecho de Ag/AgCl en cartucho

Las oficinas de KOBOLD existen en los siguientes países:

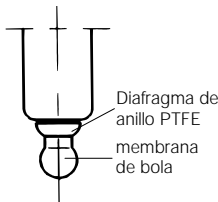
ARGENTINA, AUSTRIA, BELGICA, CANADA, CHINA,
FRANCE, ALEMANIA, INGLATERRA, PAISES BAJOS,
POLONIA, ITALIA, SUIZA, USA, VENEZUELA

KOBOLD Messring GmbH
Nordring 22-24
D-65719 Hofheim/Ts.
☎ (06192) 299-0
Fax (06192) 23398
E-mail: info.de@kobold.com
Internet: www.kobold.com

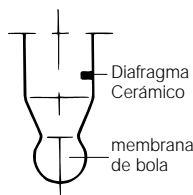
Modelo:
APS-Z

Descripción

El electrodo estándar combinado para medidas generales del pH se llena del gel de KCl (0% iones de plata) y contiene un destilado de sal, que garantiza tiempos más largos de la estabilidad. El sistema de descarga Ag/AgCl se ha diseñado como cartucho. La versión combinada del electrodo con el diafragma de anillo PTFE es especialmente conveniente para condiciones duras de servicio, por ejemplo, servicio en plantas de la clarificación o en medios aceitosos y muy usados. Se puede integrar un sensor de temperatura Pt-100 (versión 13.5 de rosca del conducto principal atornillada). El electrodo puede resistir presiones de hasta 10 bar. Sus dimensiones son 120 x 12 mm (DIN 19263).



Electrodo con Teflón diafragma de anillo

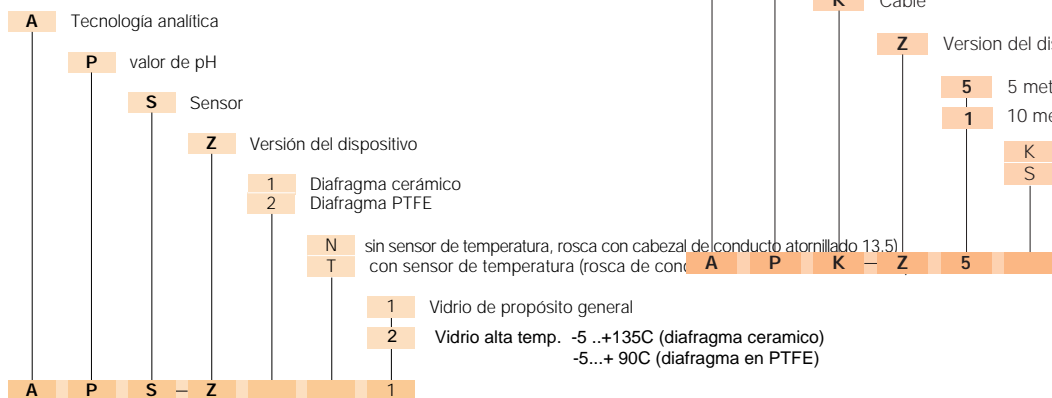


Electrodo con diafragma cerámico

Datos técnicos:

Material: vidrio de propósito general
 Diafragma: cerámica, diámetro 1 mm PTFE, anular
 Valores de pH: pH 0...12
 Rango de Temperatura : -5...+80 °C
 Rango de presión: encima de 10 bar
 Longitud de vástago: 120 mm
 Diámetro: 12 mm
 Cabezal enchufable roscado: conductor roscado 13.5
 Conductividad mínima: 100 µS/cm

Codificación (electrodos combinados)



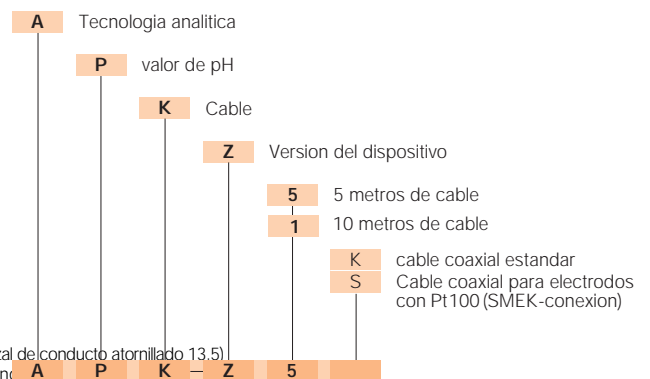
Cables de conexión para electrodos de pH modelo APS-Z

- Para mediciones de pH con un electrodo sin sensor de temperatura, tipo APK-Z...K
 Cable coaxial de bajo ruido
 Diámetro: 5 mm en negro
 Termoestabilidad: -25...+70 °C
 Longitud: 5 metros

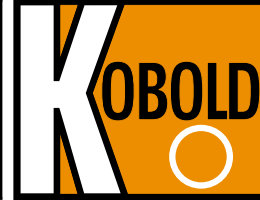


- Para mediciones de pH con un electrodo con sensor de temperatura, tipo APK-Z...S
 Cable coaxial de bajo ruido con cabeza conectora SMEK (3 cables trenzados y revestimiento)
 Diámetro: 5.5 mm en negro
 Termoestabilidad: -25...+80 °C
 Longitud: 5 metros

Codificación (cable)



Termómetros de Resistencia en Línea para Aplicaciones Higiénicas



Medir
•
Monitorear
•
Analizar



- Medición de temperatura confiable libre de zona muerta
- Cumple con CIP/SIP .apropiado para un limpieza en el lugar
- Sin pérdida adicional de presión
- Rangos de medición: -20 a +200°C
- Transmisor de cabezal opcional con salida de 4-20 mA
- Conexiones: rosca de tubo dauby o incluye otras bajo pedido

Las oficinas de KOBOLD se encuentran en los siguientes países:

ARGENTINA, AUSTRIA, BELGICA, CANADA, CHINA, FRANCIA, ALEMANIA, INGLATERRA, PAISES BAJOS, POLONIA, ITALIA, SUIZA, USA, VENEZUELA

KOBOLD Messring GmbH
Nordring 22-24
D-65719 Hofheim/Ts.
☎ (06192) 299-0
Fax (06192) 23398
E-mail: info.de@kobold.com
Internet: www.kobold.com

Modelo:
TWP...

Descripción

Los termómetros de resistencia de línea interna de la resistencia permiten la medición de la temperatura libre de zona muerta en tuberías. La sección transversal anular no genera resistencia adicional de caudal.

Conveniente para la limpieza completa en el lugar (con y sin desechador de conducto). La selección de materiales, de la condición superficial y de la construcción de las conexiones asegura la operación segura para los requisitos de higiene más rigurosos. Las partes húmedas en acero inoxidable pueden ser pulidas eléctricamente como opción.

Además de conexiones de proceso estándares, están disponibles la rosca según DIN11887, la abrazadera según ISO 2852 y otros tipos.

Los sensores de temperatura PT 100 según IEC 751, categoría B, se utilizan como estándar. Además del cabezal de conexión de forma B, estos termómetros de resistencia también se pueden equipar con una cubierta de campo hecha de acero inoxidable.

Los termómetros de resistencia de línea interna están disponibles con un transmisor opcional.

Detalles Técnicos

Protección:	Cabezal de forma B IP 65 Cubierta de campo IP 67
Sensor:	1 x Pt 100, categoría B 2 x Pt 100, categoría B
Temperatura ambiente:	-25 a +80°C
Rango de medición:	-20 a +200°C
Material:	
conexión A DIN 11887:	1.4571
abrazadera ISO 2852:	1.4404
Cuerpo:	Libre de silicona
Opcional:	Partes húmedas de Ac. Inox. Pulido eléctrico

Transmisor

Salida:	4–20 mA
Alimentación:	6.5–32 VDC
Rango de medición min./máx.:	-20 a +200°C
Alcance de medición mínima:	50 K

Transmisor

Los termómetros de resistencia con transmisor se utilizan para transmitir señales de medidas libres de ruido a largas distancias. El transmisor de dos hilos se encapsula en la resina de epoxica y se sitúa en el cabezal de conexión; da una señal de salida lineal de la temperatura de 4-20 mA.

Aplicaciones

Los termómetros de resistencia son particularmente adecuadas para medir temperatura en medios líquidos y gaseosos. Donde se requiera estrictas condiciones de higiene. Las áreas de aplicación incluyen el procesamiento de alimentos líquidos y bebidas, procesamiento y transporte de leche y productos lácteos, producción de productos farmacéuticos y cosméticos, la producción, preparación y distribución de pinturas y productos relacionados así como en todas las áreas donde la calidad de los productos debe ser asegurada.

Termómetros de Resistencia en Línea

Cabezal de forma B

Cubierta de campo



Termómetros de Resistencia en Línea

conector DIN 11887, partes húmedas 1.4571

Número del modelo	Conexión	Sensor	Cable	Cabezal	Opcional
TWP MA4D15..	DN 15	..1.. = 1x Pt100	..2.. = 2-hilos	..B.. = forma B	..O= sin
TWP MA4D25..	DN 25	..2.. = 2x Pt100	..4.. = 4-hilos	..T.. = forma B	..P= medido
TWP MA4D32..	DN 32			..G =Cub de Camp	medio
TWP MA4D40..	DN 40			..H =Cub de Camp	partes húmedas
TWP MA4D50..	DN 50			con transductor	electropulido
TWP MA4D65..	DN 65			para montaje superior	
TWP MA4D80..	DN 80				

*Por favor especificar el rango de medida cuando se ordene

Dimensión del diagrama Forma B

Cubierta de campo

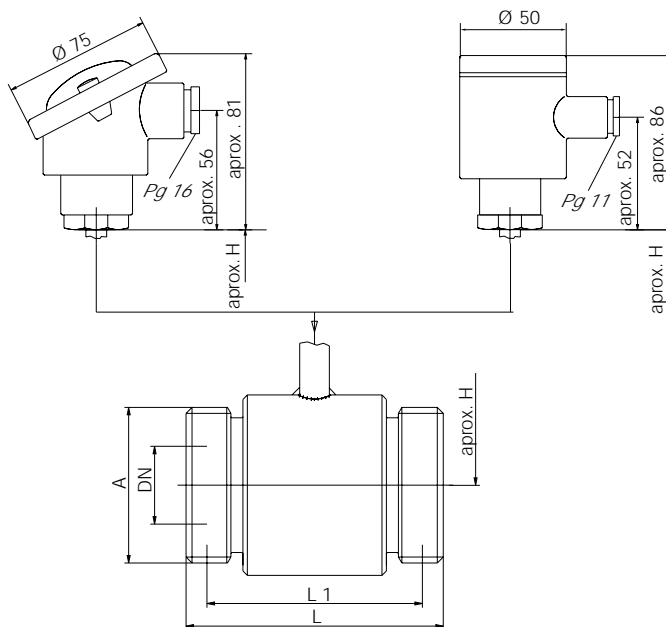


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)

Conexión A con rosca DIN 11887	DN	A	L	L1	aprox. H
TWP MA4D15..	15	Rd 34 x 3/8"	80	72	60
TWP MA4D25..	25	Rd 52 x 1/6"	86	72	70
TWP MA4D32..	32	Rd 58 x 1/6"	86	72	80
TWP MA4D40..	40	Rd 65 x 1/6"	86	72	80
TWP MA4D50..	50	Rd 78 x 1/6"	86	72	85
TWP MA4D65..	65	Rd 95 x 1/6"	90	74	90
TWP MA4D80..	80	Rd 110 x 1/4"	100	84	105

Termómetros de Resistencia en Línea

Abrazadera ISO 2852, partes húmedas 1.4404

Número del modelo	Conexión	Sensor	Cable	Cabezal	Opcional
TWP LA8D15..	DN 1/2"	..1.. = 1x Pt100	..2.. = 2-hilos	..B.. = forma B	..O= sin
TWP LA8D20..	DN 3/4"	..2.. = 2x Pt100	..4.. = 4-hilos	..T.. = forma B	..P=partes húmedas
TWP LA8D25..	DN 1"			..G = Cub de campo	electropulido
TWP LA8D40..	DN 1 1/2"			..H = Cub de campo	
TWP LA8D50..	DN 2"			con transductor	
TWP LA8D65..	DN 2 1/2"			para montaje superior	

*Por favor especificar el rango de medida cuando se ordene

Dimensión del diagrama Forma B

Cubierta de campo

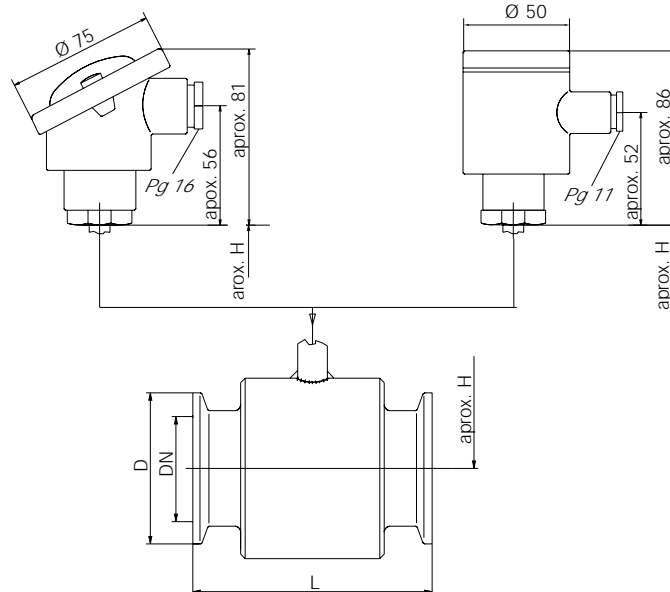


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)

Abrazadera ISO 2852	DN	D Ø	L	L1	aprox. H
TWP LA8D15..	1/2"	25	73	-	60
TWP LA8D20..	3/4"	25	73	-	60
TWP LA8D25..	1"	50.5	73	-	70
TWP LA8D40..	1 1/2"	50.5	73	-	70
TWP LA8D50..	2"	64	73	-	80
TWP LA8D65..	2 1/2"	77.5	73	-	85

ANEXO IX. DATOS Y TABLAS.

Tabla. 2.6. Datos de densidad y calor específico en función de la temperatura para Agua . P=1 atm

T (°C)	δ (kg/m ³)	C _p (J/kg °C)
10	999,7	4192,1
15	999,1	4187,1
20	998,2	4181,8
25	997,0	4180,1
30	995,6	4178,4
40	992,2	4178,5
45	990,2	4179,6
50	988,1	4180,6
70	977,8	4189,5
75	974,9	4192,9
75,7	974,5	4193,4
80	971,8	4196,3

Tabla 2.9. Dimensiones de las Conducciones de acero AISI 316, del IC de tubos concéntricos.

Heat Exchange pipe. Pipe dimensions according to ASME B36.10 and B36.19			
Tubo interior		Tubo exterior	
DN	1" _{1/4}	DN	2" _{1/2}
d _{int}	40,55 mm	D _{int}	70,89mm
d _{ext}	42,20 mm	D _{ext}	73,00 mm
t	1,65 mm	t	2,11 mm

**DIMENSIONES Y PESOS DE LOS TUBOS
SEGUN NORMAS ASME
B36.10 y B36.19**



**PIPES DIMENSIONS AND WEIGHT
ACORDING TO ASME
B36.10 AND B36.19**

NPS	OD mm.	SS	10S	10	20	30	Std. 40S	40	60	XS 80S	80	100	120	140	160	XXS
1/8"	10,29		1,24 <i>0,28</i>				1,73 <i>0,37</i>	1,73 <i>0,37</i>		2,41 <i>0,47</i>	2,41 <i>0,47</i>					
1/4"	13,72		1,65 <i>0,49</i>				2,24 <i>0,64</i>	2,24 <i>0,64</i>		3,02 <i>0,82</i>	3,02 <i>0,82</i>					
3/8"	17,15		1,65 <i>0,63</i>				2,31 <i>0,87</i>	2,31 <i>0,87</i>		3,20 <i>1,12</i>	3,20 <i>1,12</i>					
1/2"	21,3	1,65 <i>0,81</i>	2,11 <i>1,02</i>	2,11 <i>1,02</i>			2,77 <i>1,29</i>	2,77 <i>1,29</i>		3,73 <i>1,64</i>	3,73 <i>1,64</i>				4,75 <i>1,97</i>	7,47 <i>2,59</i>
3/4"	26,7	1,65 <i>1,03</i>	2,11 <i>1,30</i>	2,11 <i>1,30</i>			2,87 <i>1,71</i>	2,87 <i>1,71</i>		3,91 <i>2,23</i>	3,91 <i>2,23</i>				5,54 <i>2,93</i>	7,82 <i>3,69</i>
1"	33,4	1,65 <i>1,31</i>	2,77 <i>2,13</i>	2,77 <i>2,13</i>			3,38 <i>2,54</i>	3,38 <i>2,54</i>		4,55 <i>3,29</i>	4,55 <i>3,29</i>				6,35 <i>4,30</i>	9,09 <i>5,53</i>
1 1/4"	42,2	1,65 <i>1,67</i>	2,77 <i>2,73</i>	2,77 <i>2,73</i>			3,56 <i>3,44</i>	3,56 <i>3,44</i>		4,85 <i>4,53</i>	4,85 <i>4,53</i>				6,35 <i>5,69</i>	9,70 <i>7,88</i>
1 1/2"	48,3	1,65 <i>1,93</i>	2,77 <i>3,16</i>	2,77 <i>3,16</i>			3,68 <i>4,11</i>	3,68 <i>4,11</i>		5,08 <i>5,49</i>	5,08 <i>5,49</i>				7,14 <i>7,35</i>	10,16 <i>9,69</i>
2"	60,3	1,65 <i>2,42</i>	2,77 <i>3,99</i>	2,77 <i>3,99</i>			3,91 <i>5,52</i>	3,91 <i>5,52</i>		5,54 <i>7,60</i>	5,54 <i>7,60</i>				8,71 <i>11,26</i>	11,07 <i>13,65</i>
2 1/2"	73,0	2,11 <i>3,75</i>	3,05 <i>5,34</i>	3,05 <i>5,34</i>			5,16 <i>8,77</i>	5,16 <i>8,77</i>		7,01 <i>11,59</i>	7,01 <i>11,59</i>				9,53 <i>15,15</i>	14,02 <i>20,72</i>
3"	88,9	2,11 <i>4,59</i>	3,05 <i>6,56</i>	3,05 <i>6,56</i>			5,49 <i>11,47</i>	5,49 <i>11,47</i>		7,62 <i>15,51</i>	7,62 <i>15,51</i>				11,13 <i>21,67</i>	15,24 <i>28,11</i>
3 1/2"	101,6	2,11 <i>5,25</i>	3,05 <i>7,53</i>	3,05 <i>7,53</i>			5,74 <i>13,78</i>	5,74 <i>13,78</i>		8,08 <i>18,92</i>	8,08 <i>18,92</i>				16,15 <i>34,56</i>	
4"	114,3	2,11 <i>5,93</i>	3,05 <i>8,50</i>	3,05 <i>8,50</i>			6,02 <i>16,32</i>	6,02 <i>16,32</i>		8,56 <i>22,66</i>	8,56 <i>22,66</i>		11,13 <i>28,75</i>		13,49 <i>34,05</i>	17,12 <i>41,66</i>
5"	141,3	2,77 <i>9,61</i>	3,40 <i>11,74</i>	3,40 <i>11,74</i>			6,55 <i>22,10</i>	6,55 <i>22,10</i>		9,53 <i>31,44</i>	9,53 <i>31,44</i>		12,70 <i>40,90</i>		15,88 <i>49,87</i>	19,05 <i>58,31</i>
6"	168,3	2,77 <i>11,47</i>	3,40 <i>14,04</i>	3,40 <i>14,04</i>			7,11 <i>28,69</i>	7,11 <i>28,69</i>		10,91 <i>43,21</i>	10,91 <i>43,21</i>		14,27 <i>55,03</i>		18,24 <i>68,53</i>	21,95 <i>80,43</i>
8"	219,1	2,77 <i>15,00</i>	3,76 <i>20,27</i>	3,76 <i>20,27</i>	6,35 <i>33,82</i>	7,04 <i>37,38</i>	8,18 <i>43,20</i>	8,18 <i>43,20</i>	10,31 <i>53,90</i>	12,70 <i>65,63</i>	12,70 <i>65,63</i>	15,06 <i>76,93</i>	18,24 <i>91,73</i>	20,62 <i>102,47</i>	23,01 <i>112,97</i>	22,23 <i>109,57</i>
10"	273,1	3,40 <i>22,95</i>	4,19 <i>28,20</i>	4,19 <i>28,20</i>	6,35 <i>42,41</i>	7,80 <i>51,81</i>	9,27 <i>61,22</i>	9,27 <i>61,22</i>	12,70 <i>82,80</i>	12,70 <i>82,80</i>	15,06 <i>97,27</i>	18,24 <i>116,38</i>	21,41 <i>134,90</i>	25,40 <i>157,51</i>	28,58 <i>174,95</i>	25,40 <i>157,51</i>
12"	323,9	3,96 <i>31,72</i>	4,57 <i>36,54</i>	4,57 <i>36,54</i>	6,35 <i>50,48</i>	8,38 <i>66,20</i>	9,53 <i>75,01</i>	10,31 <i>80,94</i>	14,27 <i>110,62</i>	12,70 <i>98,95</i>	14,27 <i>133,88</i>	17,45 <i>162,14</i>	21,41 <i>189,82</i>	25,40 <i>211,31</i>	28,58 <i>242,40</i>	25,40 <i>189,82</i>
14"	355,6	3,96 <i>34,86</i>	4,78 <i>41,99</i>	6,35 <i>55,53</i>	7,92 <i>68,95</i>	9,53 <i>82,58</i>	9,53 <i>82,58</i>	11,13 <i>96,00</i>	15,06 <i>128,42</i>	12,70 <i>109,04</i>	12,70 <i>160,54</i>	19,05 <i>197,74</i>	23,80 <i>227,88</i>	27,76 <i>257,47</i>	31,75 <i>286,04</i>	
16"	406,4	4,19 <i>42,20</i>	4,78 <i>48,07</i>	6,35 <i>63,61</i>	7,92 <i>79,03</i>	9,53 <i>94,70</i>	9,53 <i>94,70</i>	12,70 <i>125,20</i>	16,66 <i>162,59</i>	12,70 <i>125,20</i>	12,70 <i>206,40</i>	21,41 <i>249,34</i>	26,19 <i>290,88</i>	30,94 <i>338,32</i>	36,53 <i>370,74</i>	40,46 <i></i>
18"	457,2	4,19 <i>47,46</i>	4,78 <i>54,15</i>	6,35 <i>71,69</i>	7,92 <i>89,10</i>	11,13 <i>124,32</i>	9,53 <i>106,83</i>	14,27 <i>158,27</i>	19,05 <i>209,00</i>	12,70 <i>141,35</i>	12,70 <i>258,29</i>	23,80 <i>314,54</i>	29,36 <i>369,34</i>	34,93 <i>414,75</i>	39,67 <i>466,67</i>	45,24 <i></i>
20"	508,0	4,78 <i>60,23</i>	5,54 <i>69,70</i>	6,35 <i>79,76</i>	9,53 <i>118,95</i>	12,70 <i>157,51</i>	9,53 <i>118,95</i>	15,06 <i>185,89</i>	20,62 <i>251,65</i>	12,70 <i>157,51</i>	12,70 <i>315,97</i>	26,19 <i>387,41</i>	32,54 <i>448,30</i>	38,10 <i>515,94</i>	44,45 <i>573,31</i>	49,99 <i></i>
24"	609,6	5,54 <i>83,80</i>	6,35 <i>95,92</i>	6,35 <i>95,92</i>	9,53 <i>143,20</i>	14,27 <i>212,72</i>	9,53 <i>143,20</i>	17,45 <i>258,74</i>	24,59 <i>360,21</i>	12,70 <i>189,20</i>	12,70 <i>448,30</i>	30,94 <i>555,76</i>	38,89 <i>649,44</i>	46,02 <i>730,72</i>	52,37 <i>819,70</i>	59,51 <i></i>
26"	660,4				7,92 <i>129,40</i>	12,70 <i>205,97</i>	9,53 <i>155,32</i>			12,70 <i>205,97</i>						
28"	711,2				7,92 <i>139,47</i>	12,70 <i>222,13</i>	15,88 <i>276,48</i>	9,53 <i>167,44</i>		12,70 <i>222,13</i>						
30"	762,0	6,35 <i>120,15</i>	7,92 <i>149,55</i>	7,92 <i>149,55</i>	12,70 <i>238,28</i>	15,88 <i>296,68</i>	9,53 <i>179,56</i>			12,70 <i>238,28</i>						
32"	812,8				7,92 <i>159,62</i>	12,70 <i>254,44</i>	15,88 <i>316,88</i>	9,53 <i>191,69</i>	17,48 <i>348,11</i>	12,70 <i>255,44</i>						
34"	863,6				7,92 <i>169,64</i>	12,70 <i>270,50</i>	15,88 <i>336,96</i>	9,53 <i>203,74</i>	17,48 <i>370,22</i>	12,70 <i>270,50</i>						
36"	914,4				7,92 <i>179,77</i>	12,70 <i>286,75</i>	15,88 <i>357,28</i>	9,53 <i>215,93</i>	19,05 <i>427,09</i>	12,70 <i>286,75</i>						

Los números en negro indican espesores / Black numbers indicates wall thickness
Los números en rojo indican el peso Kg/m / Red numbers indicates weight in Kg/m

Cuadro.2.1. Composición Química (%) de los Aceros (continúa).

AISI	Werkstoff No.	C Max	CHEMICAL COMPOSITION %													Others	
			Ni	Cr	Fe	Ti	Mo	Cu	Co	Al	Si	Mn	S Max	P Max			
AISI 304	1.4301	0,08	8-11	18-20	Rest							<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
AISI 304 L	1.4306	0,03	8-11	18-20	Rest							<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
AISI 316	1.4401	0,08	11-14	16-18	Rest		2-3					<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
AISI 316 L	1.4404	0,03	11-14	16-18	Rest		2-3					<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
AISI 316 Ti	1.4571	0,08	11-14	16-18	Rest	>-5xC <=-0.60	2-3					<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
AISI 321	1.4541	0,08	9-13	17-20	Rest	>=5xC <=-0.60						<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
AISI 347	1.4550	0,15	9-13	17-20	Rest							<=0.75	<=2.00	0,03	0,04	Nb + Ta e 10 x C d 1,0	
AISI 309	1.4828	0,15	12-15	22-24	Rest							<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
AISI 310	1.4841	0,15	19-22	24-26	Rest							<=0.75	<=2.00	0,03	0,04		
Alloy 904 L	1.4539	0,020	23-28	20-21			4-5	1-2			1,00	2,00	0,035	0,045			N : 0,05-0,10
Monel 400	2.4360/61	0,30	>=63		<=2.5			28-34		<=0,50	<=0,50	<=2,00	0,02				
Incoloy 825	2.4858	0,05	38-46	19 ⁵ -23 ⁵	Rest	0,6-1,2	2 ⁵ - 3 ⁵	1,5-3,0				<=0,50	<=1,0				
Hastelloy C	2.4819	0,08	Resto	14 ⁵ -16 ⁵	4-7		15-17		<=2 ⁵		<=1,0	<=1,0	0,03	0,04	WO = 3-4		
Incoloy 800	1.4876	0,1	30-34	19-22	Rest			<=0,5				<=1,0	<=1,5	0,03			
Inconel 625	2.4856	0,1	Resto	20-23	Max 5,0	<=0,40	8-10		<=1,0	<=0,40	<=0,5	<=0,5	0,015			Nb + Ta 3,15 ⁵ 4,15	

Cuadro.2.1. Composición Química (%) de los Aceros (fin).

MECHANICS PROPERTIES				304H, 316L, 321H and 347H grades, are about their chemist composition equals to 304, 316, 321 y 347, with the exception that the Carbon content it's around 0,04 and 0,10 %. (A) A.S.T.M. A312
Tensile Strength Mpa-min.	Yield Strength Mpa-min.	Elongation % Min.	Hardness (HB) Max.	
515	205	35	183	Satisfactory resistance in fresh waters and Atmosphere. Very good mecanical work in too very low temperatures
485	170	35	183	Excellent resistance to corrosion of nitrics acids 36 B and sulfonitrics mixtures up to 70 C. His low Carbon content avoid heat treatments after welding.
515	205	35	217	Resists 36 B nitrics acids and phosphoric acids below 70 C.
485	170	35	217	Resistance to corrosion it's higher than AISI - 316. His low Carbon content avoid heat treatments after welding.
515	205	35	217	Resists 36 B nitrics acids and phosphoric acids below 70 C. Stabilized with Titanium wich avoids heat treatments after welding.
515	205	35	183	Resists too enough the oxidation and corrosion. In certain circumstances it could work like refractory steel.
515	205	35	201	Same properties than AISI - 321 but stabilized with Niobio.
515	205	35	217	Stainless 309 offers a better corrosion resistance than the type 304 because of higher percentages of nickel and chromium. This alloy has been used for furnace parts, high temperature containers, weld wire, and fire box sheets.
515	205	35	217	Chromium-nickel steel with excellent oxidation resistance to carburizing and reducing environments. Stainless 310 has excellent resistance to drawing and tempering salts, neutral salts, cyaniding salts, and high-speed salts.
490	200	35	293	High resistance to pitting, stress-corrosion cracking and intercrystalline corrosion. Excellent resistance to moderately aggressive reducing acids.
482	192	35	270	This material is noted for its toughness over a considerable range of temperatures, and has excellent resistance to many corrosive environments. Monel 400 can be hardened only by cold-working.
586	240	40	270	Great resistance to many corrosive environments, such as pitting, crevice corrosion, intergranular corrosion, and stress corrosion cracking. Has good mechanical properties from moderately to high temperatures.
689	315	20	270	Very good resistance to corrosion in boiled chlorhidric acids and wet chlorhidric gas.
515	205	30	220	Good strength and excellent resistance to oxidation and carburization. The alloy maintains stable structure during exposure to high temperature.
827	415	30	190	It has high strength and toughness in the temperature range cryogenic to 2000°F (1093°C) which is derived largely from the solid solution effects of the refractory metals, columbium and molybdenum, in a nickel-chromium matrix.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento 1. Memoria: B. Memoria de Cálculo.

Cuadro 2.2. Presiones de Servicio Máximo Admisible (bar), según DN (continúa).

