

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Titulo: Diseño de una planta para fabricar mezclas de aditivos en base PE para film agrícola

Autor: Marco Antonio SÁNCHEZ MENA

Fecha: Junio 2006





ÍNDICE



- 1. Introducción**
- 2. Ingeniería del producto**
- 3. Ingeniería del proceso y las instalaciones**
- 4. Presupuesto y evaluación económica**

INTRODUCCIÓN



MASTERBATCHES



INTRODUCCIÓN



Mezclas de aditivos ➔ "MASTERBATCHES"

Poliolefinas susceptibles de fotooxidación y termooxidación

La condensación de agua en forma de gotas sobre el film resulta perjudicial para las plantas

La luz difusa mejora el crecimiento de los cultivos y la termicidad del film

INTRODUCCIÓN



APLICACIONES

- **Cubiertas para invernaderos**
- **Acolchados**
- **Mini-túneles**



INTRODUCCIÓN



Universidad
de Cádiz

Crecimiento con
radiación UV

Crecimiento sin
radiación UV



INTRODUCCIÓN



El fabricante de film (cliente) usará los “masterbatches” para que el film que él ofrezca a los agricultores tenga las propiedades que exigen éstos (buena transmisión de la luz, difusión de la luz, buena termicidad, buenas propiedades mecánicas y efecto antigoteo)

INTRODUCCIÓN



Universidad
de Cádiz



Almería ↗ 27.000 ha cubiertas de plástico



11/06/2006

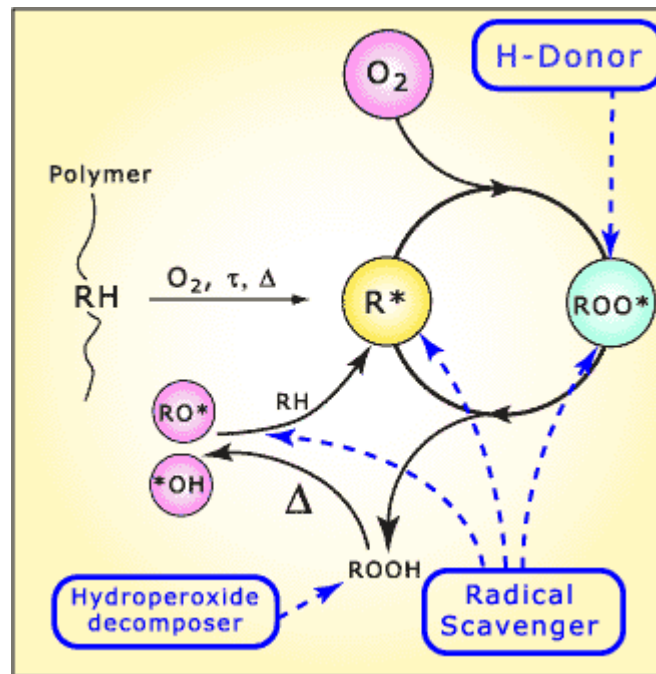
"PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS
DE ADITIVOS EN BASE PE"

8



- **Estabilizantes a la luz UV**
- **Antioxidantes**
- **“Antifogging”**
- **Aditivos minerales: Absorbentes de IR
(CaCO₃)**
- **Dióxido de titanio (TiO₂)**

INGENIERÍA DEL PRODUCTO

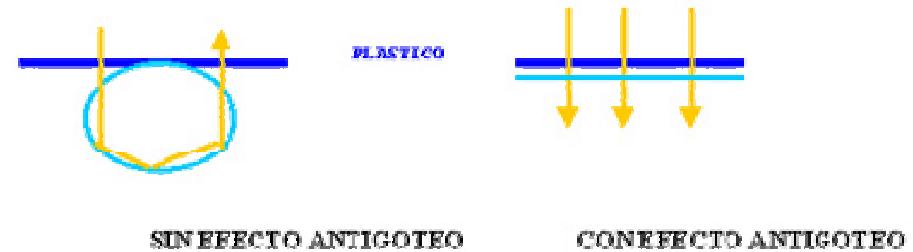


Este proceso es denominado fotodegradación y finalmente causa rotura, palidez, cambios de color y pérdida de las propiedades físicas.

Una vez que la oxidación comienza, se inicia un ciclo circular de reacción en cadena que acelera la degradación a menos que se empleen estabilizantes que interrumpen este ciclo.

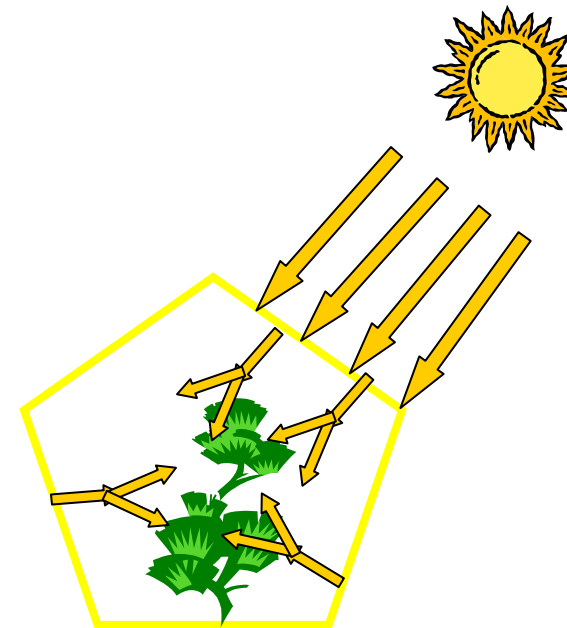


Antifogging



Dióxido de Titanio

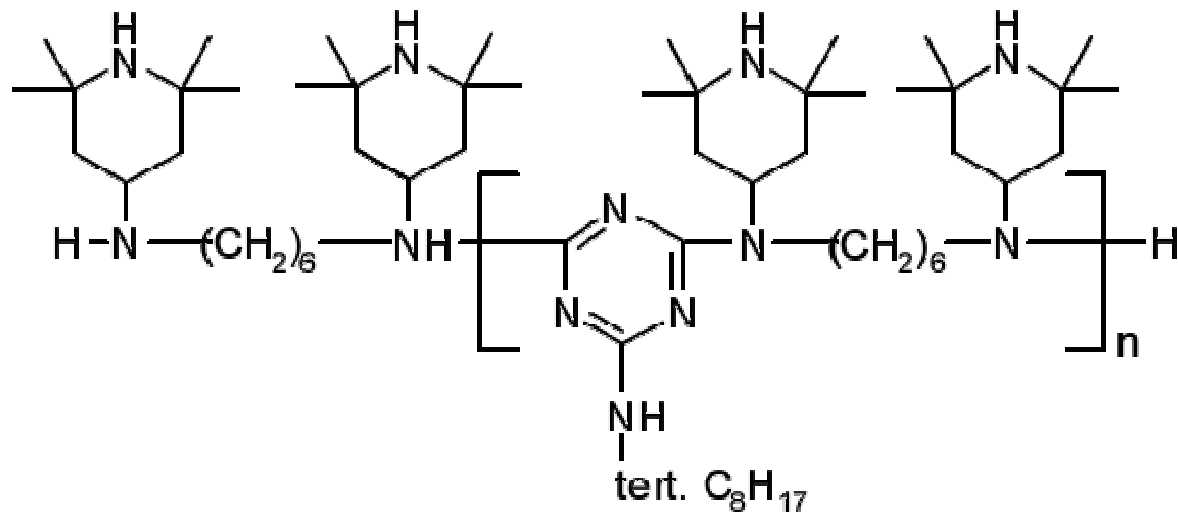
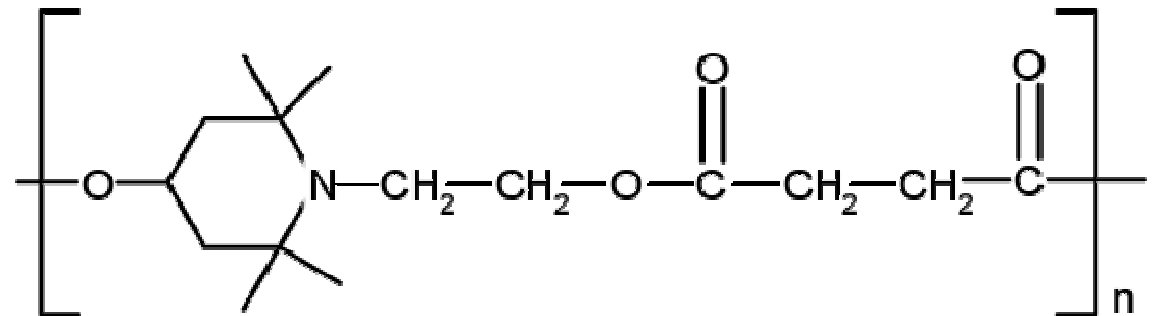
Carbonato Cálcico



INGENIERÍA DEL PRODUCTO



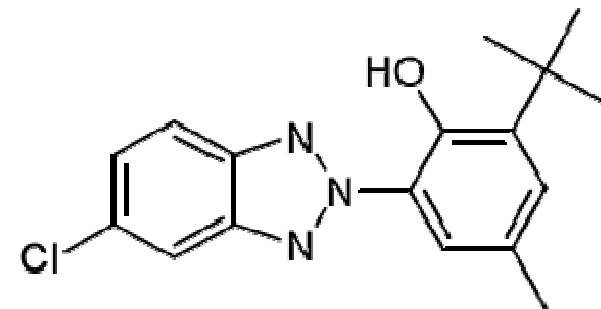
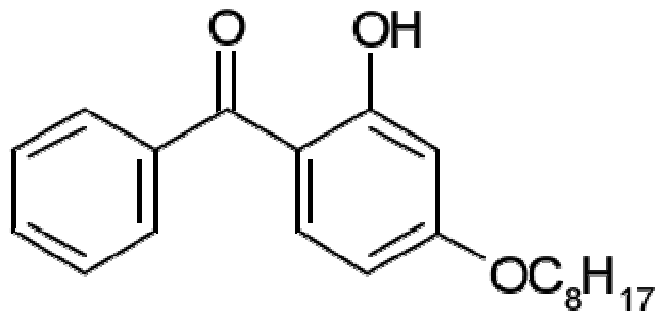
Algunos aditivos: **HALS**





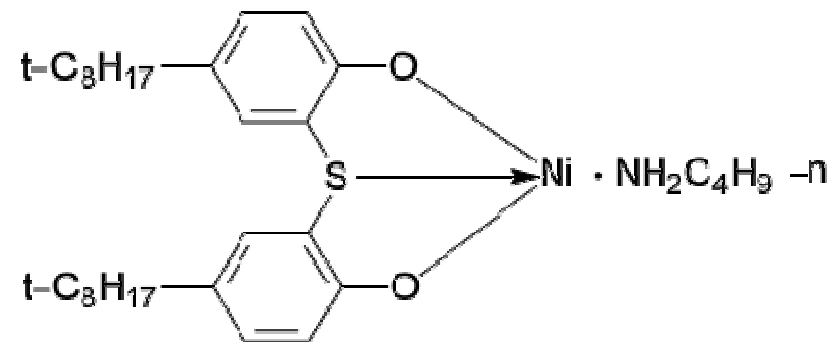
Algunos aditivos:

UVA

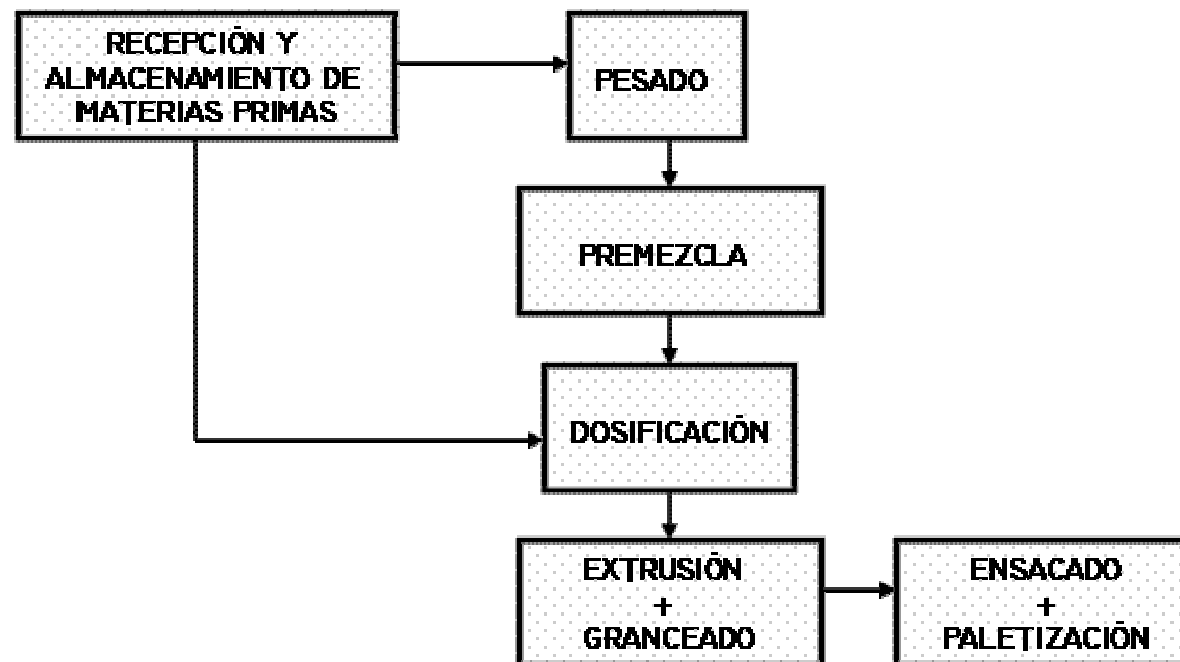




Algunos aditivos: ***Ni Quenchers***

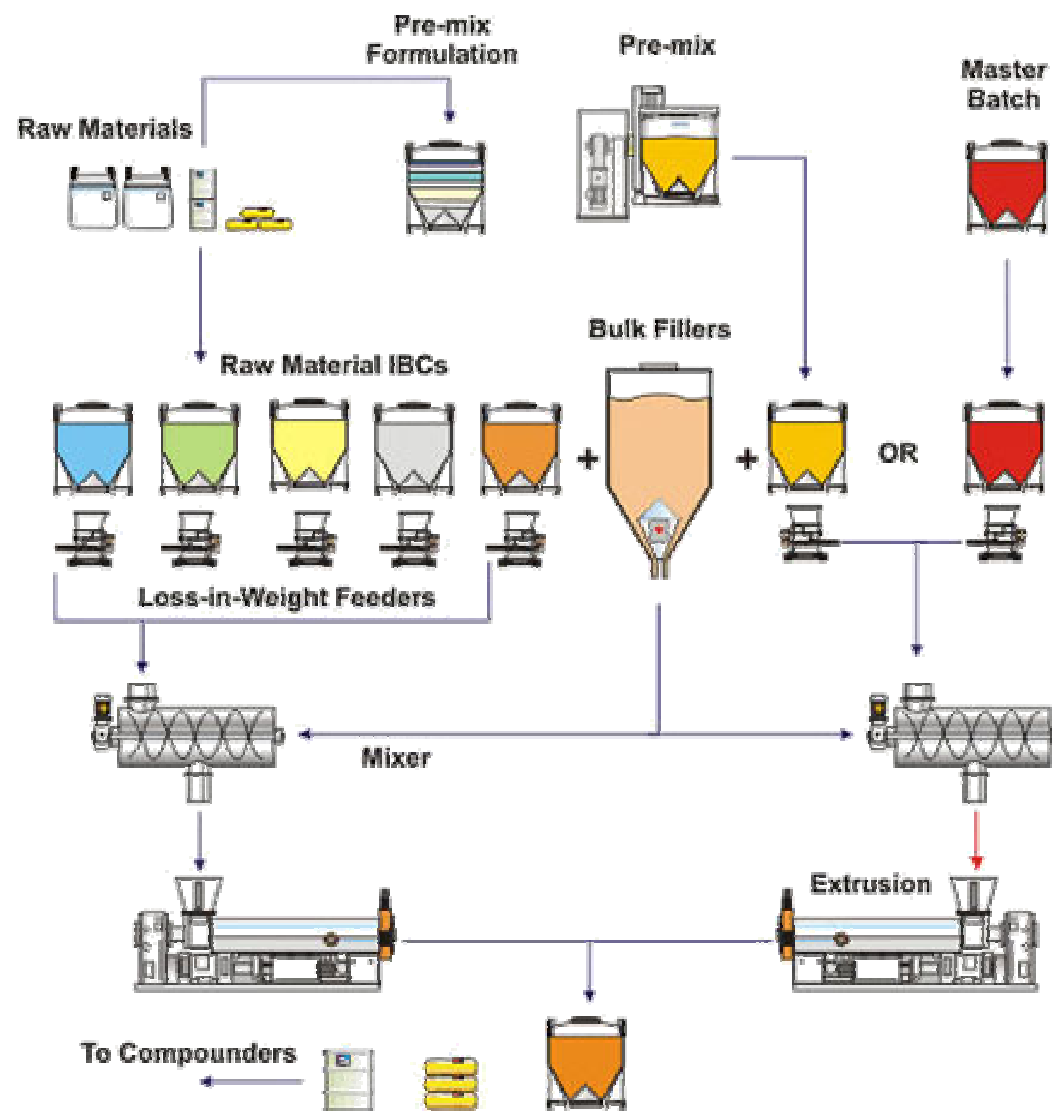


INGENIERÍA DEL PROCESO Y DE LAS INSTALACIONES



INGENIERÍA DEL PROCESO Y DE LAS INSTALACIONES

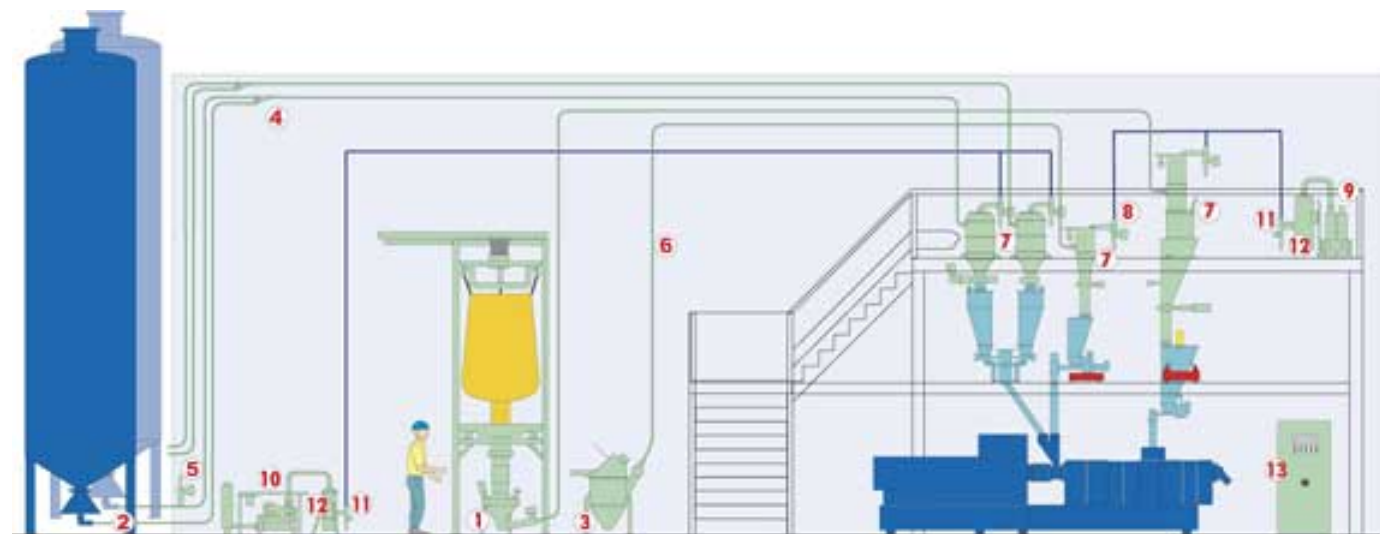
Alternativas



INGENIERÍA DEL PROCESO Y DE LAS INSTALACIONES

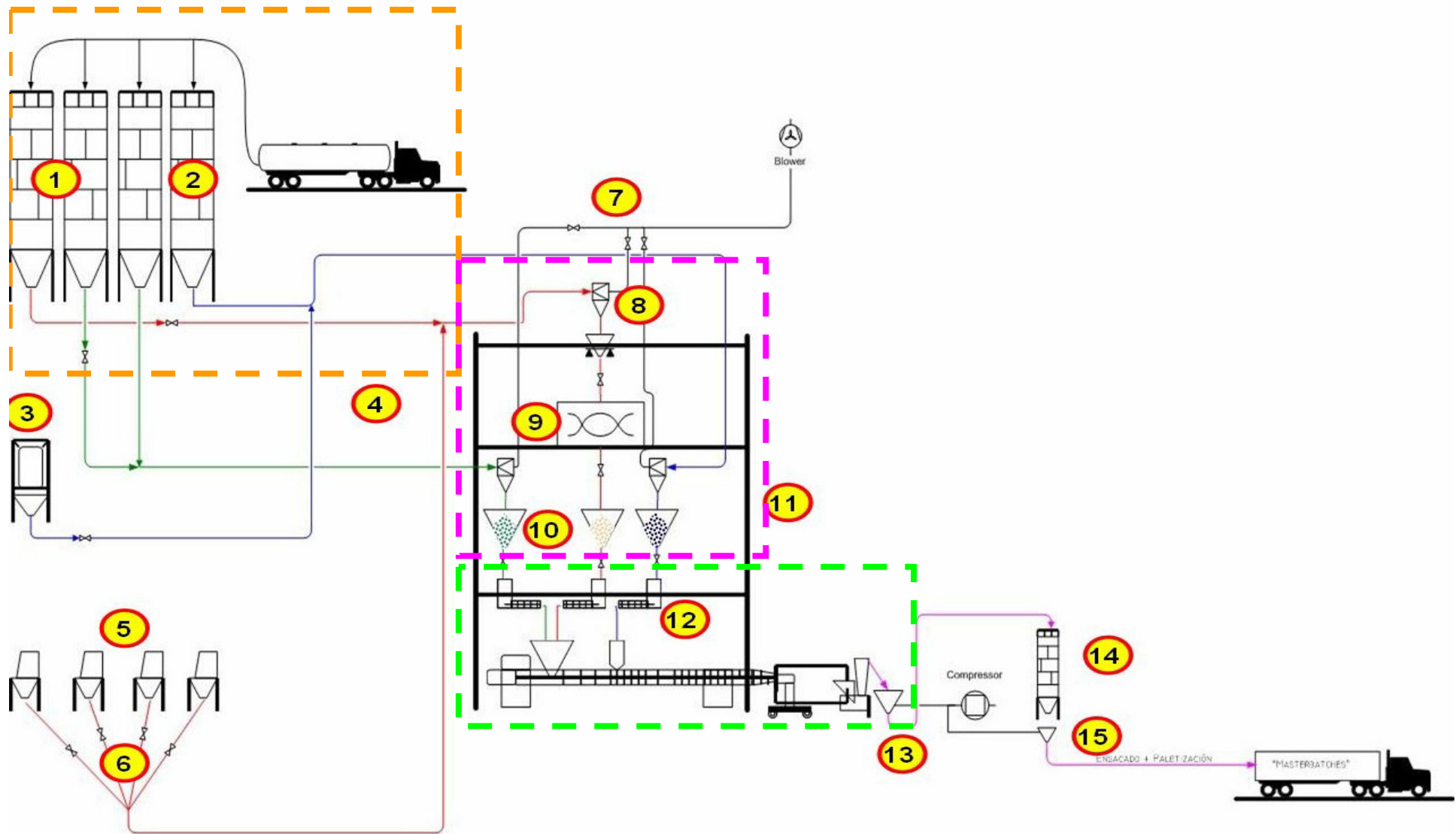


Alternativas



Alternativa seleccionada

INGENIERÍA DEL PROCESO Y DE LAS INSTALACIONES



11/06/2006

"PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS
DE ADITIVOS EN BASE PE"

18

INGENIERÍA DEL PROCESO Y DE LAS INSTALACIONES



11/06/2006

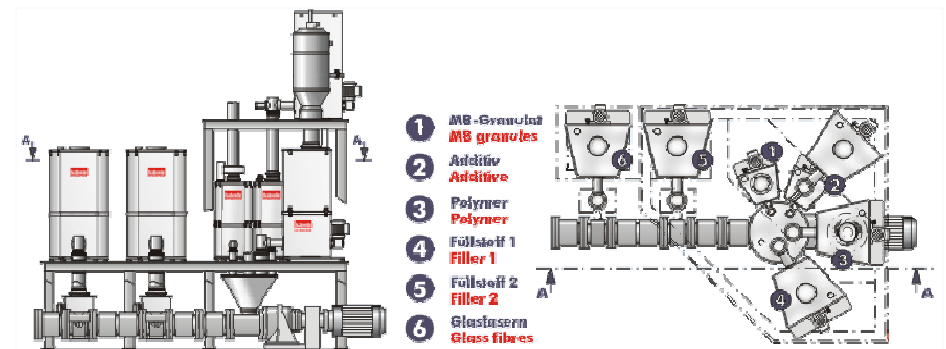
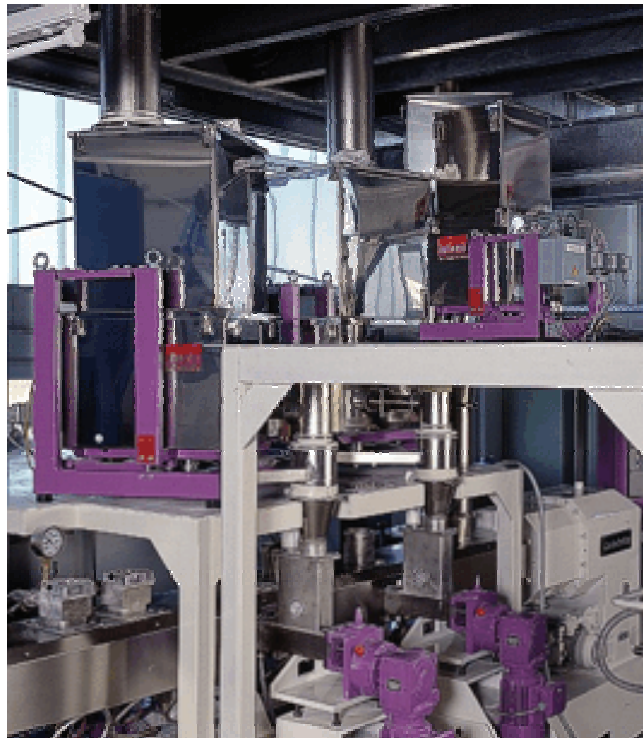
"PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS
DE ADITIVOS EN BASE PE"

19

INGENIERÍA DEL PROCESO Y DE LAS INSTALACIONES



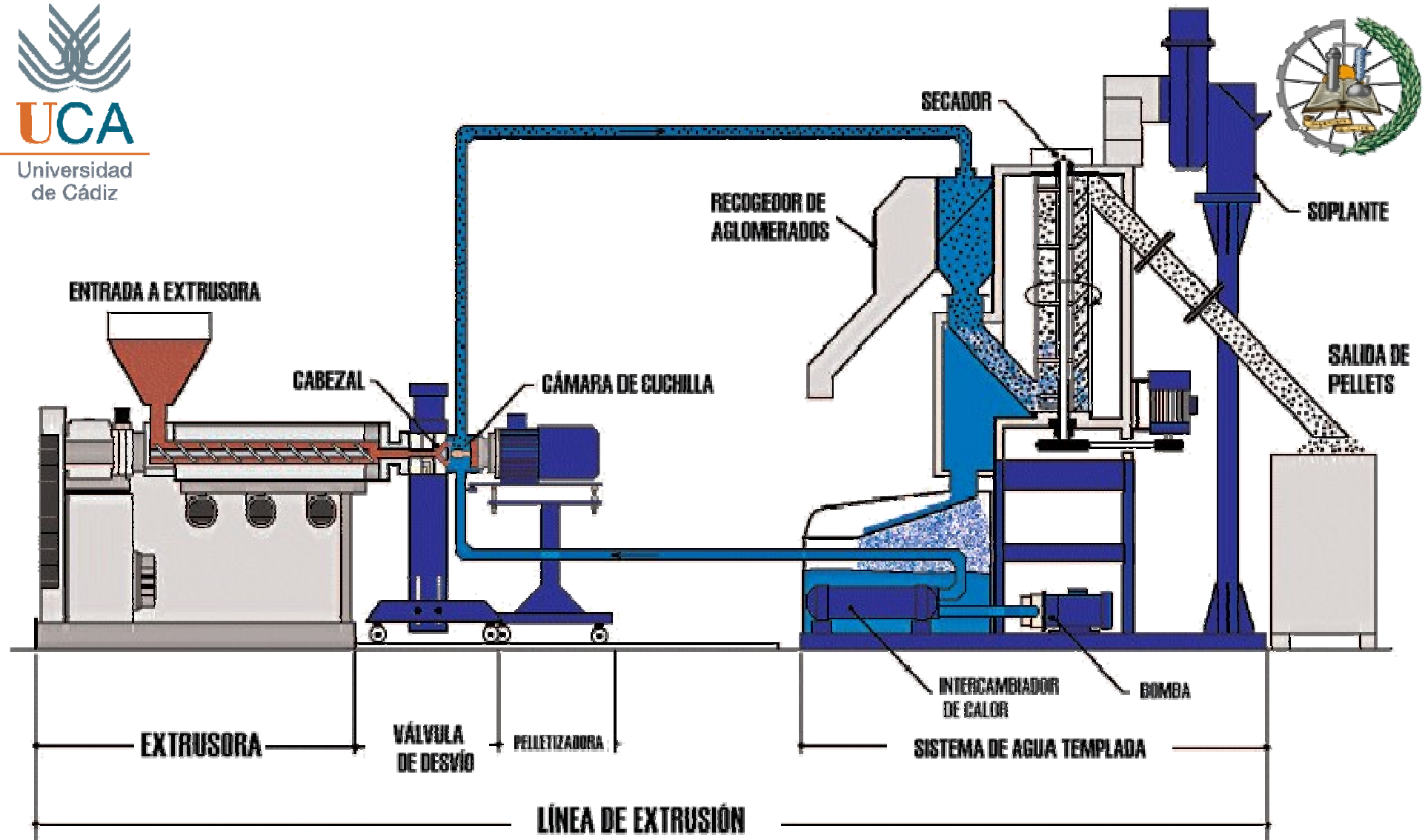
Universidad
de Cádiz



INGENIERÍA DEL PROCESO Y DE LAS INSTALACIONES



Universidad
de Cádiz



11/06/2006

"PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS
DE ADITIVOS EN BASE PE"

21

PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

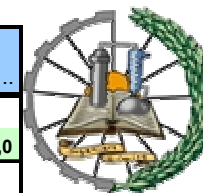


Universidad
de Cádiz



CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
001	SILOS.....	244.984,00 €
002	PREMEZCLA.....	87.943,00 €
003	TRANSPORTE NEUMÁTICO.....	144.555,00 €
004	LÍNEA DE EXTRUSIÓN.....	631.305,00 €
005	ENSACADO.....	94.520,00 €
006	OBRA CIVIL.....	445.527,75 €
007	INSTALACIONES AUXILIARES.....	45.000,00 €
008	CARRETLAS ELEVADORAS.....	50.560,00 €
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.744.594,75 €
	4,00 % COSTES INDIRECTOS ...69.783,79 €	
		SUMA 69.783,79 €
		16 % IVA 279.135,16 €
		TOTAL PRESUPUESTO POR ADMON. 2.093.513,54 €
		TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 2.093.513,54 €

PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA



	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Euros	% ..	Euros	% ..	Euros	% ..	Euros	% ..	Euros	% ..
VENTAS E INGRESOS	9.194.550	100,0	18.389.100	100,0	27.600.000	100,0	36.794.550	100,0	36.794.550	100,0
Consumos Materia Prima	7.239.214	78,7	14.478.428	78,7	21.732.000	78,7	28.971.214	78,7	28.971.214	78,7
Otros Gastos de Explotación	549.484	6,0	949.630	5,2	789.946	2,9	1.003.958	2,7	1.003.958	2,7
VALOR AÑADIDO BRUTO	1.405.852	15,3	2.961.042	16,1	5.078.054	18,4	6.819.378	18,5	6.819.378	18,5
Gastos de Personal	301.200	3,3	366.000	2,0	430.800	1,6	474.000	1,3	474.000	1,3
RTDO. ECO. BRUTO EXP.	1.104.652	12,0	2.595.042	14,1	4.647.254	16,8	6.345.378	17,2	6.345.378	17,2
Amortización	265.874	2,9	265.874	1,4	265.874	1,0	265.874	0,7	265.874	0,7
RTDO. ECO. NETO EXP.	838.778	9,1	2.329.168	12,7	4.381.380	15,9	6.079.504	16,5	6.079.504	16,5
Gastos financieros	44.288	0,5	22.955	0,1	20.621	0,1	18.294	0,0	15.873	0,0
RTDO. ACT. ORDINARIAS	794.490	8,6	2.306.213	12,5	4.360.759	15,8	6.061.209	16,5	6.063.630	16,5
Rtdos. Extr.- Subv. Tras. Rtdos.	6.321	0,1	37.929	0,2	37.929	0,1	37.929	0,1	37.929	0,1
RTDO. A. DE IMPUESTOS	800.812	8,7	2.344.142	12,7	4.398.688	15,9	6.099.138	16,6	6.101.559	16,6
Impuestos (35%)	280.284	3,0	820.450	4,5	1.539.541	5,6	2.134.698	5,8	2.135.546	5,8
RTDO. NETO EJERCICIO	520.528	5,7	1.523.692	8,3	2.859.147	10,4	3.964.440	10,8	3.966.013	10,8
CASH FLOW OPERATIVO (1)	780.080	8,5	1.751.638	9,5	3.087.092	11,2	4.192.385	11,4	4.193.959	11,4

CONCLUSIONES



- **Instalaciones modernas**
- **Evita el fallo humano**
- **Clara competencia al mercado internacional**
- **Flexibilidad**
- **Escenario prometedor**



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

ÍNDICE	Pág.
MEMORIA	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	11
3. ANÁLISIS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
3.1. Directrices del proyecto.....	12
3.1.1. Objetivos del promotor.....	12
3.1.2. Finalidad del proyecto.....	12
3.1.3. Condicionantes del promotor.....	13
3.1.4. Criterios de diseño.....	13
3.2. Antecedentes socioeconómicos.....	14
4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS “MASTERBATCHES”.....	18
4.1. Selección de alternativas. Justificación del sistema elegido.....	18
5. MATERIAS PRIMAS.....	23
5.1. Aditivos estabilizantes a la luz UV.....	23
5.1.1. Aminas impedidas estéricamente (HALS).....	25
5.1.2. Absorbedores de luz UV.....	26
5.1.3. Complejos de Níquel, “Níquel Quenchers”.....	27
5.2. Antioxidantes.....	28
5.2.1. Antioxidantes fenólicos.....	29
5.2.2. Antioxidantes, compuestos de fósforo.....	30
5.3. Aditivos “antifogging”.....	31
5.4. Dióxido de titanio.....	33
5.5. Carbonato cálcico.....	35
5.6. Estearato cálcico.....	35
5.7. Polietileno de baja densidad (LDPE).....	36
6. PRODUCTOS. MEZCLAS MAESTRAS DE ADITIVOS (“MASTERBATCHES”).....	39
6.1. “Masterbatches” estabilizantes a la luz.....	39
6.1.1. “Masterbatch” estabilizante a la luz, LS1.....	40
6.1.2. “Masterbatch” estabilizante a la luz, LS2.....	40
6.1.3. “Masterbatch” estabilizante a la luz, LS3.....	40
6.2. “Masterbatch” antigoteo y absorbedor de radiación IR.....	41
6.2.1. “Masterbatch” antigoteo y absorbedor del IR, AFIR1.....	41

6.3. “Masterbatch” opaco blanco.....	42
6.3.1. “Masterbatch” de blanco WTIO2.....	42
7. INGENIERÍA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.....	43
7.1. Sección de recepción y almacenado de materias primas.....	44
7.1.1. Almacén de materias primas.....	44
7.1.2. Silos exteriores.....	46
7.2. Sección de premezcla de aditivos.....	49
7.2.1. Mezclador.....	49
7.2.2. Tolva de pesado.....	51
7.2.3. Tolvas pulmón.....	54
7.3. Línea de extrusión.....	55
7.3.1. Dosificadores.....	55
7.3.2. Extrusora.....	58
7.3.3. Granceadora.....	72
7.4. Sección de ensacado.....	75
7.4.1. Silo homogeneizador de producto.....	75
7.4.2. Ensacado.....	77
7.4.3. Paletizado.....	80
7.5. Almacén de producto.....	83
8. TRANSPORTE NEUMÁTICO.....	85
8.1. Transporte neumático en fase diluida.....	87
8.1.1. Estaciones rompesacos y estación de descarga de “big-bags”.....	87
8.1.2. Tuberías para transporte neumático.....	91
8.1.3. Tolvas receptoras de vacío.....	93
8.1.4. Sistema generador de vacío.....	93
8.2. Transporte neumático en fase densa.....	94
8.2.1. Recipiente de presurización y transporte.....	95
8.2.2. Conducciones.....	96
8.2.3. Grupo de presión.....	96
9. NAVE INDUSTRIAL.....	98
9.1. Movimiento de tierras.....	98
9.2. Cimentación.....	98
9.3 Red general de saneamiento.....	99

9.4. Estructura metálica.....	100
9.5. Cubierta.....	101
9.6. Forjados.....	102
9.7. Cerramientos.....	103
9.8. Pavimento interior.....	103
9.9. Divisiones y acabados interiores.....	104
9.10. Carpintería metálica y aluminio.....	105
9.11. Urbanización exterior.....	107
9.12. Preinstalaciones.....	108
10. LABORAL.....	110
11. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	119
12. NORMAS Y REFERENCIAS.....	120
13. BIBLIOGRAFÍA.....	122
14. VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	125
15. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	127
ANEXOS	128
A1. BALANCES DE MATERIA Y CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	129
A2. CÁLCULOS ORIENTATIVOS PARA LA SELECCIÓN DE EXTRUSORA.....	141
A2.1. Geometría.....	141
A2.2. Flujo de salida.....	147
A2.3. Cálculo de la geometría del husillo.....	149
A3. CÁLCULOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO.....	153
A4. MEZCLA DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES.....	161
A4.1. Introducción.....	161
A4.1.1. Ámbito de las tareas de la mezcla sólido-sólido.....	162
A4.1.2. Cuestiones clave sobre el proceso.....	162
A4.2. Caracterización de la mezcla.....	163
A4.2.1. Tipos de mezclas.....	164
A4.2.1.1. Mezcla perfecta.....	164
A4.2.1.2. Mezcla aleatoria o mezcla estocástica.....	164
A4.2.1.3. Mezcla ordenada.....	164
A4.3. Selección de un mezclador discontinuo o continuo.....	165

A4.3.1. Mezclado en discontinuo.....	165
A4.3.2. Mezclado en continuo.....	166
A4.3.3. Comparación entre la mezcla en discontinuo y la mezcla en continuo.....	166
A4.3.4. Selección del mezclador.....	168
A4.3.5. Mezclador horizontal de hélice (<i>Horizontal Ribbon Mixer</i>).....	170
A5. SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA OPERACIÓN.....	172
A5.1. Descripción de la empresa	172
A5.2. Actividad.....	172
A5.3. Tareas que entrañan riesgos para los trabajadores.....	173
A5.4. Medidas de prevención y reducción de riesgos.....	175
A6. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	182
A6.1. Introducción.....	182
A6.2. Incendio de plásticos.....	182
A6.3. Prevención contra incendios.....	187
A6.4. Combate de incendios de materiales plásticos.....	190
A6.5. Causas típicas de incendios y explosiones.....	191
A6.6. Tablas.....	192
A7. CÁLCULO DEL “CHILLER”. ESPECIFICACIONES.....	198
A7.1. Cálculo de las necesidades de refrigeración del producto granceado.	198
A7.2. Necesidades de refrigeración de la maquinaria de extrusión.....	199
A7.3. Necesidad de refrigeración total.....	200
A7.4. Notas técnicas.....	200
A7.4.1. General.....	200
A7.4.2. Limitaciones.....	201
A7.4.3. Manejo y localización del equipo.....	201
A7.4.3.1. Cimentación.....	202
A7.4.4. Accesos.....	203
A7.4.5. Componentes principales.....	205
A7.4.6. Verificación del sub-enfriamiento y del sobrecalentamiento.	206
A7.4.7. Funcionamiento del enfriador de líquido (“CHILLER”).....	207
A7.4.8. Procedimiento de arranque. Puesta en marcha.....	209
A8. CÁLCULOS DE OBRA CIVIL.....	211

A8.1. Listado de pórticos.....	211
A8.2. Listado de elementos de cimentación.....	214
A8.2.1. Descripción.....	214
A8.2.2. Medición.....	214
A8.2.3. Comprobación.....	215
A8.2.4. Listado de placas de anclaje.....	231
A8.2.4.1. Descripción.....	231
A8.2.4.2. Medición.....	231
A8.2.4.3. Comprobación.....	232
A8.3. Numeración de los nudos.....	242
A9. EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA.....	243
A9.1. Plan de tesorería: período de inversión y puesta en marcha.....	243
A9.2. Plan de tesorería: 1^{er} y 2^o períodos productivos.....	245
A9.3. Previsiones económicas.....	247
A9.4. Balances previsionales.....	248
A9.5. Detalle de préstamos.....	250
PLIEGO DE CONDICIONES	251
1. Definición y alcance del pliego.....	252
2. Pliego de condiciones generales.....	257
2.1. Condiciones Generales Facultativas.....	257
2.2. Condiciones Generales Económicas.....	272
2.3. Condiciones Generales Legales.....	291
3. Pliego de condiciones particulares.....	299
3.1. Comienzo de las obras.....	300
3.2. Movimiento de tierras.....	301
3.3. Cimentaciones.....	307
3.4. Estructuras de acero.....	319
3.5. Albañilería.....	321
3.6. Pintura.....	327
3.7. Instalaciones eléctricas en baja tensión y alumbrado.....	331
3.8. Centro de transformación.....	347
3.9. Bombas.....	358

3.10. Tuberías.....	359
3.11. Aislamiento térmico.....	361
3.12. Aislamiento acústico.....	362
3.13. Seguridad y salud en la obra.....	362
PRESUPUESTO	381
1. Mediciones.....	382
2. Precios unitarios.....	398
3. Presupuesto.....	414
4. Resumen del presupuesto.....	433
PLANOS	435
Plano nº 1.....	436
Plano nº 2.....	437
Plano nº 3.....	438
Plano nº 4.....	439
Plano nº 5.....	440

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.

El presente proyecto se redacta con carácter de Proyecto Fin de Carrera, para la obtención por parte de quien lo suscribe del título de Ingeniero Químico y en base al deseo de un Promotor, que ha encargado la redacción de un “Proyecto de diseño de planta para fabricar mezclas de aditivos en base polietileno para film agrícola, en el Término Municipal de Barbate”.

Las motivaciones que han llevado al Promotor al encargo del mismo parten de su interés por introducirse en el Sector de la Industria del Plástico con un producto intermedio en el proceso de transformación de éste, imprescindible para los consumidores, los fabricantes de film para uso en agricultura, y con gran demanda en el mercado español y europeo. Para tal fin desea disponer de una planta de elaboración de mezclas maestras de aditivos (“masterbatches”), en el Polígono Industrial “El Olivar”, situado en el Término Municipal de Barbate, con conexión directa con la A-314 que conecta a la N-340. Además habría que añadir la circunstancia de que se está construyendo la autovía “Costa de la luz” Chiclana-Algeciras N-320, hecho que justifica en mayor medida la localización de la fábrica, encontrándose entre dos puertos mercantiles importantes como Cádiz y Algeciras y perfectamente conectada por carretera.

Es iniciativa del Promotor potenciar la actividad industrial en Barbate, este hecho unido a la disponibilidad de parcelas de superficie suficiente para la implantación de estas instalaciones para la fabricación industrial del producto, le llevan a pensar que esta localidad es el lugar idóneo para la ubicación de la planta objetivo de proyecto.

En los documentos que se presentan a continuación, se recogen todos los datos y características que se han obtenido como resultado de los cálculos desarrollados en los correspondientes anexos, y que permiten marcar las líneas directrices para la materialización de las obras e instalaciones que se proyectan.

El proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria
- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto

Objeto de estudio dentro del mismo serán los fundamentos de las sucesivas operaciones básicas de la línea de elaboración, el diseño de la obra civil y de las instalaciones e infraestructura, las bases para la viabilidad ambiental, análisis de riesgos y su prevención en las labores de producción, la presupuestación de las instalaciones, la determinación del plan para su ejecución y puesta en marcha, así como la evaluación financiera de los resultados que cabe esperar.

En la redacción y cálculos realizados, se han tenido en cuenta las disposiciones y preceptos contenidos en la legislación vigente y se ha prestado especial atención al medio ambiente y al entorno circundante de la planta.

Igualmente, se pretende obtener el mejor equilibrio posible entre la funcionalidad de las instalaciones proyectadas y su estética, optimizando todos aquellos factores y agentes que intervienen, con el objetivo de producir un producto de alta calidad y rentable, al mismo tiempo.

2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es, de acuerdo con los condicionantes fijados por el Promotor, diseñar, proyectar y ejecutar una planta para fabricar mezclas de aditivos en base polietileno de aplicación en el film agrícola, siempre que la rentabilidad económica que se obtenga así lo aconseje.

Asimismo, el presente proyecto ha de servir como documento administrativo para su presentación ante los organismos competentes, al objeto de recabar de los mismos las ayudas financieras necesarias para su ejecución, en lo que respecta a subvenciones a fondo perdido o a créditos hipotecarios a interés preferencial.

También servirá como base para la ejecución y dirección de las obras.

3. ANÁLISIS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

3.1. Directrices del proyecto.

3.1.1. Objetivos del promotor.

El promotor quiere obtener un producto, los “masterbatches”, de creciente demanda en el mercado tanto nacional como europeo; siendo los clientes los productores de film de uso en agricultura (para invernaderos, minitúneles, acolchados). Pretende incrementar el precio de venta de la materia prima al incorporarle valor en el proceso de su transformación.

3.1.2. Finalidad del proyecto.

La finalidad del presente proyecto es el diseño del proceso y de las instalaciones precisas para llevar a cabo la transformación de unas materias primas; polietileno de baja densidad (LDPE) junto con una serie de aditivos (estabilizantes a la luz, antioxidantes, antigoteo, dióxido de titanio, estearato cálcico, carbonato cálcico); en un producto, mezclas maestras de aditivos en base polietileno, conocidas como “masterbatches”, satisfaciendo los objetivos del Promotor.