Temperatura Temperature	(B) Variedades Type	(A) Limite Max. trabajo Max. Work. Limit	1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"		2 1/2"			
			Sch.		Sch.		Sch.		Sch.		Sch.		Sch.		Sch.			
			5S	10S	5S	10S	5S	10S	5S	10S	5S	10S	5S	10S	5S	10S	5S	10S
C°	AISI	h/bar																
-29° a + 38°	304 321-347 316 (2)	10,840 10,840 10,840	155	202	122	158	97	167	76	130	66	113	53	90	56	81		
-29° to +38°	304 321-347 316 (2)	9,590 10,840 10,840	137	178	108	140	85	147	67	115	58	100	46	79	49	72		
93°	304 321-347 316 (2)	8,640 9,790 10,300	124	161	97	126	77	133	60	104	53	90	42	71	44	65		
149°	304 321-347 316 (2)	7,860 9,080 10,100	112	164	88	115	70	121	55	94	48	82	38	65	40	59		
204°	304 321-347 316 (2)	7,180 8,740 9,890	103	133	81	105	64	110	50	86	44	75	35	59	37	54		
260°	304 321-347 316 (2)	6,670 8,605 9,860	95	124	75	97	59	102	47	80	40	69	32	55	34	50		
316°	304 321-347 316 (2)	6,440 8,570 9,825	92	120	72	94	57	99	45	77	39	67	31	53	33	48		
343°	304 321-347 316 (2)	6,230 8,540 9,790	89	116	70	91	55	96	43	75	38	65	30	51	32	47		
371°	304 321-347 316 (2)	5,995 8,470 9,725	86	111	67	87	53	92	42	72	36	62	29	49	31	45		
399°	304 321-347 316 (2)	5,760 8,370 9,655	82	107	65	84	51	88	40	69	35	60	28	47	29	43		
427°	304 321-347 316 (2)	5,590 8,230 9,485	137	104	63	81	50	86	39	67	34	58	27	46	28	42		
454°	304 321-347 316 (2)	5,420 8,130 9,215	77	101	61	79	48	83	38	65	33	56	26	45	28	40		
482°	304 321-347 316 (2)	5,250 7,895 8,675	75	97	59	76	47	80	37	63	32	54	25	43	27	39		
510°	304 321-347 316 (2)	5,080 7,790 8,065	72	94	57	74	45	78	35	61	31	53	24	42	26	38		
538°	304 321-347 316 (2)	4,880 7,520 7,050	70	91	55	71	43	75	34	58	29	51	23	40	25	36		
566°	304 321-347 316 (2)	4,335 7,180 5,995	68	91	49	64	39	67	30	52	26	45	21	36	21	32		
593°	304 321-347 316 (2)	3,320 4,605 4,880	55	76	38	50	30	53	23	41	20	35	16	28	15	25		
621°	304 321-347 316 (2)	2,575 2,880 3,930	43	59	30	39	23	41	18	32	16	27	12	22	12	19		
649°(C)	304 321-347 316 (2)	1,865 2,065 3,050	31	42	21	28	17	30	13	23	11	20	9	15	8	14		
677°(C)	304 321-347 316 (2)	1,420 1,560 2,305	23	32	16	21	13	23	10	17	8	15	7	12	6	11		
704°(C)	304 321-347 316 (2)	1,050 1,150 1,725	17	24	12	16	9	17	7	13	6	11	5	9	5	8		
732°(C)	304 321-347 316 (2)	0,815 0,880 1,355	13	18	9	12	7	13	5	10	5	8	4	7	3	6		
760°(C)	304 321-347 316 (2)	0,575 0,675 1,050	9	13	6	8	5	9	4	7	3	6	2	4	2	4		
788°(C)	304 321-347 316 (2)	0,440 0,575 0,880	7	10	5	6	4	7	3	5	2	4	2	3	2	3		
816°(C)	304 321-347 316 (2)	0,575 0,575 0,880	9	13	6	8	5	9	4	7	3	6	2	4	2	4		
			14	20	10	13	8	14	6	11	5	9	4	9	4	6		

Los espesores de pared vienen expresados en función del número de lista o Schedule, de acuerdo con la ASA.

De acuerdo con la ASA antes del número de lista se utilizan los términos de:

- Peso Estándar : S
- Extrafuerte : XS
- Doble Extrafuerte : XXS

Los cuales indican los espesores de pared de la tubería.

Comúnmente para tamaños de 10" y menores, se utiliza el número de lista para designar las tuberías.

En tamaños de 10" y mayores se utiliza el espesor de pared.

Tabla 2.19. Dimensiones normalizadas para tuberías de PVC Sh40. ASTM

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de Pared		Presión a 23 °C		Peso Aprox. kg/m
	(pulg.) (O.D.)	(mm)	(pulg.) (I.D.)	(mm)	(pulg.) (T)	(mm)	(psi)	(kg/cm ²)	
1/2"	0.840	21.3	0.609	15.5	0.109	2.8	600	42.0	0.24
3/4"	1.050	26.7	0.810	20.6	0.113	2.9	480	33.6	0.32
1"	1.315	33.4	1.033	26.2	0.133	3.4	450	31.5	0.47
1 1/4"	1.660	42.2	1.363	34.6	0.140	3.6	370	25.9	0.63
1 1/2"	1.900	48.3	1.593	40.5	0.145	3.7	330	23.1	0.76
2"	2.375	60.3	2.049	52.0	0.154	3.9	280	19.6	1.01
2 1/2"	2.875	73.0	2.445	62.1	0.203	5.2	300	21.0	1.60
3"	3.500	88.9	3.042	77.3	0.216	5.5	260	18.2	2.10
4"	4.500	114.3	3.998	101.5	0.237	6.0	220	15.4	2.98
6"	6.625	168.3	6.031	153.2	0.280	7.1	180	12.6	5.26
8"	8.625	219.1	7.942	201.7	0.322	8.2	160	11.2	7.89
10"	10.750	273.1	9.976	253.4	0.365	9.3	140	9.8	11.20
12"	12.750	323.9	11.889	302.0	0.406	10.3	130	9.1	14.80
14"	14.000	355.6	13.073	332.1	0.437	11.1	130	9.1	17.56
16"	16.000	406.4	14.940	379.5	0.500	12.7	130	9.1	22.93
18"	18.000	457.2	16.809	426.9	0.562	14.3	130	9.1	29.91
20"	20.000	508.0	18.743	476.1	0.593	15.1	120	8.4	35.13
24"	24.000	609.6	22.544	572.6	0.687	17.4	120	8.4	48.89

Advertencia: No utilice Aire o Gas comprimido para hacer pruebas en productos o sistemas compuestos por Tuberías Termoplásticas, y no utilice dispositivos impulsados con aire o gas comprimido para depurar dichos sistemas, estas prácticas podrían producir la fragmentación explosiva de las tuberías del sistema o sus componentes y causar lesiones personales serias o fatales.

Tabla 2.11. Composición y Propiedades del Biogás.

Componente	Porcentaje (%)
Metano	60-80
Gas Carbónico	30-40
Hidrógeno	5-10
Nitrógeno	1-2
Monóxido de Carbono	0-1,5
Oxígeno	0,1
Ácido Sulfhídrico	0-1
Vapor de Agua	0,3

Características del Biogas	
Densidad(δ)	1,09kg/m ³
Solubilidad en H ₂ O	Baja
P _c	673,1 Psi
T _c	82,5°C
Poder Calorífico	22400 kJ/m ³

Gráfico 2.1. Diagrama de Moody para la rugosidad relativa.

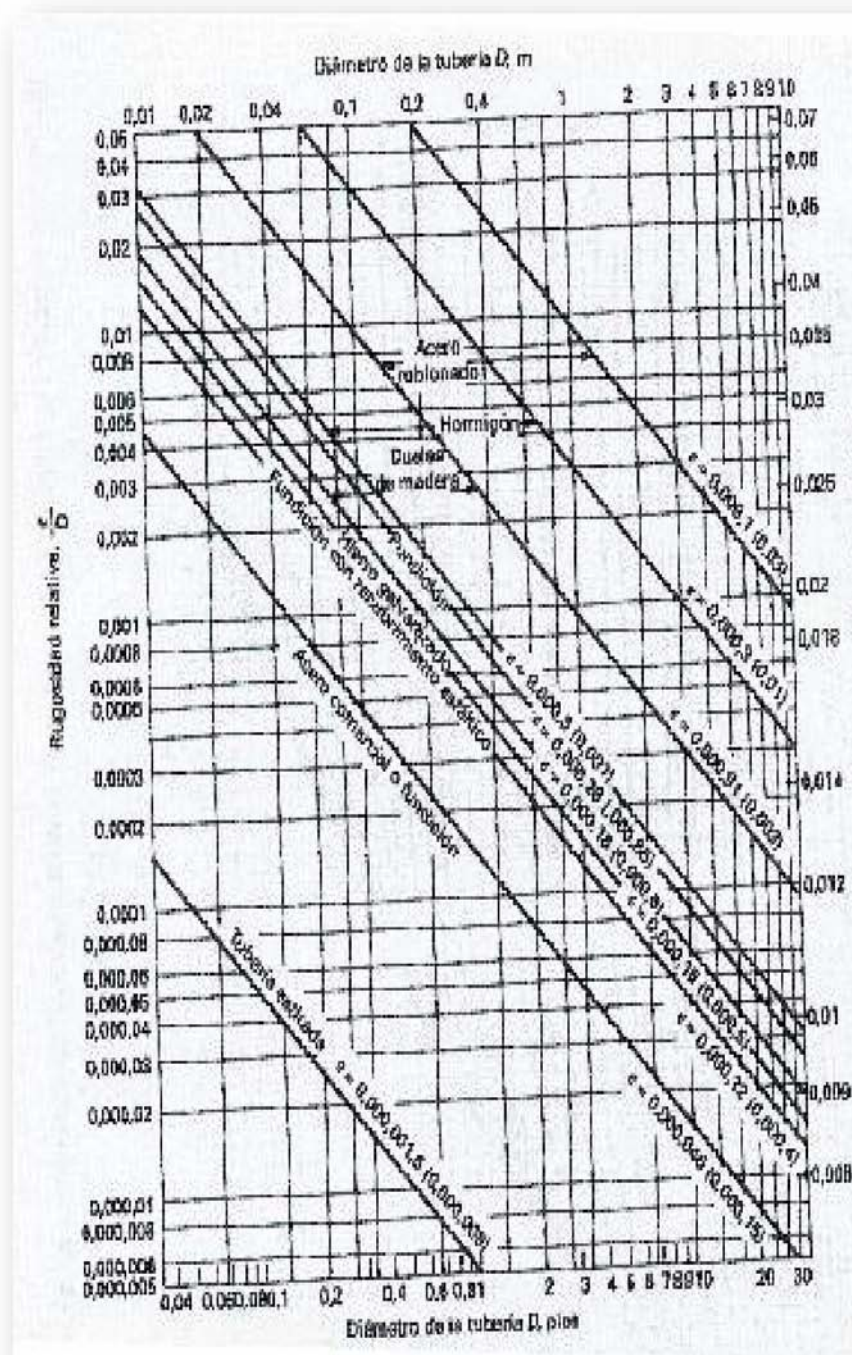


Gráfico. 2.2. Gráfica de Moody para el coeficiente de rozamiento (f).

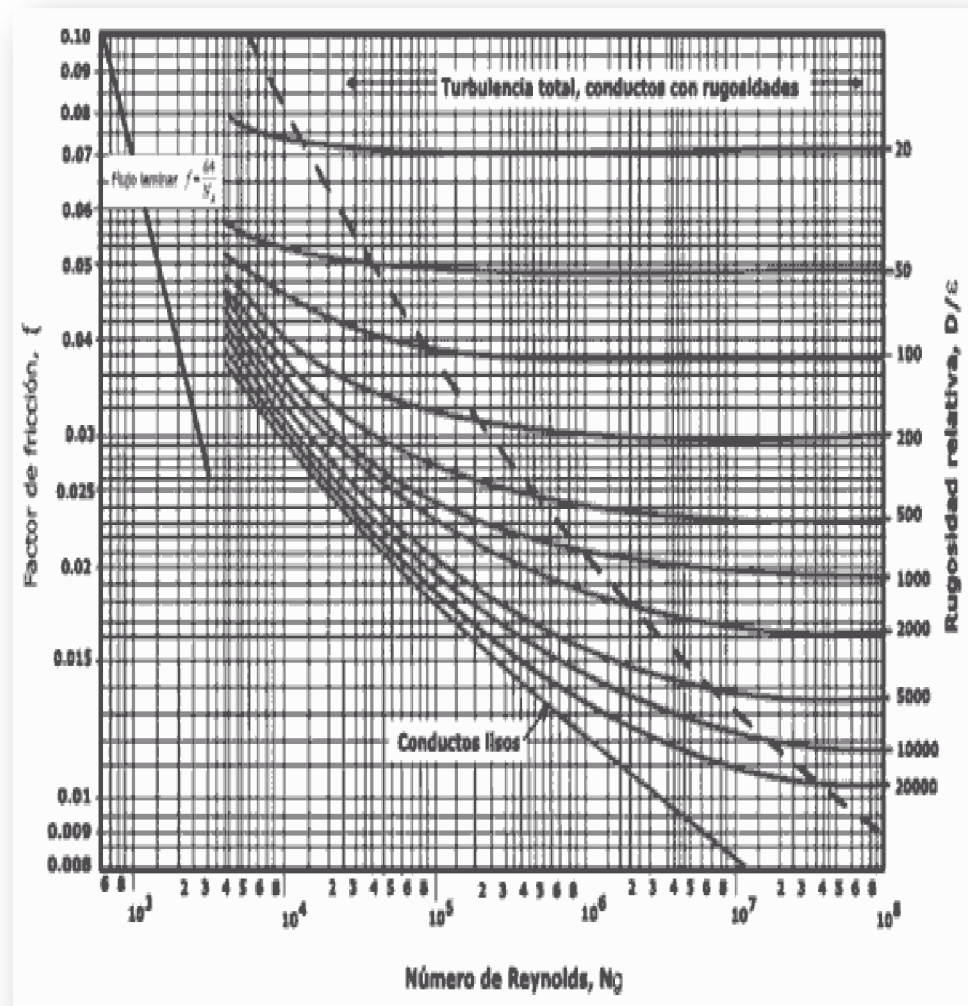
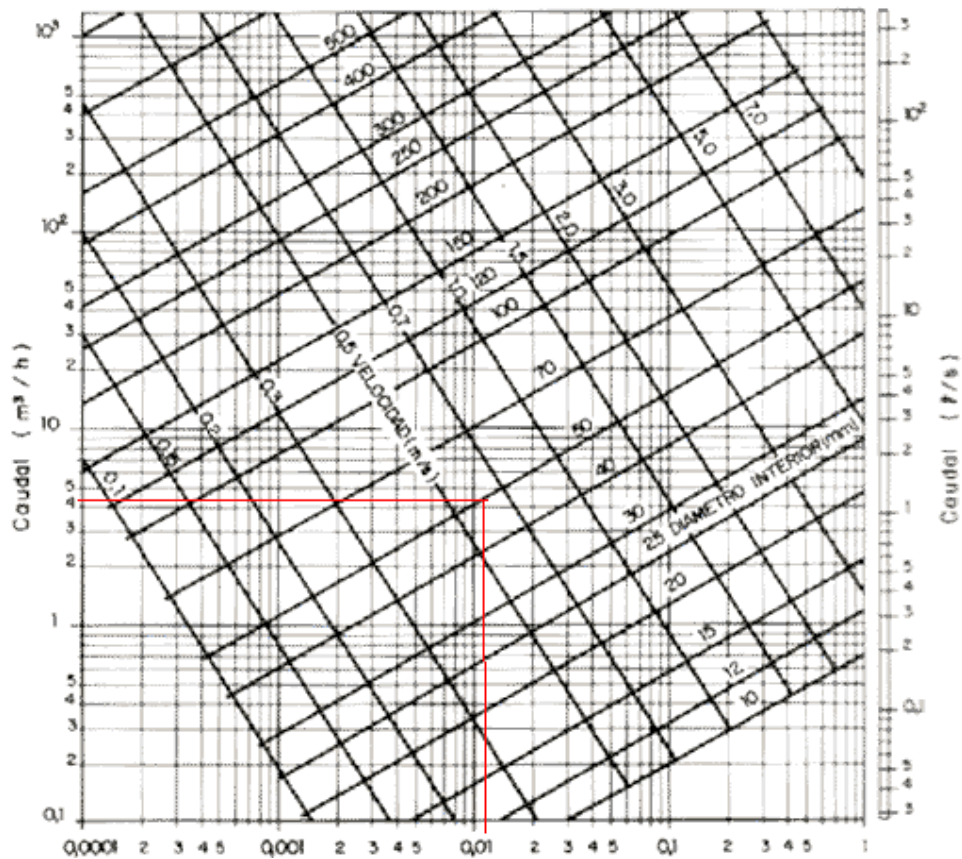


Gráfico 2.3. Diagrama para el cálculo de pérdidas de carga para condiciones de PVC, plástico y polietileno en función del diámetro interior de tubería, velocidad de flujo y caudal circulante.



“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Gráfico. 2.4. Ábaco para el cálculo de las L_{Eqv} de accesorios en función del Diámetro interior de la conducción.

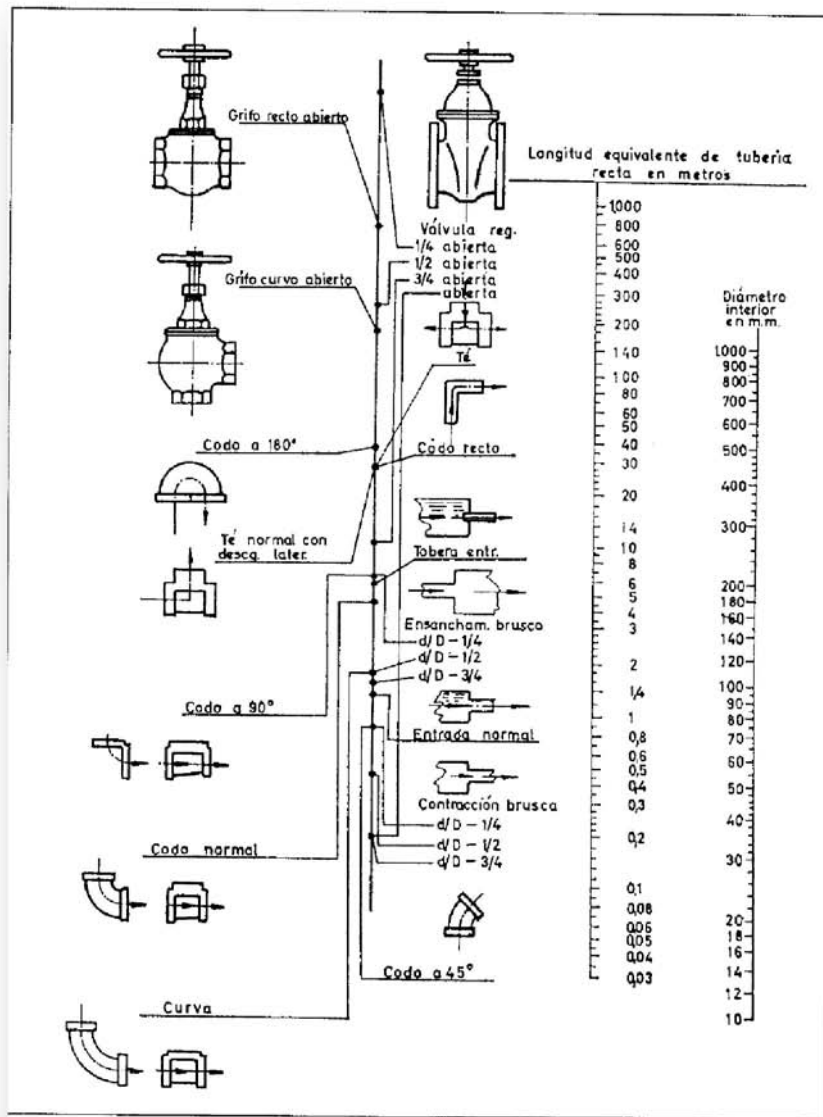


FIGURA 3 - Pérdida de carga equivalente en válvulas y accesorios (Tomado como ejemplo de Bombas Ideal, 1.974)

Tabla 2. 20. Velocidades máximas en conducciones.

Material	Velocidad (m/s)
Concreto simple	3.00
Concreto reforzado	3.50
Concreto presforzado	3.50
Acero	5.00
Acero galvanizado	5.00
Asbesto cemento	5.00
Fierro fundido	5.00
Hierro dúctil	5.00
Polietileno de alta densidad	5.00
P.V.C (cloruro de polivinilo)	5.00

Documento N°2.

PRESUPUESTO.

ÍNDICE.

PRESUPUESTO.

Capítulo I. INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo II.PRESUPUESTOS PARCIALES.	
2.0. Sistema de Homogeneización.....	2
2.1. Tamiz de Disco Rotativo.....	2
2.2. Acondicionamiento Térmico.....	3
2.3. Digestión Anaerobia.....	3
2.4. Línea de Biogás.....	4
2.5. Conducciones, Accesorios e Instrumentación.....	4
Capítulo III. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL	
(P.E.M).	5
Capítulo IV. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	
(P.E.C).....	6
Capítulo V.EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PLANTA.....	7

CAPÍTULO I. Introducción.

El objeto de este Documento es recoger el Presupuesto general de ejecución del proyecto “Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes líquidos provenientes de los procesos de elaboración, envejecimiento y embotellado de vino en una Bodega situada en Sanlúcar de Barrameda”, teniendo en cuenta equipos e instalaciones.

Para la elaboración del presupuesto habrá que determinar el Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M). Éste incluye el precio de los equipos y accesorios. A dicho P.E.M se le añade el Beneficio Industrial, los Gastos generales y un 16% de IVA, obteniéndose así el Presupuesto de Ejecución por Contrata (P.E.C).

El valor obtenido refleja el precio real de ejecución del proyecto estimado con un cierto margen de error tanto por exceso como por defecto.

CAPÍTULO II. Presupuestos Parciales.

2.0. Sistema de Homogeneización.

Código	Descripción	Cantidad	Precio (€)
2.0.0	Ud. Tanque de Homogeneización de caudales. Geometría : rectangular. V:.50 m ³ Material : Hormigón. L: 5 m; A: 4m; P: 2,5m	1	9.357,75
2.0.1	Ud. Bomba sumergible. Mod Grundfos 30F. Q: 3,47 m ³ /h H _b : 11,4 m. P(kW):0,6	1	1.332,77
TOTAL.....			10.690,52€

2.1. Tamiz de Disco Rotativo.

Código	Descripción	Cantidad	Precio (€)
2.1.0	Ud. Tamiz muy fino de disco rotativo. Mod TR 2450. Luz de paso:0,25mm. Peso:80 kg. P: 0,18 kW. Material: Acero Inoxidable. AISI 304.	1	9.240,00
TOTAL.....			9.240,00 €

2.2. Acondicionamiento Térmico.

Código	Descripción	Cantidad	Precio (€)
2.2.0	Ud. Intercambiador de Calor Tubos concentricos. Sistema: Contracorriente, Agua-Agua. A: 0,81 m ² . U: 963,14 W/m ² K.	1	7.600,00
2.2.1	Ud. Bomba centrífuga horizontal ModTyfon1 50. Q: 8,3 m ³ /h H _{b,máx} : 11 m. η= 45 % P(kW):0,55	1	1.790,00
TOTAL.....			9.390,00€

2.3. Digestión Anaerobia.

Código	Descripción	Cantidad	Precio (€)
2.3.0	Ud. Digestor Anaerobio, UASB. V: 38,5 m ³ Geometria: cilindrica con fondo cónico. Material: Hormigon recubierto interiormente de pintura epoxi y revestimiento exterior de poliuretano expandido revestido con chapa de acero galvanizado. Separador G-S-L. Placas deflectoras.	1	62.235,00
TOTAL.....			62.235,00 €

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento Nº2. PRESUPUESTO.

2.4. Línea de Biogás.

Código	Descripción	Cantidad	Precio (€)
2.4.0	Ud. Filtro de impurezas. Ud. Trampa fría. Ud. Filtro ác. Sulfhídrico. Ud. Gasómetro doble membrana.	1	25.760,00
2.4.1	Ud. Motor de combustión interna. Perkins Mod 1103C-33T. P: 55 kW. Sistema combustión directa. Refrigerado por agua. Peso: 293 kg.	1	12.600,00
TOTAL.....			38.360,00 €

2.5. Tuberías, accesorios e instrumentación.

Código	Descripción	Cantidad	Precio (€)
2.5.0	Ud. Tuberías (PVC, acero), Codos, válvulas, etc...	1	6.000,00
2.5.1	Ud. Instrumentación.	1	7.500,00
TOTAL.....			13.500,00 €

CAPÍTULO III. Presupuestos de Ejecución Material (P.E.M).

ELEMENTO	COSTE (€)
Sistema de Homogeneización de caudales.....	10.690,5
Tamiz de Disco rotativo.....	9.240,0
Acondicionamiento Térmico.....	9.390,0
Digestor Anaerobio.....	62.235,0
Línea de Biogás.....	38.360,0
Tuberías, Válvulas e Instrumentación.....	13.500,0
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M).....	143.415,5 €

El Presupuesto de Ejecución Material de la planta de depuración anaerobia de efluentes procedentes de la Bodega, asciende a la cantidad de “CIENTO CUARENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS QUINCE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS”.

CAPÍTULO IV. Presupuestos de Ejecución por Contrata (P.E.C).

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA(P.E.C).....191.568,18 €	
Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M)	143.415,5 €
(13%) Gastos generales.....	18.411,32 €
(6%) Beneficio Industrial.....	8.497,53 €
(15%)IVA.....	21.243,83 €

El Presupuesto de Ejecución por Contrata de la planta de depuración anaerobia de efluentes procedentes de la Bodega asciende a la cantidad de “CIENTO NOVENTA Y UN MIL QUINIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS”.

Pto Real, julio de 2008

Fdo: Vanessa Luna Jiménez.

CAPÍTULO V. Evaluación económica de la Planta.

Los principales gastos que tiene la planta son los siguientes:

- **Personal de la Planta.**

- Sueldo operario mantenimiento: 1.200 €/mes.
- Sueldo jefe/a planta: 2.100 €/mes.
- Sueldo técnico/a de laboratorio: 1.500 €/mes.
- Sueldo administrativo: 1.200 €/mes.

Esto hace un total de 72.000€/año en costes de personal.

- **Consumo eléctrico.**

Equipo	Potencia (kW)
Bomba impulsión vertido	0,6
Bomba Impulsión agua calefacción	0,55
Tamiz rotativo	0,18

La potencia total es de $P_T = 1,33$ Kw. Para obtener la potencia absorbida por los equipos consideraremos un factor $\eta = 0,85$. De tal forma que:

$$P_{abs} = 1,33 \text{ kW} * 0,85 * 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 27,13 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$

El coste de la energía eléctrica en España es actualmente de 0,075 €/kwh, de esta forma podemos obtener el gasto en energía eléctrica de nuestra planta.

$$\text{Gasto energía eléctrica} = 27,13 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} * 360 \frac{\text{días}}{\text{año}} * 0,075 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 732,56 \text{ €/año}$$

- **Gestor de Lodos.**

En la planta se generan 5,63 kg biomasa/día, la planta funciona los 365 días del año, por lo que la producción anual de lodos será de 2054,95 kg biomasa/año.

El gestor recoge los lodos sin deshidratar por lo que la tarifa que aplica es de 149 €/Tn de biomasa, con lo cuál el gasto anual destinado a la gestión del lodo es de 306,2 €/año.

Los gastos principales de la planta ascienden a 73.148,60 €/año.

- **Aprovechamiento Subproducto.**

La producción estimada de Biogás es de 79,3 m³/día. El Poder calorífico del biogás es de unos 5.600 kcal/m³. Sabiendo que 1 l de gasoleo equivale a unas 9.000 Kcal, la equivalencia biogás/gasoleo es de 1,60 m³ de biogás / litro de gasoleo, o, lo que es lo mismo, 0,62 litro de gasoleo/m³ biogás.

La producción de biogás al año es de 28.548 m³/año.

En el caso de que no se aprovechara el biogás producido en la digestión anaerobia, el gasoleo debería aportar toda la energía para el funcionamiento del motor, eso es 94.590 kcal cada hora para producir 38,5 kW, es decir, 817.257.600 kcal/año.

Gasto en gasoleo sin aprovechamiento

$$\begin{aligned} &= 817.257.600 \frac{\text{kcal}}{\text{año}} * \frac{1}{9000 \frac{\text{kcal}}{\text{l gasoleo}}} * 0,75 \frac{\text{€}}{\text{l gasoleo}} \\ &= 68.104,8 \text{ €/año} \end{aligned}$$

El gasto en combustible (gasoleo) ascendería a 68.104,8 euros al año.

En este caso el biogás producido es aprovechado, aportando 56.754 kcal/h (60% de las kcal que son necesarias cada hora) durante 7,8 h/día.

De esta forma:

$$\text{Aporte de biogás} = 56.754 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 7,83 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 360 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 159.978.175 \frac{\text{kcal}}{\text{año}}$$

Este aporte supone:

Gasto en gasoleo con aprovechamiento

$$\begin{aligned} &= 657.279.425 \frac{\text{kcal}}{\text{año}} * \frac{1}{9000 \frac{\text{kcal}}{\text{l gasoleo}}} * 0,75 \frac{\text{€}}{\text{l gasoleo}} \\ &= 54.773,28 \text{ €/año} \end{aligned}$$

Documento N°3.

**PLIEGO DE
CONDICIONES.**

ÍNDICE.

PLIEGO DE CONDICIONES.

Capítulo I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERAL. DISPOSICIONES GENERALES.

1.0. Objeto del Pliego.	1
1.1. Documentos del Proyecto.....	1
1.2. Normativa General de Aplicación.	2

Capítulo II. DESARROLLO DEL CONTRATO. CONDICIONES ECONÓMICAS Y LEGALES.

A. Condiciones Legales.

2.0. Definición de las obras y adjudicación.	3
2.1. Retirada de la Documentación de Concurso.	3
2.2. Aclaraciones de los Licitadores.	4
2.3. Presentación de la Documentación de la Oferta.	4
2.4. Condiciones Legales que debe reunir el Contratista para poder ofertar.	6
2.5. Validez de las ofertas.....	7
2.6. Contradicciones y omisiones en la Documentación.....	8
2.7. Planos Provisionales y Definitivos.	8
2.8. Adjudicación del Concurso.	9
2.9. Devolución de los Planos y Documentación.....	9
2.10. Contrato.	10

2.11.Obligaciones del Contratista en materia Social.	11
2.12.Permisos a obtener por la Empresa.	12
2.13.Permisos a obtener por el Contratista.	13
2.14. Asociación de Constructores.....	13
2.15. Subcontratas.	14
2.16.Domicilios y Representaciones.	14

B.Condiciones Económicas.

2.17.Gastos e Impuestos.	15
2.18. Fianza Provisional, definitiva y Fondo de Garantía.	15
2.19. Gastos de carácter general por cuenta del contratista.	16
2.20. Gastos de carácter general por cuenta de la empresa.....	16
2.21. Indemnizaciones por cuenta del contratista.	17
2.22. Partidas para obras accesorias.....	17
2.23. Partidas alzadas.....	17
2.24. Revisión de precios.	18
2.25. Régimen de Intervención.....	18
2.26. Rescisión del Contrato.	19

Capítulo III. DESARROLLO DE LAS OBRAS. CONDICIONES TÉCNICO-ECONÓMICAS.

3.0. Modificaciones del Proyecto.....	20
3.1. Modificaciones de los Planos.....	21
3.2. Replanteo de las Obras.....	22
3.3. Organización de las Obras.....	22

3.4. Condiciones para los materiales.	
3.4.1. Condiciones generales de los materiales.	23
3.4.2. Materiales no especificados.	23
3.4.3. Ensayos.	24
3.5. Condiciones para la Ejecución de las Unidades de Obra.	
3.5.1. Movimientos de tierras.	24
3.5.2. Cimentaciones.	24
3.5.3. Estructuras de hormigón.	25
3.5.4. Control de calidad.	25
3.6. Vigilancia de las Obras.	26
3.7. Utilización de las Instalaciones Auxiliares y Equipos del Contratista.	26
3.8. Empleo de materiales Nuevos o de Demolición, pertenecientes a la Empresa.	27
3.9. Uso anticipado de las Instalaciones Definidas.	27
3.10. Planes de Obra y Montaje.	27
3.11. Plazos de ejecución.	28
3.12. Retención por Retrasos durante la ejecución de las obras. ...	29
3.13. Incumplimiento de los Plazos y Multas.	
3.13.1. Incumplimiento por parte de la Contrata.	29
3.13.2. Incumplimiento por parte de la Empresa.	30
3.14. Supresión de las Multas.	30
3.15. Premios y Primas.	30
3.16. Retrasos ocasionados por la Empresa.	30
3.17. Daños y Ampliación del Plazo en casos de Fuerza Mayor.	31

3.18. Abono de Unidades Incompletas o defectuosas.....	31
3.19. Recepción Provisional de las Obras.....	31
3.20. Plazo de Garantía.....	32
3.21. Recepción definitiva de las Obras.	33
3.22. Liquidación Final de las Obras.....	33

CAPÍTULO I. Pliego de Condiciones Generales.

Disposiciones Generales.

1.0. Objeto del Pliego.

El presente pliego tiene por objeto la ordenación, con carácter general, de las condiciones facultativas y económicas que han de regir en los concursos y contratos destinados a la ejecución de los trabajos de obra civil, siempre que expresamente se haga mención de este pliego en los particulares de cada una de las obras.

En este último supuesto, se entiende que el contratista adjudicatario de la obra se compromete a aceptar íntegramente todas y cada una de las cláusulas del presente Pliego General.

1.1. Documentos del Proyecto.

En general, el Proyecto podrá comprender los siguientes documentos:

- Una Memoria que considerará las necesidades a satisfacer y los factores de carácter general a tener en cuenta. En ella se incluirán unos anexos a la Memoria, en los que se expondrán todos los cálculos realizados, modelos empleados en ellos, simplificaciones de los modelos, así como las suposiciones que se han tenido en cuenta a la hora de efectuar los cálculos pertinentes.
- Los Planos de conjunto y detalle necesarios para que la planta quede perfectamente definida.
- El cuadro de precios, en el que se incluyen precios de la instalación, materias primas, mantenimiento de la instalación, y posibles ingresos de productos.
- El Pliego Particular de Condiciones Técnicas y Económicas, que incluirá la descripción de las obras e instalaciones, especificaciones

de los materiales y elementos constructivos y normas para la ejecución de los trabajos, así como las bases económicas y legales que regirán en esa obra. Las condiciones de este pliego particular serán preceptivas y prevalecerá sobre las del Pliego general en tanto las modifiquen o contradigan.

1.2. Normativa General de Aplicación.

- ✓ Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigente del M.O.P.U.
- ✓ Métodos y Normas de Ensayo del Laboratorio Central del M.O.P.U.
- ✓ Normas básicas (NBE) y Tecnológicas (NTE) de la edificación.
- ✓ Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE) para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- ✓ Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el RD 842/2002 de 2 de agosto, y sus IT complementarias.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✓ RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la obras de construcción.

CAPÍTULO II. Desarrollo del contrato. Condiciones Económicas y Legales.

A. CONDICIONES LEGALES.

2.0. Definición de las obras y adjudicación.

La licitación de la obra se hará por Concurso Restringido, en el que la EMPRESA convocará a las Empresas onstructoras que estime oportuno.

Los concursantes enviarán sus ofertas por triplicado, en sobre cerrado y lacrado, según se indique en la carta de petición de ofertas, a la dirección de la EMPRESA.

No se considerarán válidas las ofertas presentadas que no cumplan los requisitos citados anteriormente, así como los indicados en la Documentación Técnica enviada.

2.1. Retirada de la Documentación de Concurso.

Los Contratistas, por si o a través de sus representantes, podrán retirar dicha documentación de las oficinas de la Empresa cuando ésta no les hubiese sido enviada previamente.

La Empresa, se reserva el derecho de exigir para la retirada de la documentación, un depósito que será reintegrado en su totalidad a los contratistas que no hubiesen resultado adjudicatarios de la obra, previa devolución de dicha documentación.

2.2. Aclaraciones de los Licitadores.

Antes de haber transcurrido la mitad del plazo estipulado en las bases del Concurso, los Contratistas participantes podrán solicitar por escrito a la Empresa las oportunas aclaraciones, en el caso de encontrar discrepancias, errores u omisiones en los Planos, Pliego de Condiciones ó en otros documentos de Concurso, ó si se les presentasen dudas en cuanto a su significado.

La empresa, estudiará las peticiones de aclaración e información recibidas y las contestará mediante una nota que remitirá a todos los presuntos licitadores, si estimase que la aclaración solicitada es de interés general.

Si la importancia y repercusión de la consulta así lo aconsejara, la Empresa podrá prorrogar el plazo de presentación de ofertas, comunicándolo así a todos los interesados.

2.3. Presentación de la Documentación de la Oferta.

La empresas que oferten en el Concurso presentarán obligatoriamente los siguientes documentos, un original y dos copias:

- Cuadro de Precios nº1, consignando en letra y cifra los precios unitarios asignados a cada unidad de obra cuya definición figura en dicho cuadro. Estos precios deberán incluir el % de Gastos generales, Beneficio Industrial y el IVA que facturarán independientemente. En caso de no coincidir las cantidades expresadas en letra y cifra, se considerará como válida la primera. En el caso de que existiese discrepancia entre los precios unitarios de los Cuadros de Precios N° 1 y 2, prevalecerá el del Cuadro nº1.
- Cuadro de Precios nº2, en el que se especificará claramente el desglose de la forma siguiente:
 - ✓ Mano de obra por categorías, expresando el número de horas invertido por categoría y precio horario.

- ✓ Materiales, expresando la cantidad que se precise de cada uno de ellos y su precio unitario.
- ✓ Maquinaria y medios auxiliares, indicando tipo de máquina, número de horas invertido por máquina y precio horario.
- ✓ Transporte, indicando en las unidades que lo precisen el precio por tonelada o kilómetro.
- ✓ Varios y resto de obra que incluirán las partidas directas no comprendidas en los apartados anteriores.
- ✓ Porcentajes de Gastos generales, Beneficio Industrial e IVA.
- Presupuesto de Ejecución Material, obtenido al aplicar los precios unitarios a las mediciones del Proyecto. En caso de discrepancia entre los precios aplicados en el Presupuesto y los cuadros de Precios nº1, obligarán los de este último. Este presupuesto vendrá desglosado, de acuerdo a lo establecido en el artículo 2.1, punto 3, en dos presupuestos: a) Presupuesto de Obra características y b) Presupuestos de la Obra complementarios, que en los sucesivos artículos de este Pliego recibirán esta denominación.

Las nuevas unidades de obra que aparezcan durante la ejecución de la misma con el carácter establecido, se incorporarán previa aplicación de los precios correspondientes, al Presupuesto de Obras Complementarias.

- Presupuesto total, obtenido al incrementar el Presupuesto de Ejecución Material en sus dos apartados con el % de IVA.
- Relación del personal técnico adscrito a la obra y organigrama general del mismo durante el desarrollo de la obra.
- Relación de maquinaria adscrita a la obra, expresando tipo de máquina, características técnicas fundamentales, años de uso de la máquina y estado general; asimismo relación de máquinas de nueva adquisición que se asignarán a la obra de resultar adjudicatario. Cualquier sustitución posterior de la misma debe ser aprobada por la Empresa. Deberá incluirse asimismo un plan de permanencia de toda la maquinaria en obra.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento N°3. PLIEGO DE CONDICIONES.

- Baremos horarios de mano de obra por categorías y de maquinaria para trabajos por administración. Estos precios horarios incluirán el % de Gastos generales y Beneficio Industrial y el IVA, que facturarán independientemente.
- Plan de obra detallado, en el que se desarrollarán en el tiempo las distintas unidades de obra a ejecutar, haciendo mención de los rendimientos medios a obtener.

Las Empresas que oferten en el Concurso, deberán presentar una fianza en euros, como garantía de mantenimiento de la oferta durante el plazo establecido en cada caso, de acuerdo con el ART 9.2. Es potestativo de la Empresa la sustitución de la fianza en metálico por un aval bancario.

Las propuestas económicas y documentación complementaria deberán venir firmadas por el representante legal o apoderado del ofertante quien, a petición de la Empresa, deberá probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

Además de la documentación reseñada anteriormente y que el Contratista deberá presentar con carácter obligatorio, la Empresa podrá exigir en cada caso, cualquier otro tipo de documentación, como pueden ser referencias, relación de obras ejecutadas, balances de la sociedad, etc.

2.4. Condiciones Legales que debe reunir el Contratista para poder ofertar.

- Capacidad para concurrir.

Las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras que se hallen en plena presencia de su capacidad jurídica y de obrar.

No obstante, serán de aplicación a las Empresas extranjeras las normas de ordenación de la industria y las que regulen las inversiones de capital extranjero, así como las que dicte el Gobierno sobre concurrencia de dichas empresas, antes de la licitación de estas obras.

- Documentación justificativa para la admisión previa.
 - ✓ Documento oficial o testimonio notarial del mismo que acredite la personalidad del solicitante.
 - ✓ Documento notarial justificativo de la representación ostentada por el firmante de la propuesta, así como documento oficial acreditativo de su personalidad.
 - ✓ Documento que justifique haber constituido la fianza provisional en las formas que se determinan en el Art 7. del Pliego General de Condiciones.
 - ✓ Carnet de “Empresa con Responsabilidad”.
 - ✓ Documento acreditativo de que el interesado está al corriente en el pago del impuesto inductrial en su modalidad de cuota fija o de Licencia Fiscal, (o compromiso, en su caso, de su matriculación en este, si resultase adjudicatario de las obras).
 - ✓ Documento oficial acreditativo de hallarse al corriente de pago de las cuotas de la Seguridad Social y, concretamente, el de cobertura de riesgo de accidentes de trabajo.

2.5. Validez de las ofertas.

No se considerará válida ninguna oferta que se presente fuera del plazo señalado en la carta de invitación, o anuncio respectivo, o que no conste de todos los documentos que se señalan en el Art 7.

Los concursantes se obligan a mantener la validez de sus ofertas durante un periodo mínimo de 90 días a partir de la fecha tope de recepción de ofertas, salvo en la documentación de petición de ofertas se especifique otro plazo.

2.6. Contradicciones y omisiones en la Documentación.

Lo mencionado en el Pliego General de Condiciones de cada obra y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y alguno de los mencionados Pliegos de condiciones, prevalecerá lo escrito en estos últimos.

Las omisiones en los Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que deban ser subsanadas para que pueda llevarse a cabo el espíritu o intención expuesto en los Planos y Pliegos de Condiciones o que, por uso y costumbres, deban ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubiera sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones.

2.7. Planos Provisionales y Definitivos.

Con el fin de poder acelerar los trámites de licitación y adjudicación de las obras y consecuente iniciación de las mismas, la Empresa, podrá facilitar a los contratistas, para el estudio de su oferta, documentación con carácter provisional. En tal caso, los planos que figuren en dicha documentación no serán válidos para construcción, sino que únicamente tendrán el carácter de informativos y servirán para formar ideas de los elementos que componen la obra, así como para obtener las mediciones aproximadas y permitir el estudio de los precios que sirven de base para el presupuesto de la oferta. Este carácter de planos de información se hará constar expresamente y en ningún caso podrán utilizarse dichos planos para la ejecución de ninguna parte de la obra.

Los planos definitivos se entregarán al Contratista con antelación suficiente a fin de no retrasar la preparación y ejecución de los trabajos.

2.8. Adjudicación del Concurso.

La Empresa procederá a la apertura de las propuestas presentadas por los licitadores y las estudiará en todos sus aspectos. La Empresa tendrá alternativamente la facultad de adjudicar el concurso a la propuesta más ventajosa, sin atender necesariamente al valor económico de la misma, o declarar desierto el concurso. En este último caso la Empresa, podrá libremente suspender definitivamente la licitación de las obras o abrir un nuevo concurso pudiendo introducir las variaciones que estime oportunas, en cuanto al sistema de licitación y relación de Contratistas ofertantes.

Trancurriendo el plazo indicado en el Art 9.2 desde la fecha límite de presentación de oferta, sin que la Empresa, hubiese comunicado la resolución del concurso, podrán los licitadores que lo deseen, proceder a retirar sus ofertas, así como las fianzas depositadas como garantía de las mismas.

La elección del adjudicatario de la obra por parte de la Empresa es irrevocable y, en ningún caso, podrá ser impugnada por el resto de los contratistas ofertantes.

La empresa comunicará al ofertante seleccionado la adjudicación de las obras, mediante una carta de intención. En el plazo máximo de un mes a partir de la fecha de esta carta, el Contratista a simple requerimiento de la Empresa se prestará a formalizar el contrato definitivo. En tanto no se firme la fianza provisional depositada por el Contratista, a todos los efectos dimanantes del mantenimiento de la oferta.

2.9. Devolución de los Planos y Documentación.

Los Planos, Pliegos de Condiciones y demás documentación del concurso, entregado por la Empresa a los concursantes, deberá ser devuelto después de la adjudicación del concurso, excepto por lo que respecta al Adjudicatario, que deberá conservarla sin poder reclamar la cantidad abonada por dicha documentación.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento N°3. PLIEGO DE CONDICIONES.

El plazo para devolver la documentación será de 30 días, a partir de la notificación a los concursantes de la adjudicación del concurso y su devolución tendrá lugar en las mismas oficinas de donde fue retirada.

La Empresa, a petición de los concursantes no adjudicatarios, devolverá la documentación correspondiente a las ofertas en un plazo de 30 días, a partir de haberse producido dicha petición.

La no devolución por parte de los contratistas no adjudicatarios de la documentación del concurso dentro del plazo, lleva implícita la pérdida de los derechos de la devolución del depósito correspondiente a la referida documentación, si lo hubiese.

2.10. Contrato.

A tenor de lo dispuesto en el Art. 12.4 el Contratista, dentro de los 30 días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la empresa, depositará la fianza definitiva y formalizará el Contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

El Contrato, tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a público, a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del Contratista los gastos que ello origine.

Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el contrato, la Empresa procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

Cuando por causas imputables al Contratista, no se pudiera formalizar el contrato en el plazo, la empresa podrá proceder a anular la adjudicación, con incautación de la fianza provisional.

A efectos de los plazos de ejecución de las obras, se considerará como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el Pliego Particular de Condiciones y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento N°3. PLIEGO DE CONDICIONES.

Esta orden se comunicará al contratista en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de la firma del contrato.

El contrato, será firmado por parte del Contratista, por su representante legal o apoderado, quién deberá poder probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

2.11.Obligaciones del Contratista en materia Social.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad y salud en el trabajo.

En lo referente a las obligaciones del Contratista en materia de seguridad y salud en el trabajo, estas son las siguientes:

- Es responsable de las condiciones de Seguridad y salud en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre esta materia.
- Debe establecer un Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios. Este Plan debe comprender la aplicación de Normas de Seguridad que la empresa prescribe a sus propios empleados. Deberá ser comunicado a la Empresa en el plazo de tres meses a partir de la firma del contrato.
- Los gastos originados por la adopción de las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios son a cargo del Contratista.
- Los contratistas que trabajen en una misma obra deberán agruparse en el seno del Comité de Seguridad y Salud.

2.12. Permisos a obtener por la Empresa.

Será responsabilidad de la empresa, la obtención de los permisos oficiales que más adelante se relacionan, siendo a su cargo todos los gastos que se ocasionen por tal motivo.

- ✓ Concesión de Aprovechamientos.
- ✓ Autorización de Instalaciones.
- ✓ Aprobación de proyectos de replanteo.
- ✓ Declaración de Utilidad pública.
- ✓ Declaración de urgente Ocupación.

- Autorizaciones especiales para la construcción y montaje de la instalación
 - ✓ Licencia Municipal de Obras.
 - ✓ Licencia de apertura, Instalación y Funcionamiento.
 - ✓ Autorización para vallas.
 - ✓ Permiso de Obras Públicas para el transporte de piezas de grandes dimensiones pertenecientes al equipo definitivo de la instalación. (podría ser responsabilidad del Contratista si así lo estipulase el contrato).
 - ✓ Solicitud de Puesta en servicio.
- Autorizaciones especiales para la construcción y montaje.
 - ✓ Apertura del centro de trabajo.
 - ✓ Licencia Municipal de Obras.
 - ✓ Autorizaciones que deban ser concedidas por Confederaciones Hidrográficas, comisaría de Aguas y otros Organismos Oficiales en relación directa con el presente Proyecto.
 - ✓ Reconocimiento final de la obra y puesta en marcha mediante Acta que levantará conjuntamente los representantes de Industria y Obras Públicas.
 - ✓ Alta de Contribución Urbana y Licencia Fiscal.

2.13. Permisos a obtener por el Contratista.

Serán a cuenta y cargo del Contratista, además de los permisos inherentes a su condición de tal, la obtención de los permisos que se relacionan:

- ✓ Apertura del Centro de Trabajo.
- ✓ Permisos para el Transporte de obreros.
- ✓ Autorización de barracones por Obras Públicas o Diputación, siempre que se encuentre en la zona de influencia de carreteras y, en cualquier caso la licencia municipal.
- ✓ Alta de talleres en Industria y hacienda.
- ✓ Autorización de industria para las instalaciones eléctricas provisionales.
- ✓ Permisos de Obras Públicas para el Transporte de piezas de grandes dimensiones pertenecientes al equipo definitivo de la instalación.

2.14. Asociación de Constructores

Si las obras licitadas se adjudicasen en común a un grupo o asociación de constructores, la responsabilidad será conjunta y solidaria, con relación al compromiso contraído por el grupo o asociación.

Los componentes del grupo o asociación delegarán en uno de ellos, a todos los efectos, la representación ante la Empresa.

La designación del representante, para que surta efecto, deberá ser aceptada y aprobada por escrito por la Empresa.

2.15. Subcontratas.

El Contratista podrá subcontratar o destajar cualquier parte de la obra, previa autorización de la Dirección de la misma, para lo cual deberá informar con anterioridad a esta, del alcance y condiciones técnico-económicas del Subcontrato.

La Empresa, a través de la dirección de Obra, podrá en cualquier momento requerir al Contratista la exclusión de una Subcontrata por considerar al mismo incompetente, o que no reúne las condiciones necesarias, debiendo el contratista tomar las medidas necesarias para la rescisión de este subcontrato, sin que por ello pueda presentar reclamación alguna a la Empresa.

En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre las subcontratas y la empresa.

Los trabajos específicos que requieran una determinada especialización y que no estuviesen incluidos en el Presupuesto del Contrato, podrán ser adjudicados por la empresa directamente a la empresa que libremente elija, debiendo el Contratista prestar las ayudas necesarias para la realización de los mismos.

2.16. Domicilios y Representaciones.

El contratista está obligado, antes de iniciarse las obras a constituir un domicilio en la proximidad de las obras, dando cuenta a la Empresa del lugar de ese domicilio.

Seguidamente a la notificación del contrato, la empresa comunicará al contratista su domicilio a efectos de la ejecución del contrato, así como nombre de su representante.

Antes de iniciarse las obras, el contratista designará su representante a pié de obra y se lo comunicará por escrito a la empresa, especificando sus poderes, que deberán ser lo suficientemente amplios para recibir y resolver en consecuencia las comunicaciones y órdenes de la representación de la empresa.

B. CONDICIONES ECONÓMICAS.

2.17. Gastos e Impuestos.

Todos los gastos e impuestos de cualquier orden, que por disposición del estado, Provincia o Municipio se deriven del contrato, y estén vigentes en la fecha de la firma del mismo, serán por cuenta del contratista con excepción del IVA.

Las modificaciones tributarias establecidas con posterioridad al contrato afectarán al sujeto pasivo directo, sin que las partes puedan repercutirse entre sí. En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente del contrato.

2.18. Fianza Provisional, definitiva y Fondo de Garantía.

La **fianza provisional** del mantenimiento de la oferta se constituirá por los contratistas ofertantes por la cantidad que se fije en las bases de licitación.

Esta fianza se depositará al tomar parte en el concurso y se hará en efectivo.

Por lo que a plazo de mantenimiento, alcance de la fianza y devolución de la misma se refiere, se instará a lo establecido en los artículos 6,8 y 11 del presente Pliego General.

A la firma del contrato, el contratista deberá constituir la **fianza definitiva** por un importe igual al 5% del Presupuesto Total de Adjudicación.

En cualquier caso la empresa se reserva el derecho de modificar el %, establecido previamente en las bases del concurso.

La fianza se constituirá en efectivo o por aval bancario.

La fianza tendrá carácter de irrevocable desde el momento de la firma del contrato, hasta la liquidación final de las obras y será devuelta una vez realizada esta.

Independientemente de esta fianza, la empresa retendrá el 5% de las certificaciones mensuales, que se irán acumulando hasta constituir un fondo de garantía. Este fondo de garantía responderá de los defectos de ejecución o de la mala calidad de los materiales suministrados, pudiendo la Empresa realizar con cargo a esta cuenta las reparaciones necesarias, en caso de que el Contratista no ejecutase por su cuenta y cargo dicha reparación.

Este fondo de garantía se devolverá, una vez deducidos los importes a que pudiese dar lugar el párrafo anterior, a la recepción definitiva de las obras.

2.19. Gastos de carácter general por cuenta del contratista.

Se entiende como tales los gastos de cualquier clase ocasionados por la comprobación del replanteo de la obra, los ensayos de materiales que deban realizarse, los de montaje y retirada de las construcciones auxiliares, oficinas, almacenes y cobertizos, los correspondientes a los caminos de servicio, señales de tráfico provisionales, así como de los equipos necesarios para organizar y controlar los accidentes de cualquier clase; los de protección de materiales y la propia obra contra el deterioro, daño o incendio; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores; los de desviación de alcantarillas, tuberías, cables eléctricos y, en general, de cualquier instalación que sea necesario modificar; y limpieza específica y general de la obra.

2.20. Gastos de carácter general por cuenta de la empresa.

Serán por cuenta de la Empresa los gastos originados por la inspección de las obras por parte del personal de la Empresa o contratados para este fin. Así mismo, serán a cargo de la Empresa los gastos de primera instalación, conservación y mantenimiento de sus oficinas de obra, laboratorios, y cualquier otro edificio e instalación propiedad de la Empresa. La comprobación o revisión de las certificaciones, la toma de muestras y ensayos de laboratorio para la comprobación

periódica de la calidad de materiales y obras realizadas, así como el transporte de los materiales suministrados por la Empresa, hasta el almacén de obra, sin incluir su descarga.

2.21. Indemnizaciones por cuenta del contratista.

Reparación de cualquier daño que pueda ocasionar sus instalaciones y construcciones auxiliares en propiedades particulares; los producidos por la extracción de tierra, los que origine por la habilitación de caminos provisionales y los producidos en las demás operaciones realizadas por el Contratista para la ejecución de las obras.

2.22. Partidas para obras accesorias.

Las cantidades calculadas para obras accesorias, que como consecuencia de su escasa o nula definición, figuren en el presupuesto general con una partida alzada, no se abonará por su monto total.

En consecuencia estas obras accesorias se abonarán a los precios unitarios del contrato y conforme a las unidades y medidas que se obtengan de los proyectos que se realicen para ellas y de su medición final.

2.23. Partidas alzadas.

Las partidas alzadas consignadas en los presupuestos para obras o servicios se abonarán por su importe una vez realizados totalmente dichos trabajos.

Quedan excluidas de este sistema de abono, las obras accesorias que se liquidarán conforme a lo indicado en el punto anterior.

2.24. Revisión de precios.

La empresa adopta para las revisiones de los precios el sistema de fórmulas polinómicas vigentes para las obras del estado y Organismos autonómicos, establecido por el R.D Ley 2/1964 de 4 de febrero (BOE de 6-II-1964).

En el Pliego Particular de Condiciones de la obra, se establecerá la fórmula o fórmulas polinómicas a emplear, adoptando de entre todas las reseñadas en el R.D-Ley 3650/1970 de 19 de diciembre, la que más se ajuste a las características de la obra contratada.

2.25. Régimen de Intervención.

Cuando el Contratista no cumpla, ya sean las obligaciones o disposiciones del contrato o las ordenes de servicio que le son dadas por la empresa, esta le requerirá a cumplir este requisito de órdenes en un plazo determinado, que, salvo en casos de urgencia, no será nunca menor de 10 días a partir de la notificación del requerimiento.

Pasado este plazo, si el Contratista no ha ejecutado las disposiciones dadas, la empresa podrá ordenar a título provisional el establecimiento de un régimen de intervención general o parcial por cuenta del contratista.

Se procederá inmediatamente, en presencia del contratista, o habiéndole convocado debidamente, a la comprobación de las obras ejecutadas, de los materiales acopiados así como al inventario descriptivo del material del contratista, y a la devolución a este de materiales que no utilizará la Empresa para la terminación de los trabajos.

La Empresa tiene por otra parte, la facultad sobre petición de ofertas, por cuenta y riesgo del Contratista incumplidor, sea de ejercitar el derecho de rescisión pura y simple del contrato, sea de prescribir la continuación de la intervención.

Durante el periodo de régimen de intervención, el Contratista podrá conocer la marcha de los trabajos, sin que pueda, de ninguna manera, entorpecer o dificultar las órdenes de la Empresa.

El Contratista podrá ser liberado del régimen de intervención si justifica su capacidad para volver a hacerse cargo de los trabajos y llevarlos a buen fin.

2.26. Rescisión del Contrato.

Las causas de rescisión del contrato son las que se enumeran a continuación:

- Incumplimiento por parte del Contratista de alguna de las cláusulas del contrato que a juicio de la Empresa pudiera ocasionar graves trastornos en la realización de la obra.
- Cuando no se hubiese efectuado el montaje de instalaciones y medios auxiliares o no se hubiera aportado la maquinaria relacionada en la oferta, o si el Contratista hubiese sustituido dicha maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la Empresa.
- Cuando no se alcance un ritmo de ejecución del 50% del programa aprobado para la obra característica durante un periodo de tres meses consecutivos y considerados conjuntamente.
- Cuando se cumpla el plazo final de las obras y falte por ejecutar más del 20% de presupuesto de Obra característica.
- Quiebra, fallecimiento o incapacidad del contratista.
- Disolución de la sociedad.
- Cuando se suspenda la obra comenzada, siempre por causas ajenas al Contratista, y no sea posible dar comienzo a la obra, dentro del plazo de 3 meses, a partir de la fecha de adjudicación.

CAPÍTULO III. Desarrollo de las Obras. Condiciones Técnico-Económicas.

3.0. Modificacines del Proyecto.

- La Empresa podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas siempre que no varíen las características principales de la obra. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las unidades de obra marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en el contrato.
- Cuando se trate de aclarar o interpretar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o dibujos, las órdenes o instrucciones se comunicarán exclusivamente por escrito al Contratista, estando obligado este a su vez a devolver una copia suscribiendo con su firma el enterado.
- Todas estas modificaciones serán obligatorias para el contratista y siempre que no se altere el Presupuesto total de Ejecución Material contratado en más de un 35%. Si fuese superior al 35%, el Contratista tendrá derecho a indemnizaciones.
- No se admitirán mejoras en la obra más que en el caso de que la Dirección de la Obra haya ordenado por escrito, la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, o salvo que la Dirección de Obra, ordene también por escrito la ampliación de las contratadas. Se seguirá el mismo criterio cuando se quieran introducir innovaciones que supongan una reducción apreciable en las unidades de obra contratadas.

3.1. Modificaciones de los Planos.

Los planos de construcción podrán modificar a los provisionales de concurso, respetando los principios esenciales y el Contratista no puede por ello hacer reclamación alguna a la Empresa.

El carácter complejo y los plazos limitados de que se dispone en la ejecución de un proyecto, obligan a una simultaneidad entre las entregas de las especificaciones técnicas de los suministradores de equipos y la elaboración de planos definitivos de Proyecto.

Esta simultaneidad implica la entrega de planos de detalle de obra civil, relacionado directamente con la implantación de los equipos, durante todo el plazo de ejecución de la obra.

La Empresa tomará las medidas necesarias para que estas modificaciones no alteren los planos de trabajo del Contratista entregando los planos con la suficiente antelación para que la preparación y ejecución de estos trabajos se realice de acuerdo a un programa previsto.

El Contratista por su parte no podrá alegar desconocimiento de estas definiciones de detalle, no incluidas en el proyecto base, y quedará obligado a su ejecución dentro de las prescripciones generales del Contrato.

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, debiendo informar por escrito a la Empresa en el plazo máximo de 15 días y antes de proceder a su ejecución, de cualquier contradicción, error u omisión que fuese técnicamente incorrecto.

3.2. Replanteo de las Obras.

La Empresa entregará al Contratista los hitos de triangulación y referencias de nivel establecidos por ella en la zona de obras a realizar. La posición de estos hitos y sus coordenadas figurarán en un plano general de situación de las obras.

Dentro de los 15 días siguientes a la fecha de adjudicación, el Contratista verificará en presencia de los representantes de la Empresa el plano general de replanteo y las coordenadas de los hitos, levantándose el Acta correspondiente.

El Contratista será responsable de la conservación de todos los hitos y referencias que se le entreguen. Si durante la ejecución de los trabajos, se destruye alguno, deberá reponerlos por su cuenta y bajo su responsabilidad.