Consiste, por lo tanto, en la transformación de una situación actual o situación problema en la que la producción de estos productos está reducida a un bajo número de empresas en el entorno mundial, en una situación objetivo donde la implantación de una planta de estas características en Andalucía, donde existen productores de film para agricultura, resultaría muy ventajosa, dada la cercanía de clientes potenciales, suponiendo una competencia real y una diversificación del mercado de estos productos.

Surge así el problema técnico a resolver, que consiste en diseñar un sistema que transforme con eficacia los recursos disponibles en los productos que demanda el mercado.

3.1.3. Condicionantes del promotor.

El promotor propone los condicionantes que a continuación se exponen:

- Localizar la planta de fabricación en el Polígono Industrial “El Olivar” en el Término Municipal de Barbate.
- La capacidad de producción de la planta será tal que se consiga la óptima solución económica.
- Desde el punto de vista del proceso, el factor humano no debe influir de forma negativa directamente en el producto. Debe evitarse la posibilidad del error humano sobre las características del producto.
- El presupuesto se deberá mantener dentro de unos límites preestablecidos.
- Mantener una presencia continuada en el mercado.
- Producir los productos más demandados por el mercado de aplicación agrícola.
- El principal fin del presente proyecto será la maximización del beneficio en base a añadir valor al producto, y obtener éste al menor coste posible.

Por lo tanto, el proyecto deberá obtener la óptima solución económica que satisfaga estos condicionantes.

3.1.4. Criterios de diseño.

Los criterios seguidos para la realización del presente proyecto se basan en el estudio de las condiciones actuales del sector y de la producción de “masterbatches” en Europa, así como de las características y cualidades tecnológicas de la materia prima y su demanda, enfocándolo hacia un producto de gran calidad y buscando la flexibilidad y adaptabilidad en el sistema a proyectar.

3.2. Antecedentes socioeconómicos.

Durante los últimos 45 años, las aplicaciones de los plásticos en los países desarrollados han permitido ver crecer la eficacia y el potencial de la producción agroalimentaria.

En estas últimas décadas se han producido grandes descubrimientos tecnológicos y entre ellos, destacan las innovaciones en el campo de las aplicaciones del plástico en la agricultura, ilustrando la colaboración entre una industria de vanguardia, la del petróleo, con la modernización de las estructuras de la producción agrícola.

La propia dinámica expansiva del mercado mundial y la globalización creciente de la economía aceleran el proceso de evolución hacia un nuevo equilibrio en el mundo agrícola, donde cada día aparecen nuevas y mejores estrategias de producción asociadas al uso de los plásticos, y hace prever una potente introducción de éstas en los países en donde se están modernizando su potencial de producción y consumo agroalimentario.

Multitud de ejemplos revelan que la tecnología de los plásticos aplicada a la agricultura desarrolla radicalmente la actividad económica de muchos pueblos. Un ejemplo ampliamente citado es el pueblo de El Ejido, provincia de Almería (España). En él la expansión de las superficies cubiertas sigue siendo el principal sinónimo de su desarrollo económico y demográfico, que ha pasado de los 7100 habitantes, en el año 1950, a más de 60000 habitantes. Mientras tanto el municipio sigue ganando posiciones en el ranking de las ciudades con mayor índice de desarrollo.

En 1987, sólo en Europa, había 25000 ha de cubiertas planas y al mismo tiempo, 3000 ha de cultivo sin suelo en Holanda, una técnica donde la tecnología del plástico es fundamental. Estas superficies hoy en día son mucho mayores.

Las aplicaciones agrícolas de los plásticos continúan creciendo. En Inglaterra se usan cerca de 15000 Tm de plástico para el moderno sistema de miniensilado mecánico del forraje, que consiste en la formación de silos en la misma parcela.

Una serie de importaciones y exportaciones de frutas y hortalizas se han sucedido durante los últimos años por todo el mundo. El comercio de manzanas y peras del Hemisferio Sur, kiwis de Nueva Zelanda, tomates del norte de África, espárragos del Perú y Bolivia, champiñones de Taiwan, ciruelas norteamericanas y limones de China resulta de la evolución histórica de las expansiones de los plásticos en base a la superficie disponible, la racionalización del riego y el forzado de cultivos más tempranos, abundantes y con frutos de mayor calidad.

La industria española del plástico es quizá uno de los sectores de actividad con mayor número de empresas y población ocupada. Además tiene la particularidad de presentar una producción diversa y muy atomizada. Presenta dos subsectores importantes: Uno de producción de materias con una dimensión empresarial inferior a la de nuestros principales competidores, y otro subsector de transformados, que da ocupación a una cuarta parte de trabajadores del subsector anterior y donde la producción está excesivamente individualizada.

La presencia extranjera es notable en todo el sector, hasta el punto de que la mayor parte de las principales empresas está controlada por capitales foráneos. Sin embargo, en algunas partidas de inversiones se ha ganado con amplitud a las homónimas extranjeras, siendo, en general, el de plásticos, un sector en expansión.

Dentro del ciclo industrial del plástico, son los procesos de transformación los de mayor riesgo intrínseco, dadas las temperaturas de hasta 400°C a que estos materiales deben someterse. Por otra parte, el procesamiento de los polímeros presenta condiciones que, en muchos casos, son totalmente diferentes a las encontradas en sus reacciones de síntesis.

La mayoría de los plásticos usados en agricultura pertenecen al grupo de las láminas flexibles.

La radiación ultravioleta es suficientemente energética como para romper los enlaces entre las moléculas de plástico. El uso de plásticos sin protección frente al ultravioleta acaba resultando en una menor durabilidad.

El primer síntoma de la degradación del plástico es la disminución de la radiación que llega al cultivo. Teniendo en cuenta que la productividad está íntimamente relacionada con la cantidad de luz que llega, una reducción de la luz disponible causa una disminución de la producción del cultivo.

Las dos propiedades de mayor interés para los agricultores son la transmisión de la luz y la termicidad del film.

La transmisión de luz de un film indica el porcentaje de luz que penetra en el invernadero desde el exterior.

La termicidad (retención de calor) de un plástico es un dato importante pues indica el porcentaje de radiación infrarroja (calorífica) que pasa del interior hacia el exterior. Cuanto menor es el porcentaje de transmisividad, mayor es la termicidad. Existen dos vías principales para aumentar la termicidad de los films de polietileno. El primer sistema consiste en la adición de aditivos térmicos, llamados cargas minerales. La segunda vía es el uso de los films copolímero etil-acetato de vinilo (EVA). Cuanto mayor es el porcentaje de acetato de vinilo, mayor es la termicidad.

Económicamente, la implantación de estas instalaciones en la zona fomentará el flujo económico local y regional, siendo el producto obtenido de la actividad de la planta de alto valor añadido. Además, al no necesitar las instalaciones de servicio auxiliar de suministro de vapor, no es necesaria la integración con otras plantas industriales. Por ello la no existencia de éstas no es problema para el objeto del proyecto. La aplicación para la que será destinado el producto obtenido (mezcla de aditivos en base PE), será el uso en la fabricación de film para uso agrícola,

siendo Andalucía la Comunidad Autónoma donde más extendido está el cultivo bajo plástico. En ella se concentra el 73% de la superficie dedicada al acolchado, el 67% de los pequeños túneles y el 70% de los invernaderos. En Almería se encuentra la mayor concentración de invernaderos del mundo, unas 27.000 ha cubiertas por plástico; así, el valor de la producción hortofrutícola en Almería ha pasado de 57 millones de euros en 1975 a más de 1.136 millones de euros en la actualidad. Y junto a esta provincia aparecen nuevas situaciones favorables para el producto como son Murcia, Granada, Canarias... con lo que la superficie total de invernaderos en España se sitúa, hoy día, en torno a las 50.000 ha.

4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS “MASTERBATCHES”.

Como partida para el diseño de las instalaciones es preciso establecer el proceso que se va a seguir para la fabricación de los productos. Se trata de un proceso denominado “compounding” que comprende la mezcla de una serie de aditivos sobre una base o “carrier”, en este caso el polietileno de baja densidad. Este proceso consta de una serie de operaciones básicas como son la recepción y almacenamiento de las materias primas, la mezcla de éstas, la dosificación según unas formulaciones preestablecidas, el proceso de extrusión y granceado; y finalmente el ensacado y paletización del producto; sin olvidar que entre estas operaciones debe introducirse un sistema de transporte de las materias y productos hacia las distintas unidades de proceso.

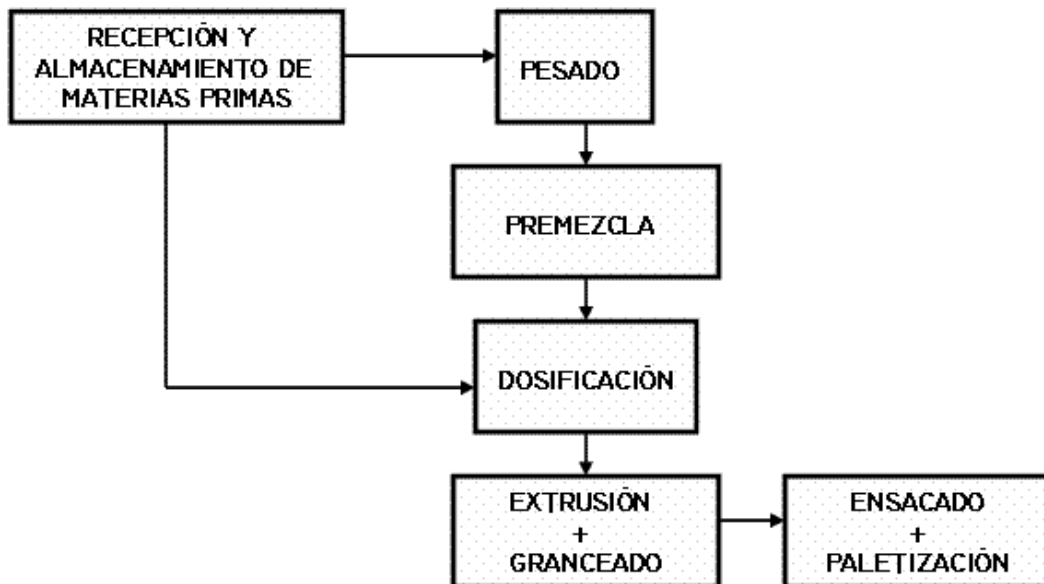


Ilustración 1. Diagrama de flujo general del proceso.

4.1. Selección de alternativas. Justificación del sistema elegido.

La presencia de tecnologías alternativas en el proceso de producción de los “masterbatches” se halla principalmente en como llevar a cabo el proceso de premezcla y en el sistema de transporte de las materias primas. Así pueden encontrarse dos sistemas principales de fabricar el producto: el uso de contenedores intermedios (IBC) o un sistema de transporte neumático que transporte las materias primas hacia una tolva de pesaje que descargue a su vez en un mezclador.

Emplear contenedores intermedios consiste en la preparación de las premezclas en unos contenedores que posteriormente son mezclados en un mezclador que los voltea. El proceso requeriría de unos contenedores donde se hallan los aditivos que alimentan a otro contenedor que será el que irá al mezclador. La alimentación de los aditivos hasta este contenedor se hace por gravedad y se realiza el pesado de las cantidades necesarias de cada uno cortando la corriente de cada aditivo cuando se tiene la masa deseada de cada uno, pasando al siguiente. También se requiere de unas válvulas de descarga especiales situadas en una estructura donde se depositará el recipiente mezclado para alimentar a los dosificadores que suministran el material a la extrusora. Entre los inconvenientes que presenta este sistema cabe destacar que sería necesario un elevado número de contenedores para almacenar cada aditivo. Es más probable el error humano y, principalmente es preciso un gran número de movimientos de una carretilla elevadora por la planta, entrañando riesgos de diversa tipología, como accidentes o perturbación de los dosificadores por movimientos o golpes producidos sobre la estructura que los soporta.

La otra alternativa solventa gran parte de los problemas que presenta la anterior, ya que el sistema neumático de transporte evita el uso de la carretilla en el proceso de producción, dedicándose ésta sólo al almacenamiento de los productos y distribución de las materias primas en la planta. Este sistema evita también la posibilidad del error humano debido a que es de fácil automatización, ya que se procedería de forma que para cada formulación se pesasen unas cantidades de cada aditivo en una tolva de pesaje, que daría la orden de cambiar el punto de succión de material a otra materia prima y así sucesivamente, descargando cada vez por gravedad a un mezclador. Entre los inconvenientes que presenta cabe citar que sería precisa la instalación de una estructura metálica de al menos tres alturas sobre el nivel de la extrusora y de una tolva pulmón sobre los dosificadores; instalaciones no precisas en el sistema anterior.

Por lo anterior y valorando el evitar la posibilidad de errores humanos se toma el sistema de transporte neumático como mejor solución.

Entre los sistemas de transporte neumático también existen alternativas. Se puede elegir en primer nivel entre un sistema de transporte neumático en fase diluida o un transporte

neumático en fase densa. El transporte neumático en fase diluida emplea para el transporte de los sólidos altas velocidades de flujo y grandes caudales de aire, siendo la presión empleada baja. El sistema en fase densa emplea altas presiones y bajos caudales y velocidades de aire. El sistema en fase diluida provoca deterioro en los materiales a transportar debido a las altas velocidades que se alcanzan, pero es más económico que el sistema en fase densa, que a su vez no produce deterioros apreciables en el material a transportar.

Considerando lo anterior, se decide elegir un sistema de transporte neumático en fase diluida para el transporte de las materias primas hasta la tolva de pesaje y los dosificadores, y un sistema de transporte neumático en fase densa para el transporte del producto final desde la granceadora hasta la ensacadora.

También existen alternativas una vez elegido el régimen en el que se realizará el transporte del material. Éstas consisten en emplear presión positiva o negativa. En este caso se elige el sistema de transporte neumático en fase diluida a vacío, para evitar que la presencia de picaduras en las conducciones originen una atmósfera pulverulenta que entrañe riesgos tanto de inhalación como de explosión. Y emplear presión positiva en el sistema de transporte en fase densa, ya que hay que emplear un rango de presión mayor y los sistemas de vacío se encuentran más limitados que los de presión positiva.

En resumen, una vez valoradas las alternativas principales desde diferentes ámbitos, se decide lo siguiente.

- Instalación de sistema de transporte neumático en fase diluida a vacío para transportar las materias primas hacia la unidad de premezcla y hacia la de dosificación.
- Instalación de sistema de transporte neumático en fase densa a presión positiva para transportar el producto final desde la salida de la granceadora hacia el sistema de ensacado.

Referente al número de líneas de proceso, en un principio se podría optar por dos líneas separadas. Una dedicada a la producción del “masterbatch” de blanco, y otra para los dos tipos restantes de producto, ya que la producción del primero puede entrañar ciertos problemas de limpieza de las instalaciones debido al manejo del dióxido de titanio. Esta opción expuesta se desestima debido a que el número de tipos de productos que se elaboran en la planta a diseñar es pequeño (sólo tres tipos) y los problemas de limpieza de las instalaciones tras el ciclo de producción del “masterbatch” blanco se solventa en gran medida seleccionando un grado apropiado de dióxido de titanio y empleando un sistema de operación donde el TiO_2 no se introduzca al mezclador sino directamente a la extrusora, en una entrada de material dispuesta en una sección avanzada de ésta.

Existen otras alternativas en las demás operaciones del proceso, pero no resultan tan diferentes unas de otras para condicionar el proceso en general, como son el tipo de mezclador, los dosificadores. Por ello no se ha considerado oportuno su explicación en este capítulo. Éstas se explican más adelante, en los pertinentes anexos o capítulos posteriores.

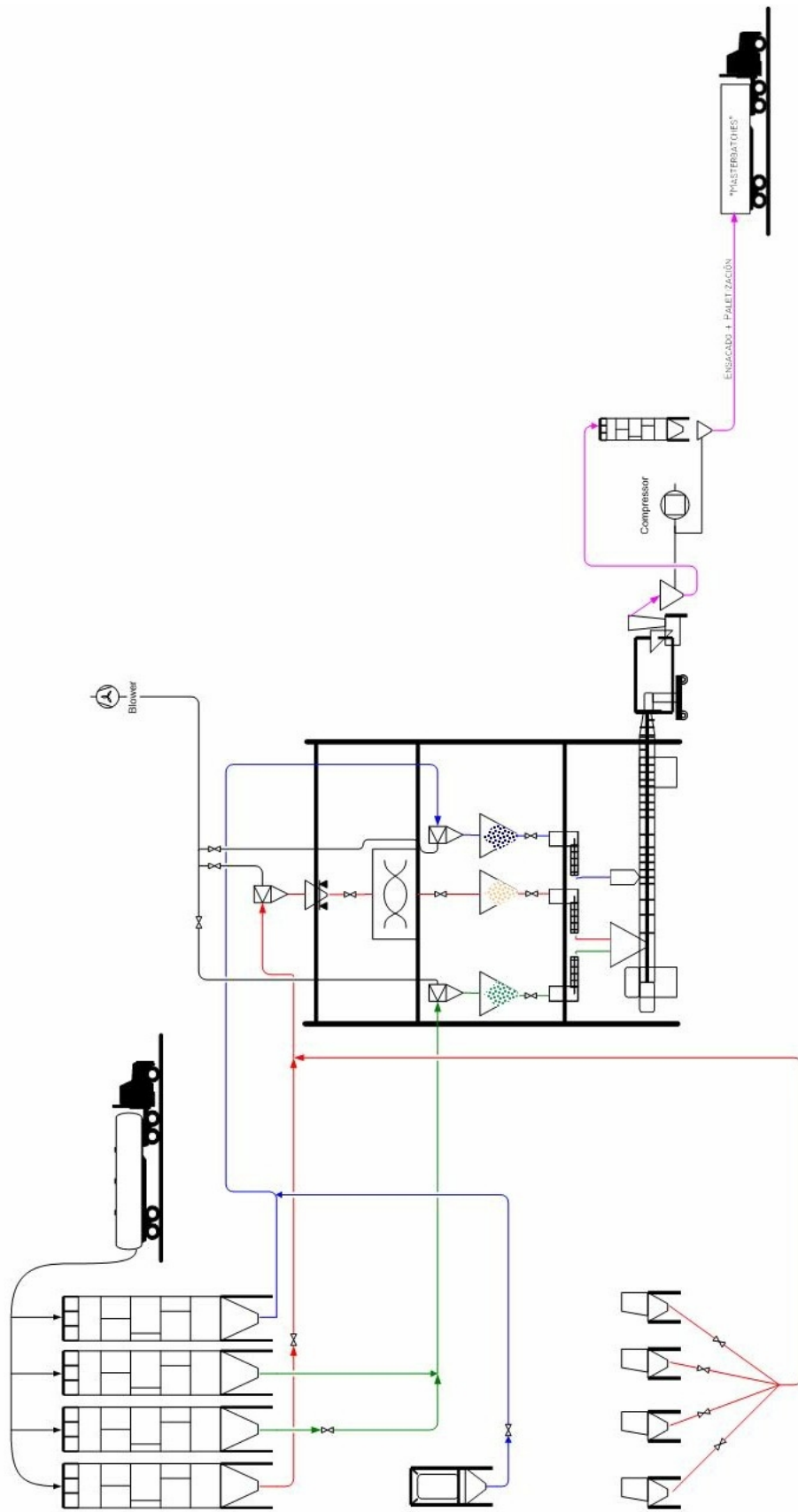


Ilustración 2. "Flowsheet" de la línea.

5. MATERIAS PRIMAS.

Las materias primas directas necesarias para la elaboración de las mezclas maestras de aditivos serán los aditivos de función (Aminas Impedidas Estéricamente (HALS), Absorbedores de luz UV (UVA), antioxidantes, complejos de níquel (Ni “Quenchers”), aditivos antigoteo (“antifogging”), aditivos minerales (CaCO₃), dióxido de titanio y estearato de calcio); más la poliolefina base, Polietileno de Baja Densidad (LDPE).

5.1. Aditivos estabilizantes a la luz UV.

La mayoría de los plásticos comerciales se fabrican mediante procesos que comprenden reacciones de polimerización en cadena, poliadición o policondensación. Estos procesos se controlan generalmente para obtener moléculas individuales de polímeros con:

- Peso molecular o distribución de pesos moleculares definida.
- Grado de ramificación definido.
- Composición definida.

Una vez que el producto de estas reacciones se expone a esfuerzos, calor, luz, aire, humedad o cargas, comienzan en el polímero una serie de reacciones químicas que tienen como resultado el cambio de la composición química y de la distribución de pesos moleculares del polímero.

Estas reacciones terminan modificando las propiedades ópticas y físicas del polímero.

En la práctica, cualquier cambio en las condiciones iniciales deseadas del polímero se denomina degradación. En este sentido, el término degradación hace referencia a todas estas reacciones que son susceptibles a darse en el polímero.

La fotoxidación de muchos polímeros se representa con el siguiente esquema.

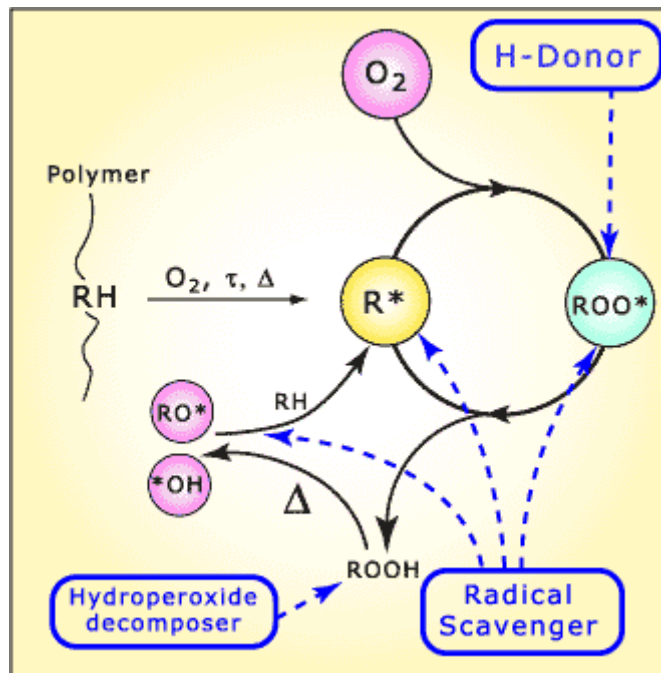


Ilustración 3. Mecanismo de fotooxidación de polímeros.

El aspecto importante en este esquema es que una vez que la oxidación comienza se inicia un ciclo circular de reacción en cadena que acelera la degradación a menos que se empleen estabilizantes que interrumpan este ciclo.

La exposición a la luz solar y a algunas luces artificiales puede tener efectos adversos sobre la vida útil de los productos plásticos. La radiación UV puede vencer los enlaces químicos en un polímero. Este proceso es denominado fotodegradación y finalmente causa rotura, palidez, cambios de color y pérdida de las propiedades físicas.

La fotooxidación, una vez que comienza, sigue esencialmente el esquema expuesto líneas arriba. Sólo que en la fotodegradación, debido a la exposición a la luz solar, la oxidación térmica se da en paralelo con la fotooxidación.

La fotooxidación difiere de la oxidación térmica en que puede tener inicio en la absorción de luz UV. La mayoría de los polímeros son teóricamente incapaces de absorber luz UV directamente. Sin embargo, la presencia de trazas de otros compuestos en el polímero como productos de

Un HALS ácido no puede introducirse fácilmente dentro del ciclo de barrido de radicales libres.

Los estabilizantes HALS N-H y N-R se ajustan a la mayoría de las necesidades, pero son alcalinas.

El tipo N-OR se introduce en el ciclo de estabilización rápidamente y son menos alcalinas que los tipos N-H o N-R.

5.1.2. Absorbedores de radiación UV.

El principio de acción de los absorbedores UV (UVA) es la absorción de la radiación UV y su disipación en forma de energía térmica.

Actúan según la Ley de Lambert-Beer, que especifica que la cantidad de radiación UV absorbida es función del espesor y de la concentración de estabilizante.

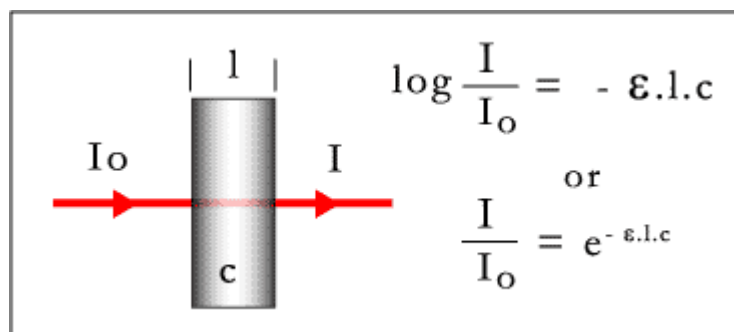


Ilustración 5. Explicación ley de Beer-Lambert.

En el esquema anterior se muestra una breve explicación gráfica de la citada ley, donde:

- I_0 = Energía luminosa de la fuente incidente monocromática.
- I = Energía luminosa transmitida a través del material.
- l = Longitud óptica (m.).
- c = concentración de la especie absorbente (miles/litro).
- ϵ = coeficiente de extinción molar de la especie absorbente (L/mol·m).

El $\text{Log}(I/I_0)$ también se denomina Absorbancia o densidad óptica.

En la práctica, se requieren altas concentraciones de absorbente y un espesor suficiente de la lámina de polímero para retardar eficientemente la fotodegradación.

Los absorbedores UV como la benzofenona y el triazol son muy usados en la industria.

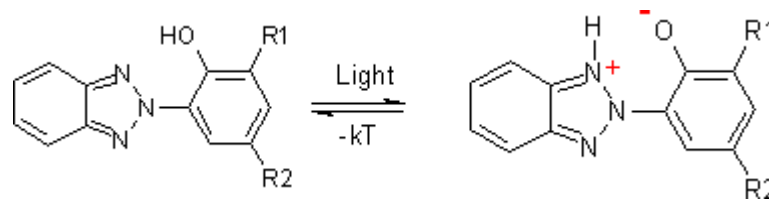


Ilustración 6. Estructura general del benzotriazol.

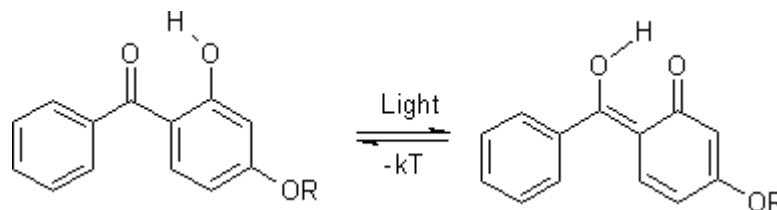


Ilustración 7. Estructura general de la Benzofenona.

5.1.3. Complejos de Níquel, “Níquel Quenchers”.

Productos que desactivan estados excitados de grupos cromóforos haciéndolos volver a su estado inicial.

Los Ni “Quenchers” (complejos de Ni) tienen dos procesos principales. Gracias al primero son capaces de dissociar los hidroperóxidos (formados durante la exposición a la luz y que tienen un gran efecto de degradación). Gracias al segundo de ellos son capaces de sacar los formadores de cromóforos impidiendo así la propagación de la degradación.

Los Ni “Quenchers” son más resistentes al ataque de los pesticidas que los HALS. Pero tienen un inconveniente, durante la combustión de las láminas de invernaderos tiene lugar la formación de compuestos carcinógenos. Por este motivo, deben ser tratados en incineradoras especiales.

No contribuyen a la estabilización térmica de la poliolefina, requieren una mayor cantidad de adición que los HALS y, además, no son apropiados para muchas aplicaciones por tratarse de compuestos de un metal pesado.

5.2. Antioxidantes.

Tras la polimerización, la mayoría de los plásticos se peletizan y se envían a procesos de extrusión, como en este caso. Durante el procesado, el polímero transcurre por varios pasos. Cada paso de proceso causa degradación, combinación de los resultados de las acciones de la luz, el oxígeno y estrés mecánico.

Los estabilizantes de procesado son los antioxidantes que se incorporan al polímero para prevenir la degradación durante el procesado. La degradación termo-oxidativa tiene lugar por un mecanismo de radicales libres denominado autooxidación, que engloba a una variedad de reacciones de oxidación que causan:

- Descenso en el peso molecular del polímero (escisión de la cadena), o
- Incremento del peso molecular del polímero, debido a las reacciones de recombinación. El polietileno genera macroradicales que tienen tendencia general a recombinarse, no siempre, para ramificarse. Este fenómeno es llamado por los extrusores de film “ojos de pez”.

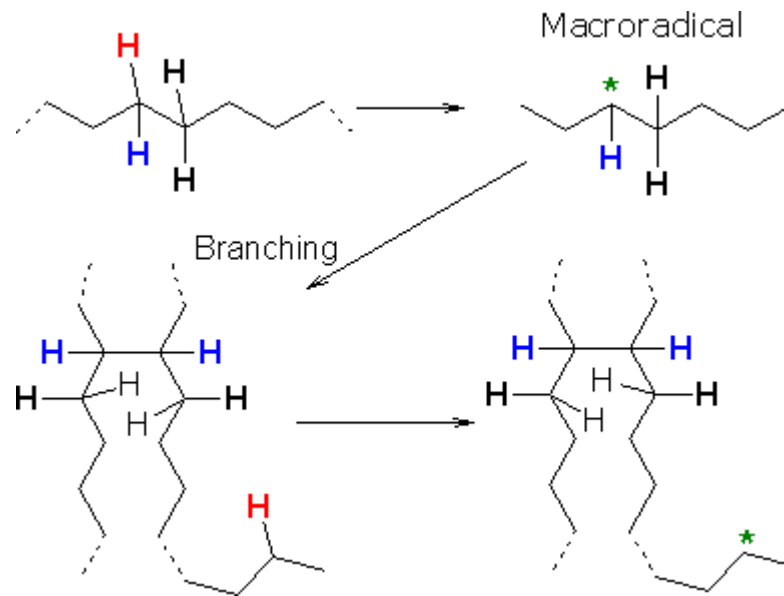


Ilustración 8. Mecanismo de reacciones de recombinación.

Ambos tipos de reacciones tienen lugar simultáneamente, pero una de las dos predomina dependiendo de las condiciones de operación del proceso, la estructura molecular y la tecnología de polimerización empleada en la manufactura inicial del polímero.

La estabilización óptima se consigue cuando el peso molecular inicial del polímero se mantiene durante todo su procesado.

5.2.1. Antioxidantes fenólicos (Donadores de H).

Los donadores de hidrógeno reaccionan con los radicales peróxidos para formar hidroperóxidos.

Los antioxidantes fenólicos son excelentes donadores de hidrógeno y se emplean ampliamente en la industria para estabilizar polímeros. Los radicales ROO^* son desactivados por el fenol impedido siguiendo la siguiente reacción:

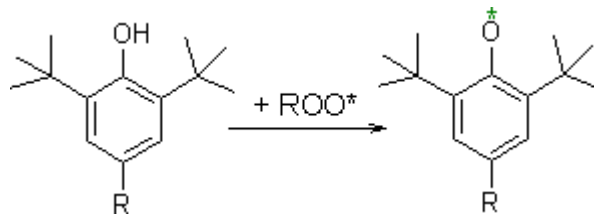


Ilustración 9. Reacción de desactivación de los radicales peróxido.

El radical fenóxido generado es muy estable debido a su habilidad para formar numerosas formas de resonancia.

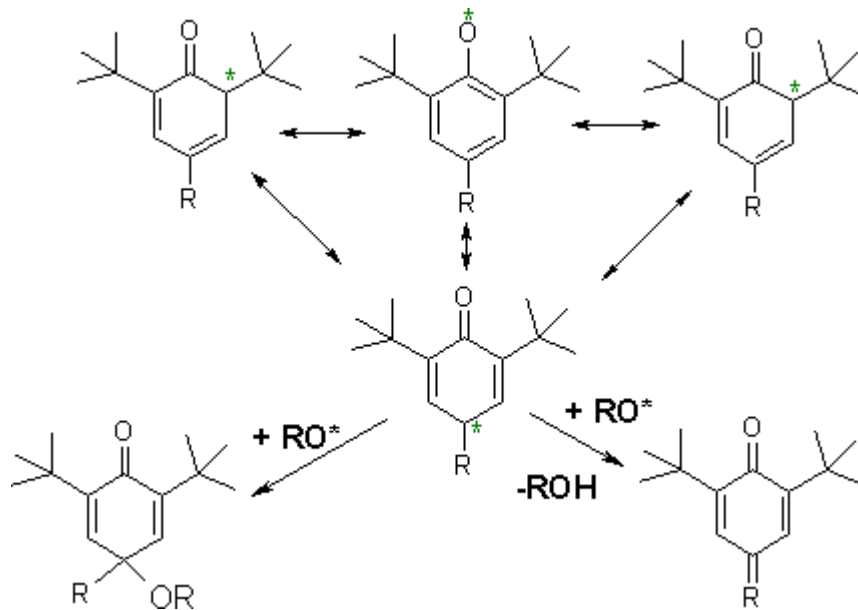


Ilustración 10. Formas de resonancia del radical fenóxido.

5.2.2. Antioxidantes, compuestos de fósforo.

Los compuestos trivalentes de fósforo descomponen a los hidroperóxidos excelentemente.

Generalmente, se usan los fosfitos, reaccionando de acuerdo a la siguiente reacción dando lugar a la generación de fosfatos.



Ilustración 11. Generación de fosfatos por descomposición de hidroperóxidos.

Algunos de estos compuestos son sensibles al agua y pueden hidrolizarse, llevando a la formación de especies ácidas.

Puede emplearse para solventar lo anterior un compuesto que minimice el efecto de estas especies ácidas, pero se han generado compuestos resistentes a la hidrólisis.

Los fosfitos disponibles comercialmente difieren en la naturaleza de los grupos arilo y son posibles estructuras cíclicas o aromáticas provenientes de la reacción con pentaeritritol.

5.3. Aditivos “antifogging”.

El término “fog” (niebla), se emplea para describir la condensación del vapor de agua en forma de pequeñas gotas en los films plásticos.

Este fenómeno es frecuentemente observado en los films para cubierta de invernaderos, dónde la formación de estas gotas puede causar retraso en el crecimiento de las plantas e incrementar la posibilidad de daños e incluso muerte de éstas.

Las condiciones físicas que llevan a este fenómeno son:

- Un descenso en la temperatura en el interior del invernadero por debajo del punto de rocío de la mezcla aire/vapor encerrada en él.
- Enfriamiento del aire cercano al film a una temperatura a la que no puede retener toda la humedad, y este exceso de humedad condensa sobre el film.

Los efectos adversos que provoca la aparición de esta condensación sobre el film son los siguientes:

1. La transmisión de la luz se ve reducida, esto provoca:
 - a. Velocidades de crecimiento menor en las plantas.
 - b. El retraso en la cosecha y de ahí el retraso de las ventas.
 - c. Un menor rendimiento de cosecha por planta.

2. La transmisión de luz y calor puede focalizarse en tejido delicado de las plantas al actuar las gotas de condensación como lentes, provocando:
 - a. Quema de las plantas.
 - b. Desechos en la cosecha.

3. La coalescencia de las pequeñas gotas en grandes gotas puede originar goteo, teniendo por consecuencias:
 - a. Incremento de enfermedades en las plantas.
 - b. Daños en las plantas, especialmente en las siembras.

Las poliolefinas son hidrofóbicas y presentan generalmente tensiones superficiales entorno a 30 mJ/m^2 . Cuando las poliolefinas se ponen en contacto con un líquido polar como el agua, que presenta una mayor tensión superficial (72 mJ/m^2), el líquido forma gotas que no se esparcen uniformemente sobre la superficie de la poliolefina.

Los aditivos “antifogging” (antigoteo), de aplicación interna, son agentes superficialmente activos, que tienen incompatibilidad con la matriz de polímero. Se añaden durante el proceso de extrusión de forma pura, como un concentrado o como “masterbatch” (el producto objeto del diseño de esta planta). Cuando se fabrica el film se dispersan uniformemente a través de su espesor pero subsecuentemente migran hacia la superficie del film, donde producen un incremento de la tensión superficial.

Esto combinado con una solubilidad parcial en agua, lleva a disminuir la tensión superficial de ésta, que significativamente disminuye la diferencia entre la tensión superficial del agua y del polímero.

El resultado es una reducción del ángulo de contacto entre el agua y la superficie del plástico, permitiendo que el agua se esparza en una capa más uniforme. La transparencia resultante solventa los problemas ópticos causados por la formación de pequeñas gotas discretas.

El uso de un aditivo interno, distribuido a través del espesor del film, lleva a un efecto de reserva, que incrementa la vida útil de los films más gruesos para una concentración dada de agente antigoteo.

Los aditivos “antifogging” son generalmente surfactantes no iónicos. Las principales clases son:

- Ésteres de Glicerol.
- Ésteres de poliglicerol.
- Ésteres de sorbitan.
- Ésteres de sorbitán etoxilado.

5.4. Dióxido de titanio.

El dióxido de titanio es ampliamente empleado como pigmento blanco por su eficiencia en el esparcimiento de la luz visible, impartiendo blancura, brillantez y una alta opacidad cuando se incorpora en una formulación plástica.

La habilidad del dióxido de titanio para absorber radiación UV puede proveer grandes beneficios como estabilizante de productos plásticos. Esta propiedad ha establecido el uso del TiO_2 en los films para agricultura donde se requiere estabilidad y conservación del color.

Los grados comerciales de dióxido de titanio son rara vez puros. La mayoría consisten en estructuras multicapas y, en algunos casos, se deposita un tratamiento orgánico en la superficie de la partícula de TiO_2 para darle mayor compatibilidad y grado de dispersión. El número y naturaleza de las capas combinado con un tamaño de partícula controlado, son parámetros diferenciadores de cada grado. Así, es posible controlar las propiedades ópticas (opacidad) o características como el grado de dispersión, procesabilidad o durabilidad.

Se consiguen las mejores propiedades del uso de dióxido de titanio cuando se encuentra bien disperso. Las partículas de pigmento tienden a aglomerarse durante la manufactura y el

almacenamiento. Para reducir estos agregados se debe escoger un polímero que sea compatible con el dióxido de titanio, que tenga pequeña variación de la viscosidad con la temperatura, es decir, que reológicamente sea compatible.

La dispersión de partículas de TiO_2 dentro de un polímero fundido puede asimilarse a una suspensión. La presencia de partículas sólidas distorsiona la fluidez del polímero. La introducción de partículas sólidas generalmente incrementa la viscosidad, La viscosidad de las suspensiones depende de numerosos factores como la viscosidad del polímero fundido, la fracción volumétrica, la interacción entre el TiO_2 y el polímero, la forma y el tamaño de las partículas.

La evolución típica de la viscosidad frente a la fracción volumétrica muestra que la viscosidad aumenta rápidamente con la fracción volumétrica hasta que alcanza un límite donde el material no puede fluir.

El dióxido de titanio es más duro y más abrasivo que la mayoría de los aditivos empleados en aplicaciones plásticas. La presencia de fenómenos de abrasión debida a TiO_2 se encuentra comúnmente en los equipos que operan a altas velocidades de mezclado. Cuando se dan estos fenómenos de abrasión, puede provocarse contaminación por metales, que puede producir cambios no deseados en el producto final.

Para solventar o minimizar estos problemas debidos a la abrasión se debe añadir el TiO_2 al final del ciclo de mezcla (por ejemplo sección avanzada en la extrusión y no al inicio de ésta), y el empleo de grados de TiO_2 de fácil dispersión.

El dióxido de titanio no fluye libremente, tiende a formar “agujeros de rata” y no tiene un ángulo de reposo bien definido. Durante la manipulación el TiO_2 es susceptible de absorber humedad. Esto puede llevar a problemas en el proceso.

La habilidad para descargar un material depende del sistema de almacenamiento elegido. La experiencia muestra que suele ser preciso el empleo de sistemas de ayuda mecánica que fuercen al material a fluir hacia su descarga.

5.5. Carbonato cálcico.

La elección de rellenos minerales para el tratamiento IR tiene que ser tomada de acuerdo con que la transmisión de luz total del film no se verá influenciada de forma acusada. Los rellenos minerales proporcionan una contribución adicional al esparcimiento de la luz y las impurezas (por ejemplo hierro) pueden tener una influencia negativa para el tiempo de vida del film.

La absorción IR depende de la concentración del aditivo y del espesor del film.

Estos aditivos suelen ser:

- Talco: Su transparencia y efecto térmico son ligeramente inferiores que en el Caolín. Pero parece ser más resistente a los pesticidas que el caolín.
- Silicato: Su transparencia y efecto térmico son ligeramente inferiores que en el caolín, también. Sin embargo, es más barato y contiene menos óxido de hierro que éste que puede dar lugar a fenómenos de degradación.
- CaCO_3 : Su transparencia y efecto térmico son mucho menores que para el caolín, pero es, sin lugar a dudas, el producto más barato.
- Sílice natural: Su transparencia y efecto térmico son menores que para el caolín, considerando que su precio es mayor.
- Caolín: es el producto histórico para esta aplicación y posee el mejor compromiso entre efecto térmico y pérdida de transparencia.

5.6. Estearato cálcico.

Ofrece numerosos beneficios en la producción de plásticos. Se pueden distinguir los siguientes efectos:

- Capturador de ácidos, contribuyendo a la estabilidad del color y a la prevención de la corrosión.
- Lubricación y ayuda de proceso, mejorando la procesabilidad de las poliolefinas en el proceso de extrusión.

A nivel molecular, un estearato metálico presenta un centro inorgánico con una fuerte separación de carga y dos cadenas lineales de hidrocarburo.

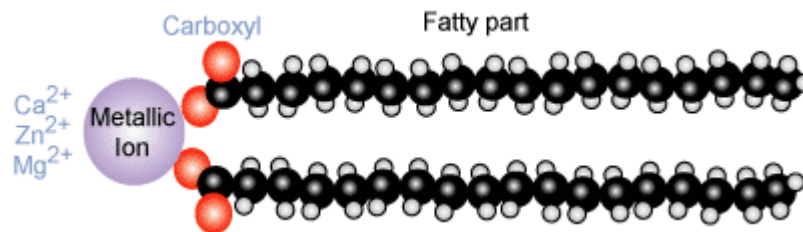


Ilustración 12. Estearato metálico a nivel molecular.

El constituyente metálico contribuye a la reactividad con los ácidos y con los residuos catalíticos. Mientras que las propiedades inherentes de ácido esteárico proporcionan lubricación y repulsión al agua.

El estearato de calcio ha ido ganando importancia en los últimos años. Es insoluble en la mayoría de los disolventes. Sólo se disuelven algo cuando son calentados en compuestos aromáticos, hidrocarburos clorados o aceites vegetales o animales.

5.7. Polietileno de baja densidad (LDPE).

El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados.

En general hay dos tipos de polietileno: de baja densidad (LDPE) y de alta densidad (HDPE). El de baja densidad tiene una cadena enramada, mientras que el polietileno de alta densidad tiene esencialmente una estructura de cadena recta.

El polietileno de baja densidad fue producido comercialmente por primera vez en el Reino Unido en 1939 mediante reactores autoclave (o tubular) necesitando presiones de 100 MPa y una temperatura de unos 300 °C. El polietileno de alta densidad fue producido comercialmente por primera vez en 1956-1959 mediante los procesos Philips y Ziegler utilizando un catalizador especial. En estos procesos la presión y temperatura para la reacción de conversión del etileno en polietileno fue considerablemente más baja.

Sobre 1976 se desarrolló un nuevo proceso simplificado a baja presión para la producción de polietileno, que utiliza una presión de 0,7 a 2 MPa y una temperatura de unos 100 °C. El polietileno producido puede describirse como un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y tiene una estructura de cadena lineal con ramificaciones laterales cortas, inclinadas.

El polietileno de baja densidad tiene una cadena ramificada que hace menor su grado de cristalinidad y su densidad. La estructura de cadena ramificada también disminuye la resistencia del polietileno de baja densidad, puesto que reduce la fuerza entre los enlaces moleculares. El polietileno de alta densidad, en contraste, tiene muy poco enramado en las cadenas principales y, por ello, las cadenas pueden empaquetarse más incrementando su cristalinidad y dureza.

Propiedad	LDPE	LLDPE	HDPE
Densidad, g/cm³	0,92-0,93	0,922-0,926	0,95-0,96
Resistencia a la tensión, MPa	6,20-17,24	12,41-20,00	20,00-37,23
Elongación %	550-600	600-800	20-120
Cristalinidad %	65	...	95

Tabla 1. Algunas propiedades de los polietilenos.

El polietileno se caracteriza en función de cuatro parámetros principales: índice de fluidez, densidad, peso molecular y presencia de comonomeros.

El índice de fluidez es una medida de la viscosidad del plástico sometido a unas condiciones estándar (ISO 1133) (190 °C; 2,16 kg). El índice de fluidez de un polietileno está íntimamente ligado con su peso molecular. Así, un elevado peso molecular corresponde a una alta viscosidad, a un bajo índice de fluidez.

El índice de fluidez es la masa de polímero expresada en gramos que pasa por un orificio calibrado bajo unas condiciones específicas de presión y temperatura durante diez minutos. Este índice informa de la procesabilidad del polímero, así como de las futuras propiedades mecánicas y ópticas.

La densidad corresponde a una valoración de la cristalinidad de los polímeros.

La cristalinidad de los polímeros se ve influenciada por el número y longitud de ramificaciones de la cadena del polímero. Cuanto mayor es la cristalinidad del polímero, mayor es también la densidad. La cristalinidad tiene influencia sobre la flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero.

La distribución del peso molecular ofrece una indicación de la amplitud de pesos moleculares de las cadenas que constituyen el polímero. Una distribución de pesos moleculares estrecha significa que el polímero está formado por cadenas de longitud muy similar. Una distribución ancha indica que las cadenas son de longitudes diferentes.

Junto al etileno, se pueden polimerizar distintos comonómeros. El más frecuente es el acetato de vinilo, con el fin de conseguir un copolímero EVA. El contenido de los distintos monómeros a menudo se expresa en porcentaje del peso total. En el caso de los EVA puede llegar a contener un 40% de acetato de vinilo.

El contenido en comonómeros afecta a las propiedades mecánicas, ópticas y de soldadura.

Para la aplicación objeto de la planta diseñada se emplearán, en principio, dos tipos de polietileno. Uno se empleará en la producción de los productos estabilizantes a la luz y el otro se empleará en la producción de los dos productos restantes. El sentido de lo anterior es que se empleará un polietileno de un menor índice de fluidez para la extrusión con aditivos orgánicos, que se fundirán durante el proceso debido a su menor temperatura de fusión, caso de los productos estabilizantes a la luz. Y otro polietileno, con un mayor índice de fluidez, para la producción de los otros dos productos, por el uso de aditivos inorgánicos que no se fundirán durante el proceso de extrusión y, por lo tanto, deberán dispersarse en alto grado dentro de la matriz de polietileno.

6. PRODUCTOS. MEZCLAS MAESTRAS DE ADITIVOS (“MASTERBATCHES”).

Las mezclas maestras de aditivos o “masterbatches” serán empleadas por los clientes (productores de film para uso agrícola), mezclándolas con polietileno en las proporciones que se le indiquen para lograr que su film tenga las propiedades deseadas por su cliente y consumidor final, el agricultor.