El Contratista establecerá en caso necesario, hitos secundarios y efectuará todos los replanteos precisos para la perfecta definición de las obras a ejecutar, siendo de su responsabilidad los perjuicios que puedan ocasionarse por errores cometidos en dichos replanteos.

3.3. Organización de las Obras.

El Contratista tendrá un conocimiento completo de la disposición de conjunto de los terrenos, de la importancia y situación de las obras objeto de contrato, de las zonas reservadas para la obra, de los medios de acceso, así como de las condiciones climáticas de la región, especialmente del régimen de las aguas y de la frecuencia e importancia de las crecidas de los ríos, que puedan afectar a los trabajos.

La Empresa pondrá gratuitamente a disposición del Contratista, mientras duren los trabajos, todos los terrenos cuya ocupación definitiva sea necesaria para la implantación de las obras. También pondrá a su disposición de forma gratuita los terrenos de su propiedad y que puedan ser adecuados para las obras auxiliares e instalaciones.

La obligación de la Empresa en cuanto a entrega de los terrenos necesarios queda limitada a los que figuran y se reseñan en el plano de referencia que, al mismo tiempo, definirá lo que se entiende por zona de obras.

3.4. Condiciones para los materiales.

3.4.1. Condiciones generales de los materiales.

Los materiales a emplear para cada equipo serán los expresamente expresados en el Capítulo IV de este Pliego de Condiciones. De forma general, estos materiales estarán libres de defectos, irregularidades, etc., que pueda dificultar su instalación o montaje, o que pueda afectar negativamente a su comportamiento durante el proceso, pudiendo la dirección técnica desechar aquellos que a su juicio no reúnan las características requeridas.

Los materiales no podrán ser en ningún caso distintos en sus características a los tipos proyectados. Si hubiese que variar la clase de algunos inicialmente aprobados, los nuevos no podrán ser instalados sin la previa autorización de la dirección de obra, la cual podrá someterlos a cuantas pruebas estime oportunas.

3.4.2. Materiales no especificados.

Cualquier material que no haya sido especificado ni descrito en el presente proyecto y fuese necesario utilizar, reunirá las condiciones que se requieran para su función siendo fijados por el contratista las fuentes de suministro que éste estime oportuna. En cualquier caso, el contratista notificará al director de obra, con la suficiente antelación, los materiales que se proponen utilizar y su procedencia, aportando, cuando así lo solicite el director, las muestras y los datos necesarios para su posible aceptación, tanto en lo que se refiere a cantidad como a su calidad, siendo el criterio de la dirección totalmente inapelable.

3.4.3. Ensayos.

Antes de proceder al empleo de los materiales serán examinados y aceptados por el director de obra, quien podrá disponer si así lo considera oportuno de todas las pruebas, análisis, ensayos, etc., hasta su definitiva aprobación. Los ensayos de materiales deberán hacerse en Laboratorios Homologados por el M.O.P.U.

3.5. Condiciones para la Ejecución de las Unidades de Obra.

3.5.1. Movimientos de tierras.

Nos referimos a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, a la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de pozos y zanjas.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas tecnológicas de edificación (NTE) de acondicionamiento del terreno que corresponda (vaciados, zanjas, pozos, etc.,).

3.5.2. Cimentaciones.

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el ingeniero director señale y no se rellenarán los cimientos hasta que éste lo ordene.

Será éste el facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en las normas tecnológicas de edificación (NTE) de cimentaciones que corresponda.

3.5.3. Estructuras de hormigón.

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción EHE para las obras de hormigón en masa o armado. Así mismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH “Estructuras de hormigón”, y NTE-EM “Estructuras de madera”.

3.5.4. Control de calidad.

Previamente al inicio de las obras, el Contratista deberá presentar a la Empresa, para su aprobación, el plan de Control de Calidad y el de Puntos de Inspección y de obra, que será de aplicación tanto a la obra civil como a los equipos eléctricos y mecánicos a instalar.

Para la ejecución de todas las unidades de obra, estas se someterán a los controles establecidos por la normativa legal vigente, o los que por cualquier motivo considerase necesario la Empresa.

El Plan de Control de Calidad y Plan de Puntos de Inspección y de obra recogerán de forma clara:

- ✓ Identificación de cada unidad de obra.
- ✓ Tipo de ensayo a realizar y la normativa a aplicar.
- ✓ Frecuencia de realización de los ensayos y las condiciones de aceptación o rechazo.
- ✓ Para materiales y equipos se definirán los certificados de origen, pruebas y garantías que deberá aportar el suministrador de los mismos.
- ✓ Pruebas y ensayos a realizar en obra, la frecuencia de los mismos y las condiciones de aceptación o rechazo para los materiales y equipos suministrados.

3.6. Vigilancia de las Obras.

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato. Deberá adoptar a este respecto, a su cargo y bajo su responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y con la representación de la Empresa.

En caso de conflicto de cualquier clase, que pudiera implicar alteraciones del orden público, corresponde al Contratista la obligación de ponerse en contacto con las autoridades competentes y convenir con ellos y disponer las medidas adecuadas para evitar incidentes.

3.7. Utilización de las Instalaciones Auxiliares y Equipos del Contratista.

El Contratista deberá poder facilitar a la Empresa, todos los medios auxiliares que figuren en el programa o tengan servicio en la obra. Para ello la Empresa comunicará por escrito al Contratista las instalaciones, equipos o máquinas que desea utilizar y fecha y duración de la prestación.

Cuando razonablemente no haya inconveniente para ello, no se perturbe la organización y desarrollo de los trabajos, o exista una causa grave de fuerza mayor, el Contratista deberá atender la solicitud de la Empresa, abonándose las horas de utilización conforme a los baremos de administración aprobados. En todo caso, el manejo y uso de las máquinas e instalaciones será realizado por personal del Contratista.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento N°3. PLIEGO DE CONDICIONES.

3.8. Empleo de materiales Nuevos o de Demolición, pertenecientes a la Empresa.

Cuando fuera de las previsiones del Contrato, la Empresa juzgue convenientemente emplear materiales nuevos o de recuperación que le pertenezcan, el Contratista no podrá oponerse a ello y las condiciones que regulen este suministro serán establecidas de común acuerdo o, en su defecto, se establecerá mediante Arbitraje de Derecho Privado.

3.9. Uso anticipado de las Instalaciones Definidas.

La Empresa se reserva el derecho de hacer uso de las partes terminadas de la obra contratada, antes de que los trabajos prescritos en el contrato se hayan terminado en su totalidad, bien por necesidades de servicio, bien para permitir la realización de otros trabajos que no forman parte del contrato.

Si la Empresa deseara hacer uso del citado derecho, se lo comunicará al Contratista con una semana de antelación a la fecha de utilización. El uso de este derecho por parte de la Empresa no implica recepción provisional de la zona en cuestión.

3.10. Planes de Obra y Montaje.

Independientemente del plan de trabajo que los Contratistas ofertantes deben presentar con sus ofertas, el Contratista presentará con posterioridad a la firma del Contrato, un plan más detallado que el anterior.

La Empresa indicará el plazo máximo, a partir de la formalización del contrato, en el que debe presentarlo así como el tipo de programa exigido.

CARACTERÍSTICAS DEL PLAN DE OBRA.

- Ha de ser lo más completo, detallado y razonado posible, respetará obligatoriamente los plazos parciales y final fijados en el concurso, y deberá venir acompañado del programa de certificaciones mensuales.
- Tanto el plan de obra como el programa de certificaciones mensuales, deberán destacar individualmente cada una de las unidades correspondientes a la obra en cuestión.
- Deberá ser aprobado oficialmente por la Empresa adquiriendo desde ese momento el carácter de documento contractual.
- No podrá ser modificado sin autorización expresa de la Empresa, y el Contratista estará obligado a respetarlo en el desarrollo de los trabajos.
- En el se indicarán los medios auxiliares y mano de obra que se emplearán en la ejecución de cada una de las unidades de obra característica.
- Si el desarrollo de los trabajos no se efectuase de acuerdo al Plan aprobado y ello pudiera dar lugar al incumplimiento de plazos parciales y final, la Empresa podrá exigir al Contratista la actualización del Plan vigente. Este plan de obra actualizado sustituirá a todos los efectos contractuales al anterior vigente. La aceptación de este Plan de obra actualizado no liberará al Contratista de las posibles responsabilidades económicas en que incurra por el posible incumplimiento de los plazos convenidos.

3.11. Plazos de ejecución.

La Empresa establecerá los plazos parciales y plazo final de terminación, a los que el contratista deberá ajustarse obligatoriamente.

Los plazos parciales corresponderán a la terminación y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesario para la prosecución de otras fases de la construcción o montaje.

3.12. Retención por Retrasos durante la ejecución de las obras.

Los retrasos sobre el Plan de obra y programa de certificaciones son imputables al Contratista, el cual tendrá una sanción económica. Esta sanción consiste en la retención por parte de la Empresa, con abono a una cuenta especial denominada “retenciones”, del 50% de la diferencia entre el 90% de la obra característica que hasta ese mes debería haberse justificado y la que realmente se haya realizado.

Si en los meses sucesivos, el Contratista realizase la obra característica por un valor superior a lo establecido en el Plan de trabajos para esos meses, tendrá derecho a recuperar de la cuenta de “retenciones” la parte proporcional que le corresponda.

Cuando se alcance el plazo total previsto para la ejecución de la obra con un saldo en la cuenta de “retenciones” quedará éste bloqueado a disposición de la Empresa para responder de las posibles multas y sanciones correspondientes a una posible rescisión.

3.13. Incumplimiento de los Plazos y Multas.

3.13.1. Incumplimiento por parte de la Contrata.

En el caso de incumplimiento de los plazos fijados por causas directamente imputables al Contratista, éste satisfará las multas que se indiquen en el Pliego Particular de Obra, con cargo a las certificaciones, fondo de retenciones o fianza definitiva, sucesivamente, sin perjuicio de la responsabilidad por daños.

Si el retraso producido en el cumplimiento de los plazos ocasionara a su vez retrasos en otros contratistas, perjudicando los intereses de estos, la Empresa podrá hacer repercutir sobre la Contrata las indemnizaciones a que hubiera lugar por tales perjuicios.

3.13.2. Incumplimiento por parte de la Empresa.

En el caso de que los retrasos se produzcan por causas imputables a la Empresa, en los suministros a que venga obligada la Empresa, por órdenes expresas de la dirección de obra o por demoras en los montajes de maquinaria o equipos, se prorrogarán los plazos en un tiempo igual al estimado por la Empresa como retraso producido.

3.14. Supresión de las Multas.

Cuando la Empresa advierta la posibilidad de que un retraso en la ejecución de las obras o en el montaje, no va a repercutir en la puesta en marcha de la instalación ni causar perjuicios a terceros, podrá acordar libremente la supresión de multas, o la ampliación de los plazos de ejecución.

3.15. Premios y Primas.

La Empresa podrá establecer premios en el caso de cumplimiento de los plazos parciales y total contratados y/o un sistema de primas para premiar los posibles adelantos sobre dichos plazos de terminación de obra.

3.16. Retrasos ocasionados por la Empresa.

Los retrasos que pudieran ocasionar la falta de planos, demoras en el suministro de materiales o interferencias ocasionadas por otros contratistas, serán valorados en tiempo por la Dirección de obra, después de oír al Contratista, prorrogándose los plazos conforme a dicha estimación.

3.17. Daños y Ampliación del Plazo en casos de Fuerza Mayor.

- Cuando se produjeran daños en las obras por causa de fuerza mayor, si su prevención o minoración hubiera correspondido a las partes, la que hubiese sido negligente soportará sus consecuencias.
- Si por causa de fuerza mayor no imputable al Contratista hubiese de sufrir demora en el curso de la obra, lo pondrá en conocimiento de la Empresa, concretando el tiempo en que estima necesario prorrogar los plazos establecidos, la empresa deberá manifestar su conformidad o reparos y comunicarlo al Contratista.

3.18. Abono de Unidades Incompletas o defectuosas.

La dirección de obra, determinará si las unidades que han sido realizadas en forma incompleta o defectuosa, deben rehacerse o no. Caso de rehacerse el Contratista estará obligado a ejecutarlas, siendo de su cuenta y cargo dicha reparación, en el caso de que ya le hubiesen sido abonadas.

Cuando exista obra defectuosa o incompleta y la Empresa considere que a pesar de ello pueden ser aceptables para el fin previsto, se abonarán teniendo en cuenta la depreciación correspondiente a las diferencias observadas. En el Pliego de condiciones se fijan resistencias, densidades, grados de acabado, tolerancias en dimensiones, etc. Se podrá hacer una proporcionalidad con las obtenidas, siempre que sean admisibles, o bien fijar de entrada una depreciación en los precios de un 10% para obras defectuosas aceptables.

3.19. Recepción Provisional de las Obras.

A partir del momento en que todas las obras que le han sido encomendadas, hayan sido terminadas, el Contratista lo pondrá en conocimiento de la Empresa, mediante carta certificada con acuse de recibo.

“Diseño del Sistema de Depuración de Efluentes Líquidos Provenientes de los Procesos de Elaboración, Envejecimiento y Embotellado de vino en una Bodega de Sanlúcar de Barrameda.”

Documento N°3. PLIEGO DE CONDICIONES.

La Empresa procederá entonces a la recepción provisional de las obras, habiendo convocado previamente al Contratista por escrito con al menos 15 días de antelación.

Se levantará un Acta de Recepción en el que se hará constar el estado final de las obras y las deficiencias observadas. El Acta será firmada conjuntamente por el Contratista y la Dirección de Obra.

Si por el contrario se observaran deficiencias y no se pudiese llevar a cabo la recepción provisional, se concederá al Contratista un plazo breve para la corrección de los defectos observados, transcurrido el cual se realizará un nuevo reconocimiento.

Si no se hubieran subsanado dichos defectos, la Empresa podrá proceder a su realización, bien directamente, bien por medio de otros contratistas, con cargo al fondo de garantía y si éste no bastase, con cargo a la fianza definitiva.

3.20. Plazo de Garantía.

Una vez llevada a cabo la recepción provisional comienza el plazo de garantía, al final del cual se realizará la recepción definitiva.

Durante este plazo el Contratista deberá llevar a cabo la conservación y reparación de las obras, así como todos los desperfectos que pudiesen ocurrir en la misma, desde la terminación de esta hasta que se efectue la recepción definitiva.

Si el Contratista incumple lo estipulado, la Empresa podrá encargar a terceros la realización de dichos trabajos, deduciendo su importe del fondo de garantía y si no bastase, de la fianza definitiva.

3.21. Recepción definitiva de las Obras.

Una vez transcurrido el plazo de garantía se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras de un modo análogo al indicado para la recepción provisional.

Si la obra se arruinase con posterioridad a la recepción definitiva por vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del contrato por parte del Contratista, éste responderá de los daños y perjuicios en el término de 15 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad del Contratista.

3.22. Liquidación Final de las Obras.

Una vez efectuada la recepción provisional se procederá a la medición general de las obras que han de servir de base para la valoración de las mismas.

La liquidación de las obras se llevará a cabo después de la recepción definitiva, saldando las diferencias existentes por los abonos a cuenta y descontando el importe de la reparaciones u obras de conservación que haya habido que efectuar durante el plazo de garantía, en el caso de que el Contratista no lo haya realizado por su cuenta.

Después de realizada la liquidación, se saldarán el fondo de garantía y la fianza definitiva, tanto si ésta última se ha constituido por aval bancario.

También se liquidará, si existe, la cuenta especial de “retenciones” por retrasos durante la ejecución de las obras.

Pto Real, julio de 2008

Fdo: Vanessa Luna Jiménez.

Documento N°4.

PLANOS.

ÍNDICE.

PLANOS.

Plano I. DIAGRAMA DE FLUJO.

Plano II. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

Plano III. PERSPECTIVA ISOMÉTRICA (I).

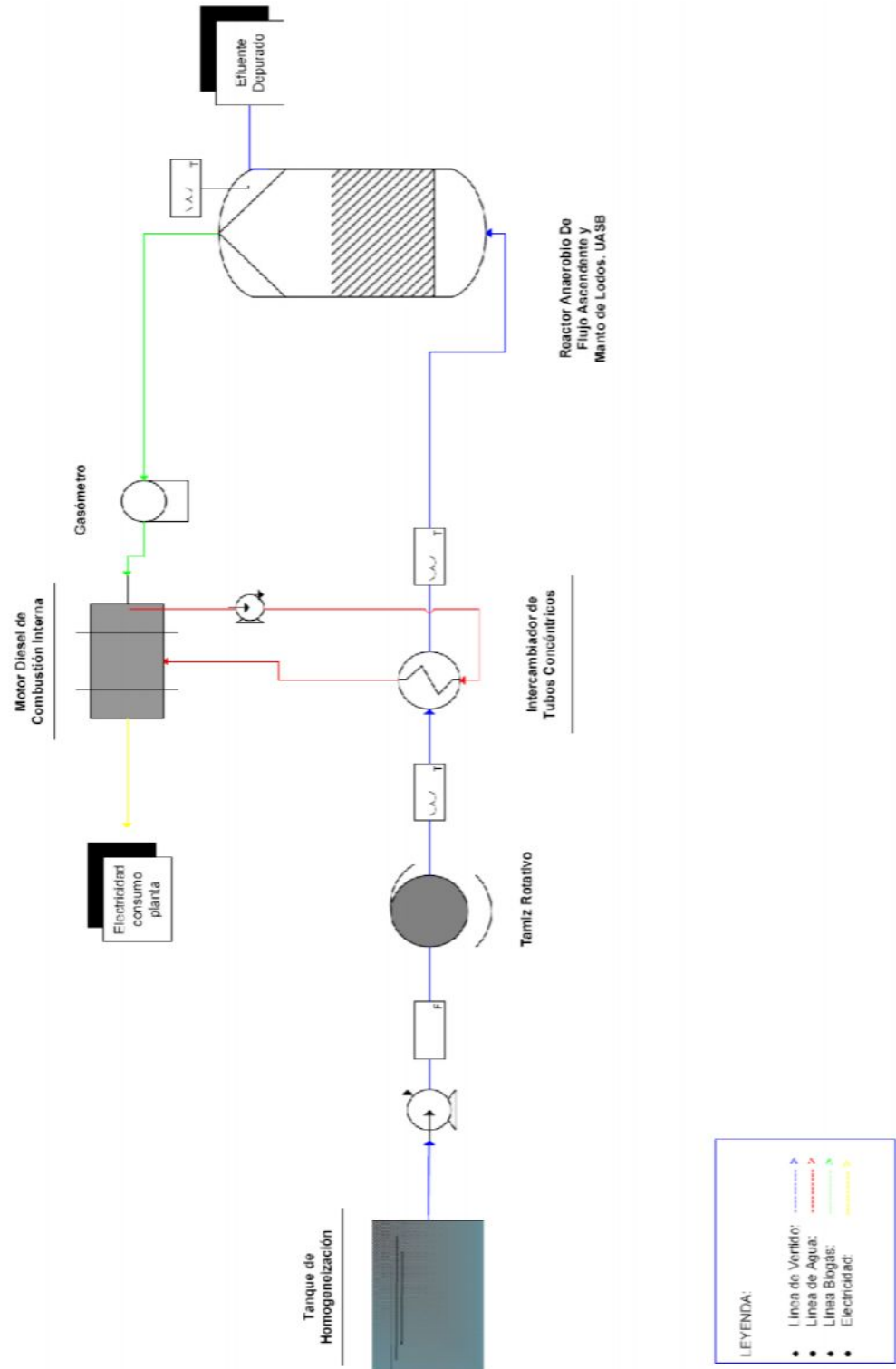
Plano IV. PERSPECTIVA ISOMÉTRICA (II).

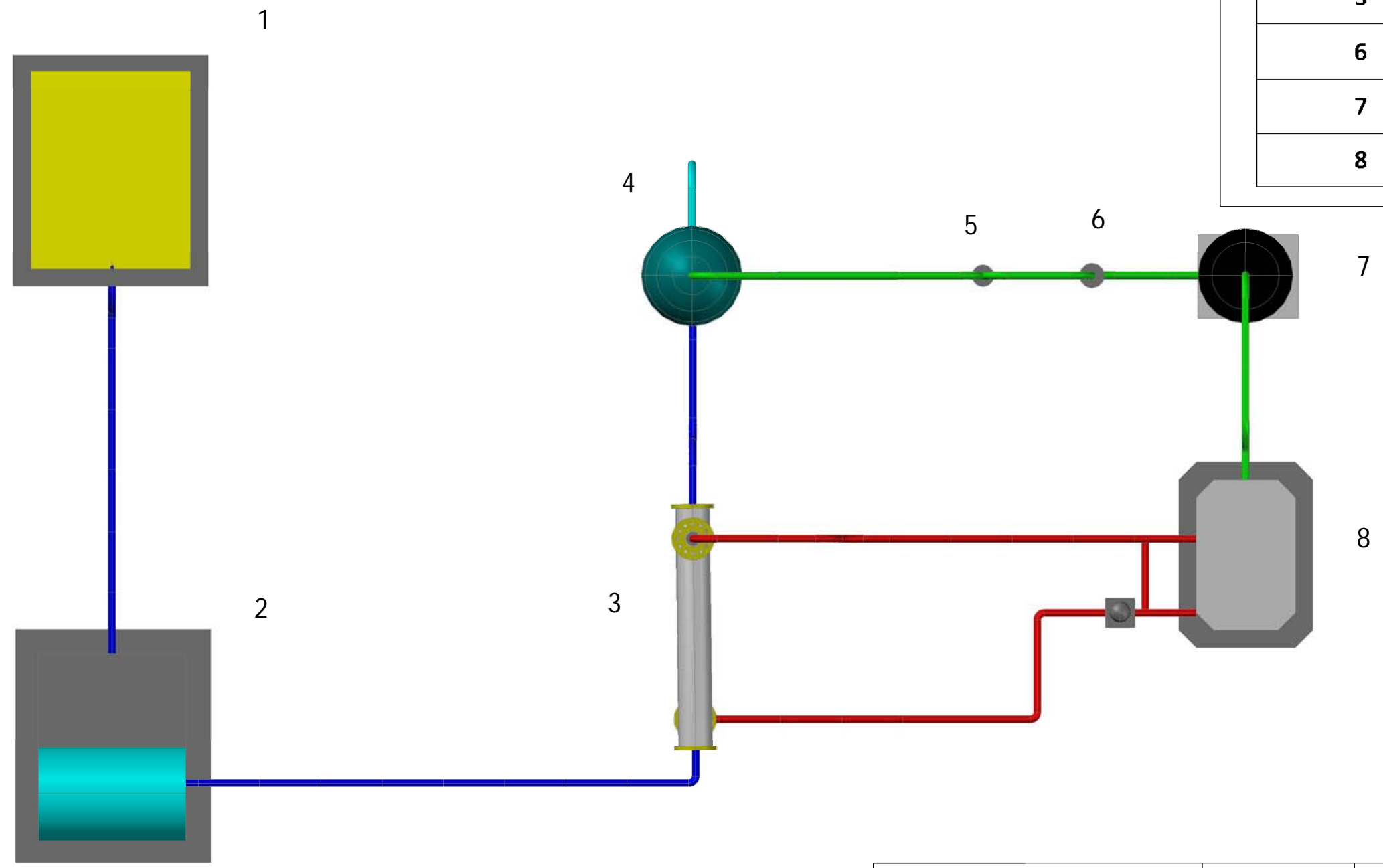
Plano V. TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN.

Plano VI. REACTOR UASB.

Plano I. DIAGRAMA DE FLUJO.

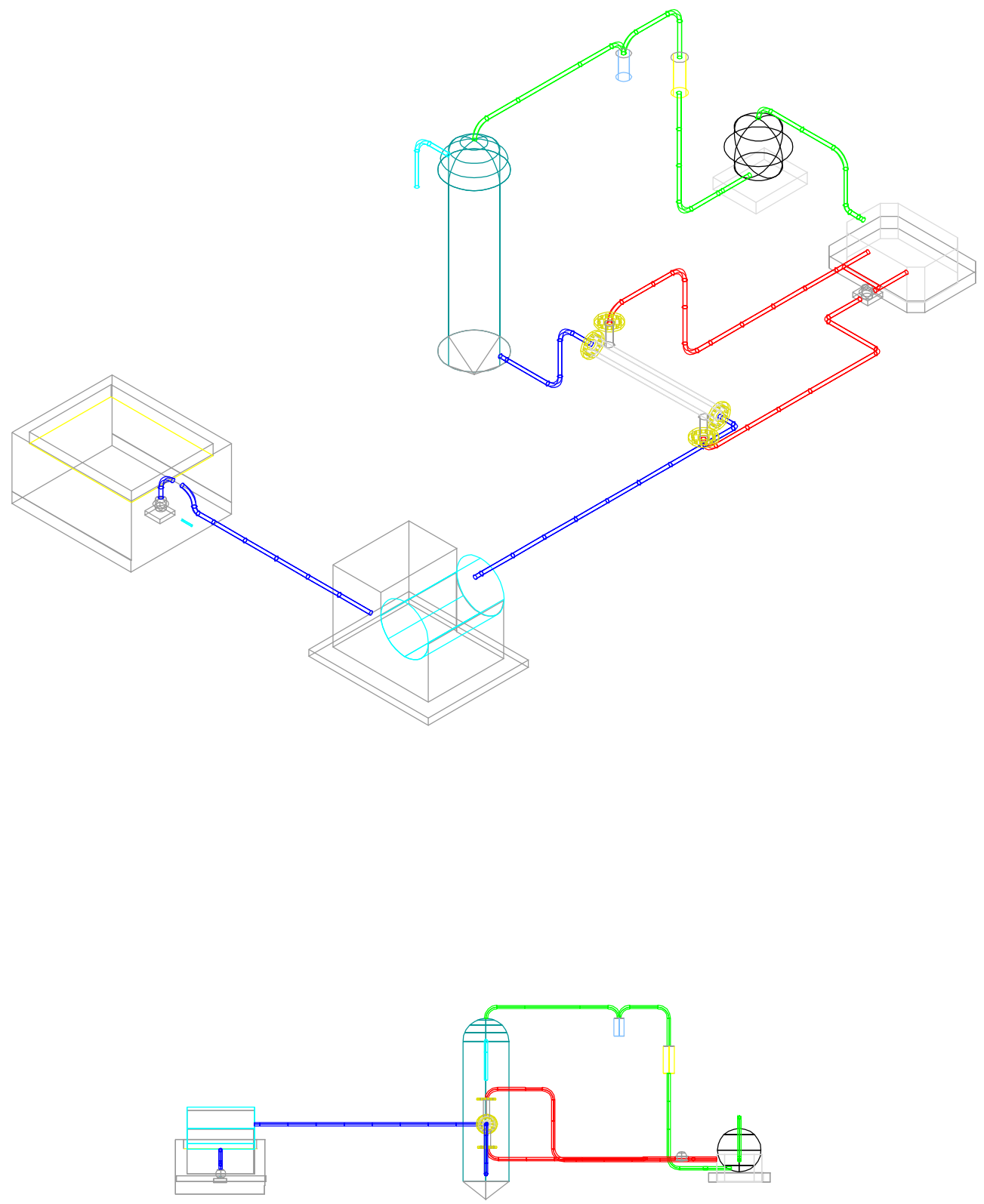
Diagrama A. Diagrama de Flujo del Sistema adoptado para la depuración de los vertidos procedentes de Bodega.