Se definirán tres grupos de mezclas maestras (“masterbatches”) según la función que vayan a proporcionar al film con el cual se mezclen en su aplicación final por el cliente:

- Grupo 1. “Masterbatches” Estabilizantes a la Luz.
- Grupo 2. “Masterbatches” Antigoteo + Absorbentes de infrarrojo. (Antifogging + IR).
- Grupo 3. “Masterbatches” de Blanco.

Las especificaciones de cada aditivo se recogen en el correspondiente anexo.

6.1. “Masterbatches” estabilizantes a la luz.

Dedicados a la protección del film frente a la luz UV y a su efecto térmico de degradación. Serán la combinación de aditivos del tipo HALS, absorbedores UV o Ni “Quenchers” más la adición de una cantidad de aditivo antioxidante; sobre una base polimérica constituida por LDPE.

Se producirán tres “masterbatches” diferentes de este grupo. Uno (LS1), combinación de aditivo HALS, absorbedor UV y antioxidante (mezcla sinérgica de fenoles impedidos estéricamente más fosfitos). Dos (LS2), combinación de aditivo absorbedor UV, Ni “Quencher” y antioxidante (fenol impedido estéricamente). Y tres (LS3), combinación de aditivo HALS, absorbedor UV, Ni “Quencher” y antioxidante (fenol impedido estéricamente). Todos sobre su base polimérica constituida por LDPE de apropiado índice de fluidez.

6.1.1. “Masterbatch” estabilizante a la luz, LS1.

Mezcla de HALS1 + UVA1+AO1 sobre base polimérica LDPE1, según la siguiente formulación de producto:

- 13 % HALS1
- 7 % UVA1
- 1 % AO1
- 79 % LDPE1 (de los cuales 63 % en polvo y 16 % en granza)

6.1.2. “Masterbatch” estabilizante a la luz, LS2.

Mezcla de UVA2+NiQ1+AO2 sobre base polimérica LDPE1, según la siguiente formulación de producto:

- 10 % UVA2
- 10 % NiQ1
- 1 % AO2
- 79 % LDPE1 (de los cuales 63 % en polvo y 16 % en granza)

6.1.3. “Materbatch” estabilizante a la luz, LS3.

Mezcla de HALS2+UVA2+NiQ1+AO2 sobre base polimérica LDPE1, según la siguiente formulación de producto:

- 10 % HALS2
- 5 % UVA2
- 5 % NiQ1
- 1 % AO2
- 79 % LDPE1 (de los cuales 63 % en polvo y 16 % en granza)

6.2. “Masterbatch” antigoteo y absorbedor de radiación IR.

Su función, una vez mezclados por el cliente con el polietileno para film, es, por una parte, reducir la diferencia entre la tensión superficial del agua y la del polímero, provocando que las gotas de agua se deslicen hacia los extremos de la estructura del invernadero. Por otra parte, con la adición de aditivos minerales, se obtiene un film térmico, provocando el calentamiento del interior del invernadero, y evitándose así un descenso sublime de las temperaturas durante la noche.

Se producirá un “masterbatch” de este tipo (AFIR1), constituido por la mezcla de un aditivo antigoteo, una carga mineral (silicatos) y un antioxidante (mezcla sinérgica de fenoles impedidos estéricamente más fosfitos); sobre su base polimérica, LDPE de apropiado índice de fluidez.

6.2.1. “Masterbatch” Antigoteo y absorbedor del IR, AFIR1.

Mezcla de AF1+IR1+AO3 sobre base polimérica LDPE2, según la siguiente formulación de producto:

- 19,5 % AF1
- 30 % IR1
- 0,5 % AO3

- 50 % LDPE2

6.3. “Masterbatch” opaco blanco.

Como pigmento blanco el dióxido de titanio es empleado ampliamente por su eficiencia en el esparcimiento de la luz visible, proporcionando blancura, brillantez y una alta opacidad cuando se incorpora a la formulación del plástico. Además, la habilidad del dióxido de titanio para absorber la radiación UV hace que aumente la durabilidad del film.

Se producirá un “masterbatch” de blanco (WTIO₂), mezcla de aditivo de dióxido de titanio, un estearato metálico (estearato cálcico) y un antioxidante; sobre su base polimérica, LDPE de apropiado índice de fluidez.

6.3.1. “Masterbatch” de blanco WTIO₂.

Mezcla de DT1+EC1+AO3 sobre base polimérica LDPE2, según la siguiente formulación de producto:

- 58 % DT1
- 1 % EC1
- 0,5 % AO3
- 40,5 % LDPE2

7. INGENIERÍA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.

Se explica en este capítulo el proceso que sigue la materia prima empleada para ser transformada en el producto deseado, las mezclas de aditivos en base PE, en adelante “masterbatches”. La tecnología de proceso, seleccionada entre las alternativas citadas en el capítulo 4, consiste en una sección de recepción y almacenado de las materias primas. Una sección donde se realizan las premezclas de los aditivos que pueden ser denominados minoritarios (aunque no siempre lo serán). La sección de la línea de extrusión y, finalmente, la sección de ensacado. Todas estas secciones nombradas están conectadas entre sí por los correspondientes sistemas de transporte de materia prima o producto que, como se citó entre las alternativas, será por medio de transporte neumático.

La materia prima llega a la planta por medio de camiones cisternas, en el caso de los componentes mayoritarios (3 tipos de LDPE, TiO_2), que descargarán en los correspondientes silos dimensionados a tal efecto, o bien, es recibida por medio de pallets de 50 sacos de 25 Kg. Para el resto de aditivos, excepto el caso del CaCO_3 que es recibido en “big-bags” de 1000 Kg., estos son recibidos en bolsas o “big-bags” van a almacén donde se tienen, hasta el momento de su empleo, cuando son transportados hacia la zona de proceso por medio de carretillas elevadoras.

En cada ciclo de fabricación de cada producto se emplean diferentes aditivos. Por ello se selecciona la fuente de materia prima oportuna en cada ciclo. Los aditivos minoritarios son introducidos al proceso mediante la rotura de los sacos por medio de un operario en las estaciones de tolvas rompesacos, y las cantidades necesarias de estos aditivos son transportadas hacia la sección de premezclas por medio de transporte neumático. Igual ocurre con el caso del CaCO_3 , sólo que el “big-bag” se colocará en el pertinente soporte de una estación de descarga de “big-bags” que descargará hacia el sistema.

La sección de premezclas de los aditivos minoritarios estará constituida por una tolva con sistema de pesaje, donde se pesará la cantidad precisa de cada uno de los aditivos para cada ciclo de mezclado, y se verterá esa cantidad al mezclador. El mezclador es el segundo elemento en esta sección. Mediante un mezclador de espiral se van mezclando estos sólidos durante un corto período de tiempo y, finalmente, son descargados hacia una tolva pulmón o tolva de stock. Se dispondrá de tres tolvas pulmón. Una ya citada para ir acumulando la cantidad necesaria de premezcla. Y otras dos, dispuestas para ir acumulando la cantidad precisa de polietileno y para la

cantidad precisa de, o bien TiO_2 , o, en su caso, CaCO_3 . En toda la sección de premezclas el transporte se produce por gravedad, ya que si se emplease el transporte neumático se produciría segregación en las mezclas y de nada habría servido el ciclo de mezclado.

A partir de las tolvas pulmón, comienza la sección de la línea de extrusión. La línea de extrusión siempre trabajará en continuo, debiendo estar provista siempre de la cantidad necesaria de aditivos y poliolefina. Para que estas materias primas vayan siendo introducidas en la extrusora, de acuerdo a las formulaciones preestablecidas, se instalan tres dosificadores. Cada uno corresponde a cada una de las tolvas pulmón citadas en la sección de premezcla. Se instalarán inmediatamente debajo de éstas y sobre las correspondientes entradas de material de la extrusora. En la extrusora mediante el aplique de calor y presión, se consigue hacer fluir el polietileno y se produce la mezcla o difusión, según se trate de aditivos orgánicos o inorgánicos, de los aditivos en la base polimérica. Esta mezcla fundida es forzada a pasar a través de un cabezal que le da forma de hilos, que son posteriormente cortados en pequeñas partículas (“pellets”), de aproximadamente 3 mm, por medio de la granceadora.

Una vez que se obtienen, estos “pellets” son transportados mediante transporte neumático hacia la sección de ensacado, que engloba a los silos homogeneizadores de productos, al sistema de ensacado y la formación de palets o paletización. Ya formados estos palets, son transportados a la sección del almacén para producto acabado, esperando ser transportados por medio de camiones hacia el consumidor final o cliente, los productores de film para aplicación agrícola.

7.1. Sección de recepción y almacenado de materias primas.

Formada por la sección del almacén para materias primas, cuatro silos de acopio para tres tipos de LDPE (LDPE1 tanto en granza como en polvo y LDPE2) y el dióxido de titanio.

7.1.1. Almacén de materias primas.

El dimensionado de la superficie necesaria de almacén para materias primas se ha realizado teniendo en cuenta que los palets de materias primas se colocarán en estanterías de paletización convencional a tres alturas. De esta forma se consigue un importante ahorro de ocupación de suelo. Se dimensiona para un stock máximo de cinco días, tomando la condición más desfavorable de aquel ciclo de producción de producto que requiera mayor cantidad de materias

primas recepcionadas en palets. El caso más desfavorable se encuentra en la fabricación de los productos estabilizantes a la luz (LS1, LS2 y LS3), donde cada día se consumen aproximadamente 219 sacos de aditivos, especialmente en la fabricación de LS3, ya que esos aditivos son de 4 tipos diferentes. Para un stock de cinco días serían 1095 sacos, y como cada palet son 50 sacos, serían unos 22 palets.

Para solventar problemas que se pudiesen originar en el futuro en la producción, o posibles ampliaciones en la gama de productos a fabricar, se sobredimensiona hasta 45 palets. Para hallar la superficie de suelo necesaria, se considera que en estanterías por cada 4 m² de suelo se pueden almacenar 9 palets. Tres en cada nivel. Por lo que se tiene que serán necesarios 20 m² de superficie de suelo. Esto corresponde aproximadamente a 20 metros lineales de estantería.

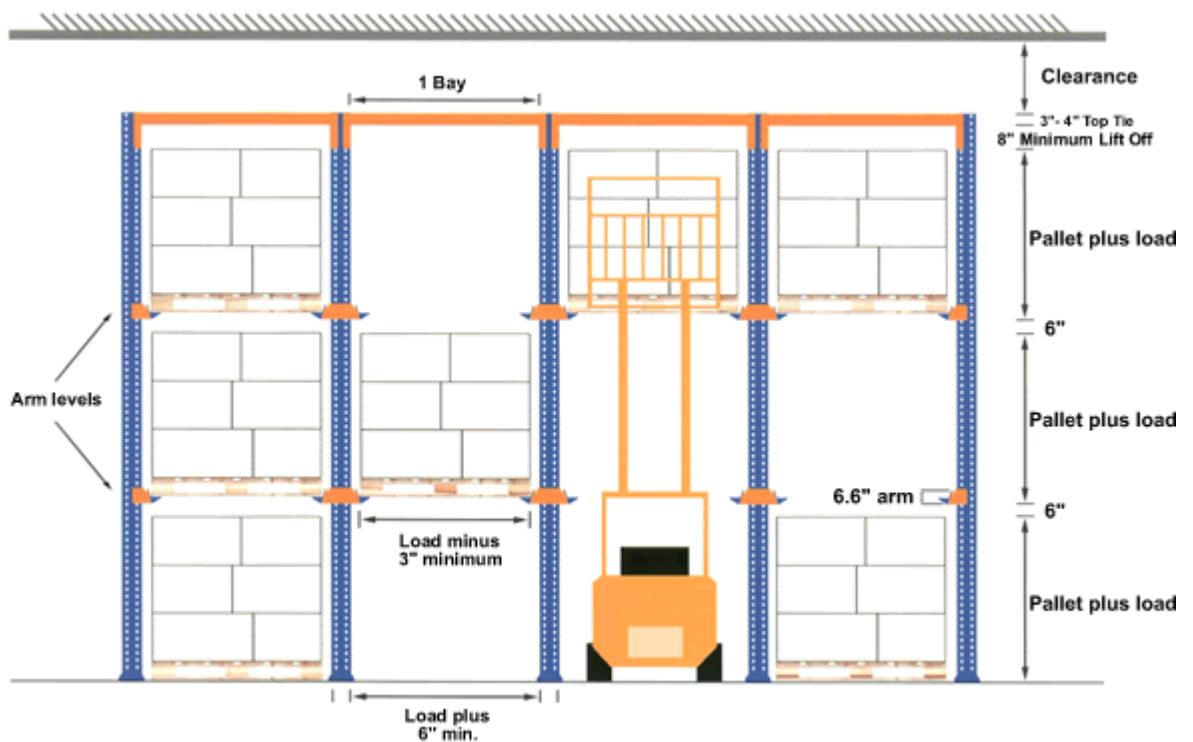


Ilustración 13. Estante de paletización convencional

Se tiene también en consideración que en la producción del producto AFIR se consumen casi 7 "big-babs" de CaCO₃. Por lo que se suponen unos 15 m² para su colocación en el almacén, para asegurar un tránsito fluido de las carretillas elevadoras y su correcta operación sin entrañar ningún tipo de problemas, tanto de seguridad como de aparición de tiempos improductivos.

En resumen, para el almacenamiento de las materias primas minoritarias se necesitarán unos 35 m² de superficie de suelo, que, más un margen correcto de maniobrabilidad para las carretillas, supondrá unos 50 m². Esta sección de almacenamiento de las materias primas se dispondrá en una zona anexa al área de producción de forma que el trayecto que siga la materia prima desde el almacén hasta el área de proceso sea el menor posible y siempre en condiciones seguras, tanto para el proceso en sí, como para todo el personal de las instalaciones.

Habría que indicar que, aparte, se deberá disponer de una superficie de almacenamiento de producto final mucho mayor que el área de almacenamiento de las materias primas. Y que todos los “masterbatches” se ensacan y son paletizados, quedando almacenados en esta otra área a la espera de ser transportados.

Todo lo expuesto sobre la superficie de almacén destinada a materia prima se basa en las formulaciones expuestas en el capítulo número 6 del presente documento, y a las capacidades de producción que se han elegido para cada uno de los productos, y que se muestran a continuación:

- “Masterbatches” estabilizantes a la luz: 1082 Kg/h.
- “Masterbatch” de blanco: 1894 Kg/h.
- “Masterbatch” infrarrojo + “antifogging”: 947 Kg/h.

7.1.2. Silos exteriores.

Para almacenar las materias primas mayoritarias que, según las formulaciones y las velocidades de producción establecidas, serán: LDPE1 en granza y en polvo, LDPE2 en granza y el dióxido de titanio; se instalarán cuatro silos. Uno para cada tipo de materia prima de las citadas.

Todos estos silos se fabricarán en virolas de acero inoxidable AISI-304, soldadas y estarán soportados por patas. La elección de este material viene condicionada, entre otro aspectos, porque la formación de óxidos de hierro podría contaminar a la materia prima, pasando a todo el sistema de proceso y, finalmente, produciendo la contaminación del producto, lo que sería inaceptable.

La tolva de descarga del silo será construida de AISI-304 pero con un acabado 2B. Acabado pulido con bajo coeficiente de fricción.

La naturaleza abrasiva del dióxido de titanio podría hacer que se considerase para la construcción de su silo de almacenamiento la elección de un acero inoxidable más duro como es el AISI-316. Pero al estar tratadas las partículas de dióxido de titanio con un tratamiento superficial orgánico, y debido a que las acciones abrasivas en el caso del almacenamiento y vaciado son mucho menores que en las unidades de proceso, junto con el elevado coste de este material, se ha llegado al desecho de esta opción.

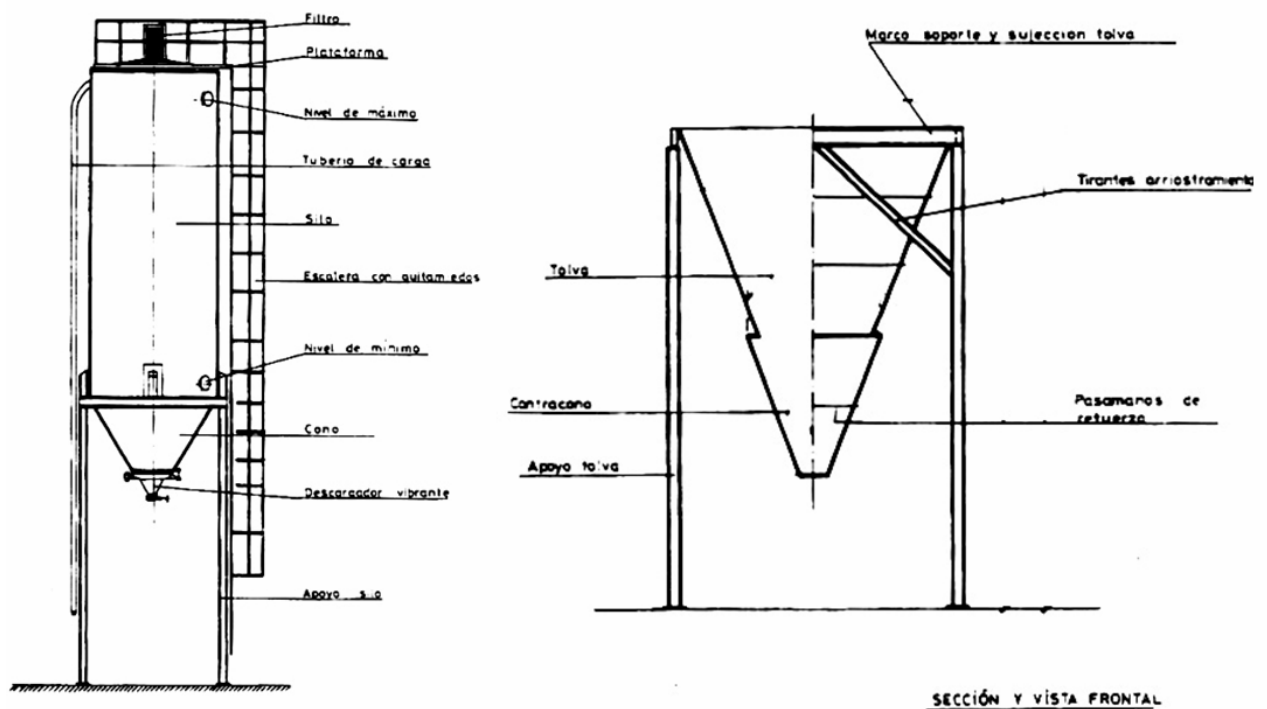


Ilustración 14. Silo y sus diferentes elementos. Detalle: tolva de descarga

El cálculo de los volúmenes de estos silos viene determinado por la cantidad másica de materia a almacenar y por la densidad aparente de ésta. Los datos de densidad aparente de los sólidos que se van a almacenar se hallan en <http://powderandbulk.com>, dirección electrónica de prestigio y reconocimiento en el sector del manejo de sólidos, en el apartado “Bulk Density Tables”. Estos datos son los siguientes:

- Densidad aparente del polietileno en polvo: 0,56 g/cm³.
- Densidad aparente del polietileno en “pellets” o granza: 0,56 g/cm³.
- Densidad aparente del dióxido de titanio: 0,77 g/cm³.

Habría que citar también los ángulos de reposo de dichos sólidos, siendo para el polietileno 23° y para el dióxido de titanio de 30° a 44°.

Según las velocidades de producción a las que se trabajará, las formulaciones y el que se tomará un margen de seguridad de stock de 5 días para los polietilenos y de 3 días para el dióxido de titanio, se tiene que las cantidades a almacenar en estos silos serán 79,1 toneladas de TiO₂, 81,2 toneladas de LDPE1 (polvo), 20,8 toneladas de LDPE1 (granza) y 92,1 toneladas de LDPE2.

Al aplicar los valores de las densidades aparentes de los respectivos sólidos a almacenar, se obtienen los volúmenes útiles mínimos de estos silos, que se muestran a continuación:

- Silo para almacenamiento de TiO₂: 103 m³.
- Silo para almacenamiento de LDPE1 (polvo): 145 m³.
- Silo para almacenamiento de LDPE1 (granza): 38 m³.
- Silo para almacenamiento de LDPE2: 165 m³.

Todos los silos deberán estar provistos de filtro de mangas que permita evacuar el aire utilizado para la descarga del material. Al disponer de filtro de mangas, deberán, asimismo, proveerse de válvula de seguridad en el techo que actuará en caso de sobrepresión por colmatación del filtro de mangas. Además, llevarán acoplada al techo una tubería de carga mediante la cual se hará la carga de materia prima al silo, mediante transporte neumático desde la cisterna del camión.

Todos los silos estarán diseñados para descarga del material siguiendo el modelo de “flujo en conducto”. Con un ángulo en la tolva de descarga de unos 60°. Y siempre por encima de la relación altura/diámetro mayor a dos. ($H/D \geq 2$). No es preciso que estos silos descarguen en flujo másico pues no se almacena en ninguno de ellos ninguna mezcla sólida. En todos ellos se almacenará sola y exclusivamente un material, por lo que no es un factor determinante el que se pueda dar cierto grado de segregación.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y por razones de estética de las instalaciones, se decide que se instalarán cuatro silos de 165 m³ para TiO₂, LDPE1 (polvo) y LDPE2 y para LDPE1 (granza); cuyas especificaciones se citan a continuación:

1. Un (1) silo de 3,66 m (12 ft.) de diámetro por 18,28 m (60 ft.) de altura conformado por virolas cilíndricas soldadas de acero inoxidable AISI 304, soportado por patas, con tolva cónica de 60° y una capacidad de 127050 Kg. para material almacenado de 770 Kg/m³.
2. Tres (3) silos de 3,66 m (12 ft.) de diámetro por 18,28 m (60 ft.) de altura conformado por virolas cilíndricas soldadas de acero inoxidable AISI 304, soportado por patas, con tolva cónica de 60° y una capacidad de 92400 Kg. para material almacenado de 560 Kg/m³.

7.2. Sección de premezclas de aditivos.

La sección de premezclas de aditivos consta de un sistema de pesada y descarga de aditivos y de un mezclador de espiral. Se incluyen también en esta sección las tres tolvas pulmón que alimentan a los dosificadores.

Estos equipos trabajan en discontinuo y sus dimensiones vienen dadas por la máxima velocidad de producción para esta sección y, especialmente, por el tiempo de mezcla preciso por el mezclador seleccionado para obtener una buena homogeneización de las materias.

7.2.1. Mezclador.

El tiempo de mezclado se fija en 7 minutos. Por lo que en una hora se podrán llevar a cabo 8 ciclos de mezclado.

La producción de premezcla de aditivos más exigente se da en los productos estabilizantes a la luz, ya que es en la producción de éstos donde se emplea mayor variedad de materias primas de carácter minoritario en cuanto a su consumo. Resultando una demanda de premezcla de 908,88 Kg/h.

Combinando estas premisas, se obtiene que, empleando 8 ciclos de mezclado a la hora y debiéndose producir 908,88 Kg/h de premezcla, en cada lote de mezcla entrarán al mezclador 113,61 Kg. de sólidos.

Tomando una densidad aparente de $0,56 \text{ g/cm}^3$ para esta premezcla, resulta que el mezclador deberá tener al menos 203 litros de volumen útil.

Entre las alternativas técnicas existentes para llevar a cabo el proceso de mezclado de estos sólidos aparecen los mezcladores verticales cónicos, las mezcladoras bicónicas y los mezcladores horizontales.

Si se requiere un grado de mezcla muy bueno e intenso, es recomendable emplear un mezclador cónico y si, en cambio, el factor determinante es el tiempo de mezclado y se necesita que sea corto sin necesitarse un grado de mezclado muy elevado, es más recomendable un mezclador horizontal.

Con las mezcladoras bicónicas se obtienen muy buenos resultados, pero el condicionante de que el mezclador estará situado sobre una plataforma para facilitar su descarga por gravedad, hace que no sea recomendable el empleo de este tipos de mezcladores.

Considerando todas las premisas anteriores, se adopta la solución de instalar un mezclador de espiral horizontal, debido a su menor altura física, de unos 250 litros de capacidad útil. Los elementos de mezcla son dos espirales curvadas en sentidos contrarios que, al girar, desplazan el material en corrientes contrapuestas. La espiral exterior mueve el material en un sentido. Este material se encuentra con el que la espiral interior está moviendo en sentido contrario, produciéndose un mezclado íntimo de los sólidos contenidos. La construcción del cuerpo de la máquina en forma de artesa evita la existencia de zonas muertas donde el producto pueda acumularse sin mezclar, garantizando así la mezcla de todo el producto contenido.

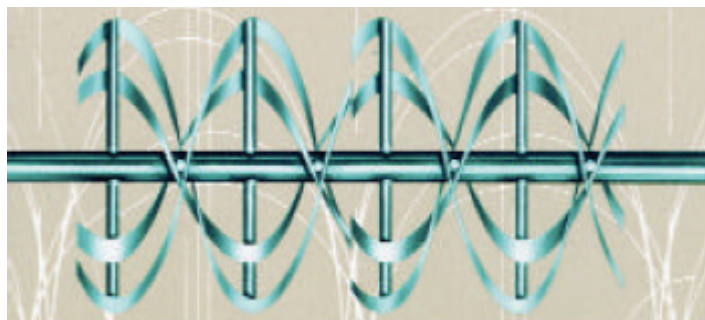


Ilustración 15. Elementos de mezcla. Espirales continuas.

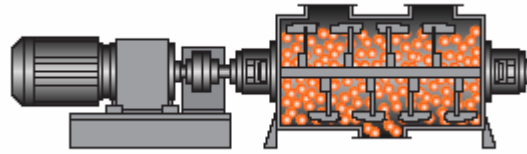


Ilustración 16. Mezclador horizontal.

Las especificaciones técnicas del mezclador seleccionado son:

- Capacidad útil: 250 litros.
- Potencia del motor: 2,2 KW.
- Largo total: 1650 mm.
- Anchura total: 700 mm.
- Altura total: 1705 mm.

7.2.2. Tolva de pesado.

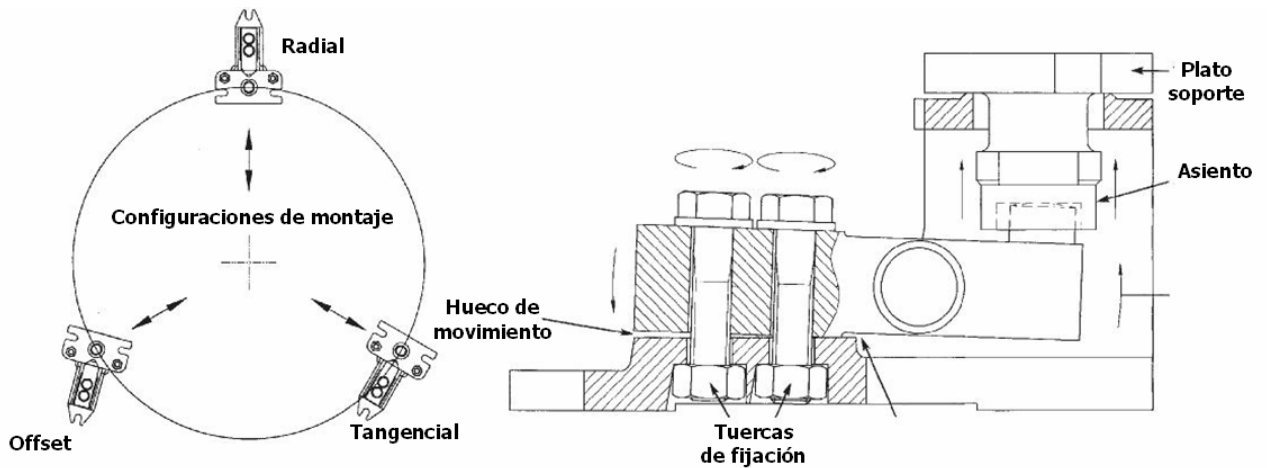
Aunque en el proceso el paso del material por la tolva de pesado es anterior a su paso por el mezclador, en este documento se presenta a continuación de la descripción del mezclador debido a que la selección de este equipo está supeditada a las características del mezclador.

Es un sistema de pesaje fijo y utiliza una tolva sustentada por células de carga para dosificar sólidos y polvo de distintos aditivos.

Se desea pesar una tolva sustentada por tres células, instaladas en la base de sus cartelas. La forma de pesar ideal consistiría en que la tolva gravite única y exclusivamente sobre las células de carga.

Se utilizan muchos tipos de células con los acoplamientos adecuados para este cometido. No obstante, si existe vibración o agitación, la opción de células de montaje rígido aporta muchas ventajas.

La unidad de control, en la que está integrado el equipo de pesaje, está constituida por un controlador de pesaje dedicado con funciones de formulación automática, y gobierna todas las maniobras de la instalación, tales como transporte de productos, alimentación y alarmas. La unidad de control puede reprogramarse automáticamente, en función de uno o varios parámetros que pueden afectar a los distintos productos.



Aplicación típica de célula de carga en el pesaje



Display del sistema

Ilustración 17. Aspectos y detalles de importancia del sistema de pesaje

Pueden existir dos o más velocidades de llenado para cada producto.

Las fórmulas o recetas (de uno o varios componentes) son programadas en la memoria del sistema junto con el número de ciclos del proceso, tolerancias, temporizaciones y otros parámetros adicionales.

La precisión en el pesaje está relacionada con la diferencia de lectura de peso obtenida a través de la tolva captadora y el peso absoluto del material en la tolva. La precisión en la

dosificación guarda relación con la desviación entre el peso actual en la tolva y el que estaba preseleccionado en memoria.

Es conveniente tener en cuenta el error de la denominada cola de caída. Dos aspectos contribuyen a este error de cola. Por un lado, el tiempo que transcurre desde que se da la señal de paro por la unidad de control hasta que el alimentador se desactiva, y por el otro, el material que había sido liberado y aún no ha llegado a la tolva. Este tipo de errores suele ser repetitivos, por lo que pueden ser compensados modificando ligeramente los puntos de consigna, ya sea de forma manual o automática.

La velocidad de muestreo y el procesado de la señal de los captadores debe ser extremadamente rápida. El tratamiento de señal suele incluir un algoritmo de filtraje digital u otro tipo de técnicas para rechazar el ruido de la señal y eliminar las vibraciones y posibles impactos de caída del material.

Al inicio de cada ciclo es conveniente que la máquina realice un autocero, con el fin de evitar el error debido a posibles residuos de material acumulados en la tolva.

Errores de 0,05% al 0,5% podrían ser orientativos para este tipo de instalaciones

Se emplearán células de flexión y cizalladura, y dentro de este tipo se selecciona como solución óptima las de medio péndulo y desplazamiento axial, por su mejor comportamiento frente a las distorsiones que pudiesen originarse en la medida por parte de las vibraciones que se pudiesen dar en el sistema.

El protocolo que seguirá este equipo será el pesado y descarga de cada materia, comenzando el tiempo de mezclado cuando todas las materias se hayan vertido al mezclador.

En el caso más desfavorable de producción de premezclas, producción de los estabilizantes a la luz, pasarán al mezclador en cada ciclo 113,61 Kg., que previamente han sido pesados en esta tolva. Siendo el componente mayoritario de éstos el polietileno en polvo, 85,21 Kg en cada ciclo. Este dato marca el dimensionado de este equipo ya que será el caso en el que se necesitará un mayor volumen, que viene dado por esa cantidad y la densidad aparente de 0,56 g/cm³. Resultando un volumen útil mínimo para esta tolva de 152,16 litros.

El sistema de pesaje consiste en un serie de células de carga instaladas sobre el suelo del piso de la plataforma metálica sobre la que irá montada.

7.2.3. Tolvas pulmón.

Tienen como misión asegurar el abastecimiento de materia a la extrusora. Se montarán tres. Una para alimentar el polietileno en granza. Otra para alimentar las premezclas. Y otra para alimentar los aditivos inorgánicos mayoritarios.

Para su dimensionado, se toma la situación que se presenta más desfavorable. Ésta es la alimentación de premezclas en la fabricación de los estabilizantes a la luz, que es de 908,88 Kg/h, teniendo en cuenta que estas premezclas pasan por el mezclador y se considera un tiempo de mezcla de 7 minutos, por lo que su alimentación hasta esta tolva no es continua. Para asegurar que siempre habrá materia en esta tolva pulmón, se diseña para contener, al menos, la cantidad de dos ciclos de mezcla, $113,61 \times 2 = 227,22$ Kg. Empleando la densidad aparente de $0,56 \text{ g/cm}^3$ para esta mezcla se tiene que esta tolva deberá tener al menos 405,75 litros de volumen útil. En la medida de lo posible se instalará una tolva con ángulo no menor de 60° . De esta forma se evitará los fenómenos de segregación que podrían originarse durante la descarga de ésta. Que producirían un desmezcle de las mezclas previamente conseguidas en el mezclador. La geometría de las tolvas será cónica, evitando las esquinas de las tolvas cuadradas que producirían segregación de la premezcla, lo que haría inútil a esta operación.

En el caso de la alimentación de la granza y del dióxido de titanio, no existe el problema de que tengan que pasar por el mezclador, y pueden ser transportados hacia las respectivas tolvas pulmón por transporte neumático directamente. Para guardar la estética de las instalaciones y poder solventar posibles disturbios en la producción que pudiesen darse en ocasiones futuras, se opta por instalar las tres tolvas pulmón de las mismas dimensiones. Estas dimensiones vienen dadas por el volumen mínimo calculado de 405,75 litros combinado con la aplicación de un factor de sobredimensionado para evitar que el perfil que tomará el polvo al caer en la tolva (en forma de pico) sobresalga de la geometría de ésta.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se decide la instalación de tres (3) tolvas pulmón de 600 litros de capacidad cada una, construidas en acero inoxidable AISI-304. Cuerpo cónico.

7.3. Línea de extrusión.

Es el núcleo del proceso de “compounding”. La línea de extrusión siempre opera en continuo durante la fabricación de un producto. Sólo se para al término de cada ciclo donde se cambia de producto. Es en esta sección donde se encuentran los equipos de mayor importancia y que se hallan en cualquier planta de “compounding” de materiales plásticos, sea cual sea el proceso elegido o el material a procesar.

Forman esta sección los dosificadores, la extrusora y la granceadora. Entran unas materias primas en forma de polvos y “pellets” y se obtiene como producto unos “pellets” que se han originado por la mezcla y/o difusión de los aditivos, según una formulación, con la poliolefina de base.

7.3.1. Dosificadores.

Estos dispositivos son los encargados de suministrar a la extrusora, la premezcla conseguida en el mezclador, la poliolefina en granza y los inorgánicos en el caso que se usen.

Es preciso que los diferentes componentes se encuentren en proporciones adecuadas y que la mezcla sea homogénea, porque esto determinará la calidad del producto a obtener. Es muy importante el control de la proporción de los aditivos, ya que se encuentran en proporciones justas y su costo es muy elevado. Una incorrecta dosificación de éstos originaría un producto fuera de las especificaciones fijadas por la formulación. Estos problemas harían inviable económicamente el producto. De ahí la importancia de la precisión del sistema.

Existen dos técnicas de dosificación: dosificación volumétrica y dosificación gravimétrica. A continuación se exponen los principios en que se basa cada tecnología citada.

El principio de la dosificación volumétrica consiste en que el material a granel se descarga a través de una tolva, asegurándose de alimentar un volumen constante por unidad de tiempo mediante la regulación de la velocidad de un dispositivo de dosificación. El actual volumen de material dosificado se determina a través de la calibración. La precisión de la dosificación depende de la uniformidad de las características de flujo y la densidad aparente del material. Es una

solución simple y económica en la que no se requiere un gran nivel de precisión en la velocidad de dosificación.

El principio de la dosificación gravimétrica consiste en que, el material a granel, se descarga de una tolva mediante el pesaje del material que se alimenta y la regulación de la velocidad del dispositivo de dosificación. El sistema de pesaje con control compensa el flujo de materiales no uniformes y las variaciones de densidad aparente, proporcionando un alto nivel de precisión en la dosificación. Es una dosificación supervisada. Control de material. El valor de referencia se puede fijar manualmente, por medio de una computadora huésped o en una operación maestro/esclavo.

Siguiendo las premisas descritas anteriormente, se opta por la instalación de dosificadores gravimétricos, debido a que la aplicación requiere gran precisión para asegurar en todo momento que se cumplen las formulaciones preestablecidas para los productos.

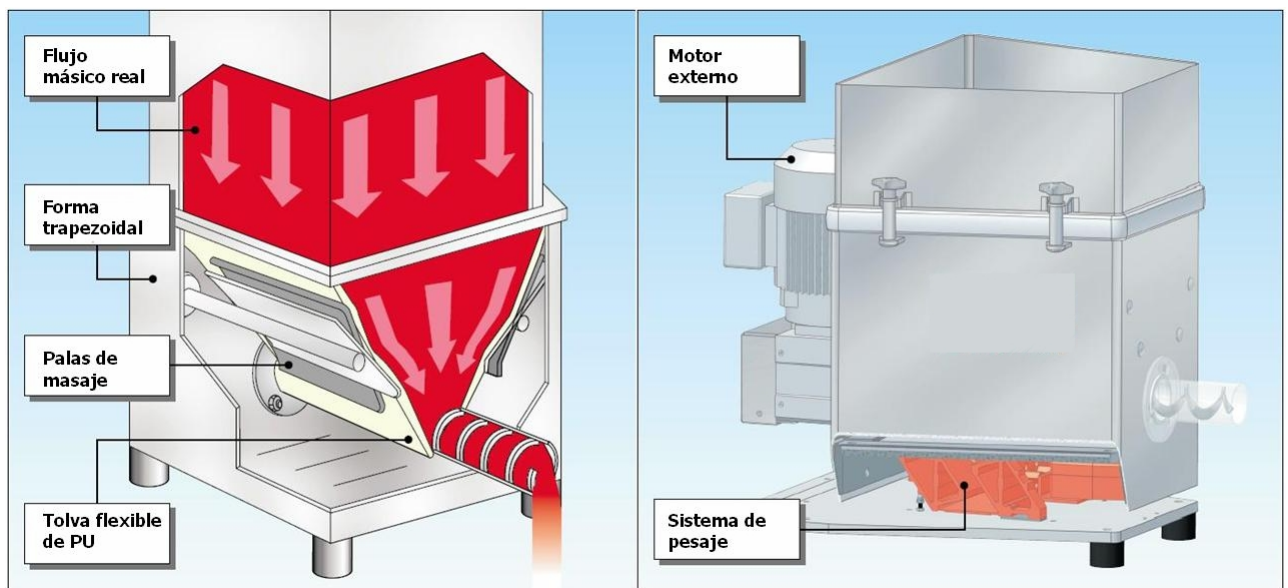


Ilustración 18. Esquema de un dosificador gravimétrico

El dosificador gravimétrico consiste en un dispositivo de dosificación con una tolva que contiene el material que se va alimentar. Se coloca sobre una báscula de plataforma o un sistema de báscula suspendida. Se tara electrónicamente el peso del dispositivo de dosificación y la tolva. Conforme el material a granel se descarga de la tolva a través del dispositivo de dosificación, la pérdida de peso resultante es medida por el sistema de pesaje y control. El valor real medido por unidad de tiempo se compara con un valor de pérdida por unidad de tiempo deseado, basado en

un valor de referencia de alimentación continua deseado. Cualquier diferencia entre la pérdida de tiempo real y la deseada por unidad de tiempo resulta en una corrección de la velocidad del dispositivo de alimentación. Cuando el contenido de la tolva alcanza un nivel de peso mínimo predeterminado, se interrumpe brevemente el control por pérdida de peso y la tolva se vuelve a llenar. Durante este período aumenta el peso y el controlador regula la velocidad del dispositivo de alimentación basado en el peso histórico y la información sobre la velocidad que fue definida durante el ciclo de pérdida de peso previo. El principio de dosificación por pérdida de peso es más preciso cuando se utiliza un sistema de pesaje de alta resolución de respuesta rápida e inmune a las vibraciones, en combinación con controles de afinación automática.

Para el dimensionado de los tres dosificadores que se instalarán, se toman los casos más exigentes de dosificación de cada una de las entradas de material a la extrusora. Éstas son la dosificación de la granza en la producción del WTIO2 (767,07 Kg/h), la de premezcla en la producción de los estabilizantes a la luz (908,88 Kg/h) y la dosificación del dióxido de titanio en la producción de WTIO2 (1098,52 Kg/h). Se llamará a estos dosificadores GF1 (dosificador de granza), GF2 (dosificador de premezcla) y GF3 (dosificador de inorgánicos). Al combinar la información de los caudales máxicos que deberán suministrar con las densidades aparentes de las materias a dosificar (560 Kg/m³ para la granza, 560 Kg/m³ para las premezclas y 770 Kg/m³ para el TiO₂); se obtienen los caudales volumétricos que deberán suministrar. Éstos resultan: GF1 (1369,77 dm³/h); GF2 (1623,00 dm³/h); y GF3 (1426,65 dm³/h). Se opta por instalar 3 dosificadores gravimétricos capaces de dosificar 2200 dm³/h trabajando el motor a un régimen de 192 r.p.m. De esta forma siempre se conseguirá la capacidad deseada en la línea.

Es preciso también fijar el número máximo de operaciones de relleno de la tolva de los dosificadores, teniendo en cuenta las recomendaciones que proporcionan diversos fabricantes de estos equipos, éstas son:

- Velocidad de relleno: 8 a 10 veces la velocidad de dosificación.
- Número de reposiciones por hora: 20 a 40 (máximo 60).
- Nivel de relleno máximo: 70 a 80% del volumen de la tolva.
- Número de reposiciones: velocidad de dosificación dividido entre el volumen de reposición.

Teniendo en cuenta que la tolva de extensión de los dosificadores elegidos tiene una capacidad de 200 dm³, y aplicando que el nivel de relleno será un 70% de esta capacidad (140 dm³), se tiene que el número de reposiciones máximas a la hora en la fabricación de los distintos productos para cada uno de los dosificadores será:

Ciclos de producción	GF1	GF2	GF3
LSs	3	12	-
AFIR1	7	3	3
WTIO2	10	1	11

Tabla 2. Número de reposiciones a la hora de cada dosificador para cada ciclo de producción

7.3.2. Extrusora.

La operación o procedimiento de extrusión es la acción de forzar, por medio de presión, a pasar a través de un cabezal un plástico o material fundido. Se usan tornillos para hacer fluir el polímero en el estado fundido o gomoso a lo largo de la camisa de la máquina.

El proceso de extrusión es uno de los más importantes en la industria de transformación de plásticos. Entre los productos que se pueden manufacturar se encuentran: tubería, manguera, fibras, película y un número ilimitado de perfiles. El proceso de extrusión se utiliza, además, para “compounding”, es decir, para mezclar y formular compuestos de plástico y producir materia prima como los “masterbatches”.

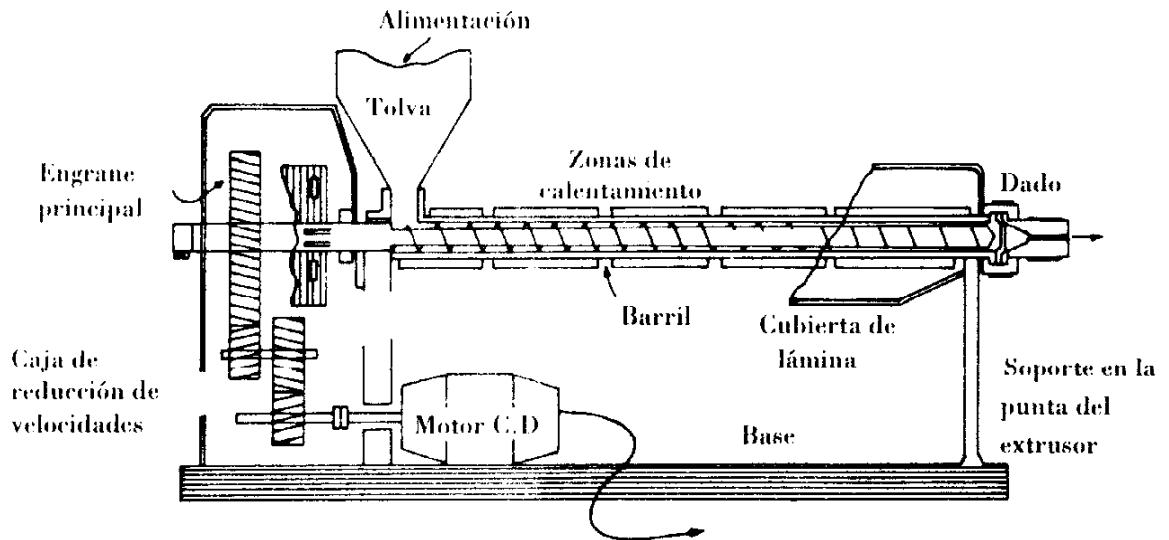


Ilustración 19. Esquema de zonas de una extrusora.

El núcleo de una extrusora es un husillo o tornillo que gira dentro de un barril o cilindro, y es capaz de bombear (empujar) un material a una velocidad específica, bajo ciertas condiciones de operación.

Cuando un material termoplástico se alimenta al extrusor, el husillo lo empuja hacia delante a lo largo del barril, donde se calienta y se transforma en fluido. Este fluido continúa y al final se le hace pasar a través de un cabezal que proporciona un perfil o la forma final deseada. Este cabezal puede considerarse como una resistencia al flujo. Cuanto más largo y pequeño sea el orificio de paso, mayor será la resistencia y, a su vez, mayor será la potencia necesaria para empujar el material fundido a través del cabezal.

La sección de husillo y barril de una extrusora tiene cuatro funciones principales (presurizar, calentar, mezclar y bombear). Para hacer cada función más eficiente es práctica normal dividir esta parte del extrusor en tres zonas: alimentación, compresión y dosificación. La zona de dosificación va seguida por el cabezal.

La función de la zona de alimentación es coleccionar los gránulos de la tolva y transportarlos hacia delante en el canal del husillo. Al mismo tiempo, los gránulos empiezan a calentarse y a comprimirse a medida que avanzan por el canal del husillo. Para un transporte (bombeo) eficiente, los gránulos deben adherirse a la pared del barril y mostrar un alto grado de deslizamiento en la pared del canal del husillo. Para alcanzar un mayor transporte de gránulos en la zona de alimentación se recomienda:

- Canal profundo (en comparación con el resto del husillo).
- Bajo grado de fricción entre gránulos y husillo.
- Alto grado de fricción entre gránulos y barril.
- Óptimo ángulo de la hélice [muchos husillos tienen paso cuadrado, esto es, longitud de campo P igual a diámetro D . Esto da como resultado un ángulo de la hélice igual a 17,7 grados].

Con muchos plásticos, por ejemplo PE, la fricción entre plástico y metal aumenta con la temperatura (desde 30 hasta 110 °C). Por lo tanto, para un transporte óptimo en la zona de alimentación se recomienda tener enfriamiento en el husillo y calentamiento en el barril. Sin embargo, en la práctica el enfriamiento en el husillo reduce la salida, debido posiblemente a otros efectos que ocurren más adelante en el husillo.

Los husillos con una gran zona de compresión, y donde se observa que a medida que se avanza en el husillo hay una disminución en la profundidad del canal, se utilizan con plásticos que tienen un gran intervalo de fusión, tales como los polietilenos. Esto causa una compresión de los gránulos, forzando el aire contenido entre los gránulos hacia atrás (en dirección de la tolva). La fusión de los gránulos debe ocurrir en la zona de compresión para consolidar el plástico. Otra posibilidad para incorporar una zona de compresión podría ser un husillo con longitud de campo P decreciente.

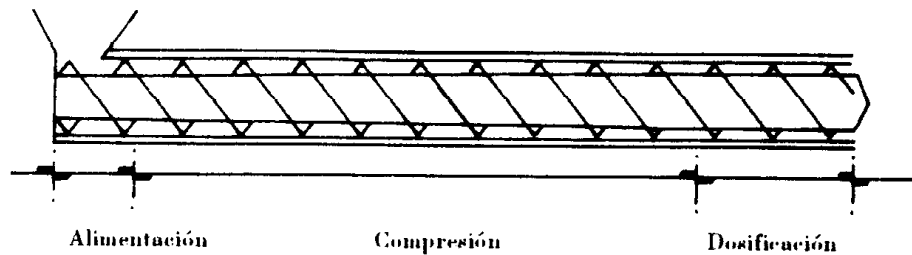


Ilustración 20. Husillo con zona de compresión amplia.

La relación entre el volumen de la primera vuelta del canal del husillo (al lado de la tolva) y el volumen de la última vuelta (al lado del cabezal) se conoce como relación de compresión. En máquinas comerciales ese valor puede ser por lo general desde 2:1 hasta 4:1. Una manera aproximada de medir la relación de compresión es tomar la relación entre la profundidad del canal del husillo en la primera vuelta y la profundidad del canal en la última vuelta.

En la zona de dosificación, la masa del polímero fundido alcanza la consistencia correcta y la presión requerida para extrusión. Esta masa debe ser bombeada hacia el cabezal a una velocidad y presión constante, y la consistencia también debe permanecer constante. Estas tres propiedades pueden variar de un punto a otro en el extrusor, pero cuando son medidas en un mismo punto, no deben cambiar con el tiempo. Así, la función de la zona de dosificación es hacer que la masa de plástico fundido alcance la consistencia y presión requeridas para extrusión.

En la zona de dosificación se requiere de una presión relativamente alta para obtener un mejor mezclado del material y, por ende, propiedades constantes en el producto. Este incremento en la presión se obtiene al imponer restricciones al flujo del plástico fundido, ya sea en la zona de dosificación del husillo o en el cabezal. Esto también se logra al aumentar la viscosidad del plástico (por ejemplo al disminuir la temperatura en ese punto).

Algunas maneras de imponer restricciones para el flujo del plástico fundido en la zona de dosificación serían:

- Disminución de la profundidad del canal.
- Disminución del ancho del canal.

- Reemplazo de la última parte del husillo por una cabeza restrictora, que pasa a formar parte del husillo.
- Agua de enfriamiento para el husillo. [El enfriamiento del husillo es efectivo por el hecho de enfriar y solidificar la capa de plástico adyacente al husillo, reduciendo así la profundidad efectiva del canal].

Al final de la zona de dosificación es común incluir un plato rompedor. Éste es usualmente un disco con perforaciones, que en cierto modo hace las funciones de un colador. Este plato rompedor cumple varias funciones:

- Ayuda a aumentar la presión.
- El flujo rotacional del plástico fundido, procedente de la zona de dosificación del husillo, es transformado en flujo lineal, paralelo al eje del husillo.
- Detiene muchas impurezas y material no plastificado.

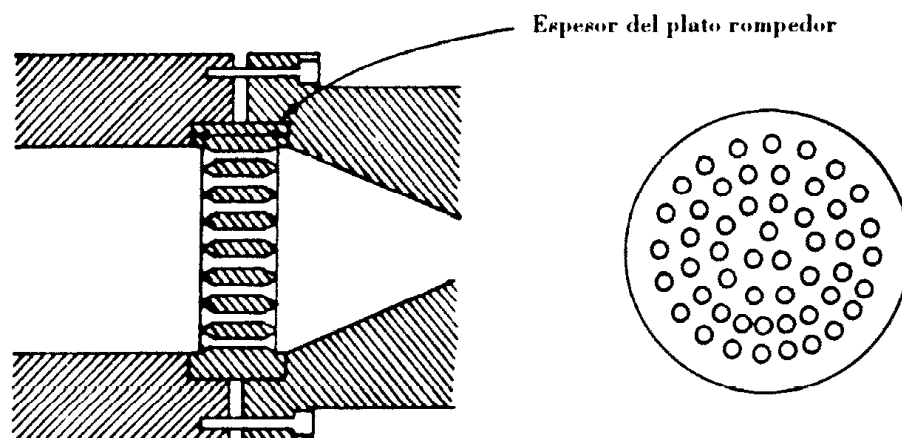


Ilustración 21. Plato rompedor.

La capacidad del plato rompedor para cumplir estas funciones puede aumentarse al colocar mallas de alambre sobre el plato rompedor (hacia el lado del husillo). El husillo debe tener la longitud y el diámetro suficientes para poder acomodar las zonas de alimentación, compresión y

dosificación, de modo que la masa de plástico fundido se encuentre en las condiciones requeridas para su extrusión a través del cabezal. Sin embargo, otras dimensiones del husillo –tales como el ángulo de la hélice, la profundidad y el ancho del canal- también son importantes.

La práctica de utilizar la relación longitud/diámetro para determinar la facilidad con que se alcanza la plastificación (asumiendo siempre que a mayor L/D, mayor facilidad de plastificación), es una sobresimplificación. Por ejemplo, un husillo con una relación L/D de 10/1 y con D igual a 15 cm plastificará más fácilmente que un husillo con una relación L/D de 20/1, pero con D igual a 2 cm.

Para fundir los gránulos se genera calor internamente por fricción y/o se aplica calor del exterior por medio de calentadores eléctricos (colocados alrededor del barril). Para esto, se necesita un buen control de la cantidad de calor que se aplica, porque si el material se calienta demasiado se puede degradar o hacer demasiado fluido. Por otro lado, si el material se enfría demasiado, la plastificación será insuficiente. Variaciones de temperatura producen además variaciones en flujo de salida.

Para aumentar la eficiencia del conjunto barril y husillo en sus diversas funciones, es práctica habitual variar la temperatura a lo largo del barril. Es normal tener de dos a seis zonas de calentamiento a lo largo del barril y cabezal. La salida de un extrusor dependerá de las dimensiones del husillo y del cabezal, así como de la velocidad de rotación del husillo.

Los siguientes factores aumentarán la salida:

- Aumento en la velocidad de rotación del husillo (N).
- Aumento en el diámetro del husillo (D).
- Aumento en el ángulo de la hélice del husillo (θ) hasta un máximo de 30 grados.
- Aumento en el diámetro del cabezal.

Algunos materiales tienden a producir gases durante la extrusión, lo que provoca que los extruidos presenten burbujas o porosidad. Esto puede reducirse utilizando un husillo con una zona de descompresión.

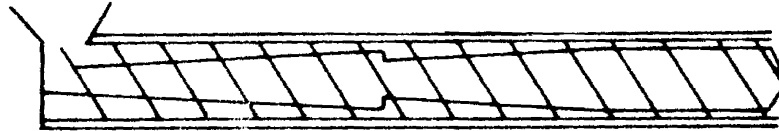


Ilustración 22. Husillo con zona de descompresión.

Si la presión en la punta del husillo no es muy alta, el canal del husillo en la zona de descompresión no se encontrará lleno y la presión en ese punto será casi igual a la atmosférica; entonces, será posible hacer un agujero en el barril en ese punto y permitir que escapen los gases (a veces ayudados con vacío).

Las extrusoras de tornillo pueden estar equipadas con uno o más tornillos trabajando coordinadamente. Su construcción y tamaño se designan internacionalmente mediante códigos numéricos. Según Euromap 20 (European Committee of Machinery Manufacturers for the Plastics and Rubber Industries), la primera cifra da el número de tornillos, la segunda su diámetro en mm y la tercera la longitud efectiva del tornillo como múltiplo del diámetro. Así, la denominación 2-90-20 indica una extrusora de dos tornillos con 90 mm de diámetro y 1.800 mm de longitud efectiva del tornillo. La letra adicional V indica cilindro desgasificante (*vented*).

Hay diferentes tipos de extrusoras, entre las que se pueden citar extrusoras monohusillo y de doble husillo gemelo. Las extrusoras monohusillo son las que se han venido usando en las operaciones de “compounding” hasta la aparición de las extrusoras de husillos gemelos, de más reciente aparición. A continuación se exponen las características de cada una de ellas.

En una extrusora monohusillo la rotación del husillo no es, por sí sola, capaz de transportar el material hacia delante. De hecho, si el material que se encuentra en el interior del barril se adhiere al husillo, el material dará vueltas junto con el husillo, sin moverse hacia delante.

Para ser transportado hacia adelante, el material no debe girar junto con el husillo, o al menos debe girar a una velocidad menor que el husillo. La única fuerza que puede evitar que el material dé vueltas junto con el husillo y, por tanto, hacer que el material avance a lo largo del barril es la fuerza de arrastre o fricción entre el material y la superficie interna del barril. A mayor fricción menor rotación del material junto con el husillo y, por lo tanto, más movimiento hacia adelante.

Para aumentar la superficie de fricción se incrementa la longitud del barril. Así, la relación L/D en extrusoras monohusillo es muy importante. Mayor L/D significa mayor superficie de fricción, que a su vez significa mayor propulsión hacia adelante bajo las mismas condiciones de extrusión.

El material nunca se mueve a lo largo del barril en línea recta. Siempre tendrá una cierta cantidad de rotación a lo largo del husillo en combinación con un movimiento de traslación a lo largo del barril.

En conclusión, en una extrusora monohusillo. para tener una producción suficiente, el husillo debe girar a alta velocidad y tener un diámetro grande. Sin embargo esto genera altas velocidades de corte, y en fluidos no-newtonianos, como es el caso, la viscosidad disminuye al aumentar la velocidad de corte (velocidad de flujo). A su vez, la producción dependerá de la viscosidad y de la temperatura y si se requiere de mayor fricción para mover el material a través de la extrusora se podría aumentar la temperatura. Pero al hacer esto se corre el riesgo de alcanzar la temperatura de degradación del polímero.

Extrusora de doble husillo. Una manera de categorizar las extrusoras de doble husillo es de acuerdo con la geometría de los husillos, de las hélices y de los canales. La primera subdivisión depende de la posición de los husillos en relación de uno con el otro:

1. Husillos que no engranan (*non-intermeshing*), donde los husillos están colocados uno al lado del otro, pero como su nombre lo indica, las hélices de uno no penetran en los canales del otro. Es decir, la distancia entre los centros de los husillos es igual a la suma de sus radios.
2. Husillos que si engranan (*intermeshing*), donde los husillos están colocados unos al lado del otro, pero las hélices de uno si penetran en los canales del otro. Es decir, la distancia entre los centros de los husillos es menor que la suma de sus radios.

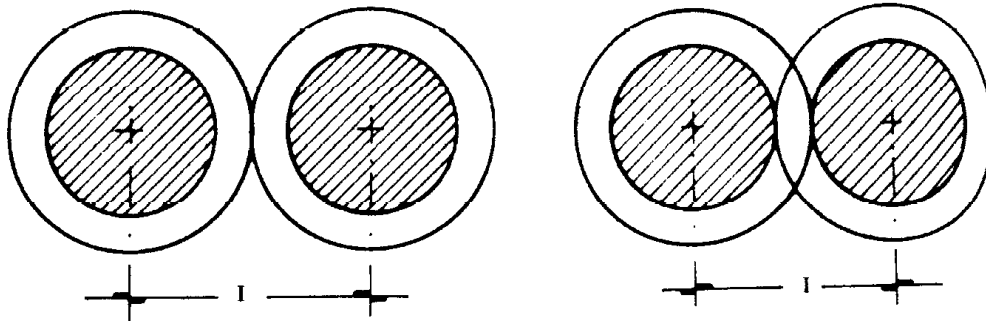


Ilustración 23. Husillos *non intermeshing* y husillos *intermeshing*, respectivamente.

Considerando las extrusoras con husillos que sí engranan (*intermeshing*), la segunda subdivisión depende de la forma y tamaño de las hélices y canales de los husillos:

1. Husillos no conjugados, donde las hélices de un husillo ajustan flojamente en los canales del otro y dejan un amplio claro.
2. Husillos conjugados, donde las hélices de un husillo ajustan perfectamente en los canales del otro y dejan un mínimo de claro.

De nuevo, considerando las extrusoras con husillos que sí engranan (*intermeshing*), la siguiente subdivisión depende de la dirección de rotación de los husillos (esta diferencia casi no afecta cuando se tienen husillos que no engranan):

1. Husillos corrotatorios, donde los dos husillos giran en la misma dirección, ya sea ambos a favor o ambos en contra de la dirección de las manecillas del reloj.

2. Husillos contrarrotatorios, donde los dos husillos giran en dirección opuesta, uno a favor y otro en contra de la dirección de las manecillas del reloj.

Otro tipo de extrusora que aparentemente necesita ser clasificada de forma diferente es la que tiene husillos cónicos. Sin embargo, este tipo opera de manera casi idéntica a la de cualquier tipo de extrusora de doble husillo. El interjeje I y el diámetro D de los husillos tendrán que ser integrados a lo largo de todo el husillo, pero todas las demás relaciones y cálculos para extrusoras de doble husillo se pueden utilizar en ellos. Por lo tanto, estos extrusores caerán en una de las categorías antes enumeradas.

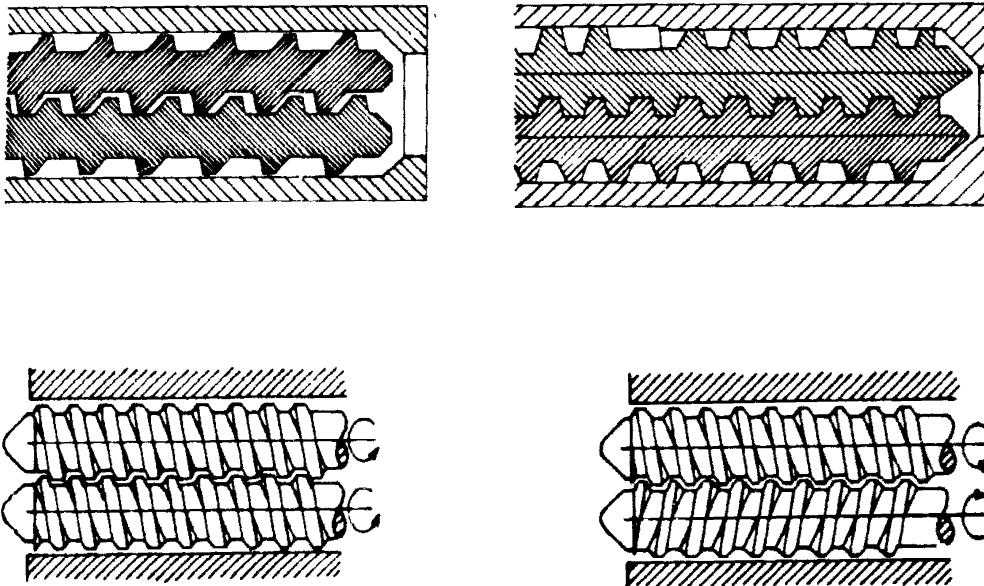


Ilustración 24. (De izqda. a drcha y de arriba a abajo) Husillos no conjugados; conjugados; corrotatorios; contrarrotatorios.

Las extrusoras con husillos que no engranan (*non-intermeshing*) operan de manera muy similar a las extrusoras monohusillo, y es el coeficiente de fricción entre el material y las superficies del metal el principal factor en el control del proceso de extrusión. Si no hay fricción, no hay extrusión.

Las extrusoras con husillos que sí engranan (*intermeshing*) operan de manera diferente. En éstos existe una verdadera interacción de las hélices de un husillo sobre el material contenido en

el canal del otro husillo. Es esta acción lo que hace diferente a este tipo de extrusora de cualquier otra.

La sola presencia de las hélices de un husillo en el canal de otro limita el movimiento rotacional del material alrededor del husillo. De manera que se obtiene movimiento hacia delante en mayor grado. Cuando además de engranar los husillos son conjugados, se impide totalmente el movimiento rotacional del material alrededor del husillo y el material es forzado a desplazarse hacia delante a lo largo del barril. Esta acción de bombeo es positiva y no depende de las condiciones de operación –tales como tipo de material, temperatura y presión, sino solamente de la geometría de la máquina y de la velocidad de rotación de los husillos. En este caso (husillos conjugados) la relación L/D no es de importancia significativa para la propulsión del material hacia delante.

Sin embargo, como las extrusoras de doble husillo son por lo general alimentadas por mecanismos dosificadores, como en este caso, entonces el flujo de salida estará limitado por el flujo de alimentación más que por la velocidad de rotación de los husillos.

Como la velocidad de flujo es también independiente de la fricción, las variaciones en temperatura –aunque afectan al coeficiente de fricción- no influyen en la velocidad de flujo de la extrusora de doble husillo.

Es obvio que el punto más importante de una extrusora de doble husillo es aquel donde los husillos engranan (*intermesh*).

En el caso de husillos contrarrotatorios que sí engranan, las hélices de uno deben pasar libremente dentro de los canales del otro. Al girar la hélice de un husillo, ésta deberá permanecer siempre centrada en el canal del otro husillo, y esta hélice podrá ser tan delgada como sea mecánicamente posible o tan gruesa como el mismo ancho del canal.

Cuando las hélices son tan gruesas como el ancho del canal, es decir, cuando los husillos son perfectamente conjugados, el material permanece encerrado en cámaras en forma de “C” alrededor de cada husillo, aumentando así la acción de bombeo, pero disminuyendo drásticamente el mezclado. A medida que los husillos giran, el material es empujado hacia delante para mezclarse con el material contenido en las otras cámaras del canal. Sin embargo, dentro de cada

cámara en forma de “C” el material es arrastrado circunferencialmente por la rotación de los husillos hacia el punto donde engranan los mismos husillos. En este punto el material es forzado a pasar entre los claros que existen en la región de engrane, pasando de la parte superior a la parte inferior de los husillos (o de la parte inferior a la parte superior, dependiendo del sentido de rotación de cada husillo), creando en este punto una zona de alta presión y alto esfuerzo. Uno de los efectos de esa alta presión es tratar de separar los husillos, presionando cada uno hacia la correspondiente pared lateral, con el consiguiente desgaste de las hélices de los husillos y de la pared lateral interna del barril.

Cuando las hélices son más delgadas que el ancho del canal (husillos no conjugados o parcialmente conjugados), las hélices de un husillo perturban mínimamente el material que se encuentra en el canal del otro y se da el movimiento rotacional del material, disminuyendo al mismo tiempo la acción de bombeo positivo.

Así, en la selección de una extrusora de doble husillo contrarrotatoria se hace un balance entre una conjugación perfecta, claros muy pequeños, acción de bombeo positiva, mínima acción de mezclado y alto esfuerzo de corte por un lado. Contra una conjugación menor, claros mayores, menor acción de bombeo positiva, mayor acción de mezclado y menor esfuerzo de corte, por el otro lado.

En el caso de los husillos corrotorios que sí engranan, la situación es muy diferente. El material que fluye por el canal del husillo 1 es barrido por la hélice del husillo 2 y transportado hacia los canales adyacentes del husillo 2. La transferencia de material desde un husillo hacia el otro crea un movimiento rotatorio alrededor de los dos husillos. Igualmente, cuanto más conjugado sea el perfil de los dos husillos, mayor será la acción de propulsión hacia delante.

Las extrusoras doble husillo corrotorios no tienden a acumular material en ningún punto alrededor de los husillos, y la presión es la misma en toda su superficie, no existiendo presión que empuje los husillos hacia las paredes del barril. Por esta razón se pueden mantener tolerancias menores entre los husillos y el barril, y entre los mismos husillos. Esto significa que los extrusores doble husillo corrotorios pueden ser perfectamente conjugados sin temor a desgaste de los husillos y el barril. Esto a su vez significa que las hélices de un husillo barren y limpian el canal del otro husillo, dando así una acción de autolimpieza.

Con husillos perfectamente conjugados la acción de bombeo es excelente, pero la acción de mezclado es casi nula. Por el contrario, a medida que se pierde conjugación disminuye la acción de bombeo y se incrementa la acción de mezclado. [En cualquier extrusora de doble husillo se cuenta con una menor conjugación en las zonas de alimentación y de mezclado, y con una mayor conjugación en la zona de bombeo o dosificación].

Una diferencia importante entre husillos corrotatorios y contrarrotatorios se da en la homogeneidad del extruido. En husillos contrarrotatorios existen puntos de alto esfuerzo de corte en la zona de engrane entre los dos husillos. Sin embargo, sólo una pequeña parte del material pasa por esos puntos. Esto produce heterogeneidad en los procesos de plastificación y dispersión. Este hecho no sucede con los husillos corrotatorios y, en consecuencia, éstos producen extruidos más homogéneos que los husillos contrarrotatorios.

Un punto importante es la diferencia en la velocidad de operación de las extrusoras contrarrotatorias y corrotatorias. Los husillos contrarrotatorios no pueden girar a alta velocidad por la tendencia de los husillos a separarse uno del otro y presionar así contra el barril, con el consiguiente desgaste. Así, al predecir la capacidad de flujo en condiciones de operación, se debe considerar que los husillos corrotatorios pueden operar a velocidades mayores que los husillos contrarrotatorios.

Según lo expuesto en este capítulo, para conseguir una buena relación mezclado/transporte se decide la instalación de una extrusora de doble husillo corrotante. Donde se diferenciarán las zonas de alimentación, compresión, una zona de descompresión que coincidirá con el punto de entrada de los aditivos inorgánicos, nuevamente otra zona de compresión y finalmente la zona de dosificación anexa al cabezal o “dado” de extrusión. Una menor conjugación en las zonas de alimentación y de mezclado, y una mayor conjugación en la zona de bombeo o dosificación.

Consultando los datos que ofrecen varios constructores de extrusoras se opta por elegir un husillo de 92 mm de diámetro, con una velocidad de giro que va desde 650 rpm hasta 1300 rpm. De forma que se podría conseguir un flujo de salida máximo para la producción de mezclas de alta carga inorgánica de aproximadamente 2000 Kg/h. Y en la producción de “masterbatches” de alta carga orgánica de 1000 Kg/h. Esta mayor capacidad para la producción de “masterbatches” con

alta carga inorgánica se debe a que los aditivos inorgánicos no se funden, se dispersan, y a que éstos son alimentados en una sección más avanzada de la extrusora y no al inicio de los husillos.

La longitud de los husillos será como mínimo de 45 D, es decir 4140 mm. (4,14 m), con esta longitud se asegurará la correcta plastificación de la poliolefina y el correcto mezclado de los aditivos, tanto orgánicos como inorgánicos, con ésta. El material de construcción de los husillos será acero antidesgaste K 110.

- Par máximo por husillo: 5000 N·m
- Potencia del motor al máximo de rpm: 1100 kW.
- Máximo de revoluciones: 1300 rpm.
- Dimensiones de la máquina (largo x ancho x alto): 7300 x 1150 x 1650 mm
- Peso: 14000 Kg.

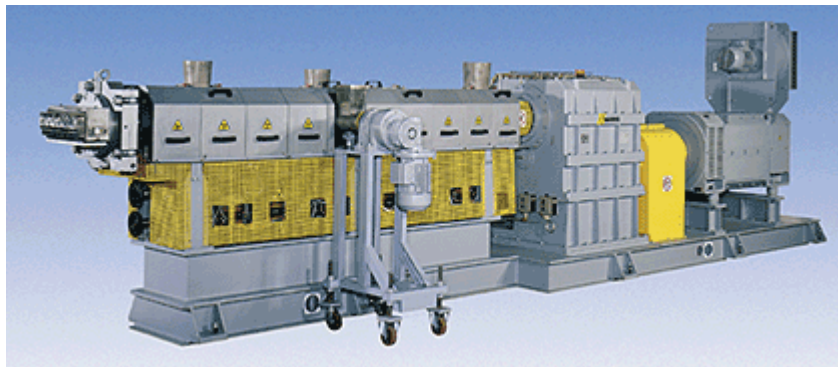


Ilustración 25. Extrusora de doble husillo corrotante

7.3.3. Granceadora.

Al forzar el paso del material fundido a través del cabezal de extrusión se obtienen una serie de cordones de material plástico que deben cortarse para obtener la forma final del producto, pellets de unos 3 mm. Esta operación de reducción de tamaño se lleva a cabo en la granceadora.

Existen principalmente dos alternativas para realizar el granceado. Se enfría el producto y luego se procede a su corte. O bien, se corta inmediatamente a la salida del cabezal, produciéndose este corte sumergido en una corriente de agua. Enfriar y después cortar presenta la inconveniencia de generar bastantes desperdicios ya que el corte producirá polvos al tratarse algunos productos con alta carga inorgánica. Por este motivo, se opta por la instalación de un sistema de granceado sumergido en agua. La elección de este sistema solventa los problemas de tamaño no uniforme de las partículas de producto y la generación de polvos.

Se presenta a continuación un esquema del sistema de granceado reflejando los elementos que lo forman.

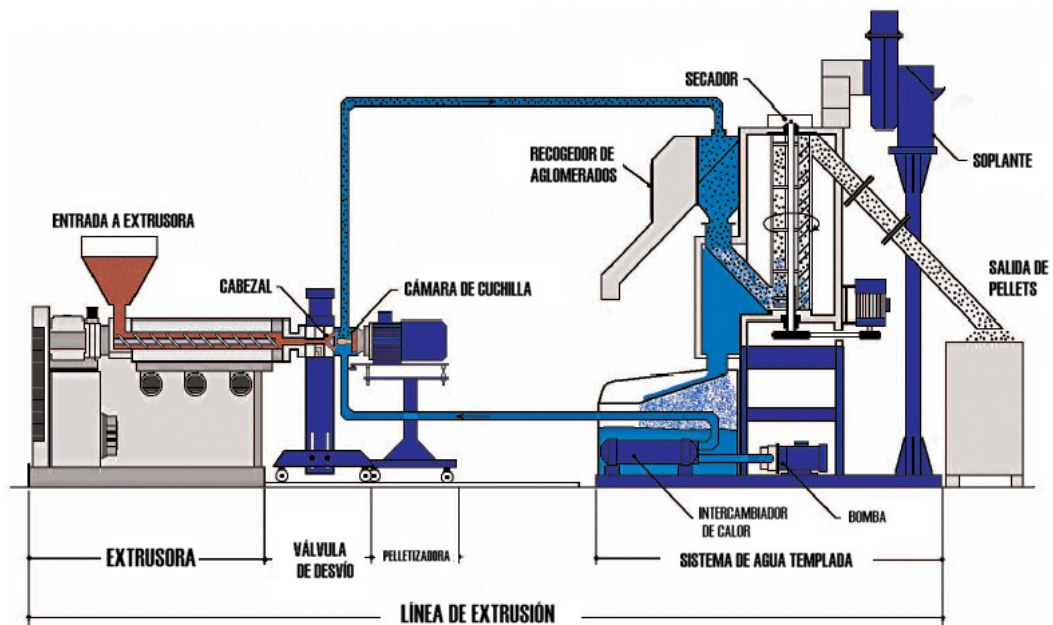


Ilustración 26. Sistema de granceado sumergido.

Este sistema consiste en acoplar la cuchilla rotatoria al cabezal de extrusión y hacer pasar una corriente de agua templada a alto caudal ($30 \text{ m}^3/\text{h}$), evitando el excesivo choque térmico, que enfría y transporta al producto granceado hasta un secador centrífugo donde se procede a su

secado y descarga final. La corriente de agua templada se consigue a través del sistema de agua templada, circuito cerrado en el que existen un intercambiador de calor para retornar el agua a su temperatura para el enfriado del producto (40-50 °C) y una bomba de impulsión.

La válvula de desvío es indispensable al poner en funcionamiento el sistema ya que antes de acoplar la pelletizadora al cabezal de extrusión es preciso que la producción de la extrusora ya esté en marcha. El protocolo a seguir a la hora de poner en marcha la línea de extrusión será el siguiente:

- Primero: Colocar la válvula de desvío en posición de vertido.
- Segundo: Puesta en marcha del sistema de agua templada.
- Tercero: Comenzar la producción de la extrusora.
- Cuarto: Acople de la pelletizadora al cabezal de extrusión y encendido de ésta.
- Quinto: Colocar la válvula de desvío en posición de proceso.

La forma del “pellet” obtenido es esférica, esto es beneficioso para su posterior almacenado ya que permite aumentar la densidad aparente del producto, la granza esférica presenta un solo punto de contacto. Se obtienen partículas más similares.

El cabezal constará de 48 orificios, siendo el sistema completamente cerrado, evitando así la salida del material al exterior.

El nivel de ruido del sistema bajo el agua es de 80 dB, comparado con los 180 dB del corte por filamentos (la otra opción).

La estimación de vida de las cuchillas es de 5 días para la producción de mezclas con alto contenido inorgánico. El cabezal también sufre desgaste pero existe la posibilidad de realizarle un pulido. Se estima que se puede pulir unas diez veces y que para la producción de WTIO₂ (caso

más desfavorable), no se precisa cambiar el cabezal hasta los 16 meses. El tiempo de limpiado del equipo se estima en de unos 10 a 15 minutos, y dispondrá de un acceso fácil para este fin.

La capacidad máxima del equipo será de 2200 Kg/h.

A continuación se exponen las especificaciones de los elementos que comprende el sistema de granceado sumergido.

Válvula de desvío: Consiste en una carcasa con un cilindro actuado hidráulicamente. Este cilindro permite un desvío del flujo fundido desde la posición de desvío a la posición de producción (hacia el cabezal) en un segundo. Esto ayuda a conseguir el punto que es preciso durante el comienzo de producción de ciertos polímeros. La posición del cilindro será indicada por marcas. La válvula de desvío consiste en tres elementos principales: la carcasa con el cilindro, la unidad hidráulica que incluye un manómetro y dispositivo de seguridad de sobrepresión, y un soporte movable.

Pelletizadora: Consiste en tres elementos principalmente: el cuerpo de la pelletizadora y el cuadro sobre el que se monta (tamaño máximo de 1200 mm. de largo por 700 mm. de ancho), el cabezal, el eje de cuchilla, la cámara de la cuchilla y el motor. Las cuchillas rotatorias estarán conectadas a un motor cuyo eje gira a unas 3600 rpm. El eje de las cuchillas se ajustará manualmente y dispondrá de un sistema de seguridad que no permitirá el encendido de éstas hasta que el acople no se halla realizado completa y correctamente.

El motor será trifásico de corriente alterna diseñado para funcionar a diferentes frecuencias, 5 KW de potencia, 400/690 V, 50 Hz., IP 55.

Todas las partes en contacto con el producto o con agua estarán construidas en acero inoxidable AISI 304. El cuadro y las cubiertas estarán fabricadas en acero con recubrimiento.

Circuito de agua en “bypass”: Un sistema de tuberías en “bypass” que rodea a la cámara de cuchillas previene la pérdida de agua cuando la pelletizadora no está acoplada y también determina exactamente en qué momento el agua de proceso está entrando a la cámara de cuchillas y se puede comenzar el proceso. Consistirá en dos canales pertinentemente recubiertos y dos válvulas de 2/2 vías y una de 3/2 vías.

Sistema de agua templada: La mezcla de agua y pellets se separa y el agua residual de los pellets se seca en un secador centrífugo en un corto tiempo. Asistido por un soplante que succiona al aire saturado fuera del secador, debiendo quedar una humedad menor del 0,05 % para el LDPE. Antes de llegar al secador, los pellets pasan por un recogedor de aglomerados donde se evita que ciertos aglomerados de partículas lleguen al secador. El agua de proceso llega al tanque de agua y es devuelta hacia la pelletizadora mediante una bomba, impulsando un caudal de 30 m³/h, pasando por un intercambiador de calor donde se vuelve esta agua a su temperatura de servicio (40-50 °C) mediante agua de refrigeración proveniente de un enfriador “chiller”.

El tanque de agua tendrá una capacidad de 735 L. La bomba suministrará un caudal de 30 m³/h a 5 bar de presión con un motor trifásico de 7,5 kW, 50 Hz. 400 V, IP 55. y el intercambiador de calor será del tipo carcasa/tubos.

7.4. Sección de ensacado.

Obtenido el producto con su forma deseada, llega a continuación a la sección de ensacado. Donde primero pasará a un silo homogeneizador, y posteriormente de ahí pasa al sistema de ensacado. Y finalmente se procede a la paletización de esos sacos para darle salida al almacén de productos, a la espera de ser transportados hacia los clientes.

7.4.1. Silo homogeneizador de producto.

Es interesante homogeneizar los productos en un silo intermedio para que las pequeñas desviaciones del proceso no alteren la calidad del producto que se ensaque. Estas desviaciones

siempre serán mínimas y siempre se tiende a evitarlas, pero la posibilidad de que se presenten durante pequeños períodos de tiempo hacen precisa la instalación de un silo que homogeneice lotes de producción. De esta forma, se evitaría el ensacado íntegro de lotes no precisos, homogeneizándose así las desviaciones.

Silo mezclador vertical con carga por la parte alta del mezclador con una capacidad de 3333 L., construido en acero inoxidable AISI 304 en sus partes en contacto con el producto; helicoidal de mezcla con dobles soportes de cojinetes en la parte alta y libre en la parte baja, helicoidal gobernada por un motor reductor con transmisión por poleas y correas trapezoidales con una potencia instalada suficiente para la aplicación, transmisión provista de carter de protección.

Ménsulas de sostén para la fijación del silo mezclador a una estructura metálica.

Cabeza ciclónica superior de carga, realizada en inox. AISI 304, idóneo para tubería de transporte neumático de NPS 4; completo de manga de descompresión.

Válvula de guillotina en la boca de descarga con una luz de paso de diámetro 200 mm, realizada con el cuerpo de fundición de hierro GG-25 y la guillotina en AISI 304. Accionamiento electro neumático con cilindro de doble efecto, completo de electroválvula y micros de señalización de su posición.

Indicador de nivel de tipo capacitivo para ser instalado en el techo del mezclador y para la señalización de máximo de nivel.

Este silo se instalará dentro del área de proceso. Se vaciará completamente al término de cada ciclo de producción para cambio de producto.

7.4.2. Ensacado.

Cuando ya se tenga el producto homogeneizado se irá enviando mediante transporte neumático a la ensacadora. La elección de un sistema de ensacado está condicionada por la presentación que se le dará al producto y por las densidades aparentes de éstos. Así se obtendrá el número de sacos por minuto que se deberán llenar.

Los productos irán ensacados en sacos de 25 Kg cada uno. Por lo que para las diferentes producciones se tienen unas velocidades de ensacado. Sin considerar el tiempo de residencia del producto en el silo de homogeneización:

- Producción de LSs: 44 sacos/hora
- Producción de WTIO2: 76 sacos/hora
- Producción de AFIR1: 38 sacos/hora

El otro aspecto principal que condiciona las características del equipo a elegir es la densidad aparente de los productos, que podrá oscilar de 560 Kg/m³ para los LSs, hasta 1000 Kg/m³ para WTIO2. Debido a esto se tendrán que confeccionar o disponer de dos tamaños diferentes de saco. Uno para el producto de densidad 1000 Kg/m³ (WTIO2) y otro para los productos de densidad 560 Kg/m³ (LSs y AFIR).

Se distinguen tres técnicas para llevar a cabo el ensacado de los productos: saco válvula, saco a partir de bobina tubular y saco a partir de bobina plana. Dentro del ensacado con sacos válvula existe la posibilidad de hacerlo mediante colocación manual del saco o con colocación automática. El criterio seguido para seleccionar una técnica de ensacado ha sido la economía del proceso.

Según los precios obtenidos del mercado para los diferentes tipos de saco, todos en polietileno, se tiene:

- Saco válvula grande 53 x 60 cm. Vol. Útil: 31,2 dm³, 0,394 €/unidad.
- Saco válvula pequeño 48 x 50 cm. Vol. Útil: 22,75 dm³, 0,321 €/unidad.
- Saco grande a partir de tubo FFS. 0,253 €/unidad.
- Saco pequeño a partir de tubo FFS. 0,200 €/unidad.
- Saco grande a partir de lámina plana. 0,262 €/unidad.
- Saco pequeño a partir de lámina plana. 0,208 €/unidad.

Y siendo las inversiones necesarias para las diferentes maquinarias correspondientes a cada técnica de ensacado las que se listan a continuación:

- Ensacado con colocación manual del saco válvula: 22730 €
- Ensacado automático saco válvula: 23430 €
- Ensacado automático partiendo de bobina tubular: 110275 €
- Ensacado automático partiendo de bobina plana: 70970 €

Se pueden comparar principalmente el caso del empleo de saco válvula con colocación manual (inversión más baja) frente al ensacado automático partiendo de bobina tubular (inversión más elevada). Resultando que la diferencia existente entre las inversiones se amortizaría frente al mayor coste por saco. En el caso de los sacos válvula, en 1,63 años (595 días) de producción a las capacidades establecidas. Y comparando el caso del empleo de saco válvula con colocación manual frente al ensacado automático partiendo de bobina plana se obtiene que la diferencia entre inversiones se amortizaría en 1,10 años (401 días) de producción con la diferencia existente entre los costes de los sacos.

Debido a lo expuesto anteriormente, se decide la instalación de una ensacadora automática partiendo de bobina plana que consistirá en los siguientes equipos integrados:

- Pesadora peso neto.
- Equipo de pesaje.
- Ensacadora.
- Banda transportadora inclinada 600 x 2000 mm.

El principio de funcionamiento de este sistema de ensacado se expone a continuación:

El film de la bobina, situado en la parte trasera de la máquina, es desenrollado de la bobina y llevado hasta el principio del tubo conformador gracias a un sistema de rodillos tensores.

El centrado lateral de la bobina es efectuado por medio de un volante situado en la parte delantera de la ensacadora, y puede ser efectuado durante el funcionamiento.

La tensión del film puede ser regulada para compensar un mal bobinado del polietileno o una tensión desigual en los extremos de la bobina.

El film es curvado alrededor del tubo conformador para formar un tubo de polietileno. La mordaza de la soldadura longitudinal es accionada hidráulicamente.

La tracción del film es efectuada por dos correas mediante un variador de frecuencia, de tal manera que el comienzo del avance del film generado por el arrastre de las correas se realiza primeramente con una velocidad pequeña para ir subiendo la velocidad sin generar inercias. La presión constante de estas correas contra el film y tubo conformador es efectuada y controlada mediante un sistema neumático que garantiza así una presión equivalente en los dos lados. Este sistema evita las roturas del film y el desgaste rápido de las correas dentadas. Además, este

sistema permite una ganancia considerable de tiempo en el cambio de formato, ya que la maniobra de alejamiento de las correas es realizada con un simple accionamiento en la botonera.

El control electrónico determina automáticamente el momento de descarga del producto. Simultáneamente, las correas arrastran el film hasta hacer descender el fondo del saco hasta la bandeja-rejilla que soportará su peso. En esta bandeja puede ser montado un sistema de compactación-vibración de producto.

Los dos dispositivos de sellado horizontal son accionados hidráulicamente respetando el tiempo de caída del producto, constatado empíricamente tras el primer ensayo. El accionamiento de las dos barras es absolutamente sincronizado mediante bielas. El sistema de sellado está compuesto por dos barras de soldadura en medio de las cuales está una cuchilla de la misma longitud. En una sola operación, el dispositivo va a soldar la parte superior del saco lleno y la parte inferior del nuevo saco, separándolos por un corte en frío.

Una vez liberadas las mordazas, la rejilla inferior va a expulsar el saco sobre una banda colocada delante de la ensacadora.

- Potencia instalada: 3,5 kW
- Diámetro máximo de bobina: 600 mm
- Dimensiones de la máquina (longitud x ancho x altura): 2600 x 2190 x 2890
- Peso de la máquina: 2100 Kg.

7.4.3. Paletizado.

En el capítulo anterior, el referente al ensacado, se citaron las velocidades de ensacado máximas necesarias. Éstas condicionan a su vez la velocidad con la que se deben formar los palets de sacos de productos, siendo esta última junto con el factor económico, los criterios para la selección de una técnica de paletizado entre las existentes en el mercado.

Cada palet tiene unas dimensiones de 1200 mm x 1000 mm (palet americano) o de 1000 mm x 800 mm (palet europeo), y se colocarán 50 sacos, haciendo un total de carga de 1250 Kg (50 sacos x 25 Kg). Las exigencias de conformado de palets serán:

- Producción de LSs: 0,88 palets/h.
- Producción WTIO2: 1,52 palets/h.
- Producción AFIR: 0,76 palets/h.

Se aprecia que las exigencias no son elevadas y que el paletizado podría llevarse a cabo manualmente. Esto supondría un importante ahorro tanto en la inversión inicial como en el espacio en el área de proceso. No obstante, requeriría de unos operarios manipulando sacos de 25 Kg. labor ésta que puede entrañar riesgos sobre la salud y seguridad de los operarios. Por esta razón se dotará al área de paletizado de un elevador por vacío para manipular sacos. Los sacos deberán llegar tumbados al final de la cinta transportadora de la ensacadora, para poder cogerlos en horizontal. Para ganar tiempo y eficiencia, el punto de recogida (cinta) y el palet, deberían estar en línea recta (menor radio de giro del brazo y por tanto más rapidez de manipulación).

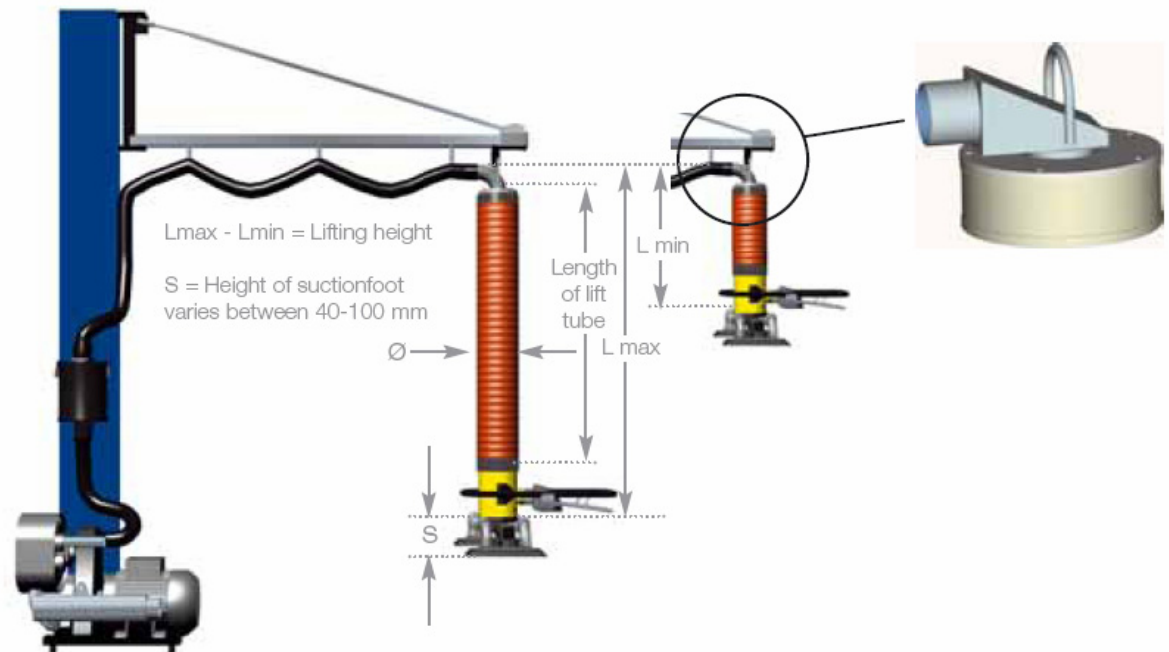


Ilustración 27. Esquema del elevador de sacos por vacío

Las especificaciones técnicas del equipo a instalar serán:

- Capacidad máxima de carga: 60 Kg.
- Longitud de la manguera: 2,5 m.
- Brazo de carga de aluminio de 3 m de longitud y para 80 Kg. de carga.
- Columna para el brazo de carga de 150 x 150 mm y 3610 mm de alta.

El mosaico según el que se dispondrán los sacos sobre el palet será de 10 capas de 5 sacos cada una de ellas, considerando el fondo del saco en unos 13 cm resulta la altura de cada palet de aproximadamente 1,30 m.

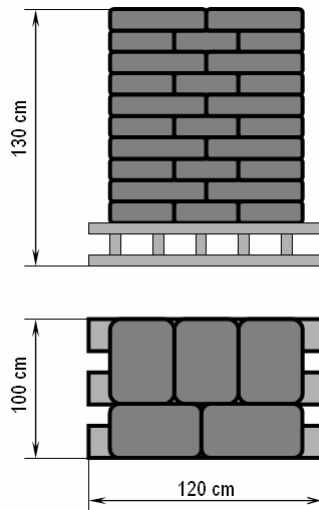


Ilustración 28. Mosaico de paletizado de los sacos

7.5. Almacén de producto.

Para el dimensionado del área necesaria en el almacén para los palets de producto acabado, a espera de ser transportado, se considera el caso del mayor nivel de producción, unos 2000 Kg/h y que estos productos permanecerán en el almacén unos 3 días como máximo. Esto supone que sería necesaria un área para almacenar 116 palets (1,6 palets/hora x 24 h x 3 días).

Al igual que en el caso de los palets de aditivos, los palets de producto también irán soportados en unas estanterías (racks) de paletización convencional, pudiéndose así, apilar a tres alturas. Por lo que el área precisa será la ocupada por 39 palets (116 palets / 3). Para hallar la superficie de suelo necesaria, se considera que en estanterías por cada 4 m² de suelo se pueden almacenar 9 palets, tres en cada nivel. Por lo cual, se tiene que serán necesarios 20 m² de superficie de suelo. Realizando cierto sobredimensionado sobre esta estimación, para solventar posibles problemas de transporte o futuras ampliaciones de la producción de la planta, se

dispondrán 40 m² de estanterías dedicadas a fin de almacenar el producto acabado. Esto corresponde a unos 40 m lineales de estantería.

8. TRANSPORTE NEUMÁTICO.

El transporte neumático viene a sustituir en muchos casos las clásicas instalaciones mecánicas más o menos costosas y complicadas (cintas transportadoras, elevadores de cangilones, etc.). Uno de los puntos más destacables del sistema neumático, respecto a sistemas mecánicos, es la gran simplicidad que ofrece la instalación de tubería para el transporte y distribución del material.