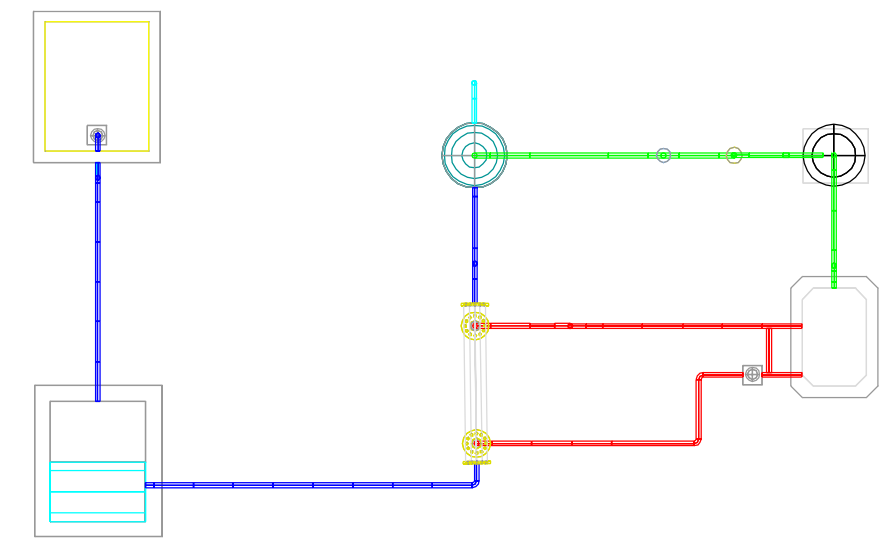


Elementos de la Línea	
1	Tanque de Homogeneización
2	Tamiz de disco rotativo
3	Intercambiador de tubos concéntricos
4	Ractor Anaerobio, UASB
5	Trampa fría
6	Filtro de Sulhídrico
7	Gasómetro
8	Motor Diesel

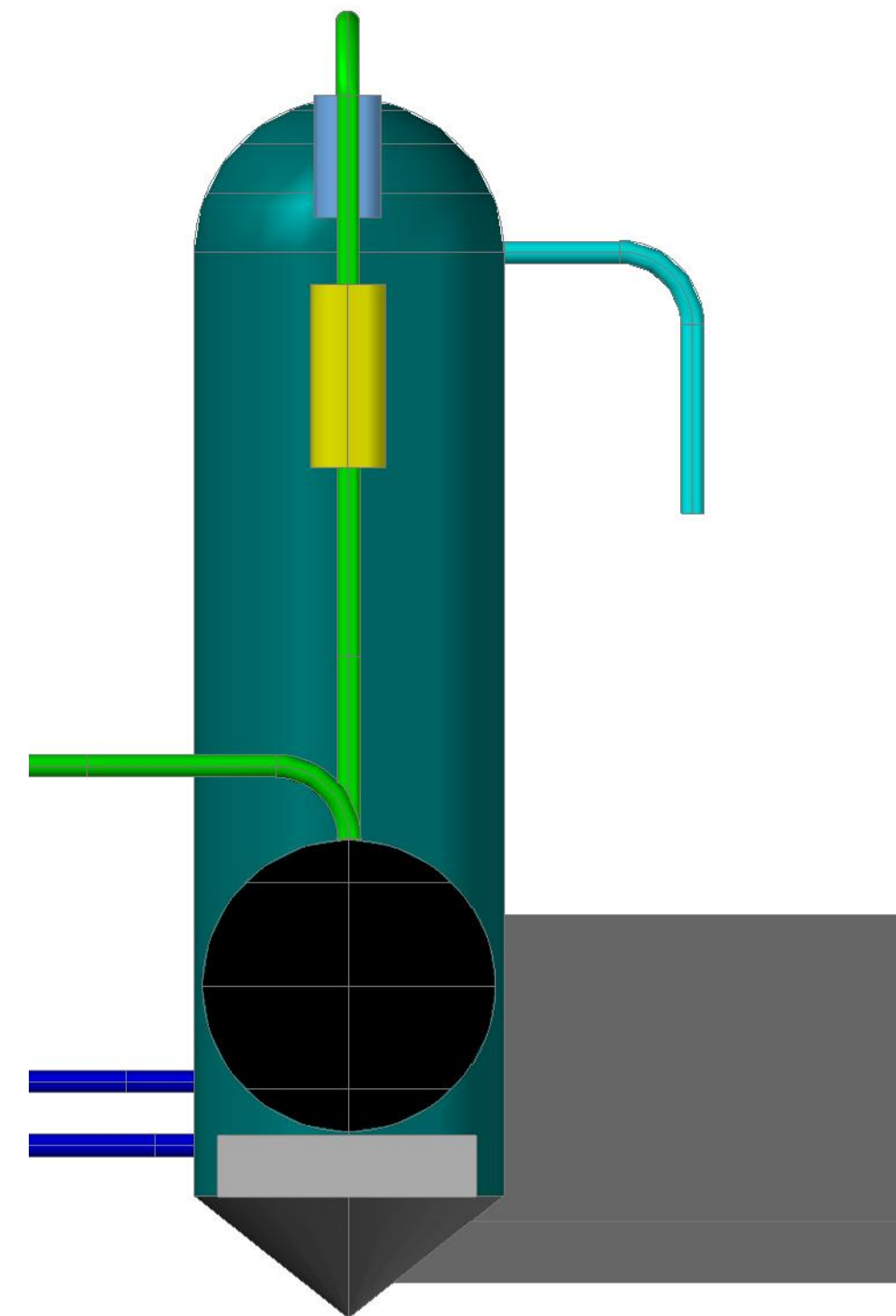
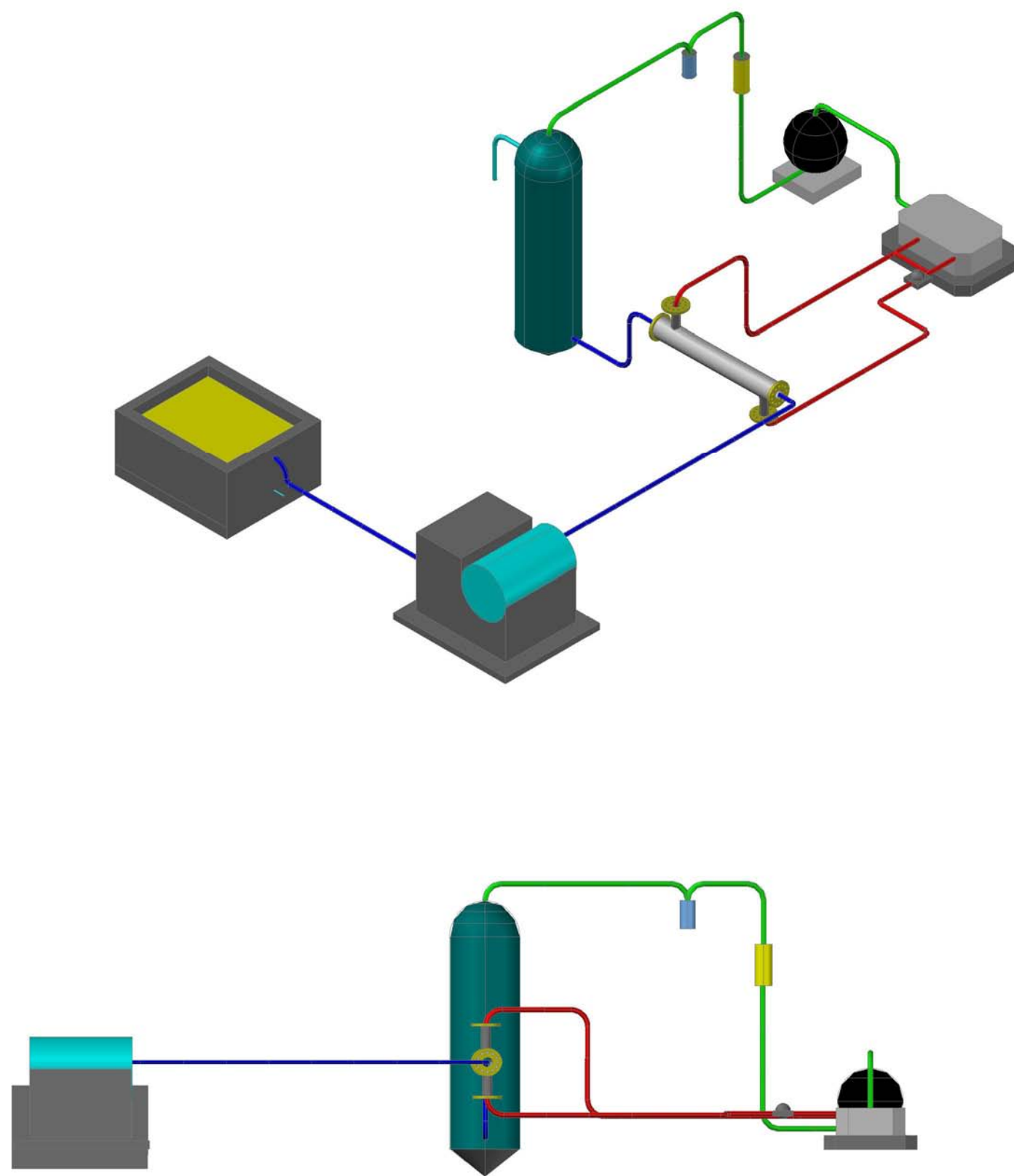
Diseñado por:	Firma:	Fecha:	UNIVERSIDAD de CÁDIZ
Vanessa Luna Jiménez		05- Mayo- 2008	
Escala 1:150	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.		Lámina 0/4



LEYENDA	
Línea Azul	Vertido Bodega
Línea Roja	Agua de Calefacción
Línea Verde	Biogás
Línea Turquesa	Vertido Depurado
Línea Amarilla	Electricidad

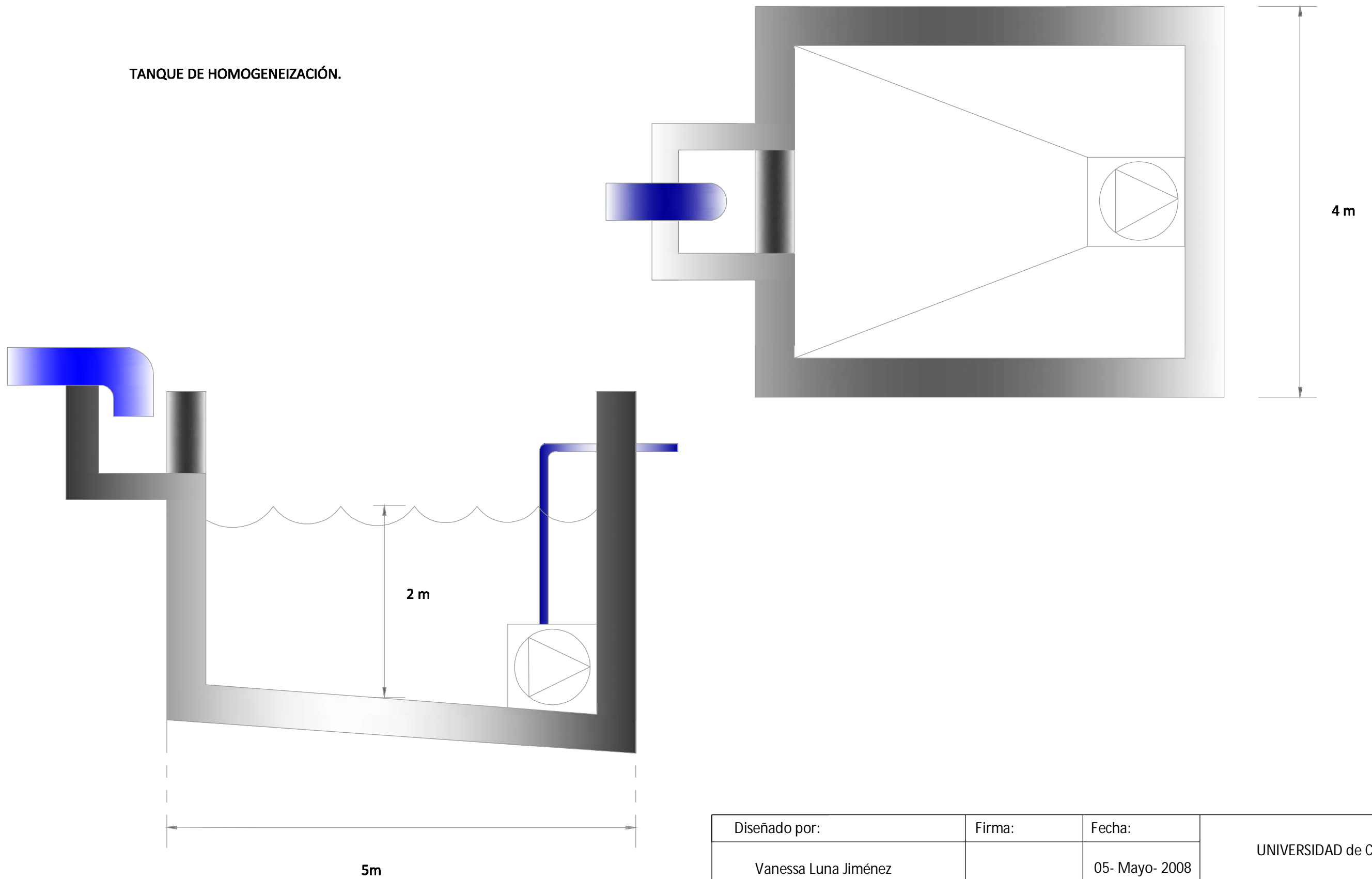


Diseñado por:	Firma:	Fecha:	UNIVERSIDAD de CÁDIZ
Vanessa Luna Jiménez		05- Mayo- 2008	
Escala 1:150	Perspectiva Isométrica EDARi (I).		Lámina 1/4



Diseñado por:	Firma:	Fecha:	UNIVERSIDAD de CÁDIZ
Vanessa Luna Jiménez		05- Mayo- 2008	
Escala 1:150	PERSPECTIVA ISOMÉTRICA EDARí(II).		Lámina 2/4

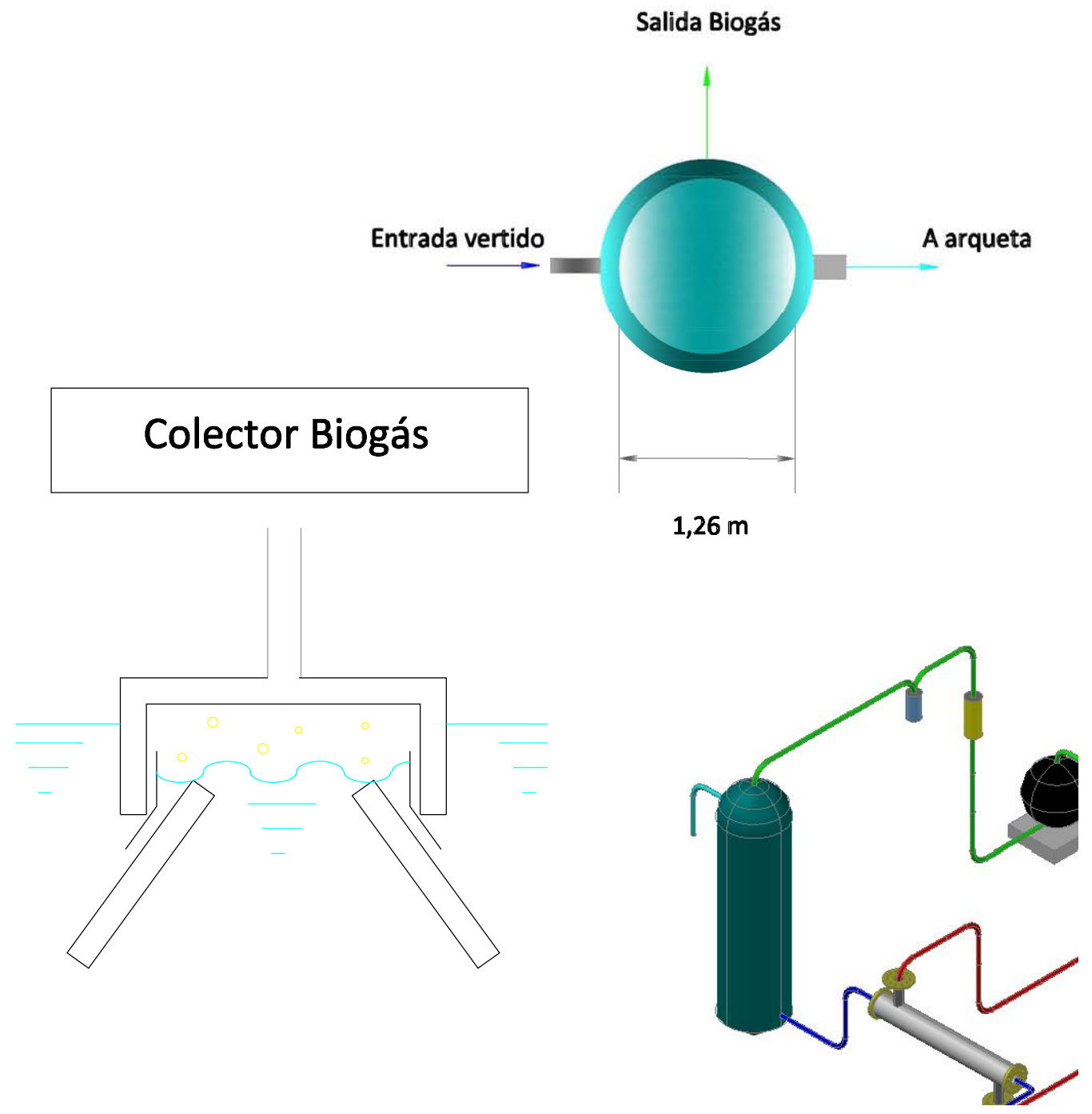
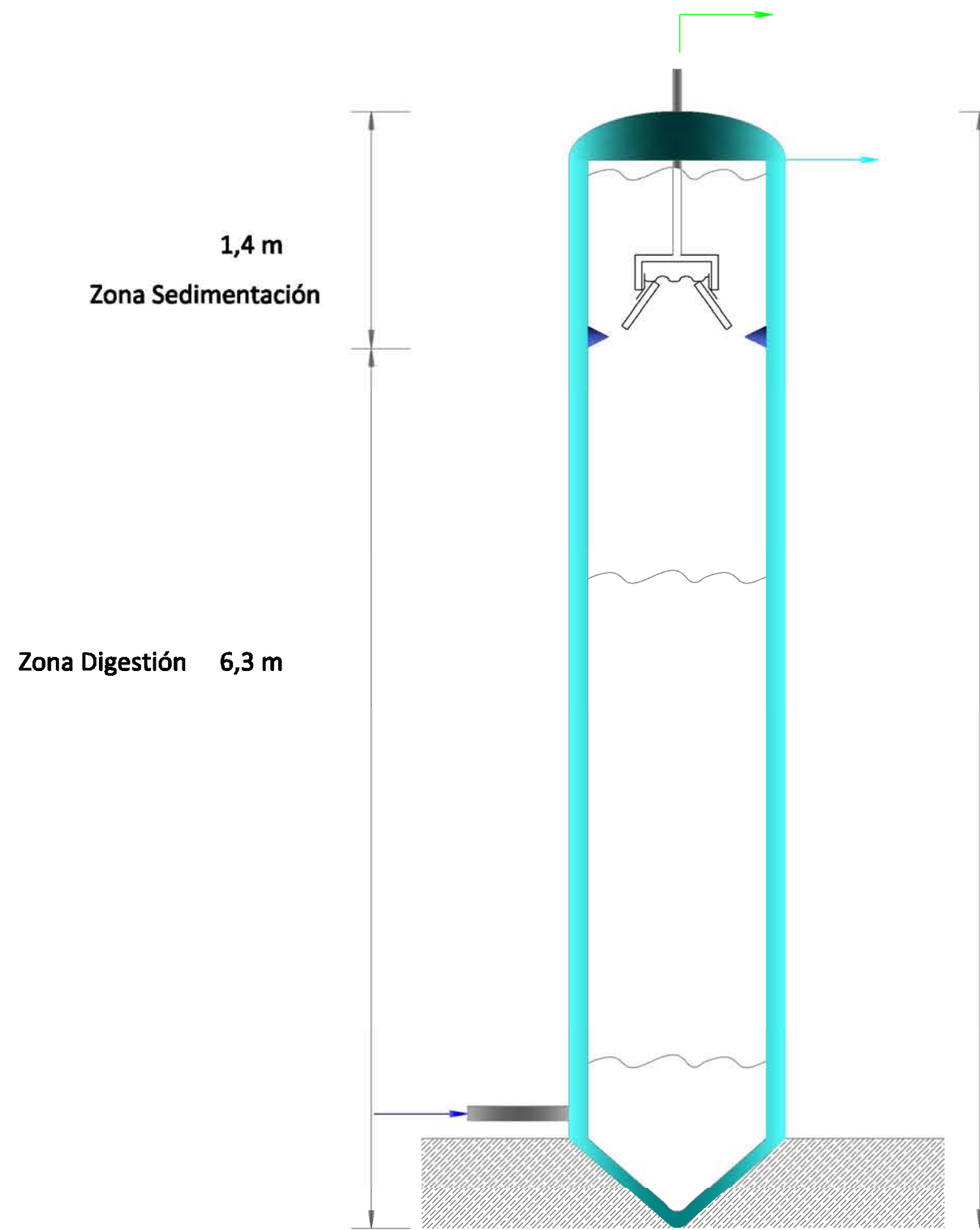
TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN.



Diseñado por:	Firma:	Fecha:	UNIVERSIDAD de CÁDIZ
Vanessa Luna Jiménez		05- Mayo- 2008	
Escala 1:150	Tanque de Homegeneización		Lámina 3/4

REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE Y MANTO DE LODOS.

UASB



Diseñado por:	Firma:	Fecha:	UNIVERSIDAD de CÁDIZ
Vanessa Luna Jiménez		05- Mayo- 2008	
Escala 1:150	Reactor anaerobio. UASB		Lámina 4/4

Documento N°5.

ANEXOS.

ÍNDICE.

Capítulo I. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE VINO JOVEN A PARTIR DE UVA PALOMINO.	1
--	----------

Capítulo II. REGLAMENTO DE SANEAMIENTO DE SANLÚCAR DE BARRAMEDA.....	16
---	-----------

CAPÍTULO I. Descripción del Proceso de Elaboración de Vino Joven a Partir de Palomino.

Aunque este proceso no se lleva a cabo en la Bodega, se realiza una breve descripción de la obtención del vino joven, para tener una idea de cómo se obtiene la materia prima que luego habrá de tratarse en la Bodega.

El proceso de Elaboración puede dividirse en los siguientes pasos:

1.0. Preparación del Pié de Cuba.

Comienza con la vendimia de unos 3000 a 5000 kg de uva previamente analizada y seleccionada, para la preparación del pie de cuba.

Esta primera selección del fruto se realiza con unos diez días de antelación con respecto a la vendimia general. Es especialmente importante que los racimos seleccionados para llevar a cabo esta operación, estén sanos y exentos de enfermedades.

El procedimiento que se sigue para su recolección es el mismo que para el resto de las partidas posteriores. Una vez la uva se ha prensado, se lleva a cabo el sulfitado para eliminar las bacterias acéticas y lácticas y asegurar así una población inicial de levaduras suficiente para llevar a cabo la fermentación.

El mosto obtenido por prensado es introducido en un depósito de acero inoxidable de pequeña capacidad, donde iniciará el proceso fermentativo. Para llevar a cabo la fermentación la temperatura de la planta debe ser la adecuada. Es necesario por tanto aportar calor, ya que la temperatura de la planta no es lo suficientemente alta, al no existir en los demás depósitos uva en proceso de fermentación, que favorezca el desprendimiento de calor al medio a través de un proceso exotérmico.

El objetivo de la preparación del pie de cuba, es crear una población inicial de levaduras, que tras ser añadidas al resto de los depósitos permita el arranque de la fermentación del mosto, en un menor tiempo, que si no fueran adicionadas. Esto se consigue, a través del desarrollo y crecimiento de la levadura *saccharomyces cerevisae* presente en la propia uva.

1.1.Determinación del Momento Óptimo de Vendimia.

La vendimia o cosecha es una operación de gran transcendencia para la calidad del futuro vino.

La determinación del momento óptimo para vendimiar, el grado de madurez de la uva (la uva recogida no puede tener menos de 10,5 Beaumé), su estado sanitario y la forma en que se realice la vendimia, tiene importancia decisiva en el mantenimiento de la calidad de la materia prima que debe haberse conseguido a lo largo del ciclo vegetativo de la vid.

En cuanto a los primeros aspectos, fecha y grado de madurez, se determinan de forma empírica llevando un seguimiento del proceso de maduración. Sin embargo, las previsiones de vendimia pueden verse invertidas por anomalías climatológicas, lluvias ininterrumpidas o sequía permanente que retrasen la evolución normal de la maduración y obliguen a recoger la uva antes o después de la madurez.

En este caso, al tener grandes extensiones de viñedos, es difícil realizar la vendimia de todas las cepas en el momento ideal, hay que comenzar antes para no terminar demasiado tarde. Las incidencias climatológicas, como lluvias intensas, pueden hacer el trabajo penoso, disminuir los grados y hacer que se pierda parte de la cosecha a causa de la podredumbre o la caída de los granos. Estas dificultades y riesgos reales, pueden hacer necesaria la anticipación de la recolección de la uva para que no se estropee.

En lo que se refiere al estado sanitario de la uva, el mayor problema suele presentarse por la podredumbre. La uva en la última etapa de su ciclo, estando ya con un alto contenido en azúcares, es fácil que desarrolle podredumbres si las condiciones de humedad son elevadas.

En resumen, se puede decir que el inicio de la vendimia viene marcado por el estado de la uva y su punto de maduración. Actualmente los servicios técnicos del Consejo Regulador de la Denominación de Origen, suministra información continua sobre estos aspectos, y son ellos los que más o menos fijan el comienzo de la vendimia.

La vendimia se lleva a cabo de forma manual ya que esto permite realizar una selección de los racimos, la uva permanece entera, no se rompe y permite escalonar la recogida, ajustando más la fecha óptima.

Actualmente se está llevando a cabo una parte de la vendimia de forma mecanizada. Es una práctica admitida por el consejo regulador. Las vendimiadoras mecánicas son máquinas que se desplazan sobre la línea de plantas, tienen una serie de palpadores que golpean los racimos, desgranándolos y las uvas caen en unas cintas de recogida que las conducen hasta un remolque, llevan además un dispositivo para la separación de las hojas. La recolección mecanizada supone una serie de ventajas como son:

- Permite realizar la vendimia de una parcela en muy poco tiempo, por lo que se puede ajustar la fecha óptima de recogida.
- Es más económica que la vendimia manual.
- Una de las ventajas más importantes es que permite la recolección por la noche, esto resulta de gran interés ya que en esta zona tan calurosa, se obtiene una materia prima a menor temperatura evitando pues que se produzca el comienzo de la fermentación en el transporte de la uva a la planta de vinificación.

Sin embargo la recolección mecanizada también supone una serie de inconvenientes, como:

- No corta los racimos, sino que los desgrana. Por lo que la uva no llegará tan entera a la planta como en la recolección manual, siempre se pierde algo de mosto.
- Incorpora más hojas y trozos de sarmiento que la recolección manual.
- Requiere sistema de conducción de viñedo elevado, ya que debe existir una separación entre líneas adecuado, una separación entre cepas específicas así como ésta debe tener estructura determinada y los racimos deben estar a una altura del suelo determinada para que la máquina pueda realizar su trabajo con el mayor éxito posible.

1.2. Transporte de la Uva a la Planta de Vinificación.

Es una operación muy importante ya que va a determinar la futura calidad del vino. El transporte se realiza mediante remolques de acero inoxidable con capacidad para unos 3000 kilos. El transporte desde los viñedos a la planta de vinificación se realiza en condiciones tales que la uva llegue lo más entera posible a la planta y se intenta que el transporte sea lo más breve posible.

Como ya se ha comentado, es de suma importancia que la uva llegue a la planta sin haber sido estrujada ya que con ello se retrasa el inicio de fermentación de la uva pisada durante el transporte, si bien el tiempo es caluroso y el camino a recorrer largo además el mosto absorbe menos oxígeno, pues los granos de uva permanecen intactos hasta el estrujado. Cuanto menos oxígeno se disuelva y se fije al mosto, tanto más reducidas serán las alteraciones oxidativas que se produzcan en él y mejor transcurrirá más tarde la fermentación alcohólica.

1.3. Recepción, Pesaje y Descarga de la Uva.

Antes de la vendimia la planta queda perfectamente preparada y limpia.

La llegada de la uva no es continua, suele concentrarse en las primeras horas de la mañana, la vendimia del día anterior que no dio tiempo a llevar y a últimas de la tarde, la resultante de la jornada. Tampoco suele llegar una cantidad constante todos los días, en los primeros días llega menos, en los días centrales de la vendimia llega la mayor cantidad y luego vuelve a descender los últimos días.

La recepción en la planta se diseña de forma racional, de manera que no se produzcan grandes acumulaciones. Se intenta procesar la uva lo más rápido posible.

Antes de descargar se pesa el vehículo, que después es tarado para conocer el peso de la uva que entra. Además la partida se somete, antes de descargarla en la tolva, a una inspección visual y toma de muestras.

La descarga se realiza en una tolva de acero inoxidable. La tolva lleva en su fondo un tornillo sinfín cuya misión es la de hacer avanzar la uva hacia la maquinaria de procesado.

1.4. Estrujado, Ecurrido y Prensado.

La uva sufre en primer lugar el estrujado, que consiste en reventar la uva para liberar el jugo de las células de la pulpa. Este estrujado se lleva a cabo haciendo pasar la uva entre dos cilindros muy próximos que giran en sentido contrario. Se aplica una intensidad moderada con el fin de limitar toda trituración inútil de la uva, lo que puede entrañar ciertos efectos negativos posteriormente como degradación de aromas o aumento de fangos.

A continuación se separa el mosto liberado por el estrujado mediante un escurrido dinámico de tipo tornillo sinfín inclinado. El tornillo es de gran diámetro y gira lentamente con el fin de limitar al máximo una trituración inútil. El mosto se obtiene aplicando una ligera presión (1bar) así obtenemos un 65% aproximadamente del mosto contenido en la pasta. Este mosto recibe el nombre de “mosto de yema” y sus principales características son una gran ligereza y finura, aromático, suave, floral y afrutado.

La pasta restante, más sólida por la pérdida de líquido, es sometida a presiones de intensidad creciente en una prensa neumática discontinua. Como consecuencia de estas presiones obtenemos dos tipos diferentes de mostos:

- 2^a yema: se somete la pasta a presiones aproximadas de 4 bares y se obtiene un 23% aproximadamente de mosto.
- Mostos de prensa o de agotamiento: aquí la pasta es sometida a grandes presiones y obtenemos un 12% de mosto aproximadamente.

Los restos que permanecen en la prensa son los orujos. Estos orujos que son un residuo del proceso productivo, son vendidos a empresas para la obtención de alcohol vínico.

Una vez obtenido el mosto, se realizan dos operaciones fundamentales:

- Sulfitado: El sulfitado consiste en la adición de SO₂ , aproximadamente 80 mg/l. La operación de sulfitado se realiza con un triple fin:
 - Proteger el mosto de la oxidación por el oxígeno del aire. El SO₂ inhibe la Tirosinasa y la lacasa, enzimas oxidásicas cuya actividad aumenta cuando existe deficiencia en el estado sanitario de la uva.
 - Actúa de antiséptico, ya que selecciona el medio fermentativo, eliminando los microorganismos indígenas presentes de forma natural en el mosto, pues por lo general las poblaciones de levaduras de mejor actividad fermentativa, son las que mejor resisten la presencia del SO₂
 - Preparar la clarificación estática del mosto cuando éste se someta a ella.
- Adición de ácido Tartárico: se añade ácido tartárico hasta llegar a pH=3,35. A pH próximos a 3 se dificulta la actividad bacteriana, se crea un buen medio para controlar posibles infecciones bacterianas y las levaduras pueden a este pH tener una buena actividad fermentativa.

1.5. Desfangado.

Los mostos que se han obtenido en el proceso de escurrido y prensado, una vez sulfitado y añadido el ácido tartárico, pasan a un depósito de acero inoxidable donde se dejarán reposar durante unas 24 h. Así se eliminan las numerosas materias sólidas en suspensión que contienen procedentes mayoritariamente de la uva, mediante decantación natural. Esto conlleva una mejora de la calidad organoléptica a través de la modificación del aroma fermentativo. Durante el Desfangado se debe tener especial cuidado para que el mosto no comience a fermentar. Por ello este proceso se lleva a cabo en depósitos de acero inoxidables, que se encuentran refrigerados exteriormente por una cortina de agua fría, intentando mantener el mosto a temperaturas inferiores a los 18 °C aproximadamente.

1.6. Fermentación.

Tres son los criterios que permiten la optimización de esta fase de gran importancia en la transformación del mosto en vino:

- **Un buen arranque de la fermentación:**

Un buen arranque se caracteriza por la rápida puesta en marcha de la actividad de las levaduras. Esto implica dos exigencias:

- Una fuerte población de levaduras viables, bien adaptadas a las características de los mostos y a las condiciones de fermentación.
- Concentraciones suficientes del mosto en nutrientes necesarios para las levaduras.

Pero el Desfangado entraña un empobrecimiento del medio en estos dos elementos, por lo que para un buen control de la fermentación, hay que pasar necesariamente por una adecuada adición de levaduras (en forma de levaduras secas activas, LSA) y nutrientes.

- **Un buen desarrollo de la fermentación.**

Un buen desarrollo de la fermentación debe conducir al agotamiento completo del medio en azúcares fermentables, dentro de unos márgenes razonables; y a la obtención de un aroma fermentativo de calidad óptima. Ambas condiciones podrán ser cumplidas por una elección adecuada de la cepa de levadura y de las condiciones de desarrollo de esta misma levadura.