Los lugares de trabajo con atmósferas irrespirables, los escapes de polvo, las pérdidas de material producidas en los sistemas mecánicos de transporte, quedan suprimidos al efectuarse el transporte en un sistema totalmente cerrado, consiguiéndose la más absoluta limpieza.

Mediante un simple tubo que puede instalarse en zanjas, colgado de techos, paredes o atravesando naves, salvando toda clase de obstáculos, el material es transportado tan fácilmente como si se tratara de un líquido hasta cualquier punto elegido para su consumo o almacenamiento. Lo que para un sistema clásico sería demasiado complicado y costoso. Este tubo puede ramificarse en distintas direcciones o modificar su trazado de acuerdo con necesidades posteriores.

Existen diversos modos de llevar a cabo el transporte de las partículas sólidas desde el punto de recogida hacia el punto de descarga. Éstos modos se diferencian en las velocidades y caudales de aire que se muevan y la presión que se emplee en el transporte de los sólidos. Así, si se emplea una cantidad de aire elevada a alta velocidad, se habla de transporte neumático en fase diluida. Si se emplea una presión elevada, baja velocidad y caudal de aire, se hablará de transporte neumático en fase densa. En la siguiente ilustración se observan detalles de cómo se lleva a cabo el transporte neumático de partículas sólidas.

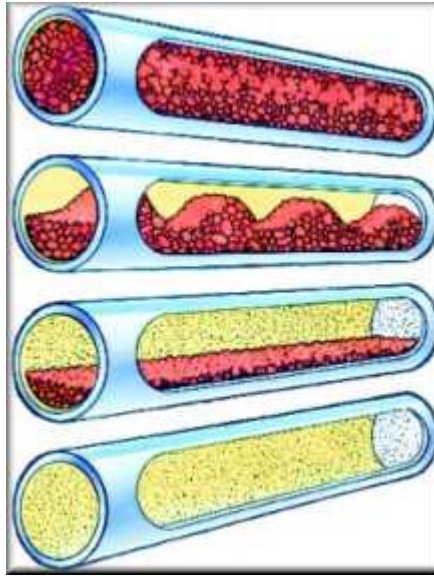


Ilustración 29. Diferentes regímenes de transporte neumático. Desde fase densa hasta fase diluida.

El transporte de las materias primas hacia las tolvas pulmón, en el caso de la granza y los inorgánicos, o hacia la sección de premezclas, en el caso de los aditivos, se realizará mediante un sistema de transporte neumático en fase diluida a vacío. El sistema de transporte neumático en fase diluida precisa de altos volúmenes de aire y altas velocidades del mismo, no siendo especialmente alta la presión necesaria para el flujo del sólido suspendido en el manto de aire. Aunque los sistemas de transporte neumático en fase diluida producen cambios en la forma del sólido, al tratarse de las materias primas que van a ser transformadas estos cambios no serían un problema, pues no se trata del producto final. Por lo que la elección del sistema en fase diluida es apropiada para este tramo del proceso, debido a su menor coste frente a un sistema de transporte neumático en fase densa. Se elige el vacío como fuente de presión para evitar fugas de polvos en caso de aparición de picaduras o roturas en la línea de transporte, y porque el incremento de temperatura originado en la materia a ser transportada durante el transporte es menor que en los sistemas que emplean presión positiva.

El transporte del producto una vez granceado hacia silo homogeneizador de producto se efectuará mediante un sistema de transporte neumático en fase densa a presión positiva. El sistema de transporte neumático en fase densa precisa de alta presión, siendo el volumen de aire movido y la velocidad de flujo de éste bajos. En este caso el transporte del sólido se hace por

empuje del mismo y no por arrastre como en el caso del sistema en fase diluida. Utilizando este sistema no se producen cambios en la forma física del producto, asegurando que el producto que se ensaque tenga una presencia agradable y homogénea y no sea una mezcla de diferentes tipos de partículas, sino “pellets” de tamaño y forma similar.

8.1. Transporte neumático en fase diluida.

Se citan a continuación los diferentes elementos que constituyen el sistema de transporte neumático en fase diluida a vacío; encargado del transporte de las materias primas hacia las unidades de proceso. Los componentes que forman este sistema se citan a continuación:

- 4 Estaciones rompesacos y una estación de descarga de “big-bags”.
- Tuberías de transporte.
- 3 tolvas receptoras de vacío.
- Válvulas de secuencia y venteo.
- Generador de vacío.
- Sistema de control.

8.1.1. Estaciones rompesacos y estación de descarga de “big-bags”.

Se instalarán cuatro tolvas rompesacos donde los operarios vaciarán los contenidos de las bolsas de 25 Kg. de los aditivos correspondientes. El vaciado de estas bolsas se hará manualmente usándose una cuchilla para la rotura de los sacos.



Ilustración 30. Tolva rompesacos. Operación.

Se decide instalar cuatro tolvas rompesacos porque es el número máximo de aditivos que se dosificarán en el caso más exigente; durante la producción del “masterbatch” LS3, donde se vaciarán sacos de HALS, UVA, NiQ y AO. (4 aditivos).

El polvo generado durante la operación de descarga del material a la tolva es recogido por el escape y llevado al filtro incorporado, donde se separa el material sólido que se recoge de nuevo en la tolva de proceso. Y asegurándose de que toda la materia prima se aprovecha, y evitando el escape de partículas al ambiente, manteniéndose la condición segura para el operario.

La tolva rompesacos dispondrá de una puerta de acceso que permanecerá cerrada mientras no sea necesaria la descarga de material, evitándose así la entrada de partículas extrañas al sistema. Asimismo también se facilita el acceso a los cartuchos del filtro para proceder a su reemplazo en el futuro cuando éstos se agoten.

Mientras el operario rompe manualmente la bolsa, una presión de aire negativa empuja aire a través de la rejilla, lejos del operario. Este aire, que puede contener sólidos finos, pasa a través de un filtro de cartuchos reemplazables para separar el sólido del aire. Este filtro de cartuchos es periódicamente autolimpiado, empleando pulsos de aire en sentido contrario al de operación. El aire limpio es soltado al ambiente y el material sólido es devuelto a la tolva de proceso.

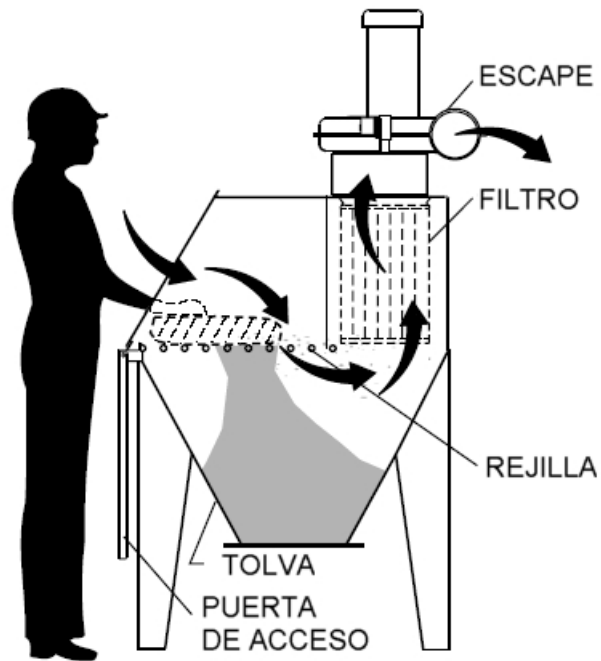


Ilustración 31. Descripción de la tolva rompesacos.

Especificaciones técnicas de las cuatro estaciones rompesacos que se instalarán:

- Área filtrante de aire: 9,29 m²
- Capacidad de la tolva: 0,14 m³
- Peso de la unidad: 227 Kg.
- Potencia del motor: 0,75 kW.
- Tensión: 220/440 trifásica 60 Hz.



Ilustración 32. Conexión de una estación rompesacos con una tolva de vacío.

También se instalará en el área de proceso una estación de descarga de “big-bags” para vaciar el CaCO_3 . Se trata de una estructura como la que se muestra en la ilustración; que se empleará para el soporte y vaciado de las bolsas de 1000 Kg. del aditivo IR1 (CaCO_3), suministrando así el aditivo al sistema para su utilización.



Ilustración 33. Estación de descarga de “big-bags”

Los “big-bags” se transportaran hacia la estructura mediante el uso de carretillas elevadoras de horquillas. Para ello el “big-bag” vendrá acoplado en su extremo superior a un marco metálico apropiado para esta operación.

Esta estructura constará de una serie de elementos que a continuación se citan:

- Marco de soporte de la bolsa: Cuadro soldado con pestaña para conexión al tolván.
- Soportes con resorte para ir presionando la bolsa durante su vaciado.
- Sistema de masaje que se encarga de fomentar el flujo del material masajeando la bolsa.
- Abrazadera superior para evitar que la bolsa vaya cayendo a su propio interior.
- Barras de control de flujo de material en la parte inferior de la estructura.
- Adaptador a la tolva.

8.1.2. Tuberías para transporte neumático.

El sistema de tuberías para un sistema neumático en fase diluida comprende dos conceptos principales, diseño y construcción.

El diseño de un sistema de tuberías requiere una consideración cuidadosa de los factores que pueden llevar a la fatalidad al sistema o a unos márgenes de operación no aceptables. Existen algunas normas básicas que deben cumplirse estrictamente:

1. Todas las rutas deberían ser directas entre el punto de recogida del material y la descarga con el menor número posible de cambios de dirección o de elevación.
2. Debería existir un tramo recto horizontal de al menos 1,5 m. antes de cada cambio de dirección (codos). Este tramo debe ser progresivamente mayor para diámetros de tubería mayores. Una buena regla heurística es tomar un tramo de 1,5 m para tuberías de 5 cm. de diámetro e ir añadiendo 1,5 metros por cada 2,5 cm. de incremento del diámetro. Por ejemplo una conducción de 12,5 cm. de diámetro requerirá 6 m. de tramo horizontal antes de cada codo.
3. No se deberían usar ángulos rectos a menos que sea imprescindible.

La construcción del sistema de tuberías comprende la selección del material a emplear. La mayoría de las conducciones de transporte neumático están hechas de aluminio porque es ligero y resistente a la corrosión. El acero galvanizado también se emplea para líneas de menor diámetro (3-5 cm.). Las tuberías de acero galvanizado son ligeramente más baratas que las de aluminio, aunque es más pesado y más propenso a la corrosión, especialmente cuando se instala en exteriores. Conducciones de acero inoxidable y de aluminio de espesores (Sch 10 y 40) son menos usadas y obviamente son de mayor costo. Una combinación usada frecuentemente es aluminio para los tramos rectos con poco desgaste y codos de inoxidable donde se produce un mayor desgaste.

Por lo expuesto anteriormente y en base a los cálculos pertinentes de pérdidas de carga se decide instalar conducciones de acero inoxidable AISI-304.

Se instalarán tres líneas principales de transporte. Una encargada del transporte de la granza desde los dos silos de granza hasta la tolva pulmón que alimenta al dosificador GF1; otra para el transporte del dióxido de titanio o el CaCO_3 desde el silo de TiO_2 o bien desde la estación de descarga de “big-bags”; y, finalmente, una línea que alimenta los aditivos y el polietileno en polvo hacia la tolva de pesada, desde las tolvas rompesacos o desde el silo de polietileno en polvo. Estas líneas de transporte llevarán instaladas las pertinentes válvulas de desvío para seleccionar el punto de recogida de materia prima elegida.

La línea de descarga de la granza hacia el dosificador GF1 consistirá en las salidas desde los silos de granza con unión con una válvula hacia una sola conducción con descarga en la tolva pulmón de granza. Mediante la acción de esta válvula se seleccionará un tipo de granza u otro eligiéndose la descarga desde el silo deseado en cada momento.

La línea de descarga del dióxido de titanio y del CaCO_3 hasta la tolva pulmón de inorgánicos consistirá en la salida desde el silo de TiO_2 que se unirá mediante una válvula a la salida de descarga de “big-bag” de CaCO_3 , con descarga final en la tolva pulmón de inorgánicos. Mediante la acción de esta válvula, se seleccionará TiO_2 o CaCO_3 , eligiéndose la descarga desde el silo de dióxido de titanio, o bien desde la estación de descarga de “big-bags”.

La línea de carga de los aditivos minoritarios hacia la sección de premezclas, concretamente hacia la tolva de pesada, consistirá en las salidas desde las cuatro tolvas

rompesacos, que se unirán mediante una válvula múltiple de 4 entradas y una sola salida que será la conexión hacia la tolva de pesada.

8.1.3. Tolvas receptoras de vacío.

En cada punto de descarga se instalará una tolva receptora de vacío. Este equipo es un ciclón que se emplea en la descarga del material para separar el aire de transporte del sólido. Estas tolvas receptoras están conectadas al equipo generador de vacío. En total son 3 tolvas receptoras de vacío. Una se colocará para descargar sobre la tolva pulmón de granza. Otra descargará a la tolva de pesada y, finalmente, la tercera sobre la tolva pulmón de inorgánicos.

Los volúmenes de estas tres tolvas de vacío serán de 50 litros. Así si se tiene un volumen en las tolvas pulmón de 400 litros, se necesitarán 8 pulsos a la hora para rellenar a las tolvas pulmón o tolvas de stock (un pulso cada 7,5 minutos).

8.1.4. Sistema generador de vacío.

En base a las condiciones de operación de los sistemas de transporte neumático en fase diluida a vacío y a los pertinentes cálculos sobre pérdidas de carga admisible, distancias de descarga y capacidades realizados, se decide la instalación de un soplante de desplazamiento positivo de 25 HP (18,6 KW). Éste será capaz de succionar todas las materias primas que se emplean en la operación, con el sobredimensionado preciso para solventar todo los problemas que podrían originarse por aumentos de la pérdida de carga en las conducciones, como la aparición de atascos en las conducciones o picaduras en las líneas con el transcurso del tiempo.

Este equipo vendrá encerrado en una carcasa que insonorizará al soplante hacia el resto de las instalaciones, ya que si no fuese así se alcanzarían unos niveles de ruido no admisibles.

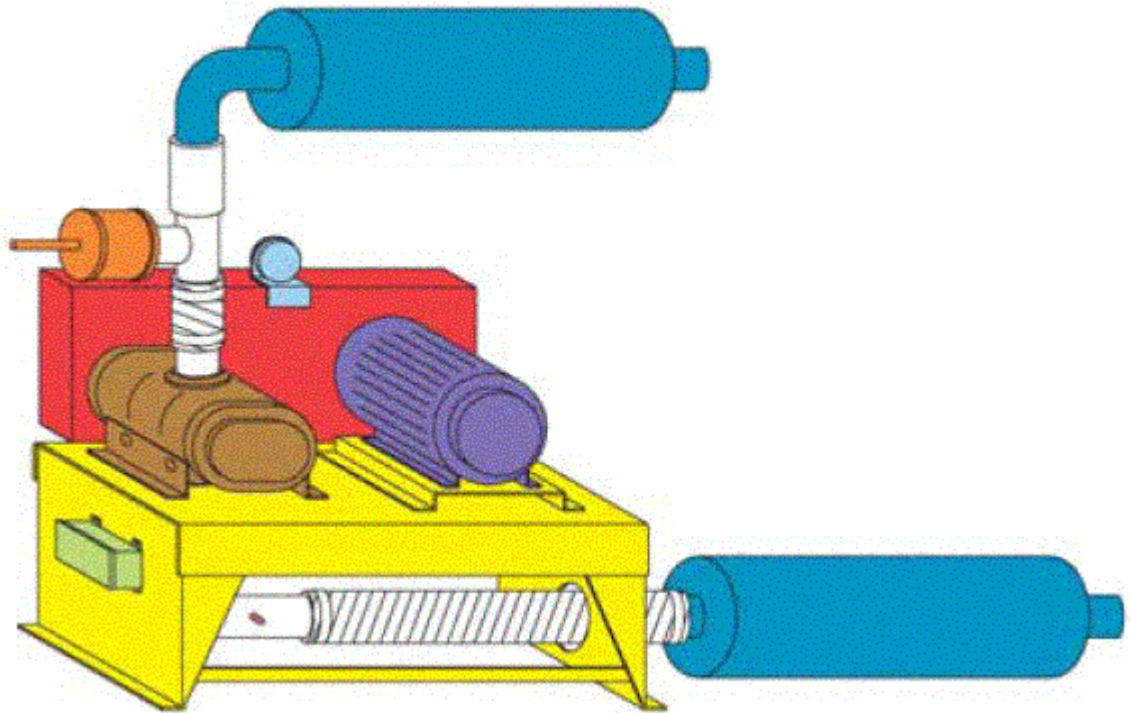


Ilustración 34. Soplante de desplazamiento positivo para vacío.

Las especificaciones de este equipo serán:

- Conducción de entrada de 7,6 cm.
- Depresión máxima de 0,55 bar.
- Distancia máxima de transporte 183 m.
- Motor trifásico 460 V.

8.2. Transporte neumático en fase densa.

Este sistema guarda similitudes con el de transporte en fase diluida pero tiene una serie de peculiaridades, causadas principalmente porque el transporte se realizará empleando presión positiva y, en unos rangos de presión, en valor absoluto, bastante mayores que en el caso anterior. Por ello los elementos que constituyen esta línea de transporte son un tanto diferentes. Se nombran a continuación:

- Recipiente de presurización y transporte.
- Conducciones.
- Válvulas de desvío.
- Grupo de presión.

8.2.1. Recipiente de presurización y transporte.

Se ejerce una presión uniforme desde la parte superior del recipiente forzando al material a introducirse dentro de la línea de transporte a la mayor densidad posible para obtener la mejor eficiencia.

Para iniciar el ciclo de llenado, la válvula de entrada al recipiente y la de venteo se encuentran abiertas, permitiendo que el material rellene todo el recipiente y que el aire de venteo escape para que se de un relleno óptimo. Cuando se completa el ciclo de llenado, ambas válvulas, entrada y venteo, se cierran. Los sensores verifican las posiciones de las válvulas. El recipiente es entonces presurizado usando aire comprimido forzando al material dentro de la conducción de transporte a alta densidad, sinónimo de alta eficiencia.

Cuando el ciclo de transporte se completa, la presión de aire disminuye y la fuente de aire comprimido se apaga. Entonces es cuando el recipiente de presurización está listo para comenzar otra vez el mismo ciclo.

Se instalará dos recipiente de presurización de 85 litros de capacidad, que tomando una densidad aparente más desfavorable de 560 Kg/m^3 , corresponderán a 47,6 Kg. Con lo que, para el caso más exigente de capacidad de producción de 1894 Kg/h de producto, serían precisos llevar a cabo 40 ciclos de presión a la hora (un ciclo cada 1,5 minutos). No existe problema técnico que impida esta actuación. Uno de estos recipientes se colocará a la salida de la granceadora para proceder al transporte neumático del producto granceado hacía el silo de homogeneización y el

otro recipiente se instalará en la descarga del silo de homogeneización y será el encargado del transporte del producto final ya homogeneizado hacia el sistema de ensacado.

8.2.2. Conducciones.

Se instalarán las líneas en acero inoxidable AISI-304 con un diámetro de 100 mm (NPS4) y espesor “Schedule 40”, capaz de soportar la presión ejercida durante el transporte sin ningún tipo de problemas.

Los dos tramos principales para el transporte neumático en fase densa serán el que une la salida de la graneadora con el silo homogeneizador y el que se empleará para el transporte del producto homogeneizado desde este silo hasta el sistema de ensacado. En estos casos no es necesaria la acción de ninguna válvula que actúe, ya que no hay que seleccionar diferentes puntos de recogida y/o descarga de material. Y los propios recipientes de presión pueden actuar como válvulas todo o nada al ejercerse o no, presión en ellos.

8.2.3. Grupo de presión.

Las velocidades de transporte se encuentran en el rango de 0,5-5 m/s y la presión de transporte a más de 7 bar manométricos.

Se empleará un compresor de tornillo rotativo equipado con un motor de 11 KW y con sistema de refrigeración, capaz de ejercer una presión máxima de 15 bar manométricos.

- Presión de trabajo 13 bar.
- Máxima presión 15 bar.
- Caudal de trabajo 1,14 m³/min de aire.
- Potencia de consumo del motor: 11 KW.

- Potencia de consumo del sistema de refrigeración: 0,43 KW.
- Refrigerante tipo R134a.
- Nivel sonoro: 64 dB.
- Dimensiones (largo x ancho x alto): 1335 x 740 x 1200 mm
- Peso: 380 Kg.

9. NAVE INDUSTRIAL.

El edificio es de planta rectangular de aproximadamente 48 m. de longitud por 25 m de anchura, compuesto por pórticos de estructura metálica longitudinales de 25 m de ancho, dando una superficie ocupada de aprox. 1200 m².

Se ha previsto desarrollar el edificio en planta baja con una planta piso de oficinas de aproximadamente 200 m². La superficie total construida es de aproximadamente 1400 m².

La nave se dividirá en dos zonas por medio de un muro medianero de bloque prefabricado de hormigón. En la zona delantera del edificio se ubicará un bloque de zona de maquinaria, vestuarios, laboratorio y vestíbulo de 400 m². Y, además, se construirá un forjado para oficinas de aprox. 200 m². En la zona posterior se ubicará el almacén.

La altura de los pilares de la nave es de aprox. 7 m, y la altura máxima del edificio en cumbrera es de aprox. 8,25 m. Ambas respecto al pavimento exterior de la parcela. La planta piso de oficinas estará situada aproximadamente 3,50 m. de altura respecto al pavimento interior de la planta baja.

9.1. Movimiento de tierras.

Los trabajos a realizar para acondicionar el terreno serán los siguientes:

- Limpieza y desbroce del terreno, con carga sobre camión y transporte a vertedero autorizado.

9.2. Cimentación.

A falta del Estudio Geotécnico de la parcela, se ha previsto la realización de la cimentación de tipo superficial.

La cimentación se realizará mediante zapatas superficiales de hormigón armado (HA) unidas mediante vigas de atado de HA y que también servirán como cimentación de las paredes de cerramiento del edificio.

Excavación mecánica de pozos y zanjas de cimentación con extracción de tierras al borde y transportadas a vertedero autorizado. Se incluye el refino, nivelado y compactado de la base. Suministro y vertido de hormigón prefabricado HM10, para limpieza de pozos y zanjas de cimentación.

Suministro y elaboración de acero corrugado para armar, incluyendo atado y sujeción. Suministro, vertido y vibrado de hormigón prefabricado HA25 para el relleno de pozos y zanjas de cimentación.

El hormigón empleado es un HA25 de resistencia característica de 25 N/mm^2 , y el acero corrugado de las armaduras es del tipo B500 S con un límite elástico de 500 N/mm^2 .

Suministro y colocación de placas metálicas de anclaje, necesarias para el montaje de la estructura metálica.

Control de calidad del hormigón realizado por Laboratorio homologado mediante probetas cilíndricas según normativa.

9.3. Red general de saneamiento.

La red de saneamiento del edificio es separativa, desaguando las aguas negras y pluviales por redes diferentes.

La red de saneamiento se proyecta con un sistema de canalones de chapa galvanizada y chapa lacada, y bajantes verticales de PVC que sirven para la evacuación de aguas pluviales.

Estos bajantes llegan hasta el suelo de planta baja donde conectan con la red horizontal de saneamiento.

Se construirá una red de imbornales para la recogida de aguas pluviales de los viales de la urbanización. El saneamiento de los viales consiste en la colocación de albañales, construcción de arquetas, suministro y colocación de rejas corta aguas aptas para el paso de vehículos pesados. Se incluye la excavación de zanjas y pozos para albañales y arquetas, con transporte de tierras sobrantes a vertedero autorizado.

Las arquetas serán de fábrica de ladrillo perforado, enfoscadas interiormente con mortero de CP y bruñidas, y los albañales de tubo de PVC Serie Saneamiento con junta elástica, colocados sobre cama de hormigón o arena y protegidos con hormigón en masa o arena según la profundidad a que discurre el colector. En todos los casos se compactarán las tierras de relleno de las zanjas de la red de saneamiento hasta alcanzar el 95% del Proctor Modificado, para asegurar en el futuro un buen comportamiento de los pavimentos superiores.

La red de saneamiento se ha previsto hasta el límite de la parcela, y termina en una arqueta registrable (marco y tapa metálicos) para poder efectuar la limpieza y mantenimiento de la red de saneamiento preparada para conectar a la red del vial exterior.

9.4. Estructura metálica.

La estructura resistente del edificio será metálica de acero de calidad S 275 JR, y estará formada por perfiles laminados en caliente, formando pórticos hiperestáticos empotrados en sus bases, diseñados para soportar las sobrecargas previstas por las normas vigentes.

Los pórticos se resuelven a doble vertiente y tienen una luz de 25 m. La pendiente de la cubierta se ha previsto de aprox. 10%.

La estructura resistente del forjado de la planta piso se ha resuelto mediante pórticos ortogonales hiperestáticos, formados por perfiles laminados en caliente y dispuestos en forma de emparrillado.

Los elementos de la estructura se unen por medio de tornillos galvanizados de alta resistencia (calidad 10.9 según DIN 6914-6916) y por soldadura realizada por soldadores homologados. La estructura será arriostrada por cubierta y lateralmente, mediante una estructura secundaria de tubo metálico formando triangulaciones.

Se aplican las Normas NBE EA-95 “Estructuras de acero en edificación” y MV-101 “Acciones en edificación”, aunque se ha recurrido con frecuencia a normas extranjeras (NBN, NF, DIN) y a los EUROCÓDIGOS, que en ciertos aspectos son más completos que la normativa española.

Los perfiles laminados de la estructura se recubren con una capa de pintura, dada en taller, de imprimación anticorrosivo de tipo epoxi, previa limpieza del óxido por cepillado metálico, y los correspondientes repasos una vez montada la estructura. La aplicación de la imprimación epoxi es necesaria para la posterior aplicación del revestimiento ignífugo para la estructura del edificio.

Debido a la actividad que se desarrollará en el edificio, se ha previsto un edificio tipo C con un nivel de riesgo bajo en el edificio. Ignifugación de la estructura metálica para alcanzar la estabilidad al fuego según normativa vigente (EF-30 elementos portantes del forjado).

Las correas laterales (zona panel) y de cubierta con sus arriostramientos (perfiles conformados en frío) son de acero galvanizado de calidad S 235 JR.

9.5. Cubierta.

La cubierta del edificio estará formada por panel metálico aislante prefabricado tipo Sándwich ($K < 0,6 \text{ Kcal/h/m}^2/^\circ\text{C}$), formado por dos chapas de acero galvanizado y lacadas al horno (color Blanco Pirineo 1.006) y aislamiento interior de poliuretano inyectado de 30 cm. de espesor.

Con objeto de proporcionar una buena iluminación natural, se dispondrá en la cubierta aprox. un 10% de lucernarios, compuesto por placas translúcidas, de poliéster color blanco difusor.

Incluye todos los remates de chapa galvanizada y lacada (cumbreira, piñón, etc.) necesarios para un correcto acabado.

Suministro y montaje de redes de seguridad necesarias para el montaje del panel de cubierta, en cumplimiento de la Ley de Seguridad y Salud en la construcción.

Suministro y montaje de una claraboya practicable de aprox. 85*85 cm. para poder salir a la cubierta, formada por cúpula de polimetacrilato de metilo, color hielos, fijada a un zócalo de acero galvanizado y aislado con lana mineral mediante marco de aluminio. El mecanismo de acceso a la cubierta es de apertura manual.

Formación de premarco metálico en el perímetro de la claraboya y colocación de remates de chapa prelavada necesarios para un correcto acabado.

9.6. Forjados.

Se ha previsto la construcción de un forjado con una superficie aprox. De 200 m² en planta primera.

El forjado esta formado por una losa maciza y nervada de hormigón armado. Se utiliza un hormigón HA25 y un acero corrugado B 500 S, y es estructurante del tipo “colaborante”. Es decir en la parte inferior del mismo lleva una chapa de acero galvanizada, grecada y con embuticiones, que a la vez de servir de encofrado y “colaborar” con el hormigón, proporciona un acabado inferior de calidad.

Se ha calculado el canto del forjado y la cuantía de hierro para soportar una sobrecarga de uso de oficinas de aprox. 300 kg/m².

Suministro y montaje de redes de seguridad necesarias para el montaje del forjado, en cumplimiento de la Ley de Seguridad y Salud en la construcción.

9.7. Cerramientos.

Nivelación de la riostra de cimentación para poder subir el cerramiento, incluido el encofrado y vertido de hormigón prefabricado.

Las paredes exteriores se construirán hasta la altura de aprox. 5 m mediante bloques prefabricados de hormigón decorativo tipo Split, colocados a cara vista y reforzados con Murfor.

Desde la altura de 5m y hasta la cubierta (formando faldón para ocultar las pendientes) se montará un panel metálico aislante prefabricado, tipo Sándwich. Dicho panel está formado por una chapa exterior de acero, galvanizada y lacada al horno, aislamiento interior mediante poliuretano inyectado o similar, y chapa interior de las mismas características que la exterior, para asegurar un coeficiente de transmisión térmica K inferior a 0,6 kcal/h/m²/°C.

Se incluye la colocación de todos los remates en chapa lacada (coronación, esquinas exteriores, pie de chapa, etc...) necesarios para lograr un correcto acabado del cerramiento.

Suministro y colocación de contrafaldón de chapa metálica galvanizada por la cara interior del faldón de cerramiento, montado sobre una estructura metálica de sustentación.

9.8. Pavimento interior.

Suministro, extendido, nivelado y compactado al 98% PM de una subbase granular (zahorra, todo-uno o similar) de 20 cm. de espesor, para la formación de los pavimentos de hormigón.

Control de ejecución mediante Laboratorio Homologado del compactado de la subbase.

Se realizará el pavimento interior de la nave (1200 m²) extendiendo una solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor con hormigón tipo HM20 y mallazo de 150x150x5 tipo B 500 T.

El acabado superficial será pulido industrial (fratasado a máquina) efectuándose, un tratamiento endurecedor y antipolvo de la capa de rodadura mediante la incorporación en el hormigón fresco de un agregado de cuarzo de color gris de dosificación 3 Kg/m².

Ejecución y corte de las juntas de construcción y retracción con disco de diamante.

9.9. Divisiones y acabados interiores.

En la fachada delantera del edificio, bajo el forjado, se ubicarán las siguientes dependencias, vestuarios, laboratorio, almacén de herramientas y vestíbulo. Sobre el forjado se situará un módulo de oficinas de aprox. 200 m², incluido el correspondiente módulo de aseos.

Construcción de la escalera de obra de acceso a la planta piso, de aprox. 1,5 m de ancho. El forjado de la escalera será de HA colaborante y los escalones serán de terrazo de piedra artificial, similar a las piezas del solado. De manera que la escalera quedará integrada en el edificio. Se incluye la colocación de barandilla de acero pintado en la escalera.

Las divisiones interiores se construirán parte mediante bloque prefabricado de hormigón y parte mediante ladrillo cerámico.

Formación de cajones de obra para revestir los pilares metálicos de la estructura en el edificio, mediante ladrillo cerámico tomado con CP.

Revocado de las paredes que deben alicatarse (aseos, vestuarios y laboratorio) y alicatado con piezas cerámicas de primera calidad, hasta la altura del falso techo.

Enyesado y pintado con pintura al plástico liso en dos capas de acabado sobre las paredes de las oficinas y vestíbulo.

El solado de las oficinas y del vestíbulo de entrada será de piezas de terrazo de primera calidad de 40x40 cm., con su zócalo correspondiente. El solado de los aseos, vestuarios y laboratorio será de piezas de cerámica de gres de primera calidad.

En las oficinas se colocará un falso techo tipo Armstrong con paneles de 0,6 m x 0,6 m y guía vista lacada. En los aseos, se montará un falso techo tipo Pladur, con decoración vinílica blanca y guía vista lacada.

Por encima del falso techo de la planta piso se ha previsto la colocación de una manta aislante.

En los aseos y vestuarios se instalarán los siguientes aparatos sanitarios: 6 inodoros de tanque bajo, 4 lavamanos con pedestal y 4 platos de ducha. Los sanitarios y la grifería monocromado serán de marca reconocida. Se incluyen los accesorios (espejos y portarrollos), y la instalación interior de fontanería y desagües. Se han previsto termoacumuladores eléctricos para producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.). Se montarán los desagües que se llevarán y conectarán a la red de saneamiento de aguas negras.

También se ha previsto una instalación de extracción de aire en los aseos con extractores eléctricos, conducto flexible de aluminio y sus correspondientes rejillas de ventilación.

Suministro y colocación de 14 puertas de carpintería de madera lacada de diferentes anchos (70 y 80 cm.).

9.10. Carpintería metálica y aluminio.

Suministro y montaje de la carpintería de acero y aluminio que se detalla a continuación:

- 2 puertas basculantes de apertura manual, fabricadas en chapa de acero galvanizada y lacada, cajones laterales de chapa galvanizada para el alojamiento de los contrapesos colocados en línea. Dimensiones de hueco de obra de aprox. 5,00 m de ancho por 5,00 m de alto. Se incluye el montaje de la puerta metálica peatonal integrada en las puertas basculantes.

- 5 puertas peatonales tipo RF-60, fabricadas en doble chapa lisa galvanizada y lacada con aislamiento intermedio de lana de roca o similar. Incluida escudo embellecedor y cerradura. En dos de ellas incluidas también las barras antipánico. Medidas aprox. de 0,8 m de ancho y 2 m de alto. Incluido las ayudas de albañilería para su colocación (salidas emergencia edificio).
- Ventanas correderas (aprox. 20 metros lineales) formadas por carpintería de aluminio de primera calidad, de aprox. 1,2 m de alto, acabado lacado color blanco, con doble acristalamiento con cámara tipo Climalit o similar de composición 4/8/4, Parsol Gris. Incluido las ayudas de albañilería para su colocación.
- Construcción de cerramiento tipo muro cortina con perfilaría vista, formado por estructura de aluminio extruido con acabado lacado, y acristalamiento tipo Climalit o similar de composición 3+3/12/6 (stadip/cámara/reflectasol). Incluye todos los remates para su correcto acabado. Suministro y colocación de una puerta de entrada de doble hoja con tirador cerradura y muelle de retorno.

Suministro y montaje atornillada en la pared, de una escalera metálica de acceso a la cubierta del edificio, tipo gato de aprox. 7 m de altura. Formada por tubos laterales y peldaños de tubo redondo de acero corrugado. La anchura de la escalera será de 40 cm. y la separación entre peldaños de 30 cm. A partir de aprox. 2,8 m de altura y aprox. cada 60 cm., se colocará una jaula quitamiedos de pletina metálica. A los aprox. 6 m de altura se montará una plataforma de descanso de 1 x 1 m, formada por perfil tipo UPN y religa galvanizada antideslizante. En el perímetro de la plataforma se colocará una barandilla metálica de acero pintado. Se realizará un hueco de 0,5 x 0,5 m en la religa de la plataforma para poder acceder a ella. La escalera se atornillará o se anclará a la pared de bloque de hormigón previamente macizada. Los perfiles laminados de la escalera se recubren con dos capas de pintura. Una que se da en taller de imprimación anticorrosivo previa limpieza de óxido por cepillado metálico. Y otra de acabado al esmalte sintético.

9.11. Urbanización exterior.

Suministro, extendido, nivelado y compactado al 98 % PM de una subbase granular (zahorra, todo-uno o similar) de aprox. 30 cm. de espesor para la formación de los pavimentos de hormigón.

Control de ejecución mediante Laboratorio Homologado del compactado de la subclase.

Se realizará el pavimento de los viales exteriores del edificio (2137 m²) extendiendo una solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor con hormigón tipo HM-20 y mallazo de 150x150x5 tipo B 500 S.

Ejecución y corte de las juntas de construcción y retracción con disco de diamante. El acabado superficial de los pavimentos exteriores será pulido exteriores fratasado a máquina con helicóptero.

Se construirá un vallado en los laterales y en la parte posterior con una tela metálica tipo S.T. con acabado lacado color blanco de aprox. 2 m de altura (aprox. 120,50 metros lineales).

El vallado frontal estará formado por un muro de bloques de hormigón de 1,00 m de altura, y verja metálica tipo mallazo plegado, con acabado lacado color blanco de aprox. 1 m. De altura.

Incluye el suministro y montaje de dos puertas metálicas galvanizadas de barrotes para paso de vehículos, correderas y de apertura motorizada, mediante un receptor y dos mandos a distancia cada una. Las puertas tendrán unas dimensiones de 6 y 8 m de largo respectivamente por 2 m de alto.

Suministro y colocación de una puerta batiente peatonal de barrotes de 1m de anchura por 2 m de altura, incorporada en el vallado delantero de la parcela.

Formación de vados de acceso en las tres puertas de acceso de 8 y 6 m de ancho, donde se han previsto la realización de los trabajos que se describen a continuación:

Demolición de la acera de hormigón de aproximadamente 3 m de ancho, con carga de escombros en contenedores y transporte a vertedero autorizado; formación de vado con bordillo existente con extracción, limpieza del bordillo y recolocación a la nueva cota, y formación del nuevo pavimento de la acera de hormigón armado con la pendiente necesaria.

Construcción de aceras perimetrales del vial de la calle, mediante el extendido de una solera del hormigón armada con mallazo electrosoldado.

9.12. Preinstalaciones.

Se incluyen las preinstalaciones para la instalación de electricidad, fontanería, telefonía y contra incendios.

La preinstalación de agua sanitaria incluye la construcción de una caseta armario (1x1x0,3), en el vallado de la parcela. Se incluye la colocación de pasatubos desde el vallado de la parcela hasta la fachada del edificio.

La preinstalación eléctrica se compone de la construcción de una caseta armario para cuadro tipo T20, colocación de pasatubos desde el vallado de la parcela hasta la fachada del edificio.

La preinstalación telefónica se compone con la colocación de pasatubos desde la arqueta de registro existente junto el vallado de la parcela hasta la fachada del edificio.

La preinstalación contra incendios incluye el suministro y colocación de una arqueta prefabricada en el vallado de la parcela, colocación de pasatubos...

También se incluyen los pasatubos para la motorización de las puertas del vallado, y un pasatubos en previsión para un portero electrónico en la puerta peatonal exterior.

En todos los casos se incluyen las excavaciones de las zanjas con transporte de tierras sobrantes a vertedero autorizado, el refinado y compactación de zanjas, y el relleno y compactado de las mismas con tierras procedentes de excavación.

10.LABORAL.

La línea se diseña para funcionar durante todo el año, excepto el mes de agosto. Mes en que la factoría permanecerá cerrada para su limpieza y revisión de maquinaria en profundidad. Se trabajará ininterrumpidamente en tres turnos de ocho horas cada uno en los siguiente horarios:

- Mañana: de 7:00 a 15:00 horas.
- Tarde: de 15:00 a 23:00 horas.
- Noche: de 23:00 a 7:00 horas.

El organigrama de la dirección de la planta será el que se muestra a continuación:

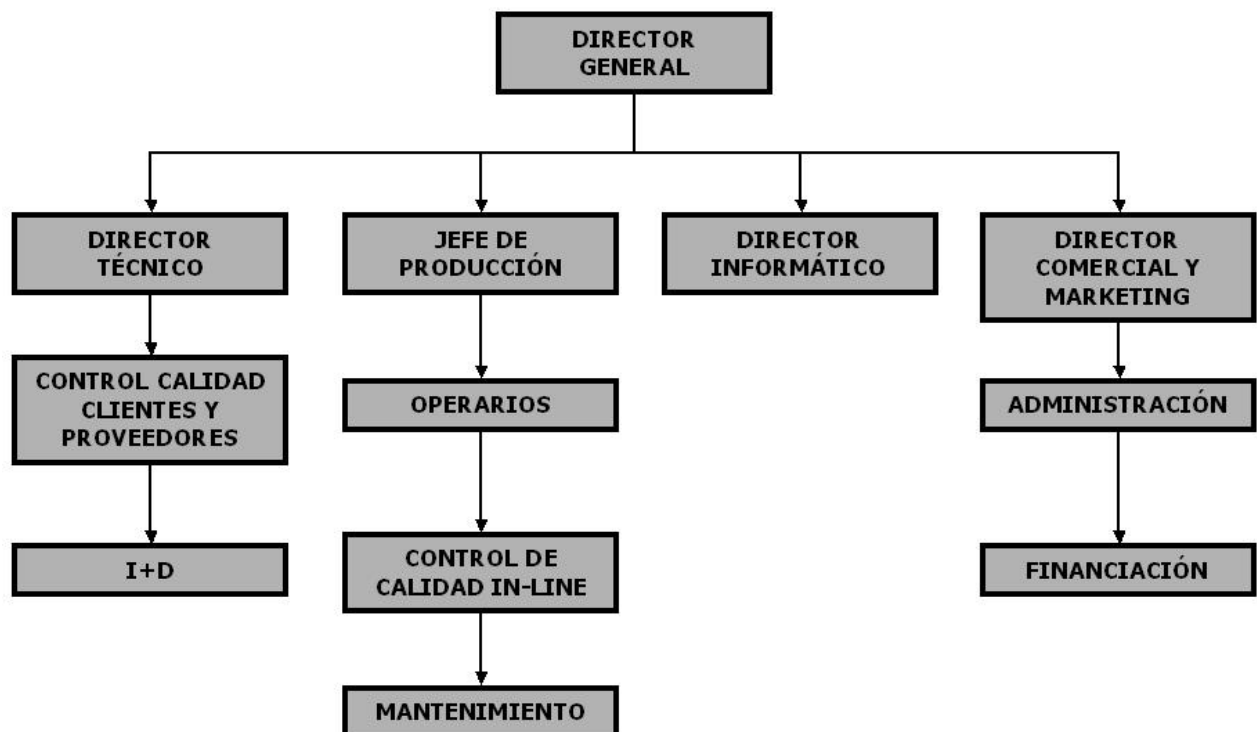


Ilustración 35. Organigrama general de responsabilidades de la planta

En base a lo anterior, se trata de señalar a continuación el campo de actuación o de responsabilidad y autoridad de cada una de esas denominaciones dentro de la empresa.

Jefe de producción

El Jefe de Producción es el máximo responsable de la parte de la empresa que desarrolla la actividad que le es propia, a la que la empresa se dedica. Sin producción no hay empresa. Todo lo demás, teniendo importancia muy grande, es colateral y está al servicio o es complemento para llevar a cabo la actividad o actividades que son la razón de existir de la empresa.

Por tanto, el Jefe de Producción tendrá a su cargo la mayor parte de la plantilla e instalaciones o infraestructuras de la empresa. Producción ocupa un amplio *territorio* de la empresa.

Diversas funciones o áreas le son propias. Podría ser el caso de:

- Planificación
- Oficina Técnica
- Métodos y tiempos
- Talleres
- Secciones productivas
- Administración de la producción
- Almacenes de materias primas
- Almacenes comerciales
- Almacenes de productos terminados
- Mantenimiento
- Control de Calidad

Bajo el mando y supervisión del Gerente de Producción estarían aspectos de la vida de la empresa tales como:

- La maquinaria y las instalaciones de la empresa o de los talleres
- Los procesos de producción
- Los procesos comerciales o de prestación de servicios, en empresas no fabriles.
- El mando y gestión del personal a su cargo
- El flujo y distribución de las materias primas y de los materiales o mercancías dentro de la empresa.
- Los métodos de trabajo
- La planificación de la producción
- La gestión de los procesos de producción o fabricación
- La gestión de los productos semiterminados y terminados
- El control de stocks y la gestión de almacenes
- El control de calidad in line
- Los servicios de mantenimiento y reparación.
- La prevención de riesgos laborales
- La protección del medio ambiente en la empresa

Todas estas funciones, van conformando una idea de lo que ha de ser objeto del trabajo de un Jefe de Producción. Ese trabajo comporta la aplicación de conocimientos, experiencias y factores de naturaleza:

- Técnica
- Económica

- Mando
- Psicología Industrial y Laboral
- Dirección

La figura del Jefe de Producción es, por lo general, de amplio espectro ya que ha de ocuparse de temas muy diversos. Por este motivo, no es lo mejor un profesional muy polarizado hacia uno sólo de esos factores, en ausencia de todos los demás. En muchas ocasiones esto es así por las circunstancias o porque no hay otra solución y ello comparta el aprendizaje del interesado, apresuradamente, en los temas de los otros campos citados. Este es el caso de un Ingeniero, sin experiencia anterior como Jefe o Gerente de Producción, quien habrá de añadir a sus conocimientos técnicos los de índole económica o de dirección, por poner un ejemplo. Lo contrario ocurriría con un Economista, un Abogado o un Licenciado en otras ramas universitarias, con respecto a los aspectos técnicos.

Un buen Jefe de Producción deberá compendiar los conocimientos y experiencias, antes señalados, y profundizar en ellos. Cada día tendrá ocasión de ir saltando, permanentemente, de unos a otros sin que le sea fácil refugiarse detrás del funcionamiento o reparación de una máquina o sentarse en el despacho detrás de planos y papeles, huyendo de la dinámica que le rodea.

Director Comercial y Marketing

Su campo de actuación se dirige hacia la colocación de los productos o mercancías, que la empresa fabrica o, simplemente, comercializa, en los mercados. Depende, por tanto, de él toda la estructura comercial de la empresa. En ocasiones, integra en su campo las actividades de marketing y de estudio o prospección de mercados. También las de publicidad. Esto conlleva funciones tales como:

- La investigación comercial o de mercados
- El marketing

- La planificación comercial
- Las previsiones de ventas
- El análisis de los precios
- La formación de vendedores y comerciales
- Las políticas y técnicas de promoción de ventas
- La distribución
- Publicidad
- Organización de la red de ventas
- Gestión de la comercialización
- Estudio y conocimiento de la competencia

El Director Comercial es otra pieza clave en el organigrama de la empresa. De nada vale fabricar o disponer de buenos productos para la venta si no se venden o no se saben vender. El Director Comercial mira al cliente, lo busca y está próximo a él. Vive del cliente. Por eso, lo tiene que cuidar y tratar. Lo debe de fidelizar. Y siempre, estará buscando nuevos clientes, abriendo campos nuevos y horizontes que vayan asegurando el mañana, el futuro.

El Director Comercial ha de ser una persona dinámica y abierta. Que sepa escoger bien a su gente, a la que enviará al exterior a tratar con los clientes y regresar con los pedidos bajo el brazo. Pero, también, ha de ser una persona próxima a la Dirección General de la empresa, para seguir sus directrices y para mantenerlo informado.

También ha de desarrollar funciones y experiencias de:

- Gestión de su personal
- Organización
- Mando
- Dirección

- Económicas
- Conocimiento técnico de lo que ha de vender

Es importante la conjunción de unas habilidades comerciales y de relaciones públicas, con una personalidad de equilibrio emocional y motivadora, plena de trabajo en equipo, conjuntamente con el mejor conocimiento de lo que tiene entre manos para vender.

Administración y finanzas

Este ámbito del organigrama es muy amplio y diverso en funciones y tareas. De hecho se subdivide y separa en:

- Administración
- Finanzas o Económico- Financiero
- Contabilidad

O integra otras como:

- Personal o RRHH
- Auditoría Interna
- “Controller”
- Servicios Generales

En cualquier caso, su campo es el de toda la Administración de los recursos humanos y materiales, los que al final acaban concretándose en recursos económicos y documentos o justificantes en soportes papel o informatizado. Dicha Administración puede tener unos límites

muy amplios, casi adentrándose en el de Producción, Comercialización y otros, o puede tenerlos muy restringidos.

Incorporaría toda la gestión económica y de personal de los demás departamentos. En ese caso aquellos, se limitarían a sus funciones técnicas, comerciales, etc.

Son habituales entre las tareas y funciones de Administración y Finanzas:

- Contabilidad
- Costes
- Gestión y previsión de tesorería
- Cobros y pagos
- Relación con clientes y proveedores
- Administración general
- Gestión de los RRHH
- Elaboración y control de presupuestos
- Auditoría Interna
- Relaciones Laborales
- Relación con asesorías externas fiscales, contables y/o laborales
- Selección de personal
- Política salarial

Como en los casos anteriores, Administración y Finanzas deberá desarrollar experiencias y actuaciones de índole:

- Económicas y financieras
- Mando
- Dirección
- Gestión de personal

Su perfil irá, normalmente, por una formación de Economista, Abogado o Titulado en Relaciones Laborales. Pero como sucede en todos los puestos de la empresa, con mucha frecuencia otras titulaciones o trayectorias profesionales, dentro o fuera de la empresa, pueden llevar a excelentes gerentes en las diversas áreas departamentales que estamos considerando. Todo es cuestión de preparación, experiencia, valía personal, capacidades para aprender y transmitir, liderazgo y otras variables que entran en juego.

Director Informático

La principal labor del Director Informático es crear y mantener un sistema informático bien integrado con la planta y los usuarios.

Las competencias que debe satisfacer el Director Informático son las siguientes:

- Conocer las distintas tareas y responsabilidades de un administrador de sistemas y cómo se pueden llevar a cabo
- Conocer los distintos sistemas operativos y las posibilidades de cada uno de ellos.
- Conocer las posibilidades de comunicar distintos sistemas operativos.
- Conocer los conceptos y herramientas relacionados con la administración de sistemas.

- Conocer las necesidades de los usuarios.
- Saber cómo integrar software en una organización.
- Saber qué acciones se pueden tomar para maximizar la seguridad del sistema informático.
- Conocer los límites legales y jurídicos de los usuarios y de los administradores en materia de protección de datos.
- Saber cómo hay que actuar ante conflictos en los que la información puede correr peligro, y conocer el apoyo legal y jurídico de que se puede disponer.
- Saber planificar toda la informática de una organización.

11.INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.

Los elementos de prevención y lucha contra incendios que se instalarán en el recinto de la nave donde se ubica la planta son los siguientes:

- Alarma contra incendios, acústica y visual, apreciable en todas las estancias de la edificación.
- 3 extintores portátiles de polvo BC en el área de proceso.
- 1 extintor portátil de polvo ABCE y una boca de incendio equipada (BIE) en la zona de oficinas.
- 3 BIEs en el almacén de aditivos y 2 extintores de polvo ABC

El edificio se cataloga como de tipo C, según el Anexo I del “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”; el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

12. NORMAS Y REFERENCIAS

Se recogen a continuación los reglamentos y normas generales de aplicación:

- LI.- Ley de Industria.
- LR.- Ley de Residuos.
- AMINYP.- Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- RICS.- Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.
- RITE.- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus I.T.C.
- RBT.- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- NIA.- Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua.
- TAA.- Tuberías de Abastecimiento de Aguas.
- RAPQ.- Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos.
- RU.- Reglamentos Urbanísticos.
- ODE.- Ordenación de la Edificación.
- RMC.- Recepción de Materiales de Construcción, Cales, Cementos, Ladrillos, Escayolas, Bloques de Hormigón.
- EHE.- Instrucción de Hormigón Estructural.
- EA-95.- Estructuras de Acero en Edificación.
- EA-96.- Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Armado o Pretensado.
- NBE FL-90.- Normas Básicas de la Edificación. Muros Resistentes de Fábrica de Ladrillos.
- NBE CT-79.- Condiciones Térmicas en los Edificios.
- NBE CA-88.- Condiciones Acústicas en los Edificios.
- NBE CPI-96.- Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios.
- RII.- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- LPRL.- Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- OGSHT.- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- RSM.- Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Medidas de Protección de los Trabajadores frente a los Riesgos derivados de su exposición al Ruido.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo en materia de Señalización.

- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la Manipulación Manual de Cargas.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley de Protección del ambiente atmosférico.
- Contaminación Industrial en la Atmósfera. Prevención y Corrección.
- Dióxido de Titanio. Residuos tóxicos y peligrosos. Prevención de la contaminación.
- Actividades MINP. Documentación técnica.
- R.D. 2207/1994 Plásticos en contacto con alimentos.

13. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

“Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los plásticos en las tecnologías agrarias” Editores: López Gálvez, J., Díaz Álvarez, J.R. El Ejido (Almería) 17-21 Abril 1995.

Alcober i Fanjul, X. “Pesaje de cargas en movimiento” Ingeniería Química nº 410 Febrero 2004, pág 101-111

Dubois, P. “Los plásticos en la agricultura”; Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1979.

Industriales del Plástico de Chile – ASIPLA “PLASTIGUÍA 2001-2002” Las Condes (Chile) 2002.

Kimbel, Kirk W., "Troublefree Pneumatic Conveying", Chemical Engineering Magazine, April 1998.

Leland T. Blank, Anthony, J. Tarquin; “Ingeniería económica”; McGraw Hill, Colombia 2000

Martín Vicente, L. Et al. “Guía para la aplicación de los plásticos en agricultura” Publicación del Dpto. de Plásticos, Patronato de Investigación Científica y Técnica “Juan de la Cierva” C.S.I.C. Madrid, 1967

Papaseit, P., Badiola, J., Armengol, E.; “Los plásticos y la agricultura”; Ediciones de Horticultura, S.L. Reus, 1997.

Pérez Manso A. “Segregación en los procesos de manipulación de sólidos” Ingeniería Química, nº 410 Febrero 2004, pág 125-128

Perry, Robert H., et al., “Perry's Chemical Engineers' Handbook”, 6th Ed., 1984, McGraw-Hill, New York, p. 7-20

Peters, M.S.; Timmerhaus, K.D.; “Plant design and economics for Chemical Engineers”, McGraw Hill, Singapur 1991.

Ramos de Valle, L.F., Extrusión de plásticos. Principios básicos, Editorial Limusa, S.A., México, D.F., 1993, pág. 144-153.

Ravenet, J. “Silos” (1992)

Targhetta, L. y López. A. “Transporte y almacenamiento de materias primas en la industria básica” (1970)

Toensmeier, P.A.; “Modern Plastics Encyclopedia Handbook” McGraw Hill, USA, 1994.

Toensmeier, P.A.; “Resin Pocket Guide '99”; McGraw-Hill, USA, 1998.

Wildi, R.H., Maier, Ch.; “Understanding Compounding” Hanser Publishers, Munich 1998.

Williams, O.A. “Pneumatic and hydraulic conveying of solids”.

Recursos WWW:

www.cibasc.com

www.gerenteweb.com

www.harcogroup.be

www.lanaveindustrial.com

www.masterbatches.com

www.powderandbulk.com

www.specialchem4polymers.com

Todos estos recursos web han sido consultados y revisados a Mayo de 2006.

14. VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO

La planta se dedicará a la transformación de materia prima plástica, en concreto a la fabricación de concentrados de aditivos en poliolefinas (en el ámbito industrial al que pertenece la actividad el producto final se conoce como “masterbatch”).

Resumidamente, se describe el proceso así: Se realiza una alimentación de las distintas materias primas a la extrusora, encargada de mezclar, fundir y dispersar los aditivos en la matriz plástica. Para conseguir la correcta formulación de los masterbatches, las distintas materias primas son alimentadas mediante dosificadores por pérdida de peso.

El material que sale de la extrusora es granulado, enfriado y homogeneizado antes de ser ensacado y palatizado, quedando éste entonces listo para su distribución.

La planta se ubicará en Barbate (Cádiz) en el Polígono Industrial el Olivar, sobre una parcela de 3367 m², la cual tiene registrada una edificabilidad del 50 %.

En relación sobre la viabilidad mediambiental del proyecto de “Creación de nueva empresa de base tecnológica para la transformación de materia prima plástica”, se comunica lo siguiente:

- 1.- El proyecto consiste en la fabricación de concentrados de aditivos en poliolefinas a partir de materia prima plástica.
- 2.- La actividad a realizar por la empresa no se encuentra encuadrada en ninguno de los anexos de la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental, por lo cual no deberá pasar ninguno de los trámites medioambientales contemplados en dicha ley.

- 3.- El proyecto propuesto podría ser ambientalmente viable siempre y cuando se dé cumplimiento a las medidas correctoras que se dispongan en la correspondiente licencia, autorización o concesión necesaria para la actuación proyectada.

- 4.- El informe de viabilidad ambiental no prejuzga el otorgamiento de la licencia, autorización o concesión necesaria para la actuación proyectada.

15.RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
001	SILOS.....	244.984,00 €
002	PREMEZCLA.....	87.943,00 €
003	TRANSPORTE NEUMÁTICO.....	144.655,00 €
004	LÍNEA DE EXTRUSIÓN.....	631.305,00 €
005	ENSACADO.....	94.520,00 €
006	OBRA CIVIL.....	445.627,75 €
007	INSTALACIONES AUXILIARES.....	45.000,00 €
008	CARRETILLAS ELEVADORAS.....	50.560,00 €
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.744.594,75 €
	4,00 % COSTES INDIRECTOS ...69.783,79 €	
		SUMA 69.783,79 €
		16 % IVA 279.135,16 €
		TOTAL PRESUPUESTO POR ADMON. 2.093.513,54 €
		TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 2.093.513,54 €

Asciende el presupuesto general a la citada cantidad de DOS MILLONES NOVENTA Y TRES MIL QUINIENTOS TRECE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO 1. BALANCES DE MATERIA Y CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

La capacidad de producción de la planta será de 10000 Ton/año, que se repartirán entre tres grupos de productos: 4000 Ton/año de “masterbatches” estabilizantes a la luz (LS1, LS2 y LS3), 2000 Ton/año de “masterbatch” “antifog” + infrarrojos (AFIR1) y 4000 Ton/año de “masterbatch” de blanco (WTIO2).

Las velocidades de producción máxima las marca la extrusora, que ofrecerá una velocidad de producción para “masterbatches” de alta carga en inorgánicos (WTIO2) y otra velocidad de producción más baja para “masterbatches” de carga orgánica.

Visto lo anterior se fijan tres ciclos al mes para la producción de todos los productos, considerando que se operará 330 días anuales. Estableciendo el mes de Agosto de parada, se trabajará 11 meses al año. Se dividirá el mes en tres ciclos, uno para cada tipo de productos: 14 días para fabricar los estabilizantes a la luz (LS1, LS2 y LS3), 8 días para fabricación del blanco (WTIO2) y 8 días para fabricar el “masterbatch” “antifog” + infrarrojos (AFIR1). De esta forma la extrusora, para cumplirse el requisito de producción, deberá trabajar como mínimo a las siguientes velocidades de producción:

- Fabricación de los “masterbatches” estabilizante a la luz: 1082 Kg/h
- Fabricación del “masterbatch” de blanco: 1894 Kg/h
- Fabricación del “masterbatch” AF + IR: 947 Kg/h

Cálculos:

14 (días/mes) · 24 (h/día) · 11 (meses/año) · 1082 (Kg/h) \approx 4·10⁶ Kg/año de LSs.

8 (días/mes) · 24 (h/día) · 11 (meses/año) · 1894 (Kg/h) \approx 4·10⁶ Kg/año de WTIO2.

14 (días/mes) · 24 (h/día) · 11 (meses/año) · 947 (Kg/h) \approx 2·10⁶ Kg/año de AFIR1.

TOTAL.....10·10⁶ Kg/año de productos.

Con estos datos y las formulaciones de cada producto se obtienen los consumos de cada materia prima, y sabiendo la capacidad del mezclador y que materias deben premezclarse se obtienen las cantidades a pesar en la tolva de pesado.

A continuación se mostrarán las tablas correspondientes a los cálculos de estas operaciones. Se exponen las formulaciones de los productos que se fabricaran que al multiplicarse por la producción a la hora resultan los consumos horarios de cada materia prima.

Materias primas	Formulaciones (fracciones unitarias)				
	LS1	LS2	LS3	WTIO2	AFIR1
LDPE1 (polvo)	0,630	0,630	0,630	-	-
LDPE1 (granza)	0,160	0,160	0,160	-	-
LDPE2	-	-	-	0,405	0,500
HALS1	0,130	-	-	-	-
HALS2	-	-	0,100	-	-
UVA1	0,070	-	-	-	-
UVA2	-	0,100	0,050	-	-
NiQ	-	0,100	0,050	-	-
AO1	0,010	-	-	-	-
AO2	-	0,010	0,010	-	-
AO3	-	-	-	0,005	0,005
AF1	-	-	-	-	0,195
IR1	-	-	-	-	0,300
DT1	-	-	-	0,580	-
EC1	-	-	-	0,010	-

Tabla 1. Formulaciones de los "masterbatches"

Materias primas	Consumos (Kg/h)				
	LS1	LS2	LS3	WTIO2	AFIR1
LDPE1 (polvo)	681,66	681,66	681,66	-	-
LDPE1 (granza)	173,12	173,12	173,12	-	-
LDPE2	-	-	-	767,07	473,50
HALS1	140,66	-	-	-	-
HALS2	-	-	108,20	-	-
UVA1	75,74	-	-	-	-
UVA2	-	108,20	54,10	-	-
NiQ	-	108,20	54,10	-	-
AO1	10,82	-	-	-	-
AO2	-	10,82	10,82	-	-
AO3	-	-	-	9,47	4,74
AF1	-	-	-	-	184,67
IR1	-	-	-	-	284,10
DT1	-	-	-	1098,52	-
EC1	-	-	-	18,94	-

Tabla 2. Consumos de materia prima para cada producto.

Obtenidos los consumos por hora de materia prima en cada ciclo de producción, se identifican las materias que pasarán por la premezcla antes de ser dosificadas a la extrusora y cuales pasarán directamente a ser dosificadas a la extrusora.

Para el ciclo de fabricación del producto LS1 pasarán por premezcla:

- LDPE1 (polvo)
- HALS1
- UVA1
- AO1

En el ciclo de fabricación del producto LS2 pasarán por premezcla:

- LDPE1 (polvo)
- UVA2

- NiQ
- AO2

Para el ciclo de fabricación del producto LS3 pasarán por premezcla:

- LDPE1 (polvo)
- HALS2
- UVA2
- NiQ
- AO2

En el ciclo de fabricación del producto WTIO2 pasarán por premezcla:

- AO3
- EC1

Para el ciclo de fabricación del producto AFIR1 pasarán por premezcla:

- AO3
- AF1

Suponiendo lotes de premezcla de 140 Kg. (mezclador de 250 L útiles y considerando una densidad aparente de 560 Kg/m³), y conociendo las cantidades totales por hora que deben pasar de estas materias por la premezcla se conocen los ciclos de mezclado que deben hacerse a la hora para satisfacer la demanda establecida. Así:

- En la fabricación del producto LS1 deben pasar por premezcla 908,88 Kg/h. Esto hace precisos 7 ciclos de mezclado a la hora.
- En la fabricación del producto LS2 deben pasar por premezcla 908,88 Kg/h. Esto hace precisos 7 ciclos de mezclado a la hora.
- En la fabricación del producto LS3 deben pasar por premezcla 908,88 Kg/h. Esto hace precisos 7 ciclos de mezclado a la hora.
- En la fabricación del producto WTIO2 deben pasar por premezcla 28,41 Kg/h. Esto hace precisos 1 ciclos de mezclado a la hora, pero esta cantidad, al ser tan

pequeña, no es apropiada para llevar a cabo bien la operación de mezclado sin que se produzca segregación entre los componentes, por lo que se decide realizar un lote de mezcla mayor que dote a esta línea de mayor autonomía, y que se almacenará en la tolva pulmón número 2. El lote será de 113 Kg de premezcla, que dará autonomía a la línea para 4 horas por lo cuál se realizará un ciclo de mezclado de 113 Kg. de carga cada 4 horas.

- En la fabricación del producto AFIR1 deben pasar por premezcla 189,4 Kg/h. Esto hace precisos 2 ciclos de mezclado a la hora, cada uno de 95 Kg de carga.

La tabla que justifica estas cifras se muestra a continuación:

Materias primas	Premezcla						Premezcla				
	LS1	LS2	LS3	WTIO2	AFIR		LS1	LS2	LS3	WTIO2	AFIR1
LDPE1 (polvo)	x	x	x				681,660	681,660	681,660	-	-
LDPE1 (granza)							-	-	-	-	-
LDPE2							-	-	-	-	-
HALS1	x						140,660	-	-	-	-
HALS2			x				-	-	108,200	-	-
UVA1	x						75,740	-	-	-	-
UVA2		x	x				-	108,200	54,100	-	-
NiQ		x	x				-	108,200	54,100	-	-
A01	x						10,820	-	-	-	-
A02		x	x				-	10,820	10,820	-	-
A03				x	x		-	-	-	9,470	4,735
AF1					x		-	-	-	-	184,665
IR1							-	-	-	-	-
DT1							-	-	-	-	-
EC1				x			-	-	-	18,940	-
						Total (Kg/h)	908,880	908,880	908,880	28,410	189,400
						Ciclos mezcla/h	7	7	7	1	2
						Kg al mezclador	129,840	129,840	129,840	28,410	94,700

Tabla 3. Materias primas a premezcla. Cantidades y ciclos.

Teniendo el número de ciclos de mezclas que deben hacerse a la hora y los kilogramos de mezcla en cada ciclo, empleando las formulaciones de los productos se obtiene las cantidades a pesar en la tolva de pesado antes de añadir cada materia al mezclador.

El procedimiento que se seguirá en la tolva de pesado es el pesaje de cada materia y su vertido al mezclador. Así comienza pesando una materia prima y cuando se llega a la cantidad estipulada se cierra la corriente de esa materia y la cantidad pesada se vierte al mezclador, pasando a seleccionar la corriente de otra materia que sigue el mismo procedimiento.

Se muestran a continuación las cantidades que se pesarán en cada ciclo de mezclado:

Materias primas	Cantidades a pesar en cada ciclo (Kg)				
	LS1	LS2	LS3	WTIO2	AFIR
LDPE1 (polvo)	97,380	97,380	97,380	0,000	0,000
LDPE1 (granza)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LDPE2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
HALS1	20,094	0,000	0,000	0,000	0,000
HALS2	0,000	0,000	15,457	0,000	0,000
UVA1	10,820	0,000	0,000	0,000	0,000
UVA2	0,000	15,457	7,729	0,000	0,000
NiQ	0,000	15,457	7,729	0,000	0,000
AO1	1,546	0,000	0,000	0,000	0,000
AO2	0,000	1,546	1,546	0,000	0,000
AO3	0,000	0,000	0,000	35,667	2,368
AF1	0,000	0,000	0,000	0,000	92,333
IR1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DT1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EC1	0,000	0,000	0,000	75,334	0,000
TOTAL	129,840	129,840	129,840	113,00	94,700

Tabla 4. Cantidades a pesar en la tolva de pesaje. (Kg/h)

Debido a que el caso más exigente de premezcla es durante el ciclo de fabricación de los LSs, cuando deberán pasar por premezcla en cada ciclo 129,840 Kg, estimando una densidad

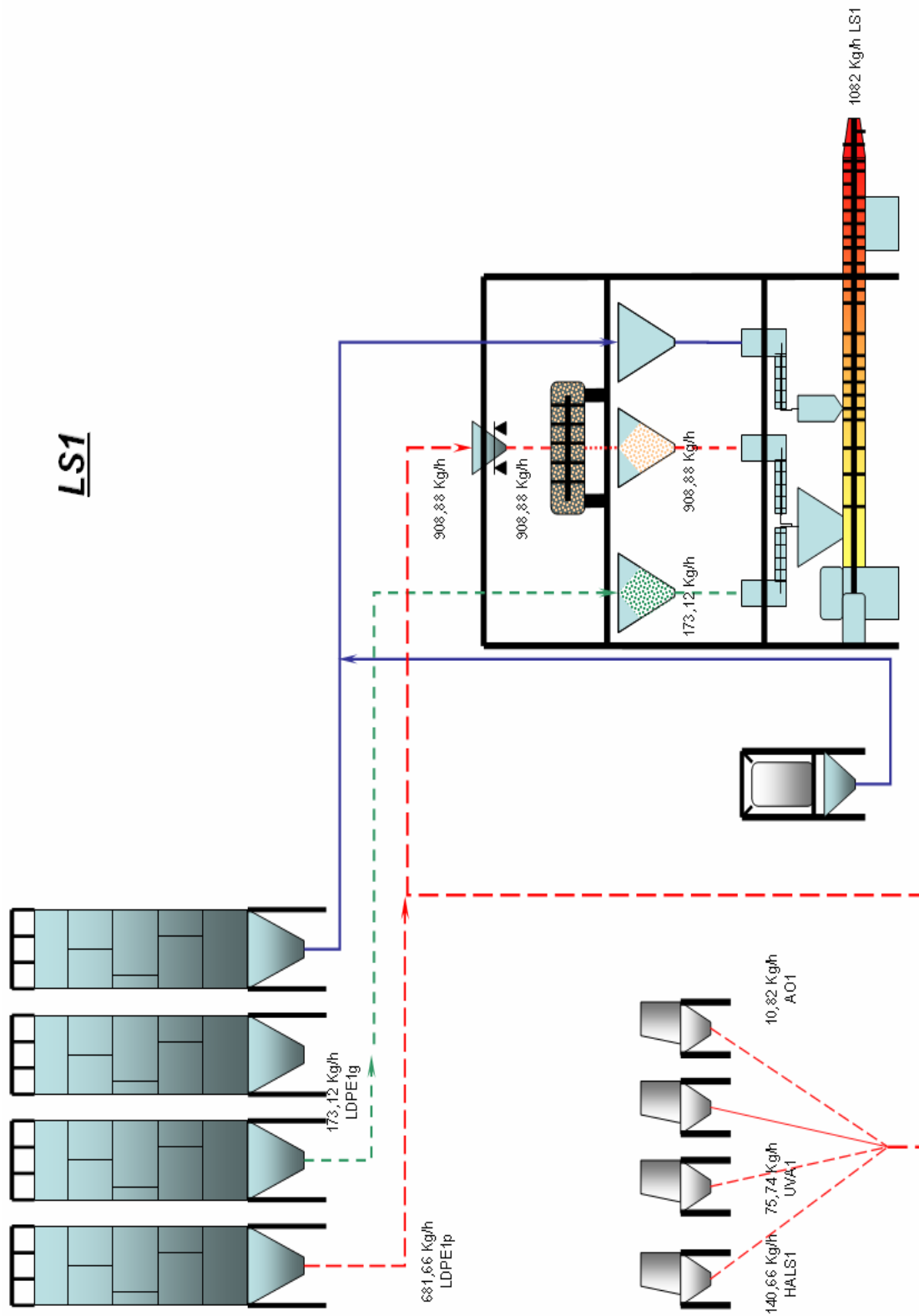
aparente para esta premezcla de 560 Kg/m^3 , se deberá instalar un mezclador de no menos de 232 L. de capacidad útil. Se elige un mezclador horizontal tipo artesa con espirales mezcladoras de 250 L de capacidad útil.

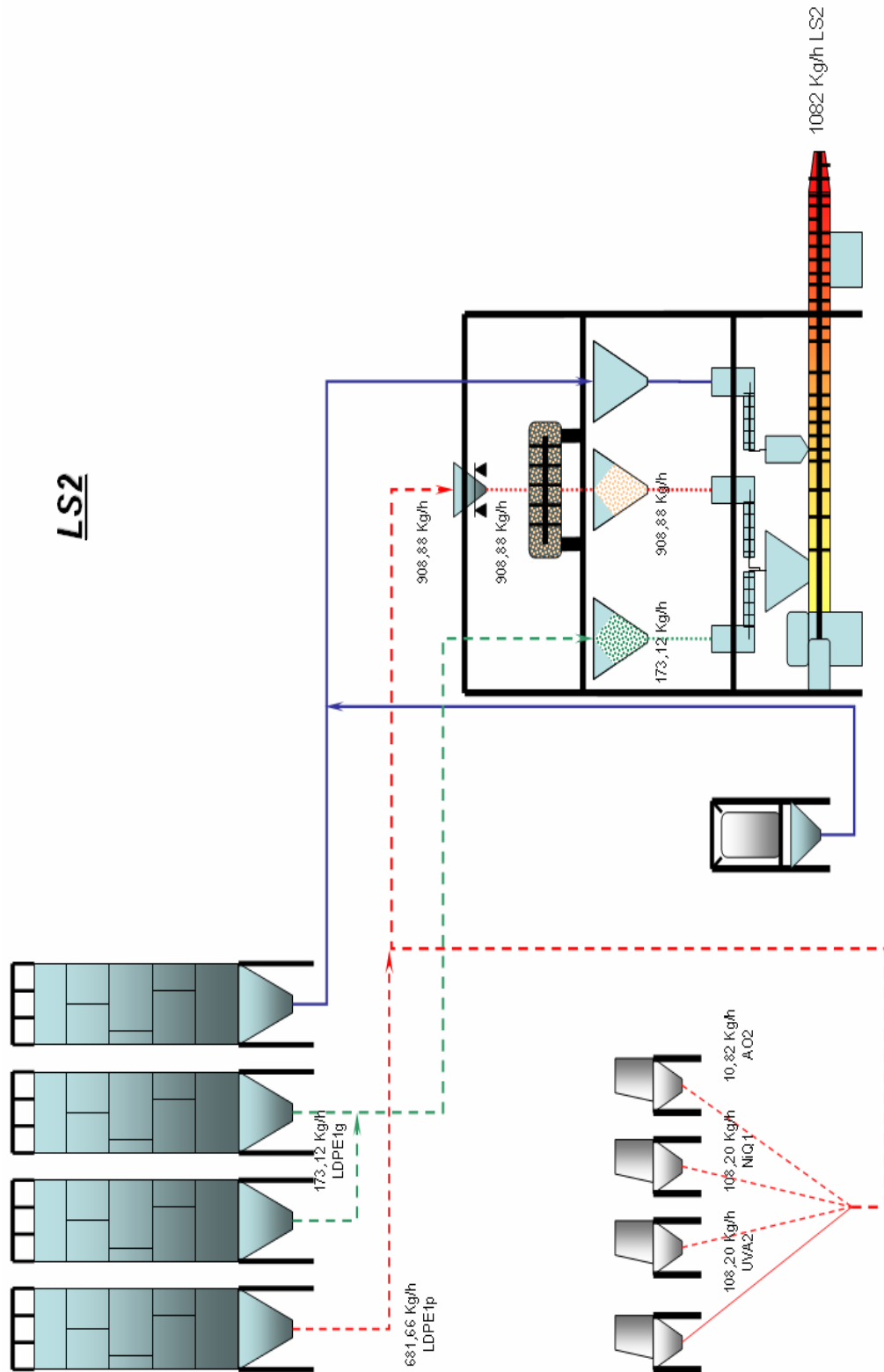
Tanto la premezcla como las materias primas que no pasan por ella se transportan a unas tolvas pulmón que alimentarán a los dosificadores gravimétricos.

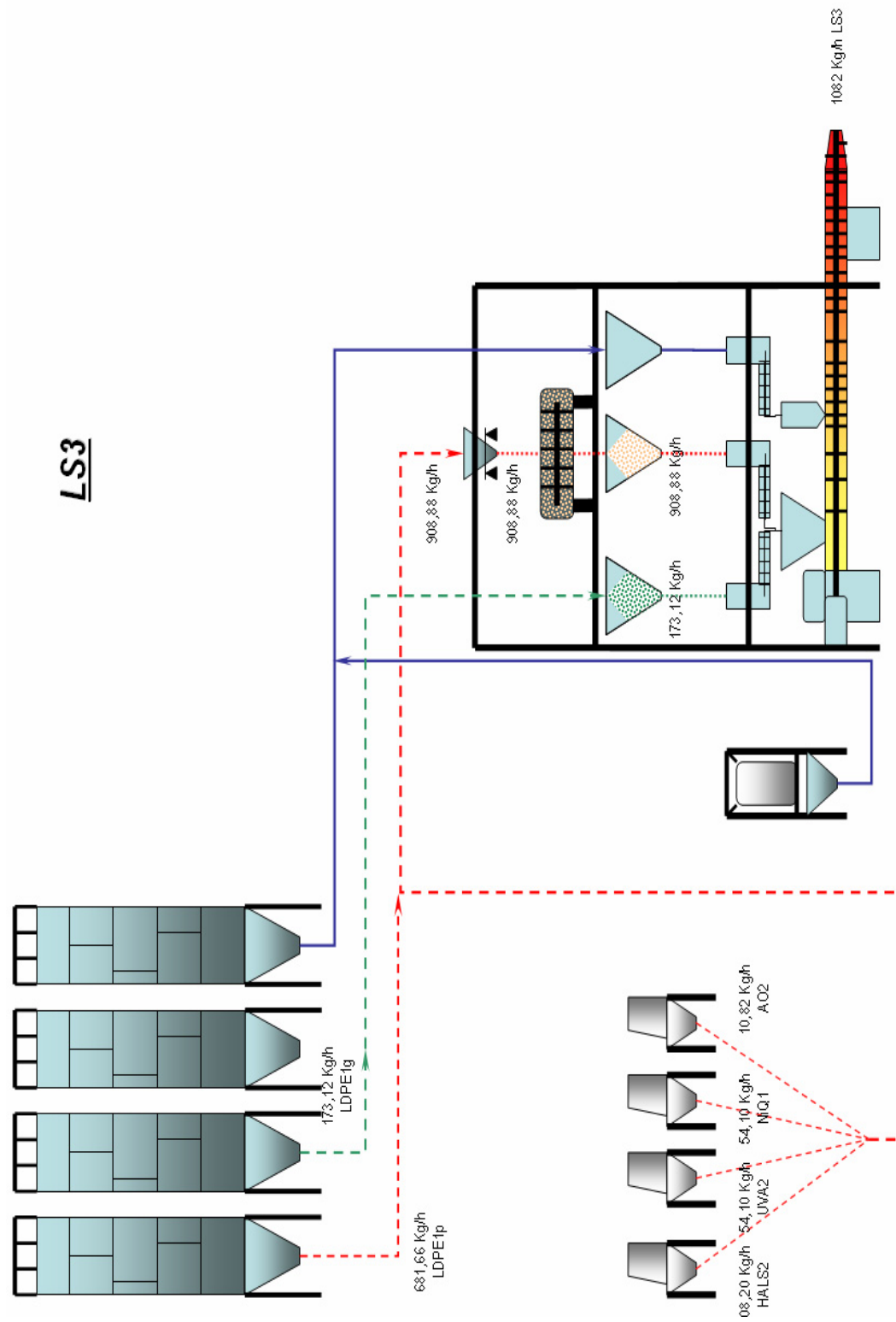
El transporte de las premezclas a las tolvas pulmón se hace por gravedad, mientras que el transporte del resto de las materias hacia estas tolvas se hará por transporte neumático en fase diluida.

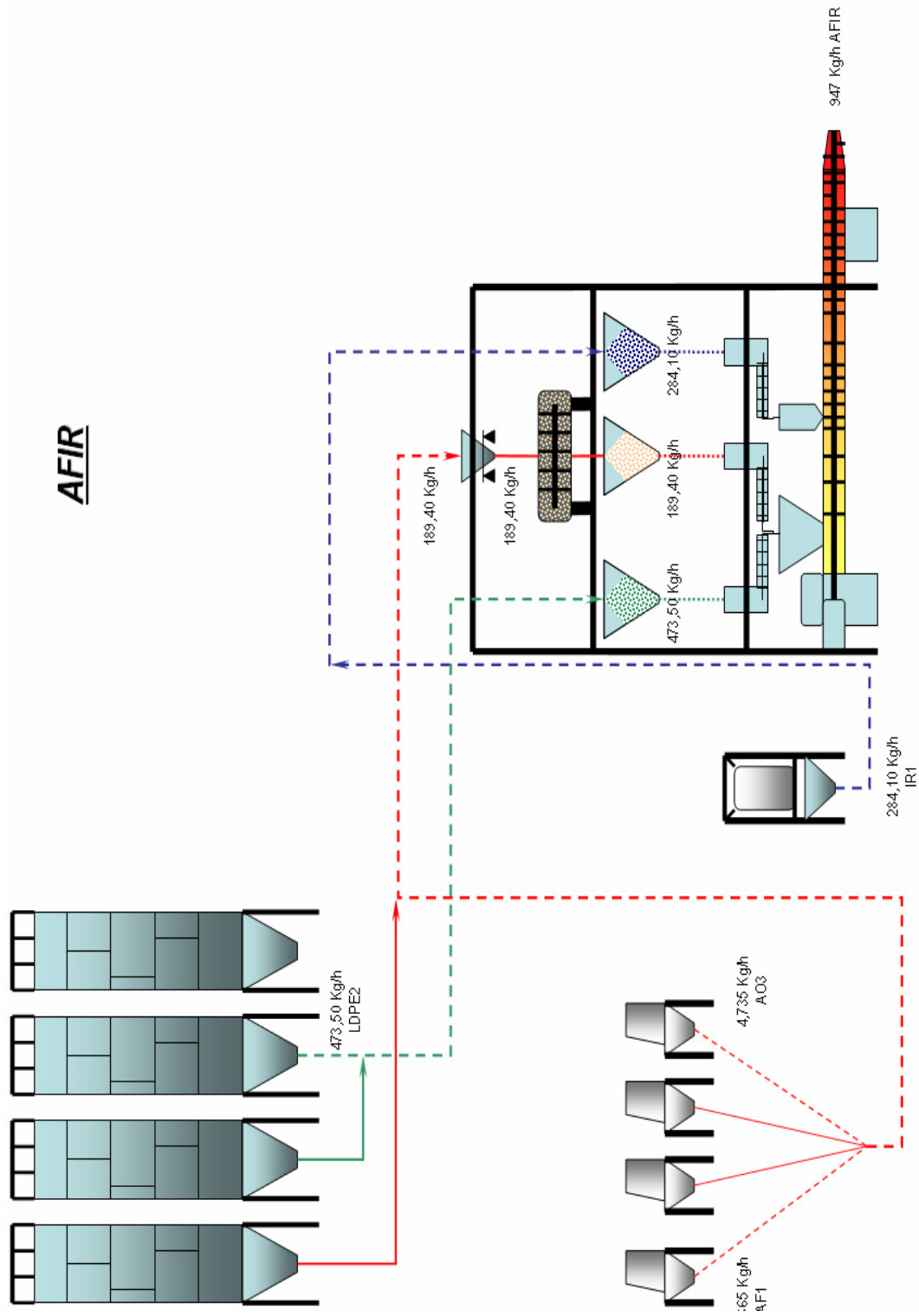
Estas tolvas pulmón deben ser capaces de alimentar a los dosificadores gravimétricos sin producir interrupciones, ya que a partir de este nivel comienza el sector del proceso que opera en continuo. El dimensionamiento de estas tolvas pulmón se hace en base a que el dosificador consta de una tolva de 200 L. que se llena cada vez que el nivel de material en ésta llega a un nivel mínimo. Por lo que para tener un nivel de seguridad frente a la carencia de material para alimentar a los dosificadores y así prevenir la interrupción del proceso, se requiere la instalación de 3 tolvas pulmón de 400 L. útiles; una para cada dosificador será suficiente.

A continuación se presentan los diagramas de flujo de las materias en cada ciclo de fabricación de cada producto. Aparecen indicadas en ellos las cantidades de las diferente materias primas.



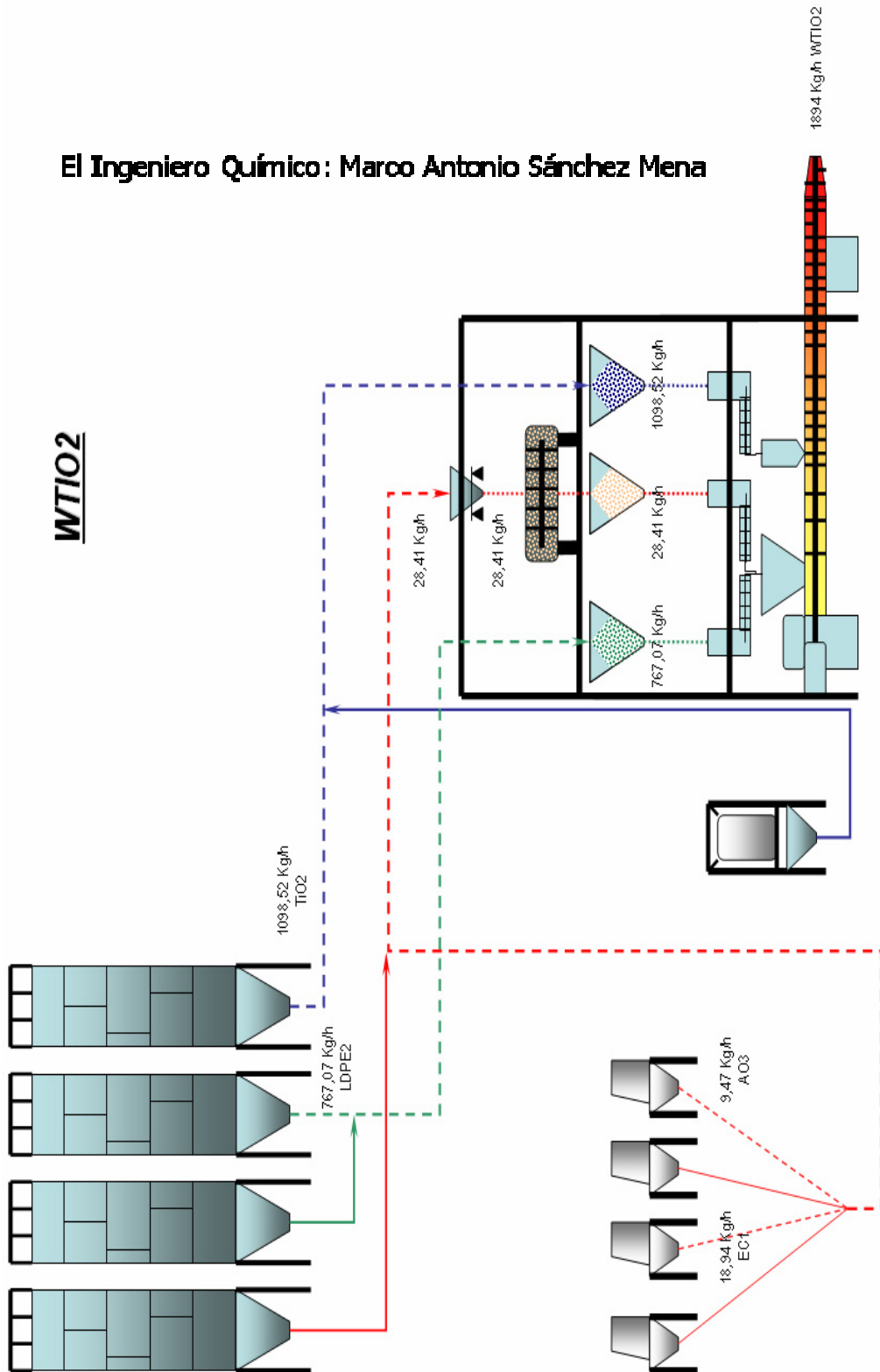






Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena



ANEXO 2. CÁLCULOS ORIENTATIVOS PARA LA SELECCIÓN DE LA EXTRUSORA

Se parte de las producciones que se quieren conseguir que serán de:

- 1082 Kg/h de LSs (orgánico).
- 1894 Kg/h de WTIO2 (alta carga inorgánica).
- 947 Kg/h de AFIR1 (baja carga inorgánica).

Estos valores de producciones deben combinarse con las premisas de calculo que aparecen en la referencia bibliográfica *"Ramos de Valle, L.F., Extrusión de plásticos. Principios básicos, pág. 144-153, Editorial Limusa, S.A., México, D.F., 1993"*.

Se exponen a continuación:

A2.1 GEOMETRÍA.

En el caso de extrusores monohusillo, es común utilizar el diámetro del husillo para clasificarlos. Sin embargo, en el caso de extrusores de doble husillo no es un factor importante (suficiente) para caracterizar el extrusor.

El parámetro más importante es el intereje, o sea, la distancia de centro a centro de los husillos. (Fig. 1).

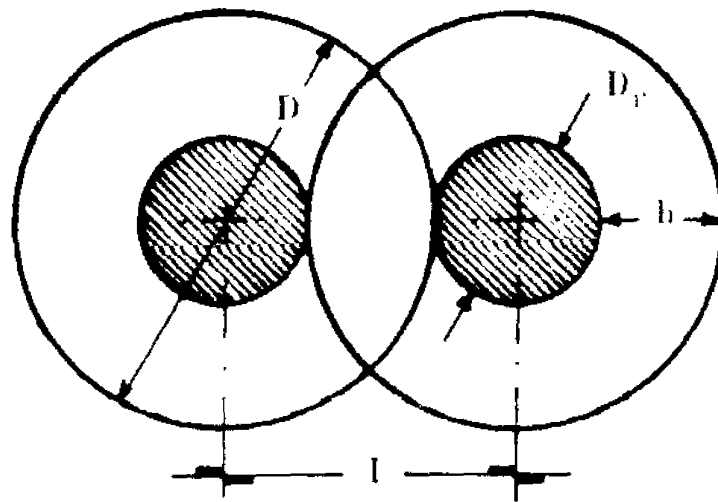


Figura 1

Donde:

D: diámetro externo del husillo.

Di: diámetro de la raíz del husillo.

I: intereje o distancia centro a centro de los husillos.

H: profundidad del canal de los husillos.

Una relación básica en un extrusor de doble husillo es:

$$I = \frac{D}{2} + \frac{D_i}{2} \quad (1.1)$$

$$2 \cdot I = D + D_i$$

De la ecuación anterior se deduce:

$$h = \frac{D}{2} - \frac{D_i}{2} = D - I \quad (1.2)$$

donde h representa la profundidad del canal del husillo.

El conocimiento del interje I da buena idea de las dimensiones características básicas de un extrusor doble husillo. Pero la sola distancia del interje no es suficiente.

Otro parámetro importante es el ángulo θ de las hélices del husillo. Éste es el ángulo que forma la hélice del husillo con el plano perpendicular al eje del husillo. Este ángulo θ determina la longitud de campo, esto es, la distancia (medida en dirección paralela al eje del husillo), entre el principio de una cresta y el principio de la siguiente cresta de la hélice del husillo.

Los husillos de los extrusores doble husillo tienen una longitud de campo P de alrededor $\frac{1}{2}$ del diámetro del husillo. Así, el ángulo θ es de alrededor de 10° para la mayoría de los extrusores doble husillo.

En extrusores doble husillo contrarrotatorios, el material es transportado hacia delante en cámaras cerradas en forma de "C". El volumen de estas cámaras de material en forma de "C" se calcula de la siguiente manera (Fig. 2):

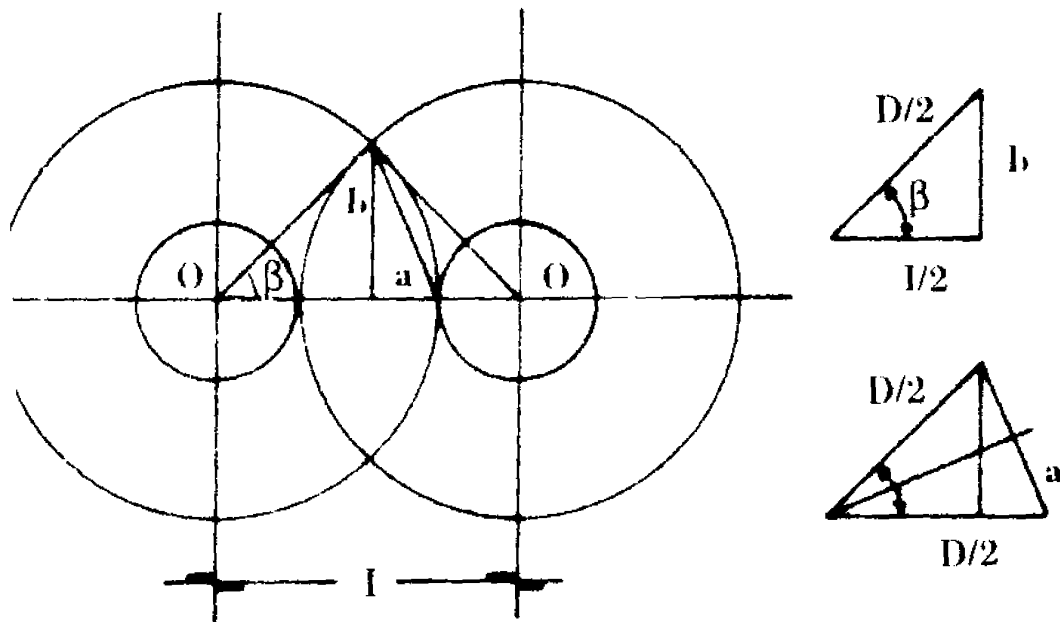


Figura 2

En la figura el ángulo de engranaje β está dado por:

$$\cos \beta = \frac{I/2}{D/2} = \frac{I}{D} \quad (1.3)$$

Además, la longitud de una cámara en forma de “C” está dada por:

$$C = \pi \cdot D - 2 \cdot a \quad (1.4)$$

La distancia a se calcula a partir del segundo triángulo de la figura 2 (que es un triángulo isósceles). De aquí se obtiene:

$$\text{sen}\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{a/2}{D/2} = \frac{a}{D} \quad (1.5)$$

o alternativamente

$$\text{sen}^2\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{a^2}{D^2} \quad (1.6)$$

De algunas igualdades trigonométricas se tiene que:

$$\text{sen}^2\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{1}{2} \cdot (1 - \cos \beta) \quad (1.7)$$

Por lo tanto:

$$\frac{a^2}{D^2} = \frac{1}{2} \cdot (1 - \cos \beta) \quad (1.8)$$

$$a = \sqrt{\frac{D^2}{2} \cdot (1 - \cos \beta)} \quad (1.9)$$

y considerando que $\cos \beta = I/D$ y $h = D - I$, se obtiene:

$$a = \sqrt{\frac{D \cdot h}{2}}; \Rightarrow 2 \cdot a = \sqrt{2 \cdot D \cdot h} \quad (1.10)$$

Combinando ahora las ecuaciones (1.4) y (1.10) se obtiene:

$$C = \pi \cdot D - \sqrt{2 \cdot D \cdot h} \quad (1.11)$$

La figura 3 representa esquemáticamente lo que pudiera considerarse como el volumen de una cámara en forma de “C”.