- **Un buen seguimiento.**

Es necesario el uso de bajas temperaturas durante la fermentación ya que esto influye en la calidad del aroma fermentativo. Pero además, es igualmente necesario asegurar que esta tenga un carácter constante, ya que los choques térmicos aumentan el riesgo de un desarrollo alterado de la fermentación. Se asegura, mediante la refrigeración externa de los depósitos de acero inoxidable por una ducha de agua fría, una temperatura para la fermentación, comprendida entre los 18 y 20 °C.

Un buen seguimiento de la evolución de la densidad y de la temperatura, determinación de la acidez volátil en caso de parada y la determinación de los azúcares fermentables residuales al final de la fermentación, son indispensables para asegurar el desarrollo en condiciones óptimas.

En primer lugar se realiza una **fermentación tumultuosa** que durará unos 3-4 días y se mantiene una temperatura entre 15 y 20 °C. En este proceso se pasa de un medio Hidro-azucarado a un medio Hidro-alcohólico, por lo que se produce un cambio en la densidad y un aumento del pH. Es aquí donde la actividad de las levaduras es máxima. Coincide con el momento de descenso más brusco de la densidad y con el máximo desprendimiento de carbónico e incremento de la temperatura. Después el nivel de nutrientes del mosto desciende, apenas queda azúcar por consumir y el alcohol empieza a ser tóxico para las levaduras. La actividad fermentativa se ralentiza, el descenso de densidad es muy lento, el desprendimiento

de carbónico reducido y la temperatura se mantiene: es lo que se conoce como **fermentación lenta**, que durará aproximadamente unos 3 meses. De esta forma se obtiene un vino joven con una graduación alcohólica de 10,5° como mínimo, ya que esta solución hidroalcohólica tendrá, aproximadamente, los mismos grados de alcohol que grados Beaumé tenía la uva, y la uva recogida no puede tener menos de 10,5 °Be.

La fermentación alcohólica, a pesar de ser una compleja reacción de varias etapas, puede resumirse por la ecuación:



Es decir, que una molécula de glucosa produce al fermentar dos moléculas de alcohol y dos de anhídrido carbónico.

1.7. Depósitos de Fermentación.

En la fermentación se utilizan depósitos de acero inoxidable. El acero inoxidable utilizado pertenece al grupo de los no magnéticos y dentro de éste a los austeníticos, lo que significa que se trata fundamentalmente de una aleación de Hierro con cromo y níquel. Todo el depósito está formado por el tipo de acero AISI-340, excepto la última virola, que está constituida por AISI-316. Se realiza de este modo ya que durante la fermentación el desprendimiento de carbónico puede provocar una acumulación de sulfuroso en la parte superior del depósito. Estos depósitos se colocan sobre bancadas de hormigón con el fin de evitar la humedad, todo lo que presentan son ventajas: son inalterables e inocuos, presentan una hermeticidad casi perfecta, de fácil limpieza y desinfección, tienen una buena capacidad de intercambio térmico, por lo que evacuan bien el calor de la fermentación, además se les puede adaptar fácilmente sistemas de control de temperatura (camisas, serpentines...), no precisan mantenimiento y su duración es casi ilimitada, aguantan un rango amplio de presiones, tienen una amplia versatilidad.

La temperatura de la fermentación suele oscilar entre 20-26 °C. Los aumentos bruscos durante la fermentación deben ser controlados. Para ello se utiliza un sistema directo que ayuda a bajar la temperatura: ducha o cortina de agua. Consiste en hacer caer sobre toda la superficie exterior del depósito una cortina de agua, por medio de una tubería perforada que se coloca en la parte alta siguiendo el perímetro del depósito. El fundamento de la refrigeración es la misma que la del botijo. El agua de la cortina se evapora y para cambiar de estado necesita absorber calor, que toma del interior del depósito. Hay que conseguir que la lámina de agua sea muy fina, para que se produzca la evaporación. Consiste en una instalación muy sencilla y con un bajo coste de inversión

Pasados estos tres meses y una vez que el vino ha “reposado”, se realiza el deslío, que consiste en separar los turbios que se han depositado en el fondo del vino limpio. Se somete al vino a dos o tres trasiegos para eliminar los restos sólidos. Esta operación se realiza entre noviembre y enero con el fin de que las bajas temperaturas eviten contaminaciones por microorganismos.

1.8. Clarificación.

Después del proceso fermentativo los vinos se muestran turbios por tener en suspensión diversas materias naturales como levaduras muertas, bacterias, etc., que caerán al fondo del envase o depósito si el vino está tranquilo y no se remueve.

Mediante la clarificación, la bentonita retira proteínas que podrían enturbiarlo. Además se eliminan bacterias y levaduras que podrían producir procesos biológicos que terminarían por enturbiar el vino.

Sin embargo, la caída de estas sustancias no disueltas depende también de su tamaño. Las gruesas caen pronto, mientras que las menores caen muy tarde y muy difícilmente.

La clarificación espontánea (estática) supone esperar para que, transcurrido tiempo, todas las materias estén en el fondo; y trasegando (cambiando el vino de envase) pasen tan sólo el 95% limpio, separándolo del sedimento.

Las materias que tienden a caer una vez que la actividad fermentante cesa son:

Materia	Tamaño (mm)	Tiempo que tarda en caer
Vegetal	1.00	1 día
Vegetal	0.20	1 semana
Levadura muerta	0.005	2 meses
Bacterias muertas	0.0008	6 meses

En teoría, con paciencia y esperando 6 meses, el vino se presentará limpio y brillante. Pero en la práctica, cambios atmosféricos de presión pueden facilitar que la materia sedimentada vuelva a ascender y enturbiar el vino; sobre todo en época de bajas presiones (borrascas).

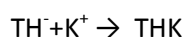
Debido a estos inconvenientes de borrascas, o a no poder esperar meses con el vino en bodega, se recurre a forzar la caída de las materias en suspensión. Para ello se "engordan" tales materias aportando un clarificante

Se añade al depósito carbón activo y bentonita. Se tiene en periodos intermitentes de agitación y parada. Una vez transcurridos dos días se vacían los depósitos y se envía el vino a la centrífuga o a los filtros de arena.

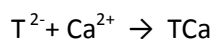
1.9. Estabilización por Frío.

El ácido tartárico TH_2 está disociado en otro compuesto, bitartrato $\text{TH}^- + \text{H}^+$ y este a su vez en otro, tartrato $\text{T}^- + \text{H}^+$. Que se desplace a un lado u otro va a depender del pH. A pH del vino lo que más abunda es bitartrato TH^- .

El bitartrato al unirse con el potasio va a formar una sal, bitartrato potásico



El poco tartrato que hay en el vino se puede unir al calcio formando otra sal, tartrato cálcico



El tartrato cálcico es más problemático que el bitartrato potásico ya que no se elimina fácilmente, ni siquiera con frío (suele encontrarse en depósitos de hormigón que no han sido franquados con tartárico).

En el mosto y vino hay mucho potasio (la uva absorbe mucho potasio del suelo y hoy día más por el abonado) y mucho tartárico (ácido característico de la uva), por lo que se dan las condiciones óptimas para que se forme la sal. Siempre están a punto de saturación. La solubilidad es propia de cada sal y depende de la temperatura y del alcohol. Cuanto más grado alcohólico menos solubilidad. El mosto admite una determinada cantidad que baja considerablemente con el vino. De igual forma, la solubilidad baja a medida que aumenta la temperatura.

Todo lo que sobra de THK precipita, pero se queda con la solubilidad al límite. Es una disolución saturada. Al enfriar el vino se consigue reducir su solubilidad.

En bodega se baja la temperatura poniendo el vino cerca de su punto de congelación para que precipiten los bitartratos. Esto se realiza mediante intercambiadores de placas.

A continuación el vino se pasa a depósitos isoterms. Se suele mantener durante 8 días para que le de tiempo a que se formen los cristales, quedando el vino estable.

1.10. Filtración.

Este es el paso final en la producción de vino joven. Una vez los cristales de THK han precipitado, el vino pasa por un Filtro de Tierras Diatomeas.

A partir de este momento hay que evitar dos riesgos: el contacto con el oxígeno del aire, por un lado, y el mantenimiento del vino de forma prolongada a temperaturas elevadas.

1.11. Transporte a la Bodega.

Una vez el vino joven llega a la Bodega se realiza una prueba organoléptica. Los vinos se seleccionan y se separan por calidades para que, mediante las mezclas oportunas, se destine cada uno a un tipo correspondiente en función de lo deseado.

1.12. Sistema de Criaderas y Soleras.

El sistema de criaderas y solera sustituyó en el Marco al sistema de añadas por dos motivos fundamentales:

- La búsqueda de vinos de características homogéneas.
- La conservación de las características de los mismos.

Este sistema consiste básicamente en una serie de botas que contienen un tipo de vino uniforme. A lo largo del año y de forma periódica, se extrae una cantidad de vino y se reemplaza con un vino más joven del mismo tipo. Se dice entonces que la solera se “refresca”. Las botas de crianza no se llenan al 100% de su capacidad, de manera que quede aire suficiente para que se alimente la flor, o para que se oxide el oloroso, según el caso. Está claro que una solera que contenga vino con las cualidades de un vino de veinte años no se puede refrescar con vinos de tan sólo uno o dos años, ya que el contraste sería demasiado grande y el vino perdería calidad. Por tanto, la solera se rejuvenece con un vino que sea sólo un poco más joven y que se ha extraído de la criadera; puede haber ocho o nueve criaderas en total, hasta llegar a la última, que contiene un vino de carácter bastante joven. Por tanto, se puede describir como un sistema de envejecimiento dinámico.

Cada una de las fases de la crianza, que se encuentra representada por una criadera o por la solera, recibe el nombre de escala, y debe mencionarse que la palabra solera también se emplea en el sector para hacer referencia al sistema completo.

El vino se cría con esmero, de esta manera jamás variará la calidad. Es posible que algunos vinos que desarrollarían un carácter especial mediante el sistema de añada se pierdan, pero la calidad de los vinos que produce este sistema no es en absoluto inferior, sino incluso mejor.

Lógicamente, el número de escalas y el número de botas de cada escala depende de la edad del vino y de la proporción de producción que se desee, se puede obtener prácticamente el mismo resultado tanto con pocas escalas, haciendo sacas muy pequeñas, como con muchas, moviendo el vino con frecuencia. Esto, por supuesto, no incluye a la manzanilla, ya que la flor prolonga su crecimiento si la solera se conduce bien y, si se extrae una cantidad insuficiente de manzanilla, se convierte en seco y pierde su delicadeza., el vino joven aporta nutrientes esenciales para que las levaduras de la flor se mantengan en perfectas condiciones.

Al enumerar las escalas de una criadera, la más cercana a la solera es la primera, a está le precede la segunda y así sucesivamente, de tal forma que el vino más joven es el que se añade a la escala de número superior. Si se extraen muestras de escalas consecutivas, el desarrollo constante del vino se hace enseguida evidente; las muestras se diferenciarán en graduación alcohólica, acidez, proporción de aldehídos, esteroides...y por tanto en sus características organolépticas.

Sólo se puede obtener un vino de mucha edad de una solera muy bien conducida. Esto dificulta la explicación, debido a que la última criadera de una solera no se refresca necesariamente con vino joven, sino que se puede rociar con vinos criados en otra solera. Por ello, una solera de oloroso puede tener cincuenta botas en cada escala, aunque es probable que cada escala tenga una o dos botas menos que la que le precede inmediatamente, con el fin de dejar un margen para la evaporación y la merma. Dicha solera producirá un vino agradable y añejo. Parte de esta producción será tratada y embotellada, pero otra parte se destinará a alimentar la última criadera

de una solera de oloroso viejo, que puede contener veinte botas en cada escala. El vino de esta segunda solera tendrá propiedades más importantes y más valoradas en cuanto a la edad.

Las sacas de la solera se hacen una, dos o tres veces al año y la cantidad que se extrae en cada ocasión puede ser muy pequeña o incluso llegar a un 40%. En una solera típica de manzanilla que produzca un vino de calidad invariable se debe extraer el 30% dos veces al año aunque, en la actualidad, la tendencia es tener más escalas y correrlas más de prisa, por ejemplo sacando el 30% tres veces al año. Por otro lado, en una solera de un amontillado muy viejo u oloroso, puede que sólo se extraiga el 5% una vez al año, de manera que tanto la calidad como la edad aumenten constantemente. Por tanto, el vino de una solera está tan mezclado que, evidentemente, resulta imposible calcular su edad exacta.

La solera no se lleva de una forma científica, y las sacas no tienen que realizarse determinados días en concreto al año, porque el sistema es enormemente flexible y admite muchas variaciones, siempre que esté controlado. La cantidad y periodicidad de las sacas está, hasta cierto punto, determinada por la demanda, por lo que es posible hacer sacas de cantidades ligeramente distintas en diferentes estaciones. Sin embargo, cuando hay que realizar alguna operación a una solera de manzanilla, es aconsejable no perturbarla cuando está floreciendo, siendo las mejores épocas el invierno y el verano. Aunque, debido a los grandes conocimientos sobre las necesidades ambientales de la flor y atendiendo a estas necesidades mediante las características constructivas de la bodega, el problema de perturbar a la flor y su variación de espesos según las estaciones es muy inferior.

Durante el proceso de saca y rocío, que es como se llama a la corrida de escalas, debe distribuirse el vino que se saca de una escala proporcionalmente entre las botas de la escala siguiente. Si no, podrían producirse variaciones en el desarrollo de las distintas botas de una solera. Por ello, el vino que se saca se mezcla y esta mezcla homogeneizada es la que se rocía en las botas de la escala de número inferior.

REGLAMENTO DE SANEAMIENTO

Aprobación Pleno de 29-03-1994
Publicado en el B.O.P. núm. 206 de 06-09-1994

TITULO I OBJETO, NATURALEZA JURÍDICA, TERMINOLOGÍA Y COMPETENCIAS

CAPITULO I OBJETO, AMBITO DE APLICACIÓN Y NATURALEZA JURÍDICA

Artículo 1.- *Objeto del Reglamento.*

El objeto del presente Reglamento es la regulación de las relaciones entre los usuarios del Servicio de Saneamiento y el Excmo. Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda.

Artículo 2.- *Definición de Servicio de Saneamiento.*

Se entiende por Servicio de Saneamiento aquel que presta o puede prestar el Excmo. Ayuntamiento bien por sí mismo, o de los medios que se crean oportunos en su caso, con elementos técnicos para la evacuación de aguas residuales y pluviales, así como su tratamiento, depuración en el ámbito de su competencia y disponibilidades técnicas.

Artículo 3.- *Ambito territorial.*

Las normas contenidas en este Reglamento serán de obligado cumplimiento y de aplicación en todo el Término Municipal de Sanlúcar de Barrameda.

Artículo 4.- *Vigencia temporal.*

El presente Reglamento de Saneamiento tendrá vigencia indefinida, permaneciendo en vigor en tanto y en cuanto no se promulgue una disposición de rango superior que modifique o altere alguna de sus partes.

Artículo 5.- *Naturaleza jurídica.*

Las relaciones del SERVICIO con los USUARIOS se desarrollarán en el marco jurídico del derecho privado y público de aplicación, y se regirán por el presente Reglamento, Código Civil y normas aplicables a los USUARIOS.

Artículo 6.- *Competencia jurisdiccional.*

Las cuestiones judiciales y motivo de litigio que se produzcan entre el USUARIO y el SERVICIO como consecuencia de las relaciones que se regulan en el presente Reglamento quedan sometidas al fuero y jurisdicción de los Jueces y Tribunales de Sanlúcar de Barrameda y superiores jerárquicos.

CAPITULO II TERMINOLOGÍA Y COMPETENCIAS

Artículo 7.- *Terminología.*

A efectos de simplificación, en lo sucesivo se denominará SERVICIO al prestado por el Excmo. Ayuntamiento a través de sus medios propios o los prestados a través de empresa concesionaria; designándose USUARIO a toda persona física o jurídica a la que se haya concedido una autorización de vertido o haga uso de las redes públicas de evacuación de aguas.

Artículo 8.- *Régimen de actuación.*

A los efectos de aplicación del presente Reglamento, caso de que el SERVICIO se realice a través de empresa concesionaria, ésta se sujetará a la normativa que regula el régimen de las Sociedades Anónimas y normas complementarias que le sean de aplicación.

Artículo 9.- *Derecho de evacuación.*

- (a) Tienen el derecho al uso del Servicio de Saneamiento cuantas personas lo deseen, sin otras limitaciones que las impuestas por el presente Reglamento.
- (b) La concesión de nuevas acometidas para vertido en zonas no cubiertas por el Servicio o que estándolo requieran ampliación o modificación de las instalaciones, estarán supeditadas a la posibilidad de evacuación.
- (c) EL SERVICIO podrá denegar la evacuación de aguas residuales y pluviales a aquellas zonas, fincas o locales que carezcan de la necesaria infraestructura urbanística, hasta tanto no se cree dicha infraestructura.

Artículo 10.- *Exclusividad en el Saneamiento.*

La concesión de autorización de evacuación de aguas a través de la red pública de alcantarillado es de la exclusiva competencia del SERVICIO.

Artículo 11.- *Exclusividad en las obras.*

El proyecto y la dirección de cualquier obra que afecte al Saneamiento es competencia exclusiva del SERVICIO que, no obstante, podrá efectuarlas directamente o delegar en el órgano que estime conveniente.

CAPITULO III DEFINICIONES Y CLASIFICACIONES

Artículo 12.- *Definiciones.*

A efectos de este Reglamento se establecen las definiciones siguientes:

-AGUAS RESIDUALES: Aguas usadas procedentes de consumo humano e instalaciones industriales que acarrean elementos o sustancias líquidas o sólidas distintas en calidad y cantidad que tenían en su abastecimiento de origen, diluidas o no con cualquier agua subterránea, superficial o pluvial que se halle incorporada.

-AGUAS PLUVIALES: Aguas superficiales de escorrentía producidas a continuación de cualquier precipitación natural y como resultado de la misma.

-RED DE ALCANTARILLADO: Coniunto de conducciones e

instalaciones que sirven para la evacuación de aguas residuales y pluviales desde la conexión de la acometida de un inmueble o conjunto de ellos, hasta el punto de vertido a un cauce público o al mar.

La red de alcantarillado la integran:

- (a) Alcantarilla pública: Todo conducto existente aceptado por el SERVICIO para servicio del saneamiento general de la ciudad o de una parte de la misma, cuya limpieza y conservación realiza el SERVICIO a su cargo.
- (b) Canalizaciones: Aquellos conductos que, aún cuando pudieran estar en servicio, no han sido recibidos por el SERVICIO.

-POZO DE REGISTRO: La instalación que permite el acceso directo a los conductos subterráneos para su inspección. Según sea su misión principal, recibirán nombres: de resalto, de cambios de dirección o rasante y de acometida.

-SUMIDERO: El elemento destinado a recoger y transportar a la red de alcantarillado las aguas superficiales de escorrentía. Estará compuesto de: boca con o sin rejilla, arqueta, sifón hidráulico en su caso y ramal de conexión a la red.

-CAMARA DE DESCARGA: Instalación de la red de alcantarillado que tiene como objeto la introducción periódica de un volumen de agua para la limpieza de las cabeceras de la red.

-PRETRATAMIENTO: Operaciones o procesos de cualquier tipo que se puedan aplicar a un agua residual para reducir o neutralizar su carga contaminante total o parcialmente en cantidad o calidad de la misma.

-ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES: Conjunto de estructuras, mecanismos e instalaciones en general que permiten el tratamiento de las aguas residuales, reduciendo su carga contaminante hasta permitir su vertido a cauces públicos.

-DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO): Cantidad de oxígeno expresada en mg/l y consumida en las condiciones del ensayo durante un tiempo dado, para asegurar la oxidación por vía biológica, de las materias orgánicas biodegradables presentes en el agua.

-DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO: Cantidad de oxígeno expresado en mg/l consumida por la oxidación química de la materia orgánica del agua.

-SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN: Partículas que no están en disolución en el agua residual y que son separables de la misma por procesos normalizados de filtración en laboratorio, expresados en mg/l.

-LÍQUIDOS INDUSTRIALES: Aquellos derivados de la fabricación de productos propiamente dicha, siendo principalmente disoluciones de productos químicos, considerados como subproductos de los distintos procesos fabriles.

Artículo 13.- Clasificación General.

La clasificación de los distintos sistemas de alcantarillado es:

- (a) Atendiendo a las aguas que recogen:

-Redes unitarias: Son aquellas que se encuentran dimensionadas y construidas de forma que pueden absorber en un mismo conducto las aguas residuales y pluviales, procedentes de una o varias zonas determinadas.

-Redes separativas: Se denominan así aquellas en las que las aguas residuales se evacuan por conductos distintos a los de las aguas pluviales, de forma que no exista punto de contacto directo entre ambos sistemas de evacuación.

(b) Atendiendo al tipo de energía que provoca el movimiento del agua en los conductos:

- Redes por gravedad: Son aquellas en las que, debido a la rasante de los conductos, el movimiento del fluido se produce a causa de la fuerza de la gravedad, sin necesidad de adicionar ningún otro tipo de energía.

- Redes de elevación: Se denominan así las redes en que la energía potencial del fluido no es suficiente para provocar la correcta evacuación, por lo que es necesaria, la aplicación de una energía mecánica adicional mediante un bombeo.

TITULO II OBLIGACIONES Y DERECHOS

CAPITULO I OBLIGACIONES GENERALES

Artículo 14.- *Obligaciones Generales.*

El servicio de saneamiento viene obligado con carácter general, a planificar, proyectar, ejecutar, conservar y explotar las obras e instalaciones necesarias para captar, regular, conducir las aguas pluviales y residuales y depurar estas últimas, en forma que permitan su vertido al mar o a cauces públicos.

Artículo 15.- *Otras obligaciones.*

1.Son también obligaciones particularmente definidas en las competencias del SERVICIO sin perjuicio de las que se recogen en otros artículos del presente Reglamento, las siguientes:

(a) Tener en buen estado de funcionamiento las instalaciones precisas que permitan la evacuación de las aguas pluviales y residuales del municipio, aunque se produzcan subidas en los cauces receptores.

(b) Conservar en condiciones adecuadas los sumideros de las vías públicas para que permitan la evacuación de las aguas de lluvia.

(c) Controlar las características de las aguas residuales de modo que cumplan las condiciones establecidas por el organismo competente en las autorizaciones de vertido al mar o cauces públicos.

2.Como servicio público, el SERVICIO asume frente a los USUARIOS las obligaciones siguientes:

(a) Mantener un servicio permanente al que los USUARIOS puedan dirigirse a cualquier hora para comunicar averías.

(b) Disponer de los medios humanos, mecánicos y organizativos para que la gestión con los USUARIOS se trámite con celeridad, economía y eficacia.

(c) El personal, dentro del estricto cumplimiento de su deber, tratará a los usuarios con la necesaria corrección. En el supuesto de disparidad de criterio entre un empleado y un USUARIO, por necesidad lógica del servicio, prevalecerá en principio la decisión de aquél, sin perjuicio de formular, en su caso, la reclamación ante el SERVICIO.

CAPITULO II DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS

Artículo 16.- *Derecho al disfrute del Servicio.*

Los USUARIOS tendrán derecho al disfrute del servicio de saneamiento sin más limitaciones que las establecidas en el presente Reglamento y normas legales de aplicación.

Artículo 17.- *Solicitud de información.*

Los USUARIOS tendrán derecho a consultar todas las cuestiones derivadas de la prestación y funcionamiento del Servicio, así como a recibir contestación por escrito de las consultas formuladas por este procedimiento. Igualmente tendrá derecho, si así es solicitado por el peticionario, a que se le informe de la normativa vigente que le es de aplicación así como que se le facilite, para su lectura en la sede del SERVICIO, un ejemplar del presente Reglamento.

Artículo 18.- *Obligación de cumplimiento de normas.*

Los USUARIOS quedan obligados al cumplimiento de las normas técnicas y administrativas que en cada caso procedan, establecidas por el SERVICIO.

Artículo 19.- *Notificación de rotura o avería.*

Los USUARIOS, en su propio interés, deberán dar cuenta inmediatamente al SERVICIO de toda avería en la red de alcantarillado así como de aquellos hechos que como consecuencia de una anomalía, puedan producirse en sus propios inmuebles, en los inmediatos o en la vía pública, con el fin de establecer las medidas que en cada caso procedan.

Artículo 20.- *Diligencia en las instalaciones.*

Todo USUARIO de un vertido de aguas residuales a la red de alcantarillado, deberá evitar que en el mismo existan elementos o productos que puedan ocasionar perjuicios a la red o instalaciones del SERVICIO, o de terceros, así como que contaminen o dificulten la depuración de las aguas residuales con peligro de alterar el equilibrio ecológico dentro de los límites de tolerancia admitidos. A tal fin cuando una industria solicite vertidos al SERVICIO, deberá declarar en su solicitud los elementos que evacuan en sus aguas residuales, para determinar si son perjudiciales o tienen características que puedan resultar peligrosas, así como notificar cualquier modificación futura que se dé en los elementos a evacuar. Por el SERVICIO se podrá denegar la solicitud o exigir en su caso la instalación en la industria de procedimientos previos de depuración y eliminación de productos nocivos o peligrosos antes de su vertido a la red de alcantarillado.

Artículo 21.- *Obligación de pago.*

Los USUARIOS vendrán obligados al pago de los cargos que se formulen de acuerdo a las tarifas en vigor aprobadas con arreglo a las normas procedentes. La tarifa establecerá los elementos que sirvan de base para el cálculo de la liquidación en razón a la prestación. Los USUARIOS podrán solicitar del SERVICIO en todo momento los elementos que en base a las tarifas aprobadas se utilizan para el cálculo del importe correspondiente.

Artículo 22.- *Reclamaciones y quejas.*

Todo USUARIO podrá formular por escrito firmado, reclamación fundamentada con aquellos hechos que considere anormales en la prestación

fundamentada con aquellos hechos que considere anormales en la prestación del servicio. Si va referida en particular, al incumplimiento de las condiciones fijadas en el contrato, así como de las normas y leyes que le son de aplicación en relación al servicio, deberá acreditar inexcusablemente sus condiciones de titular del contrato o persona que lo represente legalmente. El SERVICIO comunicará por escrito la resolución adoptada una vez recabados los informes correspondientes, en un plazo no superior a 30 días.

TITULO III CONTRATACION

CAPITULO I PETICION

Artículo 23.- Solicitud de vertido.

La concesión de evacuación de aguas residuales y pluviales se realizará a petición de la parte interesada que, a tal efecto, deberá suscribir la correspondiente solicitud en modelo facilitado por el SERVICIO responsabilizándose de la veracidad de los datos declarados en la misma.

Artículo 24.- Concesión.

La autorización de vertidos a la red de alcantarillado se concederá por el SERVICIO a aquellas personas, físicas o jurídicas, que reúnan las condiciones previstas en este Reglamento y que han de obligarse al cumplimiento de todos los preceptos contenidos en el mismo.

Artículo 25.- Limitaciones en los vertidos.

El SERVICIO podrá establecer limitaciones en la concesión de vertido de aguas residuales o pluviales, e incluso otorgar dicha concesión en precario, cuando razones técnicas o de fuerza mayor así lo aconsejen.

Artículo 26.- Sujetos.

Las concesiones de vertido se formalizarán, forzosamente, entre el SERVICIO y el propietario del inmueble, arrendatario del mismo, titular o titulares de la finca, local o industria que haya de verter, o por quien los represente.

Artículo 27.- Objeto.

La petición se hará para cada finca o establecimiento que física o legalmente constituya una unidad, coincidiendo, en su caso, con la finca objeto del contrato de suministro de agua. No se permitirá dar a un vertido alcance distinto al que haya sido objeto de contratación, aunque se trate de fincas contiguas o edificaciones que no se hayan dividido registralmente.

Artículo 28.- Datos para la contratación.

En el impreso de solicitud de vertido, facilitado por el SERVICIO, se hará constar:

- Nombre y apellidos o razón social del futuro titular.
- Dirección completa del objeto del contrato.
- Dirección a efectos de notificación por parte del SERVICIO, que necesariamente estará dentro del área cubierta por el servicio de CORREOS.
- Propietario o titular del inmueble objeto del contrato.
- Superficie y uso al que se destinará el objeto del contrato.
- Si existe alguna otra acometida en la finca, solar o parcela, indicando

si pretende conservar, modificar o anular.

- Forma de pago.
- Si se trata de uso no doméstico, caudal medio y punta a evacuar y calidad del agua a verter, con especificación a ser posible, de la composición del vertido.

Artículo 29.- Documentación.

Al impreso de solicitud de vertido se acompañará, según proceda:

- Licencia de primera utilización.
- Licencia de apertura de la actividad.
- Título de propiedad o de ocupación del inmueble.
- Memoria descriptiva de la actividad, instalación y proceso que desarrollarán.
- En su caso, descripción del producto objeto de la fabricación, así como los productos intermedios y subproductos si los hubiere.
- Descripción de las instalaciones de pretratamiento y corrección de planos o esquemas de funcionamiento.
- Descripción de la naturaleza de los vertidos que se hayan de producir.
- Cualquier otra documentación que legalmente proceda o que el SERVICIO estime necesario.

Artículo 30.- Vertidos no domésticos.

Cuando los vertidos no procedan de uso doméstico exclusivamente, los solicitantes deberán acompañar a la solicitud de vertido, descripción pormenorizada del producto objeto de la fabricación. Posteriormente y una vez iniciada la actividad, el USUARIO deberá aportar en el plazo máximo de 30 días. Certificado extendido por laboratorio homologado, en el que se especifique la ausencia en el vertido de materias prohibidas expresamente en este Reglamento. En caso contrario, se procederá por parte del SERVICIO a la suspensión del vertido y suministro de agua.

**CAPITULO II
CONTRATO DE VERTIDO**

Artículo 31.- Obligación del vertido.

Todo edificio, finca o propiedad ubicado dentro de la delimitación de suelo urbano y con independencia de su uso, está obligado a verter sus aguas residuales a la red de alcantarillado.

Artículo 32.- Necesidad de contratar.

Todo vertido de aguas a la red de alcantarillado ha de estar amparado por el correspondiente contrato de vertido. Cualquier vertido que carezca de contrato, del que tenga conocimiento el SERVICIO, será inmediatamente suprimido o dado de alta de oficio.

Artículo 33.- Incapacidad e incompatibilidad para contratar.

1.No podrá contratar el vertido todo aquél que, habiendo sido USUARIO en otra finca o propiedad, se le hubiera suspendido el servicio o resuelto el contrato por falta de pago o por medida reglamentaria, a no ser que satisfaga sus obligaciones anteriores con los recargos y gastos a que hubiera lugar. La incapacidad antes mencionada es también extensiva al suministro de aguas.

2.El SERVICIO podrá negarse a suscribir el contrato de vertido en los casos siguientes:

- (a) Cuando el solicitante se niegue a firmar el contrato extendido por el SERVICIO.
- (b) Cuando a juicio del SERVICIO y previa comprobación no se cumplan en las instalaciones del solicitante las prescripciones de este Reglamento y demás normas aplicables.
- (c) Cuando el solicitante tenga débito pendiente con el SERVICIO.
- (d) Cuando el solicitante no acredite debidamente la documentación requerida en el artículo 29 de este mismo Título.
- (e) Cuando el solicitante no ingrese previamente las cantidades que correspondan a la formalización del contrato.
- (f) Cuando exista débito pendiente sobre la finca o propiedad para la que se solicita el vertido.

Artículo 34.- Formalización del contrato.

1. Con los datos facilitados y a la vista de las redes existentes, el SERVICIO fijará las condiciones en que puede accederse a la petición, particularmente:

- Medidas correctoras de la calidad del vertido de no estar previstas, en su caso, en la documentación presentada en la solicitud.
- Instalación de equipos especiales para la evacuación, en caso de no ser posible ésta por gravedad, declinando el SERVICIO toda responsabilidad por las consecuencias que puedan derivarse si ello no se cumpliera.

2. Se procederá entonces a formular el correspondiente contrato de vertido, suscribiéndolo, de una parte, el SERVICIO y de otra, por el legitimado para ello, de acuerdo con lo establecido al efecto en el presente Reglamento, previo pago de los derechos y fianzas que sean de aplicación.

Artículo 35.- Adscripción del vertido.

Cada autorización de vertido quedará adscrito a los fines y usos para los que se concedió, quedando prohibido darle un alcance o dedicarlo a otras finalidades distintas a las que hayan sido objeto de contratación, para los que, en cualquier caso, será preceptivo solicitar un nuevo vertido.

Artículo 36.- Cambio de titularidad.

La ocupación del mismo local, objeto del contrato, por persona distinta de la que suscribió el contrato, exigirá nueva contratación, salvo los casos de traspaso y subrogación, en los que no exista modificación en las condiciones de vertido y de uso del local, que se regulan en los artículos siguientes.

Artículo 37.- Traspaso de titularidad.

El contrato de vertido es personal y el USUARIO titular del mismo no podrá transferir sus derechos ni podrá, por tanto, exonerarse de sus responsabilidades frente al SERVICIO. No obstante, el USUARIO que está al corriente del pago del vertido podrá transferir su contrato a otro que vaya a ocupar el mismo local en las mismas condiciones de uso y vertido existentes. Esta transferencia deberá comunicarse al SERVICIO por escrito firmado por el antiguo y nuevo titular. El SERVICIO extenderá nuevo contrato a nombre del nuevo USUARIO, de acuerdo con lo previsto en este Reglamento. Caso de existir alguna cláusula especial en el antiguo contrato, esta deberá quedar recogida en el nuevo documento. El traspaso dará derecho al antiguo USUARIO a recobrar su fianza, y el nuevo USUARIO deberá abonar la nueva que le corresponda de acuerdo a las disposiciones vigentes en el momento de la transferencia.

Artículo 38.- Subrogación.

ARTICULO 38.- Subrogación.

En caso de fallecimiento del titular del contrato, su cónyuge, ascendientes, descendientes, hermanos y, en todo caso, el heredero del inmueble objeto del contrato, podrá subrogarse en los derechos y obligaciones de aquél. El plazo para subrogarse será de seis meses a contar desde la fecha del fallecimiento y se formalizará mediante nota extendida en la documentación existente y firmada por el nuevo USUARIO y el representante del SERVICIO. Las Entidades Jurídicas sólo se subrogarán en caso de fusión por absorción.

Artículo 39.- Duración del contrato.

El contrato de vertido se suscribirá por tiempo indefinido salvo estipulación expresa de otro carácter. Sin embargo, el USUARIO podrá darlo por terminado en cualquier momento, siempre que lo comunique al SERVICIO por escrito y facilite el acceso a la finca al personal del SERVICIO para que procedan a clausurar el suministro o vertido. El contrato continuará en vigor en tanto no se cumplan las condiciones anteriormente expresadas. Los vertidos para actividades de carácter temporal se podrán contratar por tiempo definido que expresamente figurarán en el contrato.

Artículo 40.- Prórroga del contrato.

Los contratos de vertido por tiempo definido podrán ser prorrogados, por causa justificada, a instancia del USUARIO y apreciada por el SERVICIO.

Artículo 41.- Contrataciones en precario.

Cuando concurren circunstancias que así lo aconsejen, motivadas por dificultades en la evacuación, modificación o adecuación de las instalaciones, adecuación del proceso de depuración, o cualquier otra causa que, a juicio del SERVICIO, lo haga aconsejables, esta podrá contratar el vertido en régimen de precariedad. En estos casos, en el contrato se hará constar, además del resto de los datos inherentes al mismo, los siguientes:

- 1) Causas que motivan la precariedad.
- 2) Límite de la precariedad.
- 3) Vigencia, en su caso, de la precariedad.

Artículo 42.- Suspensión del vertido.

1. Los contratos de vertido quedarán en suspenso temporalmente en los siguientes casos:

- (a) Cuando el USUARIO no haya abonado uno o más recibos, de los importes a su cargo derivados del contrato de vertidos o por el suministro de agua, así como por cualquier otro adeudo que el USUARIO mantenga con el SERVICIO.
- (b) Cuando el USUARIO introduzca en su actividad modificaciones que supongan alteración en el caudal o características del vertido con respecto a los que figuren en el contrato.
- (c) Cuando el USUARIO permita el uso de sus instalaciones de vertido a tercero.
- (d) Cuando el USUARIO no permita el acceso al inmueble objeto del contrato, al personal del SERVICIO que, debidamente documentado, trate de inspeccionar las instalaciones de vertido.
- (e) Por la existencia de defraudación o infracción calificada como grave o muy grave.
- (f) Cuando se detecten sustancias en los vertidos expresamente prohibidas en este Reglamento.

2. En cualquier caso, estas suspensiones conllevarán la suspensión del suministro de agua que, en su caso, preste el SERVICIO al mismo

.....
inmueble objeto del contrato y se producirán sin perjuicio de las indemnizaciones y penalizaciones a que pudiera haber lugar como consecuencia de cualquiera de los supuestos antes citados y siempre dando cumplimiento a las normas legales aplicables.

3.El SERVICIO notificará al USUARIO la resolución de suspensión del vertido y suministro, en el domicilio señalado en la solicitud a efectos de notificación.

4.Los gastos que se originen por el restablecimiento de ambos servicios serán por cuenta del USUARIO.

Artículo 43.- Cancelación del contrato.

1. Los contratos de vertido quedarán cancelados por las siguientes causas:

- (a) A petición del titular del contrato, al cesar el vertido.
- (b) Por resolución justificada del SERVICIO, ante motivos de interés público.
- (c) Al finalizar el plazo en el caso de contratos por tiempo definido.
- (d) Por incumplimiento, por parte del titular del contrato de vertido, de las obligaciones que de él se derivan.
- (e) Cuando el titular del vertido pierde su dominio de uso sobre el inmueble objeto del contrato.
- (f) Por cambio de uso de las instalaciones para las que se otorgó la concesión de vertido.
- (g) Por incumplimiento por parte del USUARIO, de los requerimientos hechos por el SERVICIO respecto al tratamiento previo de los vertidos o de reparación de las instalaciones para el correcto vertido.
- (h) Por las causas que expresamente se señalen en el presente Reglamento y en las Ordenanzas Municipales correspondientes.
- (i) Por resolución judicial.

2. El cese de vertido por demolición del inmueble con perjuicio de las instalaciones, supondrá, de no haberlo puesto en conocimiento del SERVICIO, la cancelación del contrato y la aplicación de la fianza, a los gastos ocasionados por el corte del vertido.

3. Una vez cancelado el vertido, para poder gozar nuevamente de él, será necesario nuevo contrato y satisfacer, con independencia de las cantidades pendientes, la nueva fianza y los gastos que le sean de aplicación.

CAPITULO III FIANZA

Artículo 44.- Fianza.

Para responder del cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades que le sean exigibles, el USUARIO deberá depositar en la Caja del SERVICIO, previamente a la formalización del contrato de vertido, la cantidad en metálico que en cada momento establezca la tarifa en vigor.

TITULO IV INSTALACIONES GENERALES

CAPITULO I REGIMEN DE ACTUACION

Artículo 45.- Definición.

Se denominan instalaciones generales a los conjuntos de tuberías, obras de fabrica, instalaciones especiales y elementos accesorios de control, medida, maniobra, etc. que forman la red de evacuación de aguas residuales y pluviales desde la conexión de la acometida de un inmueble o conjunto de ellos, hasta el punto de vertido o cauce receptor o al mar.

Artículo 46.- Proyecto.

Corresponde al SERVICIO la elaboración de los proyectos técnicos necesarios para la ejecución de obras de ampliación, mejora, reforma o reparaciones de la red. La totalidad de conducciones y sus elementos de registro que constituyen la red de evacuación, estarán emplazados, con carácter general, en terrenos de dominio público, y sólo en aquellos casos en que se ha establecido servidumbre registralmente, podrán emplazarse en terreno de propiedad particular.

Artículo 47.- Construcción.

La construcción de las instalaciones generales podrán llevarse a cabo por la Entidad urbanística según la normativa aplicable a la correspondiente actuación por el Ayuntamiento como obra municipal por sí o por adjudicación a una empresa.

Artículo 48.- Pago de las obras.

Cuando las ampliaciones de la red se hagan a petición de uno o varios propietarios, como prolongación de la existente, las obras serán abonadas de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 55 y 56 de este Reglamento. El constructor habrá de garantizar las obras no realizadas directamente por el SERVICIO, por un plazo no inferior a un año contado a partir de la recepción de las mismas por el SERVICIO siendo de su exclusiva responsabilidad las que se deriven de éstas, o por vicios ocultos durante el plazo de diez años.

Artículo 49.- Propiedad.

Una vez realizada las obras de construcción e instalación de las alcantarillas, en cualquiera de las formas previstas en este capítulo, previa recepción en su caso, quedarán de propiedad del Excmo. Ayuntamiento.

Artículo 50.- Mantenimiento e inspección.

Estará a cargo del SERVICIO la conservación y mantenimiento de las redes de alcantarillado público.

**CAPITULO II
AREA DE COBERTURA**

Artículo 51.- Definición.

Se denomina área de cobertura del Servicio de Saneamiento, el territorio del término municipal que, en temas de saneamiento, el SERVICIO domina con sus instalaciones y en la que la existencia y capacidad de las mismas garantiza la evacuación de aguas residuales y pluviales.

Artículo 52.- Delimitación.

Periódicamente, cuando sufra modificación, el SERVICIO delimitará el área de cobertura del Servicio de Saneamiento que presta. Una vez sometida a la aprobación de sus órganos de gobierno y aprobada por éstos, pasará al SERVICIO y quedará reflejada en la cartografía correspondiente y a disposición de los USUARIOS.

Artículo 53.- Concesiones.

Dentro del área de cobertura el SERVICIO estará obligado a atender las peticiones de vertidos que se le soliciten, sin otras condiciones que las establecidas a tal fin en el presente Reglamento.

Artículo 54.- Saneamiento pleno.

A efectos de la aplicación de este Reglamento, se considerará que en un solar, inmueble o punto determinado se dan las condiciones de saneamiento pleno, cuando de forma simultánea se cumplan los supuestos siguientes:

(a) Que se encuentre situado dentro del área de cobertura definida anteriormente.

(b) Que en los viales de carácter público que lindan con el solar o inmueble a que éstos den fachada, existan instaladas y en servicio conducciones de la red de alcantarillado en toda la extensión que aquél ocupa.

(c) Que la conducción a la que haya de evacuar se encuentre en perfecto estado de servicio y su capacidad sea, como mínimo el duplo del total de las acometidas que le corresponda evacuar. A tal fin, se entenderá por capacidad de evacuación de una conducción de saneamiento al caudal que, a sección llena, pueda circular por la misma con una velocidad de 1,00 m/s como máximo. Cuando en una vía pública estén proyectadas conducciones en ambas aceras, la existencia de una de ellas, no supondrá que los solares o inmuebles de la acera opuesta cumplan el supuesto expuesto en el apartado b) de este artículo. En aquellos casos en los que no se den los supuestos contemplados anteriormente, se considerará que el solar, inmueble o punto de que se trate está insuficientemente dotado del servicio de Saneamiento.

Artículo 55.- Actuaciones en el área de cobertura.

1. Cuando se haya formalizado la correspondiente autorización de acometida en un punto con Saneamiento pleno y sea necesaria alguna intervención en la red de alcantarillado para la puesta en servicio de dicha acometida, ésta será ejecutada por el SERVICIO de inmediato sin cargo alguno para el solicitante.

2. En aquellos casos en los que, dentro del área de cobertura, como consecuencia de las solicitudes formuladas, no se den las condiciones de Saneamiento pleno, el SERVICIO está obligado a realizar, por su cuenta y a su cargo, las prolongaciones, modificaciones y refuerzos de las redes que sea necesario ejecutar para atender las demandas solicitadas. La ejecución de estas obras habrán de ejecutarse en el plazo más corto posible.

3. Las modificaciones, prolongaciones, traslados o refuerzos de las redes existentes que el SERVICIO se vea obligado a realizar, como consecuencia de actuaciones urbanísticas o de edificación de interés ajeno al mismo, para las que los trazados o existencia de redes de saneamiento o instalaciones supongan un obstáculo o impedimento, serán sufragadas íntegramente por el Organismo, Entidad o persona interesada en la actuación, uso o beneficio del suelo que se libera de la servidumbre existente. Todo ello no supondrá liberalización de las obligaciones que posteriormente, resulten de la concesión de autorización de nuevos vertidos.

4. No se considerarán incluidas en el punto anterior de este artículo, las actuaciones que se realicen en polígonos y urbanizaciones de nueva creación, que se regulan en el Capítulo II de este mismo Título.

Artículo 56.- Actuaciones fuera del área de cobertura.

Fuera del área de cobertura, el SERVICIO estará obligado a la concesión de acometidas, cuando de forma simultánea se cumplan los supuestos siguientes:

(a) Que se cumplan todas las condiciones jurídicas en cuanto a ubicación y clasificación del suelo que establezcan las normas y leyes

ubicación y clasificación del suelo que establezcan las normas y leyes vigentes.

(b) Que las instalaciones o edificaciones a evacuar cuenten con la correspondiente licencia municipal de construcción o uso.

(c) Que la capacidad de las redes donde se ha de hacer la conexión pueda absorber la nueva demanda, en las mismas condiciones establecidas en el apartado c) del artículo 54 de este mismo Capítulo. En los casos de solicitud en las que no concurren supuestos precedentes, el SERVICIO no estará obligado a conceder la acometida solicitada. En los casos en que se cumplan los apartados a) y b) de este artículo, podrán autorizarse acometidas, solamente, cuando las obras de ampliación, refuerzo o modificación que el SERVICIO estime necesarias, sean ejecutadas a cargo del solicitante y bajo la inspección del SERVICIO, que ostentará la titularidad de las mismas.

CAPITULO III URBANIZACIONES Y POLIGONOS

Artículo 57.- Definición.

A efectos del presente Reglamento se entenderá por Urbanizaciones y Polígonos, aquellos conjuntos de terrenos sobre los que la actuación urbanística exija la creación de una nueva infraestructura viaria y de servicios entre las distintas parcelas o solares en que se divide el terreno y de éstas con la infraestructura general.

Artículo 58.- Redes interiores.

Con independencia de los requisitos que, con carácter general, establece el presente Reglamento para la concesión de acometidas, las solicitadas en urbanizaciones o polígonos de nueva creación estarán supeditadas a los siguientes condicionantes:

(a) Las redes interiores, y todas las instalaciones necesaria para el correcto funcionamiento de éstas, que habrán de garantizar la evacuación de aguas residuales y pluviales de la urbanización o polígono, responderán a esquemas aprobados por el SERVICIO y deberán definirse en un proyecto redactado por técnico competente y aprobado por el SERVICIO previamente al inicio de las obras. Dicho proyecto habrá de atenerse a la normativa de aplicación y a las normas Técnicas que el SERVICIO, y su redacción será por cuenta y a cargo de propietario o promotor de la urbanización o polígono.

Todos los materiales a emplear en las distintas unidades del proyecto habrán de estar homologados por el SERVICIO.

(b) Las obras e instalaciones definidas en proyecto aprobado, así como las modificaciones que, con autorización del SERVICIO, se introduzcan durante el desarrollo de las mismas, se ejecutarán en su totalidad por cuenta y a cargo del promotor o propietario de la urbanización o polígono.

(c) El SERVICIO podrá exigir, tanto durante la ejecución de las obras como previas a su recepción o puesta en servicio, cuantas pruebas y ensayos estime convenientes para garantizar la idoneidad de los materiales y de la ejecución y el funcionamiento posterior de las instalaciones, siendo por cuenta del promotor o propietario cuantos gastos se deriven de tales pruebas.

(d) En ningún caso, y bajo ninguna circunstancia, estará autorizado el promotor o ejecutor de las obras a realizar acometidas a los posibles solares, edificios o parcelas ubicadas en la urbanización o polígono, sin previa autorización del SERVICIO y formalización del correspondiente contrato de concesión.

Artículo 59.- Enlace con las redes exteriores.

El enlace o enlaces de las redes interiores de urbanizaciones o polígonos con la red de alcantarillado de la que es titular el SERVICIO, así como las

modificaciones y refuerzos que hubieran de realizarse en la misma como consecuencia de la nueva demanda, deberán quedar reflejadas en el correspondiente proyecto técnico referido en el artículo anterior, y serán ejecutadas por, cuenta y a cargo del promotor o propietario de la urbanización o polígono.

Artículo 60.- Cesión y servidumbres.

El promotor o propietario de la urbanización o polígono estará obligado, según sea el régimen jurídico en que finalmente se integren los viales, a:

1. Cuando los viales hayan de ser cedidas al municipio, el promotor estará obligado a ceder al SERVICIO, previamente a su puesto en servicio, el pleno dominio de las obras e instalaciones que en materia de Saneamiento se hayan realizado, y establecer formalmente, en el Registro de la Propiedad las servidumbres a que pudieran dar lugar dichas obras e instalaciones.
2. En los casos en que los viales o zonas de uso común por el que transcurran conducciones de saneamiento sean de propiedad privada, el promotor estará obligado a ceder el uso de las instalaciones de saneamiento al SERVICIO, quedando bajo su responsabilidad los daños que éstas puedan ocasionar y siendo por su cuenta y a su cargo las reparaciones y el mantenimiento de las instalaciones.

Artículo 61.- Modificaciones y cambios de uso posteriores.

El promotor o los sucesivos propietarios de la urbanización o polígono estarán obligados a someter a la aprobación del SERVICIO cualquier posible modificación de trazado o uso de los viales o zonas de uso común, en las que existan instalaciones de Saneamiento que puedan resultar afectadas. Asimismo, no podrán efectuarse nuevas derivaciones de ningún tipo en las redes interiores de la urbanización o polígono, sin el previo conocimiento y autorización del SERVICIO.

**TITULO V
ACOMETIDAS E INSTALACIONES INTERIORES**

**CAPITULO I
ACOMETIDAS**

Artículo 62.- Definición.

Se denomina Acometida a la canalización que sirve para transportar las aguas residuales y pluviales desde el límite exterior de un edificio finca a una alcantarilla pública o canalización, conectando ésta a través de un pozo o arqueta.

Artículo 63.- Condiciones técnicas.

Las prescripciones de carácter general que, como mínimo, deben cumplir las acometidas son:

- (a) Tuberías de hormigón o PVC, en las dimensiones que determine el SERVICIO.
- (b) El trazado ha de ser recto y con pendiente única que vendrá determinada por la profundidad de la red general receptora, debiendo ser con carácter general no inferior al 2%. Debe tener la menor longitud posible y no podrá atravesar propiedades distintas a la del solicitante.
- (c) El trazado y disposición de la acometida y la conexión a la alcantarilla receptora, deben ser tales que el agua de ésta no pueda penetrar en el edificio a través de las acometidas.
- (d) El eje de la acometida en la conexión debe formar un ángulo con el eje de la alcantarilla comprendido entre 45 y 90 grados, medida en el

- eje de la alcantarilla comprendido entre 45 y 90 grados, medio en el sentido de los flujos y preferentemente cercano a la perpendicularidad.
- (e) En el punto de conexión existirá un pozo de registro, ejecutado de acuerdo con las normas del SERVICIO.
- (f) En el exterior del inmueble se dispondrá de una arqueta de registro, lo más inmediatamente posible a la propiedad privada, y recibirá las aguas procedentes de la arqueta sifónica.
- (g) Se dispondrá un sifón inmediatamente aguas arriba de la acometida, en el interior del inmueble, junto a la fachada. Su misión es retener los objetos impropios de ser vertidos a la alcantarilla. Dispondrá de tapas de acceso para su limpieza y para conservación de la acometida.

CAPITULO II SOLICITUD Y TRAMITACIÓN DE ACOMETIDAS

Artículo 64.- *Solicitud.*

La concesión de acometida de aguas residuales y pluviales se realizará a petición de la parte interesada que, a tal efecto deberá suscribir la correspondiente solicitud en el modelo facilitado por el SERVICIO, responsabilizándose de la veracidad de los datos declarados en la misma y de la documentación que se acompañe.

Artículo 65.- *Sujetos.*

La concesión de acometidas de aguas residuales y pluviales habrá de ser solicitada por:

- (a) El titular del derecho de propiedad del edificio, local o recinto que se trate de evacuar.
- (b) En su caso, por el arrendatario legal del mismo con autorización del titular.
- (c) En el caso de inmuebles sujetos al régimen de división horizontal, por el representante legal, debidamente acreditado, de la comunidad de bienes.
- (d) Para la ejecución de obras, por el titular de la licencia municipal de obras o por la empresa adjudicataria de las mismas.

Artículo 66.- *Objeto.*

La concesión de acometida a la red general de alcantarillado se hará por cada finca, local o recinto que física o legalmente constituya una unidad independiente, con acceso directo a la vía pública o que, excepcionalmente, tenga salida propia a un elemento común. A efectos de aplicación de lo reglamentado, se considera unidad independiente el conjunto de viviendas y locales con portal único de entrada así como los edificios comerciales e industriales adscritos a una única persona física o jurídica y en la que se desarrolla una única actividad comercial o industrial. Queda, por tanto, prohibida la utilización de la acometida por otra finca o propiedad distinta de aquella para la que se concedió, aún cuando pertenezca a un mismo dueño si registralmente no se ha efectuado la acumulación correspondiente.

Artículo 67.- *Datos para la concesión.*

La petición de conexión a la red de alcantarillado se realizará en el modelo impreso facilitado por el SERVICIO. En él se hará constar, además de los datos de carácter general, las condiciones del vertido y los datos necesarios para la correcta fijación de las dimensiones y características de la acometida. Cuantas circunstancias se hagan constar en el impreso de solicitud serán de la exclusiva responsabilidad del solicitante y, junto con la documentación que se especifica en el artículo siguiente, servirán de base para regular las condiciones de concesión de las acometidas.

Artículo 68.- Documentación.

Al impreso de solicitud, se acompañará, según proceda:

- Licencia Municipal de obras.
- Plano de situación de la finca o local.
- Longitud aproximada de la acometida.
- Memoria técnica suscrita por el Técnico Director de las instalaciones de que se trate, en las que se recojan todos los datos necesarios para la fijación de las características de la acometida.
- Planos de la red de desagüe interior del edificio en planta y alzado, en escala 1:100 ó 1:50, desarrollando expresamente los sifones generales y la ventilación aérea, firmados por el Técnico Director.

**CAPITULO III
CONCESION Y EJECUCION DE ACOMETIDAS**

Artículo 69.- Concesión de acometidas.

La concesión de acometidas para vertido de aguas residuales y pluviales corresponde al SERVICIO, quien, en todos aquellos casos en los que concurren las condiciones y circunstancias que se establecen en el presente Reglamento, estará obligada a otorgarla, con arreglo a los normas del mismo.

Artículo 70.- Adecuación de las instalaciones interiores.

La concesión de acometida estará supeditada a que el inmueble o recinto a evacuar cuente con las instalaciones interiores adecuadas a las normas del presente Reglamento.

Artículo 71.- Existencia y capacidad de la red.

Igualmente, la concesión de acometida quedará supeditada a que en el punto de conexión de la misma exista Red de Alcantarillado y que ésta tenga capacidad suficiente para atender la nueva aportación de caudales. En ambos casos se estará a lo dispuesto en este Reglamento en cuanto a modificación y ampliación de la Red de Alcantarillado.

Artículo 72.- Fijación de características.

Las características de las acometidas, tanto en lo referente a dimensiones, calidad y norma de ejecución como a sus componentes serán determinadas por el SERVICIO en base al estudio que presente el peticionario y al estado de la red. A tales efectos, los locales comerciales y plantas de edificación de usos no definidos se les asignará un caudal a evacuar de 0,02 l/s.m². Cuando la demanda real supere el caudal establecido, el USUARIO queda obligado a realizar las modificaciones necesarias para atender la demanda real de vertido.

Artículo 73.- Punto de conexión.

A la vista de los datos aportados por el peticionario en su estudio técnico, el SERVICIO determinará el punto o puntos de conexión a la red de alcantarillado. Si así lo pidiese el solicitante, el SERVICIO estará obligado ante aquél a justificar las causas y condiciones que motivaron la elección de punto de conexión.

Artículo 74.- Construcción de acometidas.

Las obras de construcción e instalación de las acometidas desde la fachada del inmueble hasta su conexión a la red pública, se ejecutará por personal del SERVICIO, por contrato que éste designe o por el propietario

personal del SERVICIO, por contratista que esta designe o por el propietario del inmueble, previa autorización. El SERVICIO, en casos excepcionales podrá autorizar la evacuación de varios edificios a través de una sola acometida siempre que las servidumbres que al efecto se constituyan sean debidamente inscritas en el Registro de la Propiedad.

Artículo 75.- Titularidad.

Las acometidas pasarán a ser propiedad del SERVICIO en el momento de su ejecución como instalación de cesión obligatoria en la parte que ocupe terrenos de dominio público.

Artículo 76.- Derechos de acometida.

Son las compensaciones económicas que deberán satisfacer los solicitantes de una acometida al SERVICIO, para sufragar los gastos a realizar por ésta en la ejecución de la acometida solicitada y para compensar el valor proporcional de las inversiones que la misma debe realizar en las ampliaciones, modificaciones o reformas de sus redes de evacuación, bien el momento de la petición, o en otra ocasión, y en el mismo lugar o distinto a aquél del que se solicita la acometida, para mantener la capacidad de evacuación de la Red de Alcantarillado, en las mismas condiciones anteriores a la prestación del nuevo vertido, y sin merma alguna para las preexistentes. La cuota a satisfacer por este concepto será la que establezca en cada momento la correspondiente tarifa en vigor. Los derechos de acometida, serán abonados por una sola vez, y una vez satisfechos, quedarán adscritos a cada una de las instalaciones, viviendas, locales, etc., para los que se abonaron, aún cuando cambie el propietario o usuario de la misma.

Artículo 77.- Manipulación y conservación de acometidas.

- (a) La conservación, mantenimiento y reparación de las acometidas tendrá que efectuarse por el SERVICIO y a su cargo.
- (b) El USUARIO no podrá manipular ninguno de los elementos que componen la acometida, limitando su intervención a las instalaciones interiores y a la limpieza de la arqueta sifónica.

**CAPITULO IV
INSTALACIONES INTERIORES**

Artículo 78.- Definición.

Se denominan Instalaciones Interiores al conjunto de tuberías, arquetas, pozos y elementos de control y seguridad, que permiten la evacuación de las aguas residuales y pluviales procedentes de una propiedad privada, a la acometida correspondiente.

Artículo 79.- Características técnicas.

Sin perjuicio de lo que sobre estas instalaciones establezcan las disposiciones legales en vigor, las instalaciones interiores de evacuación de aguas habrán de cumplir las características mínimas siguientes:

1. Se dimensionarán de forma que puedan evacuar un caudal de agua equivalente al 150% del total que pueda aportar a la acometida el consumo propio más el caudal de lluvia correspondiente.
2. Todos los elementos de la instalación deberán discurrir dentro de la propiedad o por zonas de uso común del inmueble, debiendo quedar establecidas las servidumbres que se generen en las escrituras correspondientes de división de la propiedad.

3. Independientemente de que todos los aparatos instalados con consumo de agua tengan su propio sifón, se instalará también un sifón general por cada edificio. Este sifón o arqueta sifónica quedará emplazada en zona de uso común del inmueble y a una distancia máxima de la acometida de 2 metros, habrá de estar impermeabilizada interiormente y con tapa de registro accesible.

4. Entre la acometida y el sifón general del edificio se dispondrá obligatoriamente una tubería de ventilación sin sifón ni cierre alguno que sobrepase en dos metros el último plano accesible del edificio, y que deberá situarse como mínimo a otros dos metros de distancia de los predios vecinos. Por esta tubería podrán conducirse aguas pluviales siempre que, respetando la libre ventilación, los puntos laterales de recogida, están debidamente protegidos por sifones o rejillas que impidan el paso de muridos.

5. Los bajantes del edificio podrán servir para la ventilación aérea, en cuyo caso deberán cumplir las condiciones que se exigen en el apartado anterior.

6. En los edificios ya construidos, las conducciones de aguas pluviales podrán ser utilizadas como canalización de ventilación cuando sean susceptibles de adaptarse a las condiciones señaladas en los epígrafes anteriores y siempre que desagüen directamente la acometida.

7. Instalaciones de elevación: Con independencia de que se cumpla cuando establezcan las disposiciones y normas en vigor referentes a este tipo de instalación, se adecuarán a las características mínimas siguientes:

- (a) Solamente se evacuarán a través de estaciones de elevación aquellas aguas que se consuman en cotas inferiores a la de la arqueta sifónica.
- (b) Se dispondrá de un pozo de aspiración con capacidad mínima para almacenar el volumen de agua que pueda consumirse durante un periodo de 48 horas.
- (c) En el cálculo y diseño de estas instalaciones se tendrán en cuenta la conveniencia de duplicar los equipos para cubrir posibles averías. En todo caso la capacidad de evacuación de las mismas será un 50% superior al volumen punta que pueda ser necesarios evacuar a través de las mismas.
- (d) Las instalaciones de elevación deberán estar dotadas de sistemas de automatismo de puesta en marcha y parada en función del nivel de agua en el pozo de aspiración.
- (e) En todo momento deberá garantizarse la imposibilidad de descarga eléctrica al fluido a elevar o a las conducciones utilizadas.