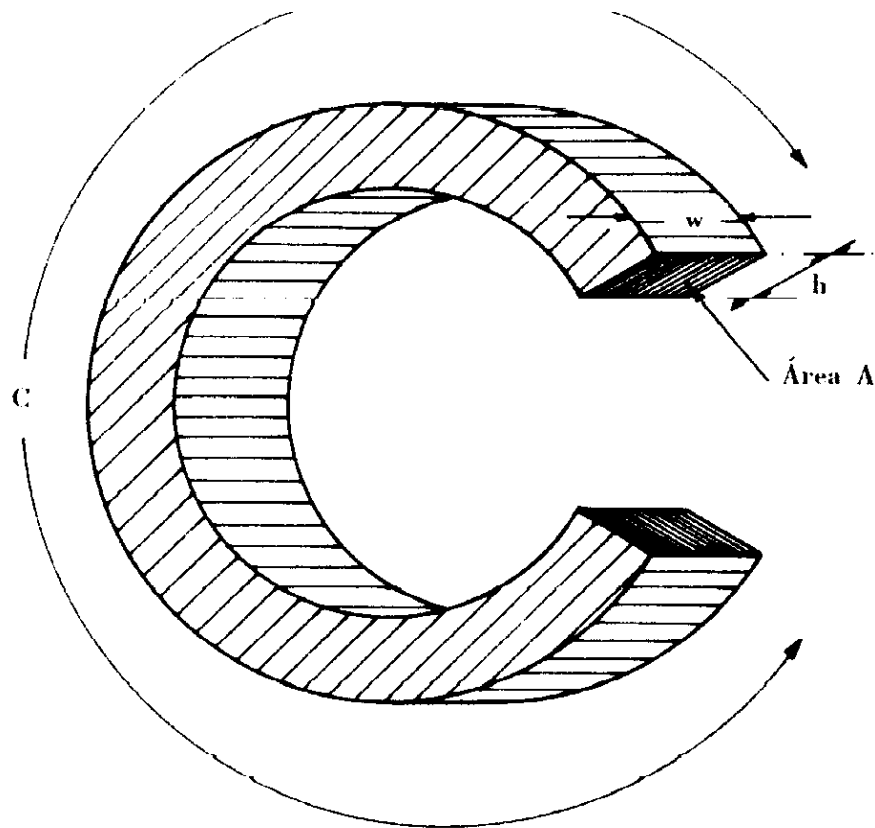


Figura 3

El área A será resultado de multiplicar el ancho del canal w por la profundidad del canal h. En este caso, para que los husillos sean conjugados el canal debe tener el mismo tamaño y la misma forma que la hélice. La figura 4 muestra una representación geométrica de un husillo (desenrollado) en un plano de dos dimensiones.

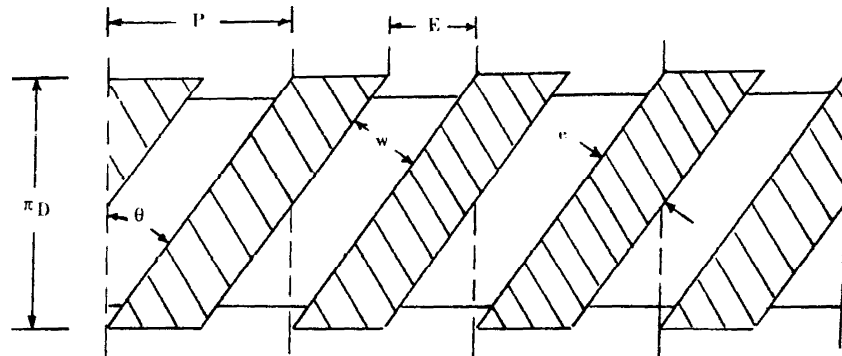


Figura 4

De la figura 4 se tiene que:

$$\tan \theta = \frac{P}{\pi \cdot D} \quad (1.12)$$

y por otro lado, cuando los husillos son conjugados, es decir cuando $w=e$, se tiene:

$$\cos \theta = \frac{(w+e)}{P} = \frac{2 \cdot w}{P} \quad (1.13)$$

Combinando ahora (1.12) y (1.13), y reordenando, se tiene:

$$w = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D \cdot \sin \theta \quad (1.14)$$

Así, el volumen de una cámara en forma de "C" se obtiene al multiplicar $w \cdot h \cdot C$, es decir:

$$V = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D \cdot h \cdot \sin \theta \cdot (\pi \cdot D - \sqrt{2 \cdot D \cdot h}) \quad (1.15)$$

En extrusores doble husillo corrotatorios el material es transportado hacia delante en cámaras que semejan un número ocho acostado (∞). La longitud o perímetro de esta cámara, que

no es más que dos cámaras en forma de “C” unidas frente a frente, es dos veces la longitud de una cámara en forma de “C”, es decir:

$$L = 2 \cdot (\pi \cdot D - \sqrt{2 \cdot D \cdot h}) \quad (1.16)$$

Igualmente, el volumen de la cámara en forma de ocho acostado se obtiene al multiplicar $w \cdot h \cdot L$.

Otro parámetro importante es el espesor de la hélice “e”.

A2.2 FLUJO DE SALIDA.

En el caso de husillos contrarrotatorios conjugados el material se mantiene encerrado en cámaras en forma de “C”, y a medida que giran los husillos el material es bombeado hacia delante.

Así, el máximo flujo posible en este tipo de extrusores será igual al producto de dos veces el volumen de una cámara en forma de “C” (ec. 1.15) multiplicado por el número de canales diferentes de cada husillo y por el número de revoluciones por unidad de tiempo del husillo.

Por ejemplo, para husillos de un solo canal:

$$Q = \pi \cdot D \cdot h \cdot \sin \theta \cdot (\pi \cdot D - \sqrt{2 \cdot D \cdot h}) \cdot N \quad (2.1)$$

Sin embargo, el flujo real será menor que el flujo calculado por esta ecuación, pues siempre existirá un flujo de pérdida a través de los claros entre la hélice y el barril, similar al que ocurre en extrusores monohusillo.

Experimentalmente se ha encontrado que la eficiencia de flujo en extrusores contrarrotatorios conjugados varía del 65 al 70% del flujo calculado Q. El flujo Q aumenta al aumentar N; sin embargo, también aumenta el flujo de pérdidas. Así, el aumento del flujo real es bastante reducido.

En el caso de husillos corrotatorios conjugados, se hará uso del concepto de “husillo equivalente”. Éste es un husillo cuyo perímetro o circunferencia es de una longitud igual a la figura en forma de ocho acostado (dos “C”) que forman las cámaras de flujo de los husillos corrotatorios.

Este perímetro es igual a: $2 \cdot (\pi \cdot D - \sqrt{2 \cdot D \cdot h})$, y es también igual a $\pi \cdot D_e$, donde D_e es el diámetro del husillo equivalente. Así igualando estos dos términos se obtiene:

$$D_e = \frac{2}{\pi} \cdot (\pi \cdot D - \sqrt{2 \cdot D \cdot h}) \quad (2.2)$$

Si los husillos corrotatorios giran a N rpm, el husillo equivalente tendrá que girar a N_e rpm para alcanzar la misma velocidad circunferencial, es decir $\pi \cdot D \cdot N$, tendrá que ser igual a $\pi \cdot D_e \cdot N_e$; así:

$$N_e = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{2 \cdot (\pi \cdot D - \sqrt{2 \cdot D \cdot h})} \quad (2.3)$$

El máximo flujo posible en este tipo de extrusores es igual al producto del área de paso del canal de los husillos (ecuación 1.14 multiplicada por h), multiplicada por el perímetro o longitud del canal en forma de ocho acostado (ecuación 1.16 dividida entre $\cos\theta$) y multiplicada finalmente por el número de revoluciones del husillo equivalente (N_e), es decir:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \pi^2 \cdot D^2 \cdot h \cdot \tan\theta \cdot N \quad (2.4)$$

En husillos corrotatorios existe también un flujo de pérdida. Experimentalmente se ha encontrado que la eficiencia de flujo en extrusores corrotatorios conjugados varía del 85 al 90%.

A2.3 CÁLCULO DE LA GEOMETRÍA DEL HUSILLO.

En el caso de la extrusora que se montará en la planta, extrusora de dobles husillos conjugados corrotantes, donde se quieren obtener los flujos de material expresados al inicio de este anexo, se tomarán los siguientes datos de partida:

- $Q = \frac{2000 \text{ Kg/h}}{925 \text{ Kg/m}^3} = 2,16 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\theta = 7^\circ$
- $h = 2,3 \text{ cm.}$
- $N = 600 \text{ rpm}$

Se trata de hallar el diámetro de husillo preciso para poder conseguir esas producciones. Por ello, todas las dimensiones vendrán expresadas en función del diámetro (el intereje, la altura de las hélices del husillo).

$$\text{Según (1.1)} \quad I = \frac{D}{2} + \frac{D_i}{2} \quad \text{y según (1.2)} \quad h = \frac{D}{2} - \frac{D_i}{2} = D - I; \text{ como se quiere hallar } D, \text{ todas}$$

$$2 \cdot I = D + D_i$$

las demás dimensiones deben expresarse en torno a D. Así:

$$D_i = D - 2 \cdot h; \quad I = D - h$$

$$\text{Y según (2.4)} \quad Q = \frac{1}{2} \cdot \pi^2 \cdot D^2 \cdot h \cdot \tan \theta \cdot N$$

$$\text{Entonces: } D = \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{\pi^2 \cdot h \cdot \tan \theta \cdot N}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,16 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi^2 \cdot 0,023 \text{ m} \cdot \tan(7^\circ) \cdot 36000 \text{ rph}}} = 0,066 \text{ m (6,6 cm)}$$

Considerando que se podría dar una eficiencia del 85 %, se aplica este factor sobre este valor obtenido, resultando un diámetro mínimo de 7,77 cm. Este valor obtenido se contrasta con los datos suministrados por fabricantes de extrusores de husillos gemelos corrotantes y se tiene que comercialmente el diámetro de husillo que se ajusta a las exigencias de producción del

proyecto es un diámetro de 9,2 cm (20% superior al calculado), que ha sido el finalmente elegido para instalar en la planta objeto del proyecto.

Se exponen a continuación datos suministrados por fabricantes:



MARIS COMPOUNDING TECHNOLOGY

PIGMENT & ADDITIVES MASTERBATCHES



ORGANIC PIGMENTS

EXTRUDER TYPE		30	40	50	58	70	80	92	112	133	150	177
MW	Min.	15	50		150	250		600	900			
	(kg/h) Max	20	60		200	350		800	1200			
HT	Min.	25	80	150	250	350	500	800	1500			
	(kg/h) Max	35	100	200	300	400	600	1000	1800			

INORGANIC PIGMENTS

EXTRUDER TYPE		30	40	50	58	70	80	92	112	133	150	177
MW	Min.	30	100		250	400		1000	1500			
	(kg/h) Max	40	120		300	500		1200	2000			
HT	Min.	60	200	400	600	900	1400	2000	3000			
	(kg/h) Max	80	250	500	800	1100	1600	2500	3500			

WHITE TiO₂

EXTRUDER TYPE		30	40	50	58	70	80	92	112	133	150	177
MW	Min.	50	150		500	800		2000	3000			
	(kg/h) Max	60	200		600	1000		2500	3500			
HT	Min.	100	300	600	900	1600	2500	3500	5000			
	(kg/h) Max	120	400	700	1200	2000	3000	4000	6000			

CARBON BLACK

EXTRUDER TYPE		30	40	50	58	70	80	92	112	133	150	177
MW	Min.	15	50		150	250		600	1000			
	(kg/h) Max	20	60		200	300		800	1500			
HT	Min.	35	100	250	400	600	800	1200	2000			
	(kg/h) Max	50	150	300	500	800	1200	1500	2500			

Note: The indicated outputs can be subject to variations depending on formulations and materials features.

Ilustración 1. Fuente Maris Corp.

HIGH-TORQUE TWIN-SCREW EXTRUDERS - "MCM-HT" SERIES - 600 rpm							
OUTPUT: kg/h		MCM 40	MCM 50	MCM 60	MCM 70	MCM 90	
Masterbatch with organic pigments (up to 50%) or with additives							
* PE - PP - PS - ABS - PA - PET - PBT - PC		50 - 110	100 - 220	170 - 400	300 - 600	650 - 1300	
Masterbatch with inorganic pigments (up to 80%)							
* PE - PP - PS - PA - PET - PBT - PC		160 - 360	300 - 700	550 - 1250	900 - 2000	2000 - 4400	

Ilustración 2. Fuente Icmá San Giorgio Co.

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXO 3. CÁLCULOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO

La capacidad de un sistema de transporte neumático depende de (1) la densidad aparente del producto (y tamaño y forma), (2) contenido de energía del aire sobre el sistema, (3) diámetro de la línea de transporte, y (4) longitud equivalente de la línea de transporte.

La capacidad mínima se consigue cuando la energía del aire de transporte es la suficiente para mover al producto a través de la línea sin atascos. Para prevenir los atascos, es preciso proveer de un exceso de energía al aire. Por esta razón es preciso aplicar un factor de seguridad.

Los sistemas de vacío tienen como ventaja principal el que no se precisa de alimentadores rotatorios entre los recipientes de almacenaje y el sistema. El material permanece suspendido en la corriente de aire hasta que alcanza el receptor. Estos sistemas se emplean para caudales máxicos no superiores a 6800 Kg/h. La longitud equivalente del sistema es menor de 305 m. Sistemas de especial interés son los que se emplean para flujos por debajo de 7,6 kg/min, usados para transferir materiales cortas distancias desde silos y tolvas de almacenaje hasta las unidades de proceso. Este tipo de sistemas son ampliamente empleados en la industria del procesado de plásticos y otras operaciones donde la variedad de condiciones requiere flexibilidad.

El cálculo de los sistemas de transporte neumático se realiza a partir de una serie de nomogramas que aparecen en:

Kimbel, Kirk W., "Troublefree Pneumatic Conveying", *Chemical Engineering Magazine*, April 1998, página 78

Perry, Robert H., et al., *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 6th Ed., 1984, McGraw-Hill, New York, p. 7-20

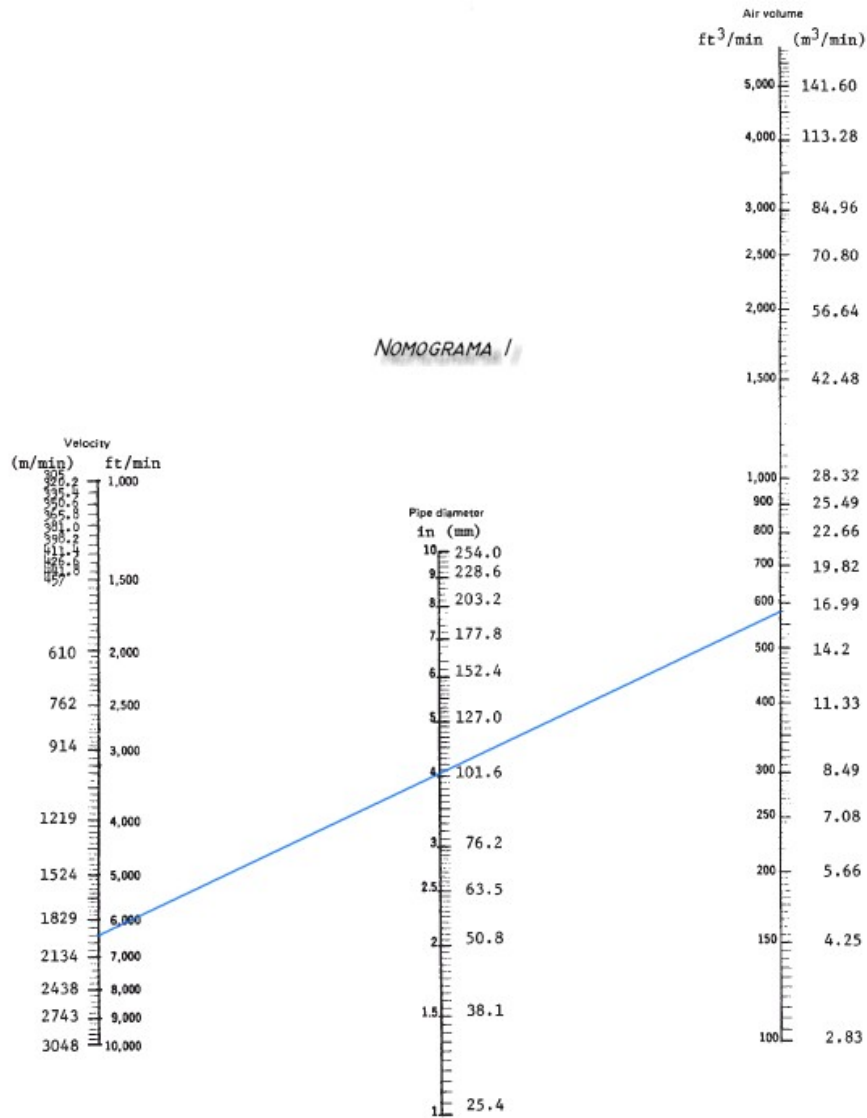
A continuación se expone el cálculo de la línea de transporte neumático en fase diluida:

Debido a que se empleará un solo generador de vacío para los tres puntos de descarga del sistema (tolva de GF1, premezclas y tolva de GF3), se efectúa el cálculo de la potencia de éste y las condiciones del sistema de transporte tomando el caso más desfavorable, que es la descarga de DT1 a la tolva de GF3 cuyas especificaciones iniciales son las siguientes:

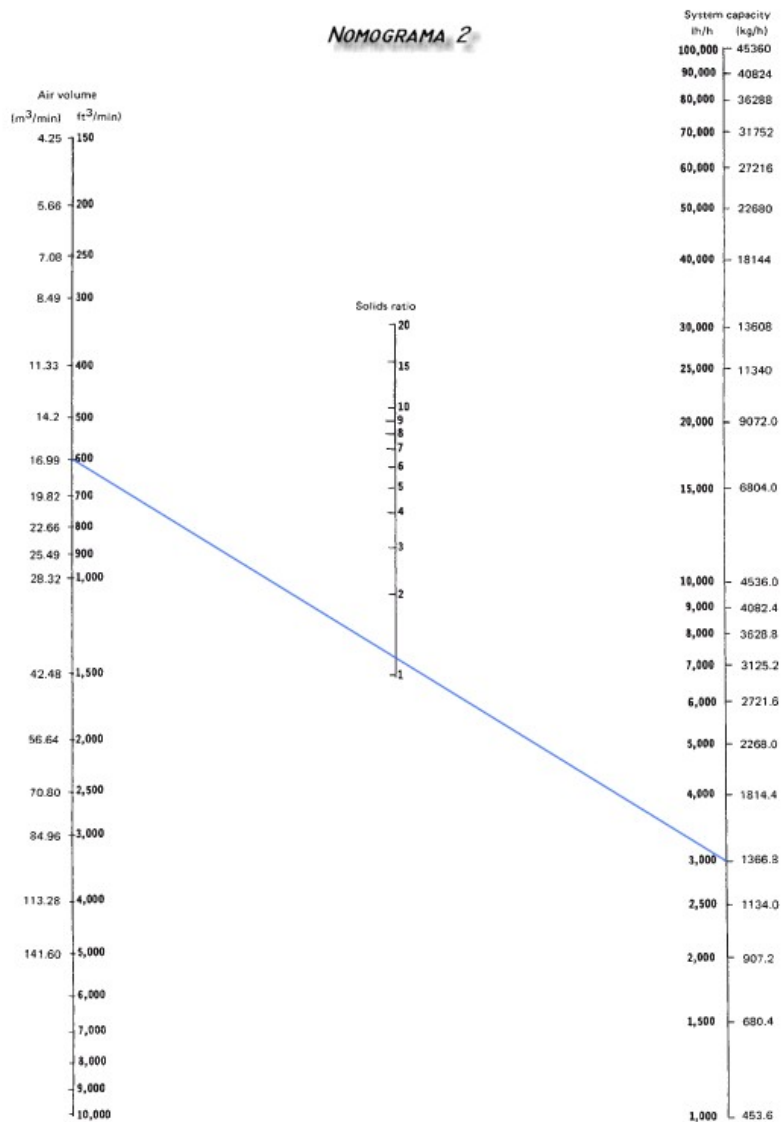
- Capacidad máxima: 1252 Kg/h.
- Longitud de la línea: 28 m.
- Accesorios: 5 codos (90°).
- Longitud equivalente de la línea: 28 m. + 5·7,6 m = 66 m. (216,54 ft.)
- Densidad aparente: 770 Kg/m³

Para el transporte de sólidos con esta densidad aparente se tiene, según *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, interpolando, que se precisa una velocidad inicial del aire de 1944 m/min.

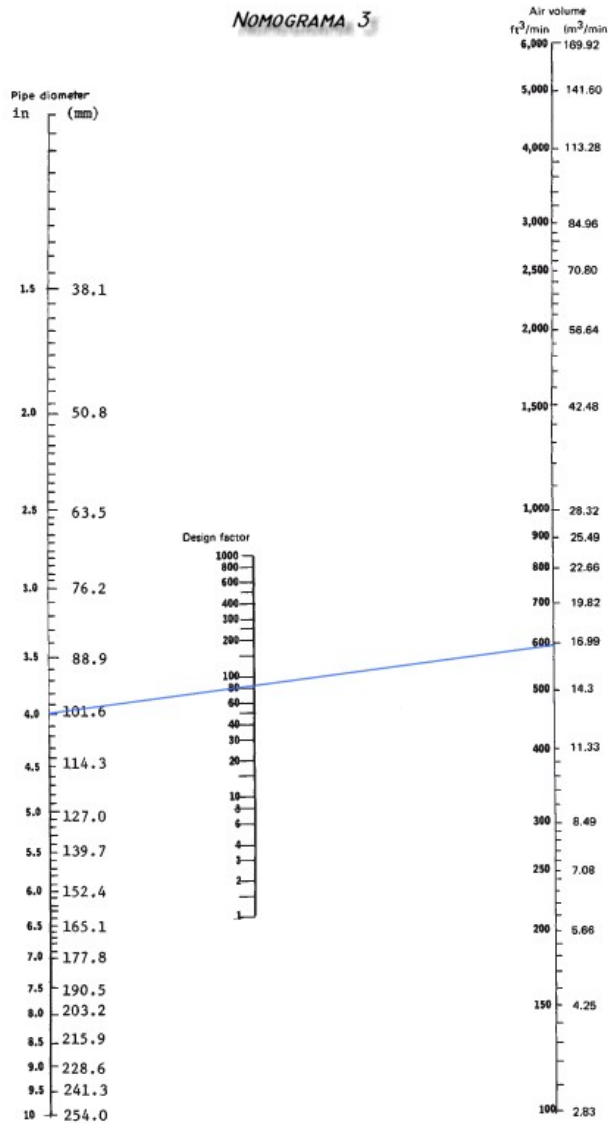
Con este dato y los anteriores, se comienza el proceso iterativo de cálculo empleando los nomogramas que se incluyen en *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, consistiendo el primer cálculo en la selección de un diámetro de conducción y obteniendo el caudal de aire preciso para el transporte.



Se obtiene así un diámetro de tubería de 4 pulgadas (101,60 mm.), y que se tienen que emplear para el transporte 600 ft³/min (16,8 m³/min). Obtenidos estos datos, se pasa al nomograma 2, donde se obtiene la fracción de sólidos, conociendo la capacidad del sistema que se desea y el caudal de aire obtenido del nomograma 1.

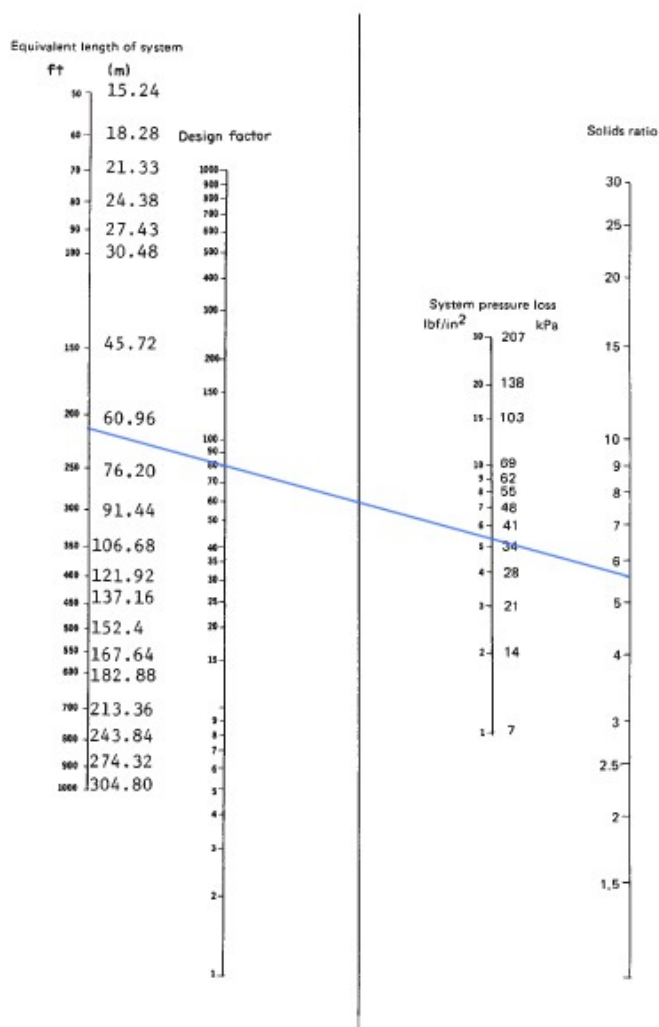


Una fracción de 1,2 es obtenida así, empleando una capacidad de 3000 lb/h (1360 Kg/h), algo superior a la máxima que se precisa. Conseguido esto, se pasa al nomograma número 3 donde se obtiene el factor de diseño, que se define como la caída de presión en pulgadas de agua por cada 100 pies de tubería.

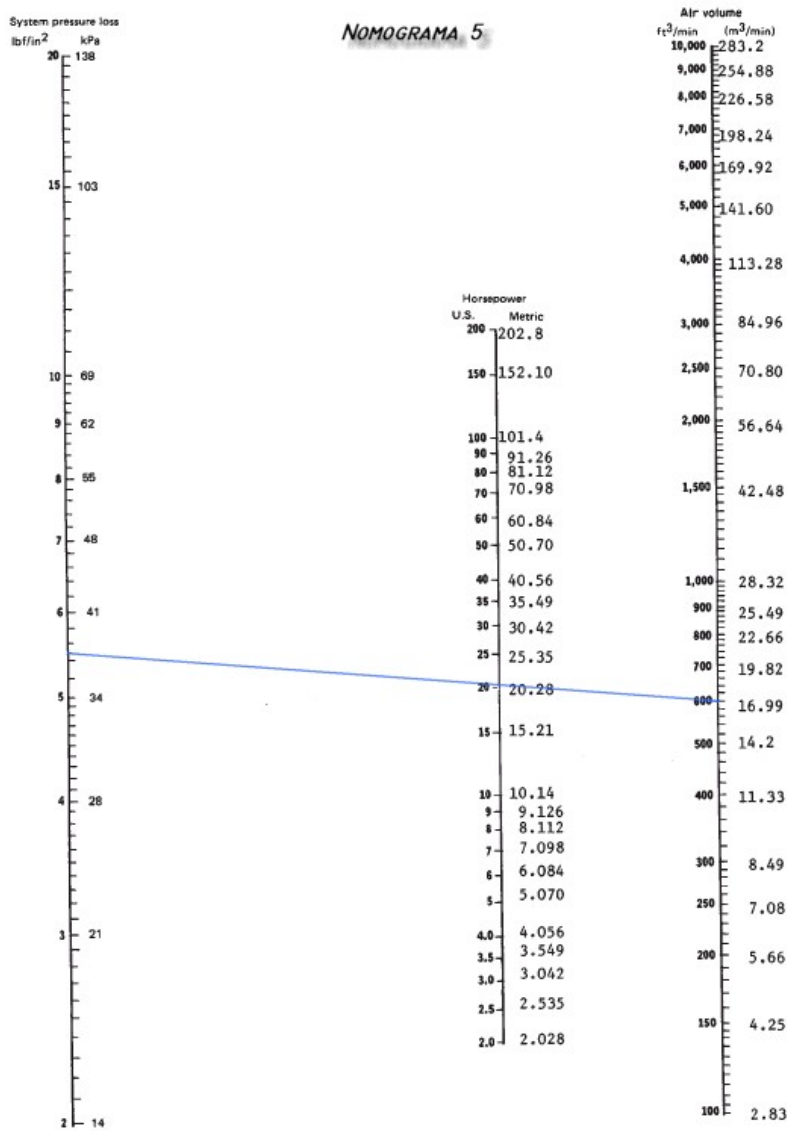


Se obtiene un factor de diseño de 80. Es decir con estas condiciones para este sistema se tendría una caída de presión de 80 pulgadas de agua por cada 100 ft. de recorrido. Sabiendo lo anterior, longitud equivalente y factor de diseño, se emplea el nomograma 4 para obtener la caída de presión total del sistema.

NOMOGRAMA 4



Para los 216,54 ft. de este diseño se tiene una caída de presión de unos 5,5 psi y, finalmente, empleando el nomograma número 5 se obtiene la potencia necesaria para realizar el transporte del sólido.



Se calculan unos 22 HP (16,41 KW), que, salvaguardando el diseño, las posibles oscilaciones del funcionamiento del sistema y ajustando estos cálculos a los equipos disponibles en el mercado, se opta por la instalación de un soplante de desplazamiento positivo de 25 HP (18,64 KW) de potencia.

Resumen de la elección:

- Capacidad máxima: 1360 Kg/h.
- Longitud de la línea: 28 m.
- Accesorios: 5 codos (90°).

- Longitud equivalente de la línea: 28 m. + 5·7,6 m = 66 m. (216,54 ft.)
- Densidad aparente: 770 Kg/m³
- Velocidad inicial de aire: 1944 m/min.
- Diámetro de conducción: 4 pulgadas. (101,60 mm.) A instalar NPS 4" Sch 40
- Caudal de aire preciso: 16,8 m³/min.
- Potencia del grupo de vacío: 25 HP (18,64 KW).

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXO 4. MEZCLA DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES.

Todo lo expuesto en este anexo, relacionado con la mezcla de sólidos y las alternativas existentes para llevar a cabo esta operación, ha sido extraído de PAUL, E.L; ATIEMO-OBENG, V.A; KRESTA, S.M; *"Handbook of Industrial Mixing; Science and Practice"* McGraw-Hill, 1377 pág, USA, 2003.

A4.1 INTRODUCCIÓN

La mezcla sólido-sólido es una operación unitaria ubicua en procesos particulares donde la consistencia y la homogeneidad del producto son requerimientos claves. Las mezclas se ven como diferentes fases del proceso, desde la mezcla de las materias primas, como en el caso del vidrio, cerámicas, mezclas de cereales, cosméticos, "masterbatches", colorantes,... La calidad de la mezcla es clave para obtener las prestaciones deseadas del producto final. Por ejemplo la buena mezcla del cemento y sus agregados; los aditivos y la base del polímero; los ingredientes activos en la formulación de pastillas; los componentes individuales de una formulación fertilizante; y varios componentes de una mezcla de cereales. En todos estos casos la mezcla es clave para una futura aplicación satisfactoria.

La mezcla también puede hacerse en combinación con otras operaciones unitarias, como son la aglomeración, la reducción de tamaño, el recubrimiento de partículas, la reacción química, y muchas más. A menudo, la selección de una operación unitaria apropiada puede reducir notoriamente el coste del proceso por combinación de dos operaciones unitarias.

Existe una amplia variedad de maquinaria para llevar a cabo la mezcla de sólidos. Desde mezcladores a pequeña escala hasta grandes silos homogeneizadores de producto. Se puede observar que ciertos tipos de mezcladores ostentan un gran dominio en segmentos de mercado plenamente definidos, y se suministran diseños que se han logrado gracias a la íntima colaboración con los usuarios finales.

La selección de un mezclador apropiado comienza con la comprensión de los requerimientos del proceso (por ejemplo, cantidad de sólidos a granel que se van a mezclar, grado de mezcla deseado, necesidad de la integridad de los lotes, procesos corriente arriba o abajo) y las propiedades de los materiales (por ejemplo distribución de tamaños de partículas,

cohesividad de las partículas, forma de las partículas, grado de abrasión de las partículas). El análisis final debe ser la combinación de estos factores conjuntamente a la operación y a los costes derivados de la decisión ingenieril.

A4.1.1. Ámbito de las tareas de la mezcla sólido-sólido.

Hay una miríada de diferentes tareas de mezclado que se presentan hoy día en los procesos industriales. Algunas tareas comunes son:

- Mezcla de producto para la homogeneización de la calidad o reducción de la variedad (por ejemplo, mezclado de la granza, mezclado de diferentes lotes).
- Mezcla de los ingredientes activos sobre un material base o “carrier” (por ejemplo, formulación de insecticida o herbicidas para aplicaciones del hogar donde las partículas bases son materiales inertes).
- Mezcla de formulaciones multicomponentes (por ejemplo mezcla de cereales, polímeros especiales).
- Recubrimiento de un componente cohesivo sobre una partícula base (por ejemplo recubrimiento de agentes “antiblocking” sobre pellets de polímeros, formulación de productos agrícolas).
- Mezcla de polvos finos para crear mezclas homogéneas a nivel de partícula (por ejemplo la preparación de mezclas maestras para drogas medicinales).
- Recubrimiento de aditivos líquidos sobre materiales base (por ejemplo ceras o aditivos sobre gránulos de polímero, aplicaciones alimenticias).

La naturaleza de la aplicación y los requerimientos del proceso dictarán la selección y especificación del equipo de mezclado.

A4.1.2. Cuestiones clave sobre el proceso.

Hay numerosos factores que gobiernan la mezcla satisfactoria de sólidos a granel. Aunque es difícil hacer una lista completa y absolutamente comprensible, hay varias cuestiones claves sobre el proceso que merecen una atención prioritaria en la selección de un mezclador.

- ¿Cuáles son las calidades de mezcla deseadas y variaciones aceptables? Este es un aspecto clave del proceso. Es extremadamente importante determinar la calidad aceptable de mezcla y la variación en el proceso de selección de un nuevo mezclador, o en la resolución de problemas de un equipo existente.
- ¿Qué cantidad de material se mezclará u homogeneizará?
- ¿Cuál es el régimen del proceso? ¿Es el proceso más apropiado para una mezcla en discontinuo o en continuo?
- ¿Existen otras operaciones unitarias que pueden combinarse con la operación de mezclado?
- ¿Cuáles son las consecuencias de la degradación del producto y contaminación del mismo? ¿Necesita el equipo ser limpiado frecuentemente?
- ¿Permanece constante la velocidad de producción? ¿Qué clase de llenado y vaciado se necesita?
- ¿Necesita el proceso de mezcla estar cubierto por motivos de seguridad e higiene?
- ¿Cuáles son los aspectos de seguridad a tener en cuenta en cuanto a las piezas rotantes o relativos a riesgos de incendio y explosión?
- ¿Necesita el proceso tener un control *on-line*? ¿Qué nivel de automatización se precisa?
- ¿Cuáles son los condicionantes de espacio y accesibilidad presentes?
- ¿Qué ofrece el análisis de costes frente a beneficios?

A4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA MEZCLA.

La habilidad de las partículas para ser mezcladas y su tendencia a segregarse dependen de las diferencias existentes en sus tamaños, densidad, formas, propiedades elásticas, características de superficie, y magnitud de las fuerzas interparticulares. La diferencia entre los tamaños de partícula es probablemente el factor más importante. A diferencia que en el caso de líquidos inmiscibles, las diferencias entre densidades juegan un papel relativamente menor en el desmezcle o segregación de las mezclas de partículas sólidas. El amplio elenco de bibliografía existente relativa a la mezcla de líquidos no puede emplearse para predecir o evaluar las aplicaciones de mezcla de sólidos.

A4.2.1. Tipos de mezclas.

La terminología asociada a la clasificación de las mezclas engloba cierta controversia. Previamente se aceptan ciertos términos bajo el escrutinio del conocimiento de los mecanismos de mezclado que se han conocido a través del transcurso de muchos años de estudio experimental. Hay una seria falta de homogeneidad y consistencia de los términos usados en la literatura. Se lleva a cabo aquí un esfuerzo para presentar los conceptos básicos y varios puntos de vista en la clasificación de las mezclas.

A4.2.1.1. Mezcla perfecta.

Una mezcla perfecta de dos tipos de partículas es aquella en que cualquier muestra tomada aleatoriamente contiene la misma proporción de cada partícula como las proporciones presentes en la mezcla tomada como un todo. Como muestra la figura (a) la disposición alternativa de partículas blancas y negras forma una mezcla perfecta. Este tipo de mezcla es ideal y no se encuentra en la realidad.

A4.2.1.2. Mezcla aleatoria o mezcla estocástica.

Cuando dos componentes no interactivos (por ejemplo pellets de flujo libre) con propiedades similares (tamaño, forma, elasticidad, etc.) son mezclados en un mezclador ideal, la cantidad de mezcla alcanza un límite asintótico de mezcla aleatoria (fig (b)). Se trata de un proceso estadístico o probabilística. Cada cuadrado de la figura b tiene una probabilidad 50:50 de ser blanco o negro. Extendiendo esto a las mezclas aleatorias no resulta en mejorar la calidad de la mezcla. Para partículas con diferentes propiedades físicas, no siempre es posible alcanzar una mezcla aleatoria. Una mezcla aleatoria no puede alcanzarse en presencia de fuerzas interparticulares significativas (por ejemplo, van der Waals, electrostáticas, cohesivas).

A4.2.1.3. Mezcla ordenada.

Cuando dos componentes interactivos se mezclan juntos, puede surgir cierto orden o estructura en la mezcla resultante. Las unidades ordenadas podrían dar lugar a fenómenos de aglomeración o cohesión de unos componentes con otros o mezclas de los dos. Una mezcla perfectamente ordenada se obtiene:

- Aplicando suficiente energía para romper cualquier aglomerado de fracciones cohesivas (componente minoritario) y distribuyéndola hacia los lugares disponibles en las partículas de componente mayoritario. Las vacantes deberían ser suficientes para mantener la fracción cohesiva; de otra manera, las partículas cohesivas pueden reaglomerarse.
- Asegurando la completa aleatoriedad de las partículas mayoritarias.

Debe apreciarse que una mezcla ordenada puede presentar una varianza menor que una mezcla aleatoria. Una mezcla perfectamente ordenada tendrá una varianza igual a cero.

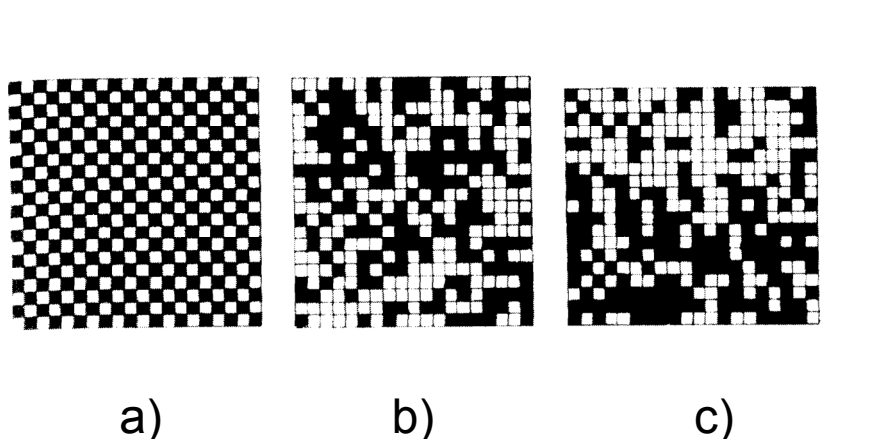


Ilustración 1. Fig a), ejemplo de mezcla perfecta; fig b), ejemplo de mezcla aleatoria; y fig c) ejemplo de mezcla ordenada.

A4.3. SELECCIÓN DE UN MEZCLADOR DISCONTINUO O CONTINUO.

En esta sección se discute la distinción entre un mezclador que opera en discontinuo frente a uno que opere en régimen continuo. La selección final debe realizarse ajustándose al proceso y a los requerimientos para la mezcla.

A4.3.1. Mezclado en discontinuo.

El mezclado en discontinuo es la mezcla de ingredientes en cualquier cantidad en lotes individuales en un mezclador individual. Todos los ingredientes se cargan dentro de un mezclador

y son agitados durante cierto período de tiempo hasta que estén homogéneamente distribuidos o mezclados. La mezcla resultante se descarga después fuera del recipiente. Los parámetros críticos que influyen en la selección de estos mezcladores son el tiempo de mezclado, el tamaño y la geometría del mezclador, y las condiciones de operación.

A4.3.2. Mezclado en continuo.

El mezclado en continuo es empleado para mezclar ingredientes continuamente en un mezclador con un solo paso. La cantidad de ingredientes a mezclar puede variar en cierto rango; sin embargo, a diferencia del mezclado en discontinuo, debe tenerse cuidado de alimentar al mezclador en modo controlado. La mezcla en discontinuo a menudo origina variación en la calidad de las mezclas, que puede ser controlada o casi eliminada mediante los mezcladores continuos. Aunque la mezcla en continuo está ganando cierta popularidad, la selección de mezcladores continuos no es tan sencilla como la selección de mezcladores discontinuos, que puede ser realizada mediante pruebas.

Los mezcladores continuos son más compactos que los discontinuos. La segregación en la descarga puede reducirse posicionando la descarga cerca de las unidades de envase o como una parte integral de ellos. En la mezcla continua, ésta debe llevarse a cabo en ambas direcciones, radial y axial.

A4.3.3. Comparación entre la mezcla en discontinuo y la mezcla en continuo.

Ventajas de la mezcla en discontinuo.

- Pueden mezclarse cualquier tipo de polvos.
- La carga de cualquier tipo de ingredientes (sólidos y líquidos) es sencilla.
- Los mezcladores son más fáciles de limpiar y mantener.
- Resulta más fácil la identificación de lotes para su posterior seguimiento.

Desventajas de la mezcla en discontinuo.

- No se ajusta para ingredientes minoritarios. A muy baja carga, los ingredientes pueden pegarse a las paredes del recipiente.

- La segregación puede ser severa si el envasado se localiza lejos de la descarga del mezclador.
- Si se cambian los ingredientes, el mezclador debe ser limpiado después de cada lote, siendo el trabajo de esta labor intenso.

Ventajas de la mezcla en continuo.

- Alta capacidad. Comparada con la mezcla en discontinuo, los mezcladores continuos de pequeña capacidad y potencia pueden ser usados para producir grandes cantidades de una mezcla. Para una misma capacidad, son más compactos que los discontinuos.
- Dispersión eficiente de ingredientes minoritarios. La mezcla es muy intensa y minuciosa. Los ingredientes minoritarios pueden mezclarse de forma más efectiva.
- Bajo retardo. El tiempo de residencia en los mezcladores continuos es mucho menor y es usualmente bajo.
- Aplicabilidad del control automático. Estos sistemas son perfectos para la aplicación de instrumentación *online* y control de calidad. También es posible fijar formulaciones y velocidades para ajustar las prestaciones a los requerimientos del proceso.
- Segregación mínima. La mezcla continua puede disminuir la segregación porque se localiza cerca de las siguientes unidades de proceso. Si se seleccionase un mezclador discontinuo podría originarse segregación durante el transporte del producto desde el mezclador hacia la siguiente operación.
- Bajo coste. Los mezcladores continuos suelen ser más baratos que los equivalentes en discontinuo porque son más compactos y requieren un menor espacio físico. Sin embargo, el coste para los alimentadores que introducen el producto dentro del mezclador podría ser mayor, especialmente si el número de componentes a ser mezclados es grande.
- Trabajo mínimo. Llenado y vaciado automático, se requiere un trabajo mínimo.

Desventajas de la mezcla en continuo.

- Falta de flexibilidad. El mezclador en continuo para una determinada aplicación no puede ser fácilmente aplicable para mezclar un número de ingredientes diferentes

a menos que se implanten una serie de facilidades en el sistema y su salida. La descarga efectiva de un mezclador discontinuo es más elevada, y es más fácil variar la velocidad de producción. Los mezcladores en continuo generalmente tienen alimentadores que son precisamente controlados, y no es fácil cambiar estos límites estrechos de la velocidad de alimentación. Si se introduce un nuevo ingrediente, supone un cambio en el protocolo, y los alimentadores tienen que ser calibrados para ajustar la aplicación.

- Robustez del proceso. Los mezcladores continuos dependen de muchos otros elementos, como los alimentadores y los sistemas de monitorización. Si alguno falla, el proceso de mezcla entero es afectado. Una vez que los alimentadores son ajustados para desempeñar la calidad de mezcla deseada, el sistema no debe presentar disturbios.
- Calibración y chequeo. Los sistemas de alimentación requieren una calibración cuidadosa, particularmente si el proceso está operando en un estrecho rango. Para tener buena calidad de mezcla, todo el equipamiento asociado debe ser cuidadosamente mantenido.
- Integridad de los lotes. Esto es algo que se consigue muy bien con los mezcladores discontinuos. En la mezcla continua, los lotes defectuosos se mezclan, y resulta muy difícil el desecho de los productos fuera de especificaciones.

A4.3.4. Selección del mezclador.

Existe un cuadro de decisión para la selección de mezcladores según ciertas características del material. En este cuadro, sin embargo, no se incluyen características como la naturaleza abrasiva de algunos ingredientes, la generación de cargas electrostáticas, fricciones y ciertos aspectos como estos. No obstante se suele emplear para seleccionar el tipo de equipo idóneo para cada aplicación industrial.