Artículo 80.- Construcción.

Las instalaciones interiores serán ejecutadas por personal cualificado, por cuenta y a cargo de la propiedad.

Artículo 81.- Propiedad.

La instalación interior será siempre de propiedad particular.

Artículo 82.- Manipulación y conservación.

La conservación, mantenimiento y reparación de la red interior será siempre de cargo de la propiedad, no siendo necesario el conocimiento o autorización del SERVICIO.

Artículo 83 - Inspección

Artículo 83.- Inspección.

- 1 .A fin de realizar su cometido, en orden a la observación, medida, toma de muestras, examen de vertidos, estado de las instalaciones y cumplimiento de lo establecido en este Reglamento, a los empleados del SERVICIO deberá permitírsele el libre acceso a los locales en los que se produzcan vertidos a la Red de Alcantarillado. La inspección no podrá investigar sin embargo, los procesos de fabricación, salvo aquellos particulares de los mismos que tenga una relación directa con el tipo y causa del vertido a la Red de Alcantarillado o con el sistema de tratamiento del mismo.
2. La propia inspección podrá también penetrar en aquellas propiedades privadas sobre las que el SERVICIO mantenga servidumbre de paso de agua, a fin de llevar a cabo los servicios de inspección, observación, medición, toma de muestras, reparación, limpieza y mantenimiento de cualquier parte de la instalación de alcantarillado que esté situado dentro de los límites de dichas servidumbres. Los propietarios de dichas fincas mantendrán siempre expedita la entrada a los puntos de acceso a la Red de Alcantarillado.
3. En todos los actos de inspección, los empleados encargados de la misma deberán exhibir el documento que les acredite para la práctica de aquellos. Del resultado de la inspección se levantará acta duplicada, que firmarán el inspector y la persona con quien se entienda la diligencia, titular o testigo a la que se entregará uno de los ejemplares.

**TITULO VI
VERTIDOS**

**CAPITULO I
CLASIFICACIONES**

Artículo 84.- Clasificación de los vertidos en función del uso.

A efectos del presente Reglamento, los vertidos se clasifican en las modalidades que seguidamente se definen:

(a) Vertidos procedentes de uso doméstico: Se consideran así los procedentes de viviendas que acarrear fundamentalmente desechos procedentes de la reparación, cocción y manipulación de alimentos, lavado de ropas y utensilios, así como excrementos humanos y materiales similares.

(b) Vertidos procedentes de usos industriales:

- 1 .Aguas residuales asimilables a domésticas: Serán las aguas residuales procedentes de instalaciones comerciales, oficinas, instituciones y centros públicos que por sus características sean asimilables a las aguas procedentes de usos domésticos.
- 2 .Aguas residuales industriales propiamente dichas: Serán las aguas usadas procedentes de establecimientos industriales, comerciales o de otro tipo, que acarrear desechos diferentes a los presentes en las aguas definidas en el apartado a), generados en procesos de fabricación o manipulación por actividades sujetas a Licencia Fiscal.

Artículo 85.- Calidad de los vertidos.

En función de las características físico-químicas de las sustancias potencialmente contaminantes presentes en los vertidos, se establece la clasificación siguiente:

1.Contaminantes admisibles: Son todas aquellas sustancias que no constituyen peligro alguno para la vida, ni afectan sensiblemente al normal funcionamiento de las redes urbanas de alcantarillado o instalaciones generales de tratamiento y depuración de aguas residuales dependientes del SERVICIO. Se incluyen en este grupo:

residuales dependientes del SERVICIO. Se incluyen en este grupo.

- Vertidos domésticos en la que la temperatura de las aguas, en el momento de acceder a la acometida, no exceda de 40°C.
- Vertidos industriales en los que el fluente esté constituido exclusivamente por aguas procedentes de usos higiénicos y con la limitación de temperatura para vertidos domésticos.
- Aguas procedentes de circuitos de calefacción o refrigeración, exentas de productos químicos y con temperatura inferior a 40°C.

2. Contaminantes tolerables: Son aquellas sustancias que, por su naturaleza o por su baja concentración, no constituyen peligro para la vida, si bien su presencia es susceptible de ocasionar trastornos tolerables en el normal funcionamiento de las redes de alcantarillado.

3. Contaminantes inadmisibles: Son aquellas sustancias que por su naturaleza, composición o tamaño, pueden ocasionar, por si solas o por interacción con otras, daños, o dificultades insalvables en el normal funcionamiento de las conducciones o instalaciones de tratamiento o depuración de aguas residuales, así como cuando su presencia entrañe un peligro potencial o cierto para la vida o integridad de las personas, para el medio ecológico o para los bienes materiales.

Artículo 86.- *Vertidos atípicos.*

Se definen así los vertidos de agua usada procedente de fuentes de suministro distintos a los del abastecimiento realizado por el SERVICIO que no podrán ser vertidos, directa o indirectamente, a la red de alcantarillado, sin previa autorización de ésta.

CAPITULO II LIMITACIONES Y PROHIBICIONES

Artículo 87.- *Limitaciones.*

El SERVICIO incluirá en la autorización de vertido, para aguas residuales industriales, los siguientes extremos:

- (a) Valores máximos y medios permitidos en la concentración de contaminantes y características de las aguas residuales.
- (b) Limitación sobre el caudal y el horario de vertido.
- (c) Exigencia de instalaciones de pretratamiento, muestreo y medición, en caso necesario.
- (d) Exigencias respecto al mantenimiento y registro de las instalaciones interiores, así como programa de cumplimiento.
- (e) Condiciones complementarias que aseguran el cumplimiento de este Reglamento.

Artículo 88.- *Limitaciones específicas.*

Las concentraciones máximas instantáneas de contaminantes tolerables en las descargas de vertidos de aguas residuales son:

DBO5	500 pmm.
Ph comprendido entre	6-9,5
Temperatura inferior a	40°C
Sólidos en suspensión (partículas en suspensión o decantables mayores de 0,2 micras).	600 mg/l.
Aceites y grasas	100 “
Arsénico	1-2 “
Plomo	1-2 “
Cromo total	5 “
Cromo hexavalente	1 “
Cobre	5 “
-	- ..

Zinc	5	“
Níquel	5	“
Mercurio	1	“
Cadmio	1	“
Hierro	50	“
Boro	4 mg/l	
Cianuros	5	“
Sulfatos	5	“
Sulfuros	5	“
Fosfatos	100	“
Manganeso	10	“
Amoniaco	100	“
Plata	9	“
Fenoles	50	“
Detergentes biodegradables	10	“

En el condicionado de la autorización de vertidos podrán establecerse, en razón a las características específicas del caso, debidamente justificado, otro tipo de limitaciones.

Artículo 89.- Prohibiciones.

Quedan totalmente prohibidos los vertidos directos e indirectos a la red de alcantarillado de todos los compuestos y materias que, de forma no exhaustiva y agrupados por afinidad o similitud de efectos, se señalan a continuación:

1. Mezclas explosivas: Gasolina, benceno, naftaleno, fuel-oil, aceites volátiles o cualesquiera otros líquidos, sólidos o gases que por razón de su naturaleza y cantidad sean o puedan ser suficientes, por sí mismos en presencia de otras sustancias, de provocar fuegos o explosiones.

2. Desechos sólidos y viscosos: Desechos sólidos y viscosos que provoquen o puedan provocar obstrucciones en el flujo de la red de alcantarillado o interferir el adecuado funcionamiento del sistema de aguas residuales. Los materiales prohibidos incluyen, en relación no exhaustiva: Grasas, tripas o tejidos animales, estiércol, huesos, pieles o carnaza, entrañas, sangre, plumas, cenizas, escorias, arenas, trozos de piedras o de mármol, trozos de metal, vidrio, paja, virutas, recortes de césped, trapos, granos, lúpulo, desechos de papel, maderas, plásticos, alquitrán, residuos asfálticos, residuos del proceso de combustibles o aceites, lubricantes y similares y, en general, sólidos de tamaño superior a 1,5 cm. en cualquiera de sus dimensiones.

3. Materiales coloreados: Líquidos, sólidos o gases que, incorporados a las aguas residuales den coloraciones que no se eliminen en el proceso de tratamiento empleado en las estaciones depuradora convencionales, tales como lacas, barnices, tintas, etc.

4. Residuos corrosivos: Líquidos y sólidos que provoquen corrosión en la red de alcantarillado o en las instalaciones de depuración y todas las sustancias que puedan reaccionar con el agua para formar productos corrosivos.

5. Desechos radioactivos: Desechos radioactivos o isótopos de vida media o concentración tales que puedan provocar daños en las instalaciones o peligro para el personal del mantenimiento de las mismas.

6. Materias nocivas y sustancias tóxicas: Sólidos, líquidos o gases en cantidades tales que por sí solo o por interacción con otros desechos puedan causar molestia pública, o peligro para el personal encargado del mantenimiento y conservación de la red de alcantarillado o estaciones depuradoras.

Artículo 90.- Vertidos que requieren tratamiento previo.

La relación que se indica a continuación contiene un listado de productos que es preciso y obligatorio tratar antes de su vertido a la red de alcantarillado,

hasta alcanzar los límites de concentración que se establecen como permisibles en el artículo 88 de este mismo capítulo. Lodo de la fabricación de hormigón (y de sus productos derivados).

- Lodo de fabricación de cemento.
- Lodo de galvanización conteniendo Cianuro.
- Lodo de galvanización conteniendo Cromo VI.
- Lodo de galvanización conteniendo Cobre.
- Lodo de galvanización conteniendo Zinc.
- Lodo de galvanización conteniendo Cadmio.
- Lodo de galvanización conteniendo Níquel.
- Oxido de Zinc.
- Sales de curtir.
- Residuos de baños de sales.
- Sales de Bario.
- Sales de baños de temple conteniendo Cianuro.
- Sales de Cobre.
- Ácidos, mezcla de ácidos, ácidos corrosivos.
- Lejías, mezclas de lejías, lejías corrosivas (básicas).Ç
- Hipoclorito alcalino (lejía sucia).
- Concentrado conteniendo Cromo VI.
- Concentrado conteniendo Cianuro.
- Aguas de lavado y aclarado conteniendo Cianuro.
- Concentrado conteniendo sales metálicas.
- Semiconcentrados conteniendo Cromo VI.
- Semiconcentrados conteniendo Cianuro.
- Baños de revelado.
- Soluciones de sustancias frigoríficas (refrigeradoras).
- Residuos de fabricación de productos farmacéuticos.
- Miceliso de hongos (fabricación de antibióticos).
- Residuos ácidos de aceite (mineral).
- Aceite viejo (mineral).
- Combustibles sucios (carburante sucio).
- Aceites (petróleos) de calefacción sucios.
- Lodos especiales de coquerías y fábricas de gas.
- Materias frigoríficas (hidrocarburo de flúor y similares).
- Tetrahidrocarburos de flúor.
- Tricloroetano.
- Tricloroetileno.
- Limpiadores en seco conteniendo halógenos.
- Benceno y derivados.
- Residuos de barnizar.
- Materias colorantes.
- Resto de tintas de imprenta.
- Residuos de colas y artículos de pegar.
- Resinas intercambiadoras de iones.
- Resinas intercambiadoras de iones con mezclas específicas de procesos.
- Lodos de industrias de tejido textil.
- Lodos de lavandería.
- Restos de productos químicos de laboratorio.
- Lías y desechos de las industrias vitivinícolas.

CAPITULO III CONTROL DE LOS VERTIDOS

Artículo 91.- *Análisis.*

Los análisis y ensayos necesarios para la determinación de las características de los vertidos, se efectuarán por el USUARIO conforme a lo establecido en las normas vigentes o, en su caso, por los métodos patrón que adopte el laboratorio autorizado por el SERVICIO.

Artículo 92.- *Frecuencia de muestreo.*

La frecuencia de muestreo será determinada por el SERVICIO en el momento de aprobación del vertido, de acuerdo con las características propia contenidas en la solicitud, ubicación y cualquier otras circunstancia que considere conveniente.

Artículo 93.- Resultados.

Las determinaciones realizadas, de la forma establecida en el contrato de vertido, deberán ser remitidas al SERVICIO a requerimiento de ésta y deberán estar siempre a disposición de los técnicos responsables de la inspección y control de los vertidos para su examen, cuando ésta se produzca.

Artículo 94.- Comprobaciones.

El SERVICIO podrá realizar sus propias determinaciones aisladas o en paralelo con el USUARIO cuando lo considere procedente y en la forma establecida para ello en el presente Reglamento.

Artículo 95.- Arqueta de muestreo.

Todos los vertidos amparados por un contrato para vertidos industriales dispondrán en sus instalaciones, posterior al último vertido o estación de pretratamiento, en su caso, de una arqueta accesible destinada a la toma de muestras del fluente al alcantarillado.

CAPITULO IV INSPECCIÓN DE VERTIDOS

Artículo 96.- Inspección.

Por los servicios correspondientes del SERVICIO se ejercerá la inspección y vigilancia, periódicamente, sobre las instalaciones interiores e instalaciones de vertidos a la red de alcantarillado, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo dispuesto en el presente Reglamento.

Las inspecciones y controles podrán realizarse por iniciativa del SERVICIO, cuando lo estime oportuno o a petición de la Administración Pública o de la parte interesada.

El USUARIO facilitará a los inspectores el acceso a las instalaciones interiores y particulares en las condiciones establecidas en este Reglamento, para la realización de las oportunas inspecciones, poniendo a su disposición los datos, información, análisis, etc., que éstos les soliciten y tengan relación con el vertido.

Artículo 97.- Actas de inspección.

Se levantará un Acta de cada inspección realizada por el SERVICIO, que habrá de reflejar, necesariamente, los datos de identificación del USUARIO, operaciones y controles realizados, resultados de las mediciones y tomas de muestras, fecha de la inspección y cualquier otro hecho o dato que se considere oportuno hacer constar por ambas partes. Este acta se firmará, por duplicado, por el inspector y el USUARIO o su representante en el acto, quedando en poder de este una copia.

Artículo 98.- Equipos.

El USUARIO estará obligado a instalar, por su cuenta y a su cargo, los equipos de medición, toma de muestras y control que el SERVICIO estime necesarios para la medida y vigilancia de sus vertidos. Igualmente deberá mantener y conservar los mismos en condiciones adecuadas de funcionamiento y su instalación deberá realizarse en el lugar más idóneo para su acceso e inspección.

El SERVICIO podrá exigir, en caso de que varios USUARIOS viertan en el mismo ramal de alcantarillado y con características similares, la colocación de equipos conjuntos o separados según lo aconsejen las condiciones y disponibilidad de espacio. La instalación y mantenimiento de los equipos se realizará de la forma en que se determine en el acuerdo que para ello se establezca.

Artículo 99.- Acciones reglamentarias.

Los vertidos a la red de alcantarillado que no cumplan cualquiera de las limitaciones o prohibiciones que se especifican en el presente Reglamento, darán lugar a que el SERVICIO adopte o proponga a la Administración alguna o algunas de las medidas siguientes:

- (a) Prohibición total del vertido cuando, existiendo el incumplimiento, éste no pueda ser corregido ni en las instalaciones del USUARIO ni en las del SERVICIO.
- (b) Exigir al USUARIO la adopción de las medida necesarias para la modificación del vertido.
- (c) Exigir al responsable de efectuar, provocar o permitir el vertido, el pago de todos los gastos y costes adicionales que el SERVICIO haya tenido que hacer frente como consecuencia de éstos, por desperfectos, averías, limpieza, etc.
- (d) Aplicación de las sanciones previstas en el presente Reglamento.

Artículo 100.- Emergencias.

Ante una situación de emergencia o con riesgo inminente de producirse un vertido inusual a la red de alcantarillado, que pueda ser potencialmente peligroso para la seguridad de las personas o instalaciones, el USUARIO deberá comunicar de inmediato la situación producida y emplear todas aquellas medidas de que se dispongan, a fin de conseguir minimizar el problema. Posteriormente, el USUARIO remitirá al SERVICIO el correspondiente informe de lo acaecido.

**TITULO VII
LIQUIDACIÓN Y COBRO**

**CAPITULO I
ABONOS**

Artículo 101.- Abonos por vertido de aguas.

La prestación del Servicio de Saneamiento lleva aparejada la obligación del USUARIO del pago de la liquidación que resulte por aplicación de las tarifas vigentes.

Artículo 102.- Bases de cálculo.

1. La tarifa establecerá los elementos que sirvan de base para el cálculo de la liquidación en función de los siguientes conceptos:

- (a) DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO: La tarifa establecerá el abono de una cantidad fija, independiente del vertido realizado, en base a la disponibilidad del servicio a favor del USUARIO y derecho al uso voluntario en tiempo y cantidad.
- (b) PROCEDENCIA DEL VERTIDO: En función de la clasificación establecida en el artículo 84.
- (c) CALIDAD DEL VERTIDO: En función del grado contaminante del mismo.
- (d) VOLUMEN DEL VERTIDO: Todos estos conceptos podrán ser desglosados y diversificados en las correspondientes tarifas.

2. Dentro de los criterios establecidos en el punto anterior, podrán establecerse subvenciones, bonificaciones o condiciones especiales para Entidades, Organismos Oficiales o Grupos Sociales cuando por interés público, social o causas justificadas así lo aconsejen, sin que ello pueda, en ningún caso, significar beneficio injustificado o motivo de lucro para los USUARIOS así distinguidos.

Artículo 103.- Otros abonos.

Los abonos normales por la prestación del Servicio no excluyen el pago de otros cargos especiales que puedan producirse por ampliación o mejoras de la red y otros similares que sean de aplicación, de acuerdo a la normativa vigente.

**CAPITULO II
LIQUIDACION**

Artículo 104.- Devengo.

1. La liquidación sobre el vertido de aguas residuales se realizará por aplicación de la tarifa correspondiente en función del volumen contabilizado por el aparato medidor del suministro de agua potable, según las lecturas periódicas del mismo que realicen los empleados del SERVICIO.
2. Cuando por las incidencias que se dan en la operación de lectura no haya sido posible la obtención de los índices de consumo, la liquidación se realizará en base al volumen calculado por el SERVICIO para el suministro de agua, siempre sobre datos que fundamenten un consumo aproximado al usual en periodos anteriores.
3. Los vertidos de aguas procedentes de otras fuentes de suministro distintas del SERVICIO se liquidarán periódicamente, con la misma frecuencia que los restantes vertidos, por aplicación de la tarifa correspondiente y de las condiciones del contrato.

Artículo 105.- Justificación de la liquidación.

Toda liquidación contendrá los datos que hayan servido de base para la fijación de su importe, la tarifa aplicada y el período al que corresponda.

Artículo 106.- Liquidación por infracciones y defraudaciones.

Comprobada la existencia de infracción o defraudación, con independencia de las sanciones que procedan, en aplicación de lo regulado en el Título VIII, se liquidará el vertido realizado según los supuestos siguientes:

- (a) Si no existe contrato para el vertido realizado y el suministro se realiza a través de las redes del SERVICIO, se liquidará por aplicación de la tarifa que corresponda al volumen de agua facturado por el SERVICIO, por el período de un año, salvo que el defraudador demuestre documentalmente la ausencia de fraude o infracción en fecha posterior, en cuyo caso se computará a partir de la misma.
- (b) Si no existe contrato para el vertido realizado y el agua vertida procede de fuentes de suministro distintas del SERVICIO, se liquidará por aplicación de la tarifa que corresponda al caudal que suministraría, durante tres horas diarias, la red del SERVICIO para una instalación equivalente, por el período de un año, salvo que el defraudador demuestre documentalmente la ausencia de fraude o infracción en fecha posterior, en cuyo caso se computará a partir de la misma.
- (c) Si, existiendo contrato, se ha permitido el vertido de inmuebles distintos de los que son objeto del contrato, se aplicará el supuesto A o B, según el caso, al vertido no contratado.
- (d) Si la calidad del vertido es distinta de la contratada, con perjuicio

para el SERVICIO, se liquidará a favor de éste la cantidad resultante de aplicar al volumen consumido desde la formalización del contrato, sin exceder de un año, la diferencia entre la tarifa correspondiente al uso practicado y la tarifa contratada.

CAPITULO III COBRO

Artículo 107.- *Notificación.*

Realizada la liquidación se le notificará al USUARIO a la dirección que éste haya declarado a tales efectos. En los casos de pago domiciliado a través de Entidad Bancaria, el envío de la liquidación a ésta cumplirá el trámite de notificación a todos los efectos.

Artículo 108.- *Plazo para el pago.*

El USUARIO deberá pagar el recibo en el plazo de 15 días desde la notificación.

Artículo 109.- *Reclamaciones contra las cantidades liquidadas.*

1. Las reclamaciones contra las cantidades liquidadas habrán de ser formuladas por escrito, y firmadas por el USUARIO o su representante legal.
2. Las reclamaciones formuladas dentro del plazo fijado para el pago paralizarán la acción de suspensión del Servicio hasta tanto no recaiga resolución expresa sobre la misma o transcurrido un mes desde su interposición, en que se entenderá denegada.
3. Las reclamaciones formuladas fuera del plazo fijado para el pago precisarán, para ser atendidas, el pago previo de las cantidades objeto de reclamación.

Artículo 110.- *Forma de pago.*

1. El pago de los recibos por la prestación del servicio podrá hacerse efectivo por domiciliación en Entidades Bancarias o Caja de Ahorros o directamente en la Caja del SERVICIO o lugar señalado por el mismo.
2. Las domiciliaciones de pago se entenderán por tiempo indefinido en tanto no sean anuladas expresamente por el propio interesado o rechazado el pago por la Entidad Bancaria de que se trate, no pudiendo significar gasto alguno para el SERVICIO.
3. Los recibos domiciliados, cuyo pago haya sido rechazado por la Entidad Bancaria, deberán ser obligatoriamente satisfechos en las oficinas del SERVICIO, o en el lugar señalado por éste.

Artículo 111.- *Cuota de recobro.*

Vencido el plazo para el pago, se aplicará al recibo el recargo que se fije en la tarifa aprobada oficialmente.

Artículo 112.- *Ingresos indebidos.*

El USUARIO podrá reclamar la devolución de ingresos indebidos en el plazo de cinco años contados desde la fecha en que se hubieren efectuado. Para ello deberá acompañar a su reclamación los recibos que acrediten dichos ingresos.

TITULO VIII INFRACCIONES Y SANCIONES

CAPITULO I

DEFINICIÓN Y CLASIFICACION

Artículo 113.- *Definición.*

1. Se considera defraudación cualquier acto de uso ilícito de las instalaciones del Servicio de Saneamiento contrario a las normas de este Reglamento.
2. Sin infracciones aquellos actos u omisiones que supongan incumplimiento del contrato o de las normas reglamentarias.

Artículo 114.- *Infracciones leves.*

1. Se calificarán como leves aquellas infracciones que no se definen como graves o muy graves en los artículos siguientes.
2. La reincidencia en una infracción leve será calificada como grave.

Artículo 115.- *Infracciones graves.*

Se consideran infracciones graves los siguientes actos:

- (a) Impedir u obstaculizar las visitas de inspectores acreditados por el SERVICIO.
- (b) Impedir la comprobación de la instalación interior y particular del vertido.
- (c) No comunicar el cambio de titularidad en un vertido contratado.
- (d) Realizar vertidos con agentes contaminantes definidos como inadmisibles o que sobrepasen los límites establecidos en el artículo 88.
- (e) Realizar directamente vertidos prohibidos en el artículo 89 o que requieran tratamiento previo y que sobrepasen los límites establecidos en el artículo 88.
- (f) El incumplimiento de las normas relativas a construcción de acometidas y conexión a la red.
- (g) Establecer conexiones en las instalaciones interiores y particulares que permitan el vertido de otro inmueble distinto del que figura en el contrato.
- (h) La manipulación en la red de competencia del SERVICIO sin producir defraudación.

Artículo 116.- *Infracciones muy graves.*

Se clasifican como infracciones muy graves las siguientes:

- (a) La repetición en la comisión de una misma infracción como grave.
- (b) Intimidar o coaccionar a los empleados del SERVICIO en el cumplimiento de sus obligaciones.
- (c) No corregir, en el plazo establecido por el SERVICIO para ello, las deficiencias existentes en las instalaciones interiores o las deficiencias detectadas en la calidad del vertido.
- (d) Producir modificaciones o alteraciones en los equipos de medida y control.
- (e) Producir vertidos, aguas abajo, de la arqueta sifónica o de toma de muestras en su caso.
- (f) Cualquier acción y omisión conducente a utilizar la red de alcantarillado sin conocimiento o autorización del SERVICIO.
- (g) El incumplimiento del artículo 100 del presente Reglamento.

CAPITULO II SANCIONES Y RECURSOS

Artículo 117.- *Sanciones.*

Las sanciones a imponer por las infracciones, clasificadas en el Capítulo

anterior, serán las siguientes:

- (a) **INFRACCIONES LEVES:** Apercibimiento con obligación para el infractor de normalizar su situación no reglamentaria, cuando proceda.
- (b) **INFRACCIONES GRAVES:** Se sancionarán con un recargo en la facturación de hasta 1.000 metros cúbicos de agua vertida, valorada al precio de la tarifa vigente, sin perjuicio y con independencia de la liquidación de fraude, si la hubiera.
- (c) **INFRACCIONES MUY GRAVES:** Se sancionarán con un recargo en la facturación de hasta 2.000 metros cúbicos de agua vertida, valorada al precio de la tarifa vigente, sin perjuicio y con independencia de la liquidación de fraude, si la hubiera establecido en el Título anterior.

Artículo 118.- Reincidencias.

La reincidencia en cualquiera de las infracciones calificadas como graves o muy graves serán sancionadas con el duplo de la cuantía de la sanción correspondiente.

Artículo 119.- Ejercicio de acciones judiciales.

Con independencia de las sanciones establecidas, el SERVICIO podrá ejercer las acciones judiciales que considere oportunas cuando concurren circunstancias de gravedad, dolo o reincidencia.

Artículo 120.- Procedimiento sancionador.

1. Denunciada una infracción el SERVICIO abrirá expediente sancionador, notificando al usuario los cargos objeto de denuncia, para que en plazo no superior a ocho días formule alegaciones y pruebas si lo estima oportuno.
2. Transcurrida la fase de alegaciones la Dirección del Servicio propondrá al Sr. Alcalde la sanción a imponer o procederá al archivo de lo actuado.
3. La potestad sancionadora corresponde al Sr. Alcalde o Delegado de Servicios Municipales.
4. El Servicio notificará al usuario las resoluciones de imposición de sanción.

Artículo 121.- Recursos.

1. Por escrito ante la Dirección del SERVICIO se podrá recurrir ante el Sr. Alcalde en Reposición contra las resoluciones sancionadoras durante el plazo máximo de quince días hábiles contados desde el siguiente al recibo de la notificación. En este caso será requisito indispensable acreditar el depósito del importe de la sanción impuesta en la Caja del SERVICIO.
2. Para poder formular su recurso el USUARIO podrá dirigirse a las oficinas del SERVICIO y solicitar que se le manifiesten los datos y fundamentos que hayan servido de base para la adopción de la resolución de que se trate.
3. Transcurridos 30 días sin haber recaído resolución expresa se entenderá desestimado el recurso presentado.
4. Con independencia de los recursos establecidos en los apartados anteriores, el USUARIO podrá ejercer las acciones que estime pertinentes ante otra autoridad o jurisdicción competente.

Artículo 122.- Medidas correctoras.

En el caso de vulneración del presente Reglamento y con independencia de la imposición de las sanciones procedentes, con la finalidad de suprimir los efectos de la infracción y restaurar la situación de legalidad, podrán adoptarse las siguientes medidas:

- (a) Suspensión de los trabajos de ejecución de las obras de acometida o de instalación de pretratamiento, indebidamente realizados.
- (b) El requerimiento al infractor para que en el plazo que se fije, introduzca en las obras e instalaciones realizadas, las rectificaciones precisas para ajustarlas a las condiciones de la autorización o a las disposiciones del presente reglamento.
- (c) La imposición al usuario de las medidas técnicas necesarias que garantice el cumplimiento de las limitaciones comprendidas en el permiso de vertidos, evitando los afluentes anómalos.
- (d) La introducción de medidas correctoras concretas en las instalaciones para evitar el incumplimiento de los preceptos de este Reglamento y la redacción en su caso, del proyecto correspondiente dentro del plazo que se le determine.
- (e) La clausura o precinto de las instalaciones de vertido en caso de que no sea posible, técnica o económicamente, evitar la infracción, mediante las oportunas medidas correctoras.
- (f) La revocación de la autorización del vertido a la red de alcantarillado en el caso de persistencia en el incumplimiento de sus condiciones.
- (g) El resarcimiento de los daños y perjuicios ocasionados en las instalaciones municipales, obras anexas o cualquier otro bien del patrimonio municipal que haya resultado afectado.

DISPOSICIÓN ADICIONAL

A partir de la entrada en vigor del presente Reglamento, las disposiciones contenidas en el mismo serán aplicables a todas las fincas que efectúen vertidos a la red de alcantarillado, a todos los USUARIOS del Servicio de Abastecimiento de Aguas y a aquellos que efectúen vertidos a la red de alcantarillado.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

PRIMERA. En el plazo de dos años a contar desde la entrada en vigor del presente Reglamento, deberán adecuarse las instalaciones de las fincas a las condiciones y requisitos que en el mismo se establecen en orden al vertido, conducción y depuración de aguas.

SEGUNDA. En el plazo de los dos años citados deberán los USUARIOS presentar ante el SERVICIO la información que a los efectos de este Reglamento se le requiera, debiendo los requeridos facilitar tal información en el plazo de un mes a contar desde el requerimiento.

TERCERA. A partir de la aprobación definitiva del presente Reglamento, todos los titulares de industrias afectadas por el mismo deberán remitir, en el plazo de seis meses, al SERVICIO, la declaración de sus vertidos. Si se tratara de vertidos prohibidos deberán efectuar su suspensión inmediatamente, y si se tratara de industrias cuyos vertidos requieran tratamiento previo, deberán aplicar las medidas correctoras en el plazo de dos años. Transcurridos dichos plazos sin haberse llevado a cabo lo requerido, podrá el SERVICIO adoptar las resoluciones correspondientes para el cumplimiento de las normas de este Reglamento, aplicando en su integridad el régimen disciplinario establecido en el mismo.

DISPOSICIÓN FINAL

El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente a la publicación del mismo en el Boletín Oficial de la Provincia de Cádiz.