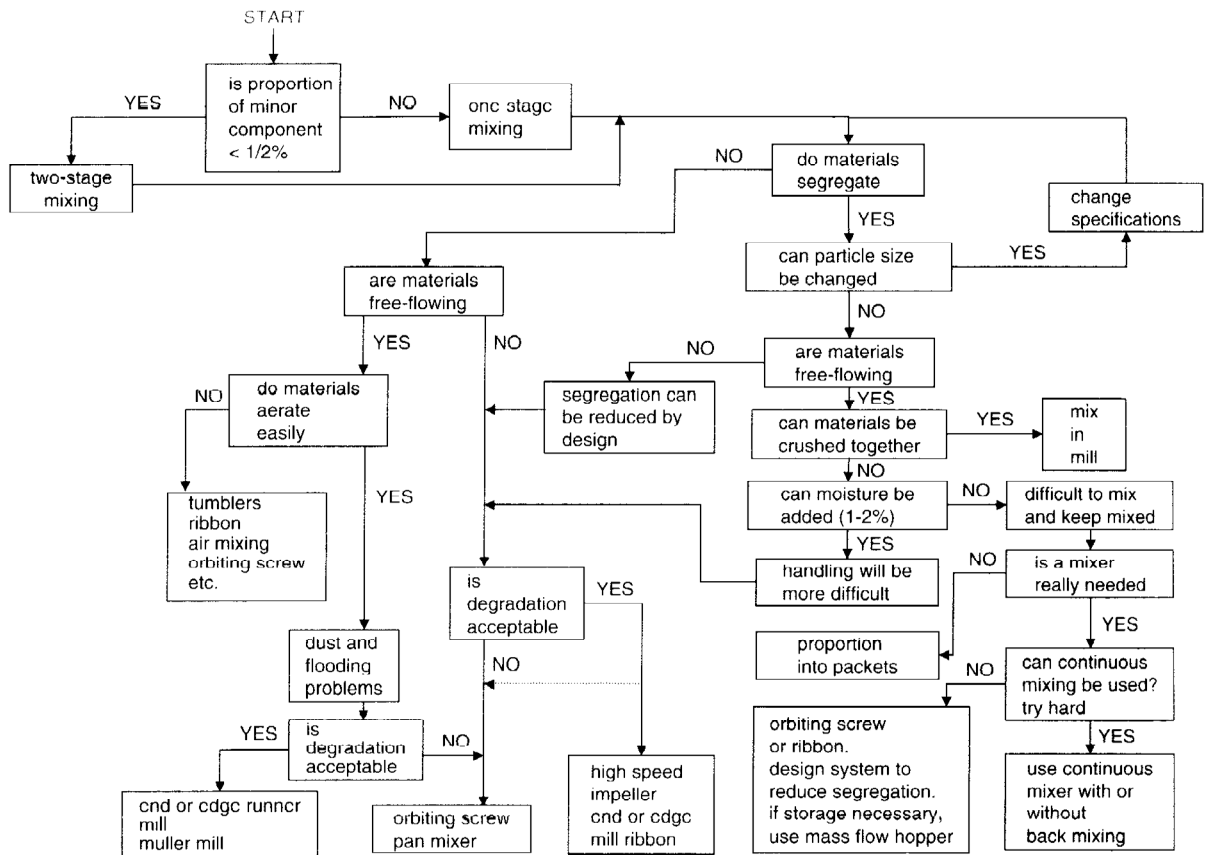


Ilustración 2. Cuadro de selección para mezcladores. (Modificado por Miles & Schofield, 1970a.)

Seguendo este cuadro, para la selección del mezclador a instalar en la aplicación que concierne a este proyecto, se ha procedido del siguiente modo:

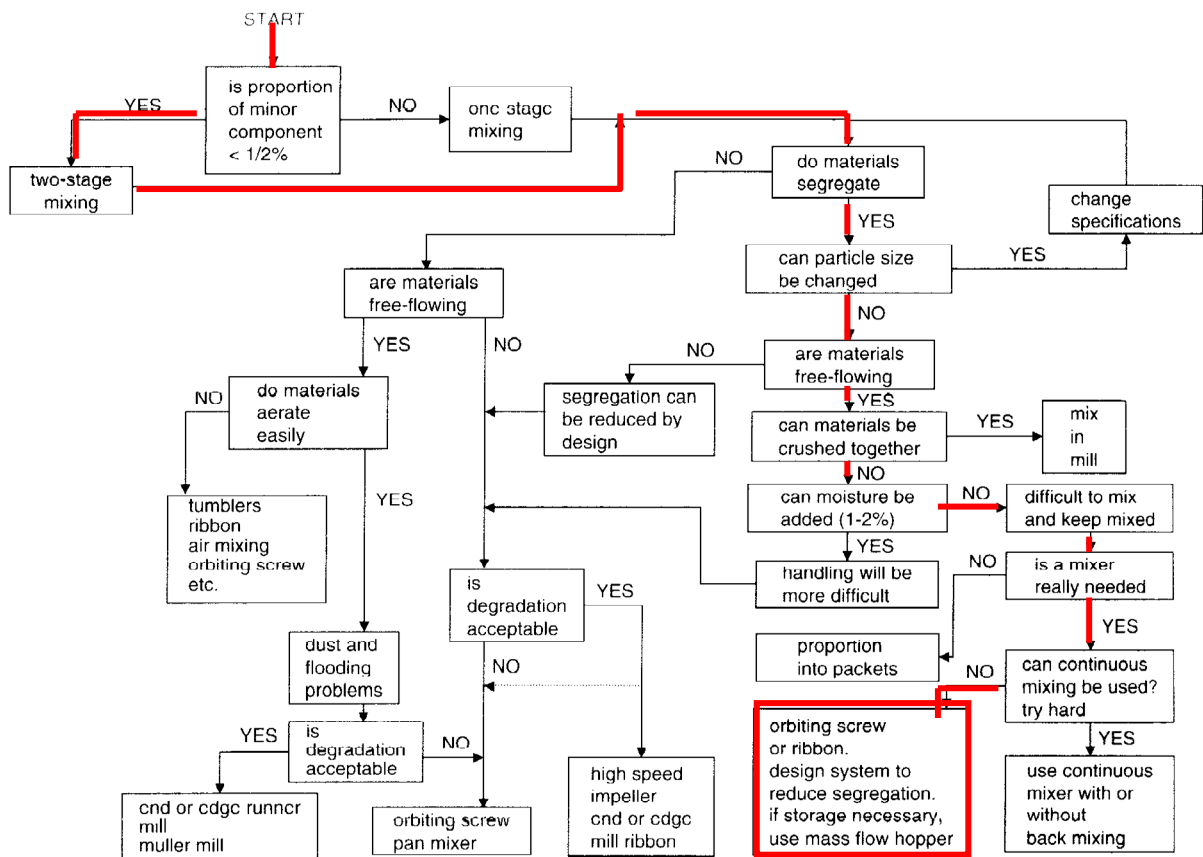


Ilustración 3. Ruta de selección del mezclador para fabricar “masterbatches”

En resumen, se elige, según este método, un mezclador horizontal de hélice (*ribbon blender*), comúnmente llamado mezclador tipo artesana. En el siguiente apartado del presente anexo se comentan ciertas características y peculiaridades de este tipo de mezcladores, de forma que sirva de guía y base para que el usuario final resuelva futuros problemas y situaciones que pudiesen surgir o derivar de su uso.

A4.3.5. Mezclador horizontal de hélice (*Horizontal Ribbon Mixer*).

La hélice mezcla el producto a través del recipiente en forma de U, empujándolo axialmente en ambas direcciones y desplazándolo mediante la fuerza centrífuga. Puede ocurrir segregación, provocando la separación de los ingredientes en el fondo del recipiente. El mezclador se ajusta desde para productos de flujo libre hasta productos cohesivos, pero no es aplicable para productos pegajosos. El vaciado completo puede resultar dificultoso debido a la pequeña separación o espacio libre existente entre el recipiente y la hélice. Estos mezcladores pueden llegar

a ser muy grandes y la potencia requerida puede llegar a ser, incluso, de 6 kW/m^3 . La separación existente entre la espiral y el recipiente varía de entre 3 y 6 mm. La entrada de material se localiza en la cubierta superior del recipiente, y la descarga se localiza en el centro del fondo del recipiente.

Durante la operación, el mezclador se llena del 40 al 85 % de su volumen total, es decir a su capacidad útil. El eje rota a una velocidad relativamente baja y las hélices empujan al material adelante y hacia atrás. La hélice interior mueve los sólidos hacia los extremos del recipiente, y la hélice exterior empuja los sólidos en sentido opuesto, hacía el centro de la válvula de descarga.

Para la mayoría de los polvos el mezclado puede llevar de 5 a 20 min. (en el caso de esta aplicación se ha estimado un tiempo de 7 min. mediante la consulta de catálogos de fabricantes). Durante la descarga, el vaciado completo puede resultar un problema debido a que una cierta cantidad de producto queda en el recipiente. Por este motivo debe ser limpiado en cada cambio de producto. Típicamente estos mezcladores se emplean para añadir una pequeña cantidad de ingrediente a un lote mayor de mezcla en general, como es el caso del preparado de las premezclas antes de ser introducidas a la extrusora para la fabricación de “masterbatches”, la aplicación objeto de este proyecto.

La velocidad típica de movimiento de los materiales dentro de un mezclador de hélices es de unos $1,4 \text{ m/s}$.

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXO 5. SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA OPERACIÓN

A5.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

La empresa se localizará en un polígono industrial a las afueras del núcleo urbano de Barbate (Cádiz), compuesto de naves de diversos tamaños con plantillas de tamaño variable. Por la noche el polígono sigue teniendo actividad industrial. Específicamente, la empresa está en una nave con puertas y ventanales en las fachadas este y oeste. Además, la empresa cuenta con un espacio perimetral anexo a la nave, donde se lleva a cabo la entrada y salida de camiones y sus operaciones de carga mediante carretilla elevadora y la descarga de materias sólidas desde camiones cisterna hacia los silos de almacenamiento, situados en la fachada norte.

Por otra parte, el espacio perimetral de la parcela está conectado por la zona este con las vías de circulación internas del polígono de doble circulación o sentido y que permiten un acceso fácil tanto a los vehículos que descargan las materias primas como a los vehículos que cargan los productos fabricados de las empresas del polígono industrial.

A5.2. ACTIVIDAD

La actividad de la empresa es la fabricación de mezclas de aditivos funcionales sobre una base de polietileno que tendrán su aplicación en la fabricación de film para aplicación en los campos de cultivos agrícolas. Las materias primas son compradas a granel en palets de 1250 Kg o son recibidas en camiones cisterna que descargan en los silos de almacenamiento. Estas materias primas se mezclan en las dosis apropiadas en un mezclador y se descargan mediante unos dosificadores en la proporción correcta a la extrusora. Los cordones fundidos de los aditivos con el polietileno que salen de la extrusora son inmediatamente cortados por el sistema de cuchillas de la granceadora y se enfrían, clasifican, separan y secan en el mismo sistema de la granceadora. Desde aquí el producto final es enviado a un silo interior que homogeneice los productos que son enviados posteriormente al sistema de ensacado, de donde una vez obtenidos los sacos, éstos se paletizan por un operario de forma manual con la ayuda de un elevador de sacos a vacío.

A5.3. TAREAS QUE ENTRAÑAN RIESGOS PARA LOS TRABAJADORES.

Se exponen a continuación las tareas que pueden entrañar ciertos riesgos para el personal involucrado en ellas:

Rotura de sacos en estaciones tolvas rompesacos

El operario debe acercar sacos de 25 Kg desde unos palets localizados cercanos a la posición donde debe descargarlos. Cortarlos con una navaja de mano y verter su contenido en la tolva rompesacos que consta de su sistema de extracción para capturar el polvo evitando el vertido de polvos al exterior.

Este esfuerzo físico por parte del operario se repetirá como máximo, en el caso más exigente, 8 veces, por lo cual este esfuerzo deberá realizarse cada 7 minutos y medio, y el promedio máximo de recorrido que deberá hacer con el saco a cuestas es de 3 m. y la altura máxima a la que debe levantar estos sacos es de 1,5 m. Este esfuerzo conlleva un riesgo de lesiones musculares. Se realizaría 64 veces en cada turno.

Además del esfuerzo físico, y aunque la maquinaria dispone de su sistema de extracción, podría existir el riesgo de inhalación de partículas pulverulentas.

Paletizado de sacos de producto

En esta operación un operario organizará los sacos de producto salidos de la ensacadora sobre unos palets de madera según un mosaico dispuesto. Posteriormente a la conformación de la estructura del palet sujetará la carga con flejes plásticos y se envolverá el conjunto con film plástico de embalaje.

El esfuerzo físico se repetirá, en el caso más exigente, cada 38 min. y consistirá en la colocación de 50 sacos de 25 Kg (uno cada 45 seg.) (640 sacos en cada turno) cada uno a una altura máxima de 1,5 m, la distancia a recorrer con el saco a cuestas será la mínima posible. Este esfuerzo conlleva un riesgo de lesiones musculares.

Trabajos de mantenimiento

Bajo este título se engloban una serie de tareas dedicadas a la conservación del buen funcionamiento y estado de las máquinas y herramientas empleadas en la fábrica. Se destacan principalmente los trabajos de limpieza de las tolvas y mezclador, el cambio de cuchillas de la cámara de corte de la granceadora, el cambio y limpiado de los filtros de la granceadora y cambio del cabezal de la extrusora.

Los riesgos que se pueden identificar en el cambio de las cuchillas de la cámara de corte de la granceadora, y son los propios de la posibilidad de producirse cortes y heridas durante la manipulación de las cuchillas. Referente al cambio de cabezal de la extrusora destaca el riesgo de que se desprenda y pueda ocasionar contusiones en los pies de los operarios que realicen esta actividad. La limpieza de las tolvas conlleva acceder al piso superior de la estructura metálica donde se encuentran y conllevaría riesgos de caída a distinto nivel. El resto de actividades nombradas no presentan riesgos diferentes a los inherentes de toda actividad industrial.

Manejo de carretillas elevadoras

El empleo de carretillas elevadoras es esencial para llevar a cabo el desempeño de dos labores en la factoría: organización de la materia prima y organización de los productos acabados, tanto en almacén como en el área de proceso. En esta fábrica se emplearán carretillas elevadoras eléctricas, no de motor de explosión.

El manejo de carretillas elevadoras conlleva una serie de riesgos que engloban desde atropamientos, atropellos ... que pueden provocar accidentes con causas muy graves.

Trabajo en oficina y vestíbulo

El trabajo en oficina conlleva aquellos riesgos de lesiones musculares debido a malas posturas, efectos en la visión debido a la visualización prolongada de monitores. Estrés.

A5.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS

Como en toda actividad industrial, en ésta existen también una serie de riesgos que se pueden citar como generales. Estos riesgos engloban caídas al mismo nivel, tropiezos, contusiones. Para evitar o reducir estos riesgos se deberán situar señales identificativas de estos riesgos en aquellos lugares donde se den, una información general mediante carteles y formación a los empleados y dotar a éstos de los equipos de protección adecuados. Entre ellos estarán: el casco de seguridad y las botas de seguridad. A continuación se exponen las medidas a tomar en los diferentes puestos de trabajo.

Rotura de sacos en estaciones tolvas rompesacos

Como medidas de reducción de los riesgos de lesiones se decide la formación de los empleados en el levantamiento seguro de cargas, según las premisas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), para evitar así la aparición de lesiones musculares. Para evitar la inhalación de partículas pulverulentas, además del sistema de extracción de la maquinaria, se obligará al empleado al uso de mascarilla durante la operación de la rotura de los sacos.

Paletizado de sacos de producto

Como medidas de reducción de los riesgos de lesiones se deciden la formación de los empleados en el levantamiento seguro de cargas, según las premisas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), y la instalación en el área de paletizado de un elevador de sacos a vacío. De esta forma la labor del operario será más segura, rápida y cómoda evitando así la aparición de lesiones musculares.

Trabajos de mantenimiento

En la estructura metálica y escaleras de acceso a los pisos elevados se colocarán las barandillas suficientes y necesarias para llevar a cabo la limpieza de tolvas. Todos los trabajos de cambiar piezas se harán con los pertinentes guantes de protección y siempre se llevarán a cabo estos trabajos siguiendo el protocolo de paro de la maquinaria, nunca con ninguna de ellas en funcionamiento.

Manejo de carretillas elevadoras

Se exponen aquí una serie de consideraciones generales a tener en cuenta en las labores con carretillas elevadoras.

Al comenzar el turno, se revisará la maquina, en base a las indicaciones de la tarjeta diaria de control. Si alguna de ellas no estuviese en condiciones, llevará la carretilla elevadora a reparar al sector que corresponda, previa comunicación al Supervisor.

El conductor no reparará ninguna deficiencia de la maquina. Su obligación es comunicarla de inmediato.

Al conducir, colocará sus manos sobre el volante y mandos, y no adoptará posiciones inseguras cuando la maneja. De esta manera evitará perder el control de la carretilla elevadora. Mantendrá siempre su cuerpo (brazos, cabeza y piernas) en posición normal y correcta.

Cuando circule, lo hará por la derecha. Mantendrá su maquina bajo control, evitando virajes o cambios de dirección bruscos.

Limites de Velocidad

- a) En áreas descongestionadas, hasta 10 Km / hora

- b) En pasajes estrechos y congestionados, nunca mas de 5 Km / hora, lo que equivale al paso del hombre.

Circulando a las velocidades indicadas, podrá detenerse en una distancia prudencial y segura.

Un conductor seguro jamás sobrepasara las velocidades de seguridad.

El conductor, se detendrá siempre, o por lo menos disminuirá la marcha ante una condición insegura (esquinas, cruces, manchas u obstáculos en el piso, aglomeraciones, etc.)

Dará cuenta de inmediato a sus superiores de las condiciones inseguras que observe.

Deberá conservar, por lo menos, tres largos de su vehículo de distancia, con respecto a cualquier vehículo o persona que se desplace delante de él.

Estará atento para frenar ante cualquier emergencia.

Utilizará la bocina únicamente en caso de un posible riesgo de accidente.

Nunca se adelantará a otro vehículo en movimiento dentro de la planta.

Circulará marcha atrás en las siguientes ocasiones:

a) Cuando descienda cargado por una pendiente.

b) Cuando la carga sea tan alta que impida una correcta visibilidad.

En ambos casos lo hará mirando hacia donde se dirige la carretilla elevadora.

Parará totalmente el vehículo cada vez que tenga que invertir la marcha, ya sea de adelante hacia atrás o viceversa.

Obedecerá todas las reglas de tránsito e indicaciones internas.

Transporte de carga

Nadie, excepto el conductor, podrá subir a una carretilla elevadora. Cuando se necesite la ayuda de otro operario, éste se desplazará caminando, alejado de la máquina.

No se puede utilizar la carretilla para elevar personas. Salvo que sea imprescindible y a manera de excepción, se colocará una plataforma con barandas sobre las uñas, afirmada firmemente a la torre, y la persona será elevada sentada, con sus manos sobre las rodillas, dejando esta posición, cuando este a la altura deseada. Para esta operación la máquina debe estar detenida, con el freno de mano colocado y con el operador en su puesto. *(Nota PW: Consultar la NTP 474. Plataformas de trabajo en carretillas elevadoras (http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_474.htm), del INSHT sobre las condiciones que debe cumplir las plataformas elevadoras en estos equipos de trabajo)*

El conductor, debe conocer la capacidad de carga de su máquina y nunca excederla.

Un conductor seguro y responsable por su máquina, jamás tratará de aumentar la capacidad de carga agregando contrapeso.

No transportará en su carretilla elevadora cargas mal estibadas. Debe exigir que reúna las condiciones de seguridad para su transporte.

Antes de levantar una carga, deberá calcular cuidadosamente el peso de la misma, a fin de evitar superar la capacidad de la máquina, si fuera necesario, realice varios viajes.

Recordará que el eje de las ruedas delanteras es uno de los apoyos de la carretilla elevadora. Por lo tanto, para evitar que el centro de gravedad se desplace fuera de este, llevará la carga lo más próxima posible a la torre, así, evitará un sobre-esfuerzo de la máquina, el quedar sin dirección o volcar hacia delante.

No manipulará estibas altas, son poco estables y difíciles de controlar.

Las uñas (u horquillas) deberán quedar perfectamente centradas bajo la carga.

No transportará cargas a gran altura, ya que un pequeño desnivel en el piso originaría que el centro de gravedad se desplace en forma lateral, volcando. Lo mismo ocurrirá al girar en una pendiente.

Cuando circule con o sin carga, llevará las uñas lo mas bajo posible. Se recomienda como una altura segura a 10 cm. del piso.

No utilizará nunca las uñas de la máquina para empujar, golpear, etc. ya que las mismas fueron diseñadas exclusivamente para mantener pesos.

Deberá tener especial cuidado al circular por techos o instalaciones bajas.

El conductor será responsable de los operarios que ayuden o se encuentran en los alrededores de la zona en que se opera, nunca pasará las cargas por encima de personas, ni permitirá que nadie se ubique debajo de ellas.

No es seguro subir con la máquina sobre camiones, montacargas, plataformas o pisos, sin antes controlar el peso que soporta.

Nunca abandonará la maquina con carga levantada.

En caso de tener que dejar la carretilla elevadora estacionada, deberá dejarse con el motor apagado, las uñas sobre el piso y el freno de mano colocado.

Si ocurre un accidente cuando esté operando el equipo, deberá darse cuenta de inmediato, evitando los derrames y teniendo siempre a mano un extintor.

Cuando se cargue combustible, se hará únicamente con el motor apagado, la maquina frenada, sin fumar, evitando los derrames y teniendo siempre a mano un extintor.

No fumar mientras se conduce.

Responsabilidades del operador

Un operador seguro será responsable de:

- a) Las operaciones que efectúa.
- b) La maquina.
- c) La carga.
- d) Los equipos.
- e) Los operarios.

Transportes especiales

En caso de realizar transporte de inflamables, deberán tomarse todas las medidas de seguridad posibles, a fin de evitar roces, derrames, etc.

Toda carretilla elevadora debe contar con cadena de descarga de electricidad estática y corta-chispas en el tubo de escape, debiendo el conductor controlarlo diariamente.

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXO 6. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

A6.1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo debe servir como guía ante la prevención de los incendios en la planta objeto del proyecto, para como se deberá actuar y con qué medios se debe contar ante la presencia de un incendio en la citada planta.

La presencia de materiales plásticos en diversas formas (polvos y pellets) en el entorno industrial conlleva un riesgo de generación de fuego, al tratarse estas materias plásticas de sustancias inflamables.

A6.2 INCENDIO DE PLÁSTICOS

Los métodos de ensayo que hasta ahora habían servido para indicar el riesgo relativo de los materiales en sus condiciones reales de uso, no han sido capaces de predecir el comportamiento de algunos plásticos ante el fuego. Además, condiciones de incendio distintas provocan características de combustión distintas. La mayor preocupación se ha centrado en el comportamiento que presenta mayores peligros materiales y humanos.

Inflamabilidad y velocidad de combustión: Aunque los plásticos suelen poseer una temperatura de ignición más alta que la madera y otros productos celulósicos, algunos se inflaman fácilmente con una pequeña llama y arden vigorosamente. Se han detectado velocidades superficiales de propagación de la llama muy altas, hasta aproximadamente 0,6 m/s. Es decir, diez veces la velocidad de la mayoría de las superficies de madera.

El proceso de combustión, muy simplificado, es el siguiente: siendo materias orgánicas, los polímeros se descomponen a temperaturas elevadas formando gases, algunos de los cuales siguen siendo combustibles y que aumentan el calor y, por consiguiente, la descomposición.

Por otro lado, según la naturaleza química del polímero, así será la rapidez de producción de gases y la velocidad de propagación de las llamas.

Humo: Algunos plásticos se caracterizan por arder generando con rapidez grandes cantidades de un humo muy denso y negrozco. Los productos químicos que se añaden para inhibir su inflamabilidad pueden contribuir al aumento del humo producido

Gases tóxicos: Su incendio genera productos mortales derivados de la combustión, principalmente monóxido de carbono. También puede que se produzcan gases altamente tóxicos tales como el cianuro de hidrógeno (gas altamente venenoso), el cloruro de hidrógeno (ácido clorhídrico, gas muy irritante) y el fosgeno (se llama así al cloruro de carbonilo o cloruro de ácido, un gas sumamente toxico), dependiendo del plástico y de las condiciones especiales en las que se produzca el incendio.

Gotas llameantes: Los artículos termoplásticos tienden a fundirse y fluir cuando se les calienta. En caso de incendio, el material puede fundirse apartándose del frente de llama e impedir que continúe la combustión o producir gotas llameantes, parecidas al alquitrán, difíciles de extinguir, y que pueden desencadenar incendios secundarios.

Desviaciones respecto de los resultados de los ensayos: Se utilizan ensayos con mecheros Bunsen, a pequeña escala, para el desarrollo del producto y para controles de laboratorio. Anteriormente se usaban para determinar qué plásticos eran “autoextinguibles” o “no-combustibles” y, en consecuencia, presumir su seguridad de uso. Por desgracia, en situaciones reales, el material ha mostrado características de combustión por inflamación instantánea.

Corrosión: Se han observado importantes daños de corrosión en equipos electrónicos delicados y en superficies de metal, provocados por incendios de plásticos de uso corriente, como el cloruro de polivinilo.

Los problemas de comportamiento ante el fuego, resumidos anteriormente, pueden darse en cualquier tipo de condiciones de combustión, desde la combustión completa o parcial, hasta la combustión latente -sin llama- o la pirolisis destructiva. Cuando los plásticos y sus agentes modificadores constitutivos -incluyendo los aditivos ignifugantes- arden, pueden producir un amplio espectro de productos nocivos y tóxicos derivados de la combustión, cuyas concentraciones son variables, como ya se ha indicado. En este sentido, los plásticos son parecidos a la mayoría de los combustibles ordinarios, como madera, piel, lana, seda, etc., ya que como ellos, pueden degradarse térmicamente en productos volátiles y gaseosos derivados de la combustión, cuyos efectos pueden ser nocivos. En general, el monóxido de carbono se genera con mayor rapidez que

los otros gases tóxicos y tiende a ser el principal causante de las muertes por incendio. Con todo, la preocupación sobre el comportamiento de algunos plásticos ante el fuego es achacable a índices de combustión inusualmente elevados, producción anormal de humo pesado y mayor contenido de calor por unidad de peso.

Otras variables a considerar a parte de las ya enunciadas:

- 1)** Los plásticos granulados (tales como pellets y polvos) se queman mas severamente, ya que cuando caen de sus contenedores se esparcen y queman todo lo que tocan.

- 2)** Los bloques sólidos de plásticos, tienden a quemarse mucho más enérgicamente cuando están separados ya que ofrecen mayor área superficial.

- 3)** Una combinación de plástico y metal en un producto produce altas velocidades de quemado, porque el metal ayuda a soportar el plástico y mantiene el ingreso de aire.

- 4)** Los fuegos en bloques sólidos y plásticos de alta densidad se desarrollan más lentamente que en una espuma o plástico expandido.

Producción de Humos:

El peligro potencial en cuanto a la generación de humos de los polímeros, está vinculado a ciertas características de los mismos. Por ejemplo espacios vacíos en material esponjoso, formulaciones halogenadas, aditivos, etc., los que producen un comportamiento frente al fuego difícil de prever, si no se tiene un conocimiento sobre los mismos.

Cuando se hace referencia a los humos se habla de partículas sólidas en suspensión en el aire y a vapor condensado.

A continuación se exponen comentarios importantes de estudio sobre la densidad de humos:

- La madera y la mayor parte de los materiales poliméricos se degradan pirolíticamente, produciendo humos que varían de densos a muy densos. La ventilación tiende a disminuir la cantidad de humo, pero en muchos casos no reduce su intensidad hasta el punto que permita una visibilidad satisfactoria.

- La madera y los materiales que arden limpiamente producen humos en condiciones de calor y llamas, de intensidad algo menor. Cuando existen ignífugos incorporados al polímero, el calor y las llamas suelen producir humos muy densos.

- Las espumas de poliuretano expuestas al fuego, con llamas o sin ellas, suelen producir humos densos y, con muy pocas excepciones, el oscurecimiento total se produce en segundos.

La exposición al fuego con llama entraña generalmente que los humos comiencen a generarse en menos de quince segundos. Las intensidades en estos casos suelen ser mayores que en los fuegos sin llama.

Toxicidad:

Esta última década ha introducido la modificación del concepto general en cuanto a las causas que provocan muertes e intoxicaciones durante incendios de cierta magnitud. El cambio de tipo y porcentajes de utilización de materiales de construcción y/o decoración, las diferentes modalidades estructurales con divisiones y aberturas de reducida resistencia al fuego, materiales para instalaciones eléctricas, han sido el motivo de que hoy se considere como causa principal de pérdidas de vidas la inhalación de los gases calientes provenientes de la combustión. Éstos actúan por toxicidad, por deficiencia de oxígeno y por la acción de la temperatura sobre el organismo.

Con respecto a las materias combustibles naturales (por ej. papel, madera, cartón, etc.) donde entre los productos de combustión se encontraban el monóxido de carbono y dióxido de carbono, se agrega la producción de gases de combustión relacionados a otros elementos que, de acuerdo a la naturaleza del polímero, y a diversos parámetros, como las condiciones de temperatura y ventilación, pueden convertirse en una fuente de producción de gases tóxicos. Algunos plásticos, tales como el cloruro de polivinilo (PVC) o las gomas de recauchutado a base de sulfuro de etileno, al quemarse, generan cloruro de hidrógeno o dióxido de azufre, que son muy irritantes y obligan a la evacuación mucho antes de que sus efectos tóxicos se hagan peligrosos. Estos gases son corrosivos para los metales y el material eléctrico, por lo que dichos elementos deben ventilarse, enjuagarse o tratarse con amoníaco (diluido) y limpiarse con la mayor prontitud después de extinguido el fuego. Respecto a esta cuestión, también es importante señalar que el gran “intoxicador” sigue siendo el monóxido de carbono. Para lo cual se pasa a transcribir un texto que figura en un Manual de Protección Contra Incendios: “Los productos de la combustión y de la descomposición térmica de los plásticos han causado grandes preocupaciones entre los bomberos debido a sus largas y complicadas designaciones químicas. En los plásticos que se encuentran actualmente en el mercado, el riesgo del monóxido de carbono procedente de su combustión parcial supera en gran medida los efectos tóxicos de otros gases de combustión, tanto en naturaleza como en cantidad. Pero no puede predecirse si esta circunstancia se seguirá presentando en el futuro”.

Finalmente, se sustenta el criterio de que el problema de incendio en plásticos es simple en sí mismo y asimilable a los fuegos convencionales de materias orgánicas. La verdadera problemática reside en las distintas características que asume el fuego de cada tipo de plásticos en cuanto a toxicidad y forma de combustión, porque aún en productos similares, sus componentes suelen ser distintos y no es posible establecer premisas generales de actuación.

Siendo la toxicidad uno de los riesgos principales, corresponde al responsable de los servicios de incendio recabar toda la información posible sobre cada compuesto. Y el entrenamiento del personal que deba actuar en la emergencia, estará orientado al conocimiento de los peligros de cada producto en particular y la actitud básica será el uso de elementos de

protección personal (especialmente equipos de respiración) más adecuados para garantizar al máximo la seguridad de los integrantes de la dotación de lucha contra el fuego.

En el caso de la acción a través de bomberos externos (oficiales o voluntarios) la situación es grave por cuanto el responsable jerárquico de la intervención no puede decidir la participación activa del personal hasta tanto no se asegure de la condiciones de peligro potencial para el personal que involucran los productos afectados por el siniestro. Por lo tanto, es recomendable que los establecimientos industriales que trabajan con materiales plásticos, posean en su oficina de acceso la documentación necesaria para ser suministrada de inmediato a la dotación de bomberos que concurra ante una emergencia.

El responsable de la dotación, ante la ausencia de datos concretos, deberá presumir la existencia de máximas concentraciones de monóxido de carbono y proveer en consecuencia a su personal de los equipos correspondientes.

Es del todo recomendable que las fábricas de materiales y productos plásticos establezcan una coordinación previa con los Cuerpos de bomberos de la localidad respectiva, mediante visitas al establecimiento y reuniones periódicas en las que se explicaran las características peligrosas de los materiales en proceso. Esto permitirá que en cada caso se pueda planificar previamente la acción a seguir y no tener que improvisarla ante un fuego real.

A6.3 PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS.

La prevención es el aspecto más importante de la seguridad contra incendios. Gran parte de los incendios producidos podrían haberse evitado, de aplicar una serie de medidas básicas que deben tenerse en cuenta al realizar el trabajo.

Se exponen a continuación una serie de medidas básicas de prevención de incendios:

- Siempre que sea posible, mantener una zona de seguridad (sin combustibles) alrededor de los aparatos eléctricos.
- No sobrecargar los enchufes. De utilizar “ladrones”, “regletas”, o alargaderas para conectar diversos aparatos eléctricos a un mismo punto de la red, consúltese previamente a personal cualificado.
- Si se detectase cualquier anomalía en las instalaciones eléctricas o de protección contra incendios, comuníquese al responsable del área afectada.
- No aproximar focos de calor intensos a materiales combustibles.
- De efectuar operaciones “en caliente” (con llamas abiertas, objetos calientes, chispas mecánicas, arcos eléctricos, normalmente por operaciones de mantenimiento mecánico y soldadura, ...), consúltese a los responsables del área donde vayan a realizarse los trabajos. Puede ser necesario tomar precauciones especiales e incluso que sea una zona donde esté prohibido efectuar estos trabajos, por existir riesgo alto de incendio y/o explosión.
- No obstaculizar en ningún momento los recorridos y salidas de evacuación, así como el acceso a extintores, bocas de incendio, salidas de emergencia, cuadros eléctricos, pulsadores de alarma. Estos equipos deben estar siempre accesibles para su rápida utilización en caso de emergencia.
- Fíjese en la señalización, compruébense las salidas disponibles, vías a utilizar y la localización del pulsador de alarma y del extintor más próximo. En caso de observar anomalías, comuníquense a los responsables.
- Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado. La suciedad, los derrames de líquidos y materiales como virutas, papeles y cartones pueden originar fácilmente incendios.
- Los espacios ocultos son peligrosos: no dejar en los rincones, debajo de las estanterías o detrás de las puertas lo que no se quiera que esté a la vista.
- Ante cualquier olor sospechoso o superficie excesivamente caliente, avísese a mantenimiento, al responsable de zona o conforme a las instrucciones del plan de emergencia.
- Prohíbese fumar en todo el recinto industrializado. Respétense las señales de “PROHIBIDO FUMAR”, al entrar en las áreas donde esté señalizado, depositar las colillas en ceniceros, bien apagadas, y no tirarlas en cualquier sitio.
- Dejar libre de materiales una distancia de 1 metro por debajo de los detectores de incendio.

- Recordar siempre que la prevención de incendios se basa en impedir la presencia simultánea de focos de ignición y materiales combustibles.
- Inspeccionar los lugares de trabajo al final de la jornada laboral. Si es posible desconectar los aparatos eléctricos que no se necesiten mantener conectados.

Manipulación de productos inflamables:

- De manipular productos inflamables, se deberán extremar las precauciones, leer y aplicar las instrucciones de la etiqueta y ficha de seguridad del producto.
- Si se manipulan estos productos en lugares no habilitados a tal efecto, se comunicará al responsable de área sobre su utilización.
- Mantener los recipientes cerrados, no improvisar almacenamientos. Los locales donde se utilicen o almacenen estos productos deberán tener una buena ventilación, o incluso disponer sistemas de ventilación especiales.
- De efectuar transvase de productos utilizar recipientes adecuados y garantizar que se mantenga el etiquetado del envase. Consultar sobre los riesgos y medidas de prevención a aplicar en las operaciones de trasiego de líquidos inflamables.
- Los recipientes vacíos son tan peligrosos como los llenos, habrá que verificar que se mantiene el etiquetado y depositarlos en lugares controlados que dispongan de la señalización oportuna.
- En determinadas ocasiones donde se manipulan sustancias inflamables, es obligatorio disponer de instalación eléctrica especial y equipos adecuados para estas zonas. No introducir equipos o efectuar conexiones sin comprobar que son adecuados para este tipo de instalaciones.

A6.4 COMBATE DE INCENDIOS DE MATERIALES PLÁSTICOS.

Propagación de las Llamas

- 1)** Intensa formación de humos entre 10 y 50 veces más que las maderas (en el caso de poliestirol y PVC).
- 2)** Fusión y escurrido goteando en estado ardiente (Polietileno, Polipropileno, Poliuretano).
- 3)** Desprendimiento de gases tóxicos y/o corrosivos (PVC y Poliuretano).

Incendios en Almacenes de Productos Plásticos

Este es un incendio distinto, por muchas características;

- 1)** Desarrollo de altas temperaturas, llega a 2 1/2 veces más que un combustible común.
- 2)** Alta velocidad de quemado, rápida propagación.
- 3)** Riesgo por densos humos, gran producción de “nubes”, que irradian calor e impregnan de hollín. Dificultad de visión y toxicidad.
- 4)** Los plásticos tipo granulados queman severamente y se propagan.
- 5)** Bloques sólidos queman enérgicamente si están separados, por mayor superficie de exposición.
- 6)** En caso de combinaciones de plásticos y metal, se dan altas velocidades de quemado, porque el metal actúa como soporte estructural y se mantiene el aporte de comburente.

7) Los fuegos en bloques sólidos y plásticos de alta densidad se desarrollan más lentamente que en caso de espumas o expandibles.

Es necesario tener en cuenta “NO FACILITAR EL INGRESO DE COMBURENTE”.

Para poder seleccionar el agente extintor más adecuado hay que considerar que los incendios de polímeros termoplásticos, como es el caso del polietileno de baja densidad (LDPE), se clasifican dentro del grupo de incendios de clase B, que se describen como: “Incendio de materiales combustibles líquidos o combustibles sólidos de bajo punto de fusión. Los incendios de esta clase son superficiales y se propagan de fuera a dentro. Esta clase se corresponde con la clase B Norteamericana”.

Por lo expuesto anteriormente se podrían emplear para la extinción o combate de este tipo de incendios los siguientes agentes extintores: agua pulverizada, espuma, CO₂, polvo BCE (normal), polvo ABCE (polivalente) o halón; recomendándose especialmente tanto el polvo BCE (normal) como los halones. Es importante destacar que será menester evitar el “goteo” de plásticos sometidos a temperaturas por conducción - radiación para evitar su propagación.

A6.5 CAUSAS TÍPICAS DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES

Llamas abiertas, descarga electrostática por chispas, calor de frotamiento, formación de chispas formación de arcos voltaicos, impacto de rayo etc., pueden hacer arder líquidos, gases, vapores y polvo fácilmente inflamables.

Por consiguiente, al transportar (trasiego), manejar (mezcla), envasar (sacos, bidones, camiones-cisterna) y almacenar, así como al formarse polvo (molido, trituración, tamizado, mezcla, etc.), es imprescindible proceder con la mayor precaución y cuidado.

Personal insuficientemente adiestrado supone un peligro considerable. Frecuentemente, son insuficientes también los conocimientos en la materia por parte del personal de la empresa.

A6.6 TABLAS

Se incluyen las siguientes tablas que son de indudable valor, especialmente los índices caloríficos, a los efectos de lograr una adecuada tipificación de riesgos de acuerdo al cálculo de la carga de fuego, según Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Prácticamente incombustibles	Teflón
Difícilmente combustibles	Siliconas, Resinas fenólicas
Medianamente combustibles	Policarbonatos, PVC
Fácilmente combustibles	Polietileno, Polipropileno, Plásticos de Celulosa, Resinas Epoxídicas, etc.
De muy fácil combustión (eventualmente explotan)	Nitrocelulosa

Clasificación de algunos plásticos según su combustibilidad

Plástico	Termoesfuerzo constante hasta (°C) máx.	Puntos de reblandecimiento (°C)	Temperatura de descomposición (°C)
Nitrocelulosa	50	80	100-150 (A partir de 60 °C)
Polimetilmetacrilato	70	110	170-300
Espuma de poliuretano	120	180-185	220
Polietileno	80-100	100-130	300
Poliestirol	60-90	85-95	
PVC	60	75-120	220 (A partir de unos 80 °C)
Poliamida	100	170-200	310-380
Resina fenólica	120-175		250-300
Silicona	180-200		A partir de 440
Politetrafluoretileno	260		A partir de 390












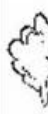



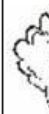


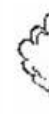



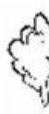







Termoesfuerzo constante, puntos de reblandecimiento y temperatura de descomposición de algunos plásticos

Plástico	Punto de combustión (°C)	Punto de ignición (°C)
Nitrocelulosa	140	140
Polimetilmetacrilato (Plexiglás)	300	460
Espuma de poliuretano (poliéster)	310	415
Polietileno	340	350
Poliestirol	360	495
PVC	390	455
Poliamida	420	425
Silicona, laminado de fibras de vidrio	525	565
Resina fenólica, laminado de fibras de vidrio	540	580
Madera (pino, roble, haya)	350	490












Puntos de combustión e ignición de plásticos en comparación con la madera

Plástico	Índ. calorífico en Kcal/Kg aprox.
Polisobutileno	11200
Polietileno	11000
Polietileno, antiinflamable	10000
Polipropileno	10500
Poliestírol, resistente a golpes	9600
Espuma de poliestírol	9500
ABS	8500
Resinas epoxi	7200-7900
Resinas fenólicas	7200-7600
Poliamida	7400
Policarbonato	7300
Polimetilmetacrilato	6300
Resina de poliésteres	6300
Resina de urea	6000
Polimetilmetacrilato, antiinflamable	5900
Poliuretano	5600
Resina de poliésteres, reforzada con fibra de vidrio, antiinflamable	4500
PVC rígido	4300
Nitrocelulosa	4100
Fibra vulcanizada	3800
Resinas de melanina	3700-3900
Tefón	1000
Madera de pino	4450
Madera de haya común	4400
Papel de periódico	4000
Carbón	6500-8000

Índices caloríficos de distintos materiales

PLÁSTICO	COMBUSTIVIDAD	CANTIDAD Y COLOR DE LOS HUMOS	CAPACIDAD PARA FUNDIR Y GOTEAR	OLOR AL ARDER	RUIDO AL ARDER	VARIOS
PVC flexible				Ácido picante		Residuos carbonosos
PVC rígido				Ácido picante		Residuos carbonosos
Poliestirenos				Gas	Cuecen al quemarse	Tizones negros
Acilonitrilo- Butadieno- Estireno ABS				Gas		Caramelizan e hilan
Poliamidas				Pelos quemados		
Polimetacrilato de metilo				Manzana	Crepitan	
Celulósicas				Vinagre	Crepitan	
Polioléfinas (Poliétileno y polipropileno)				Bujía		
Poliéster reforzado				Gas		Residuos de fibras de vidrio
Espumas flexibles				Almendras amargas		Caramelizan
Poliuretanos Espumas Rígidas				Almendras amargas		Caramelizan
Poliestireno expandido				Gas		Se retractan ante las llamas
Fenoplastos				Fenol Cresol		Carbonizan sin llama
Aminoplastos				Pescado		Muy difícilmente inflamables

Identificación rápida ante el fuego de las principales materias plásticas

 Poca combustividad	 Humo blanco	 Pocas gotas	Casilla continua: el producto se apaga solo
 Medianamente combustible			
 Muy combustible	 Mediano humo negro	 Gotas encendidas	Casilla con puntos: ciertas cualidades se apagan solas
 Llama con extremidad azul	 Humo negro espeso	 Gotas fluentes	
 Llama con base azul			

Leyenda de los iconos de la tabla de identificación rápida de incendio de las principales materias plásticas

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXO 7. CÁLCULO DEL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN. ESPECIFICACIONES.

Este cálculo se lleva a cabo entorno a una serie de premisas que establece el caso más exigente de necesidades de refrigeración, tanto del producto granceado como de la refrigeración de la extrusora.

Las características de operación de este caso, anteriormente citado, se exponen a continuación:

- Producción de WTIO₂; producto con una carga de 58 % de TiO₂ sobre LDPE.
- Velocidad de producción: 1894 Kg/h.
- Temperatura promedio de salida del producto de la extrusora: 210 °C.
- Temperatura requerida del “pellet”: 80 °C
- Necesidades de refrigeración de la maquinaria de extrusión:

Otros datos:

- Capacidad calorífica del LDPE:

A7.1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE REFRIGERACIÓN DEL PRODUCTO GRANCEADO.

$$Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Q: Calor a retirar (Kcal/h)

m*: Caudal másico de producto (Kg/h)

C_p: Capacidad calorífica del LDPE

ΔT: Salto de temperatura (Diferencia entre la temperatura de salida del producto de la extrusora y temperatura requerida del “pellet”).

Entonces:

$$Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T = 1894 \text{ Kg/h} \cdot 0,5 \text{ Kcal}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (210^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}) = 123110 \text{ Kcal/h}$$

A7.2 NECESIDADES DE REFRIGERACIÓN DE LA MAQUINARIA DE EXTRUSIÓN.

Para determinar las necesidades de enfriamiento de la maquinaria de la extrusora se siguen una serie de reglas heurísticas suministradas por “Elmwood Plastic Systems, Inc.” En su dirección electrónica www.epschicago.com/nws_mar_02_es.htm (20/04/2006).

Aquí se cita que para cada 100 HP (74,5 kW) de potencia en la caja de engranajes se precisa una tonelada de refrigeración (la unidad Tonelada de refrigeración, es tradicional americana y equivale a unas 860 Kcal/h; hace referencia al calor que se desprende al fundirse una tonelada de hielo). También se cita que para garganta de l máquina de hasta 76 mm se requiere una tonelada de refrigeración y a partir de 76 mm se precisan 2 toneladas de refrigeración y por cada 25 mm de diámetro de barril o cañón requiere una tonelada más adicional de refrigeración. Con estas premisas se obtiene el siguiente cálculo y resultado:

El motor de la extrusora seleccionada para la planta es de 650 kW de potencia. Así que siguiendo la regla heurística de que por cada 74,5 kW se precisarán 860 Kcal/h, se obtiene:

$$\frac{650 \text{ kW}}{74,5 \text{ kW}} \cdot 860 \text{ Kcal}/h = 7504 \text{ Kcal}/h$$

Teniendo en cuenta ahora que la garganta de la máquina es mayor de 76 mm habría que sumar 2 toneladas de refrigeración, que equivalen a $2 \cdot 860 \text{ Kcal/h} = 1720 \text{ Kcal/h}$.

Finalmente, si cada 25 mm de diámetro de barril suponen sumar una tonelada más de refrigeración adicional; y la máquina ha instalar es de diámetro 92 mm, se obtiene:

$$\frac{92 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} \cdot 860 \text{ Kcal}/h = 3165 \text{ Kcal}/h$$

Sumando todas estas cargas de refrigeración se obtiene, finalmente, que las necesidades de refrigeración de la extrusora serán:

$$7504 \text{ Kcal/h} + 1720 \text{ Kcal/h} + 3165 \text{ Kcal/h} = 12389 \text{ Kcal/h}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad del 10 % sobre el valor obtenido, se decide la instalación de un equipo de frío refrigerado por aire de 150000 Kcal/h de frío (frigorías). En términos americanos de unas 174 Toneladas de refrigeración.

A7.3 NECESIDAD DE REFRIGERACIÓN TOTAL.

Hacen referencia a la suma de las necesidades de enfriamiento del producto granceado más las necesidades de refrigeración de la maquinaria de extrusión. Estas son:

Necesidades de refrigeración del producto granceado.....	123110 Kcal/h
Necesidades de refrigeración de la maquinaria de extrusión.....	12389 Kcal/h
Necesidades de refrigeración totales.....	135499 Kcal/h

A7.4 NOTAS TÉCNICAS.

A7.4.1. General.

La unidad enfriadora de agua será de tipo integral con evaporador de placas, condensador enfriado por aire y compresor hermético. La unidad deberá ser recibida con carga completa de refrigerante 22, cuidadosamente probada por fugas y sus controles calibrados en una prueba de operación.

Estas unidades se ensamblan completamente en fábrica y solamente requieren conexiones con el sistema de tubería y con la energía eléctrica para su funcionamiento.

Su gabinete y partes del montaje son de lámina galvanizada, con tratamiento de banderizado y protegidos con pintura resistente a la corrosión y la intemperie.

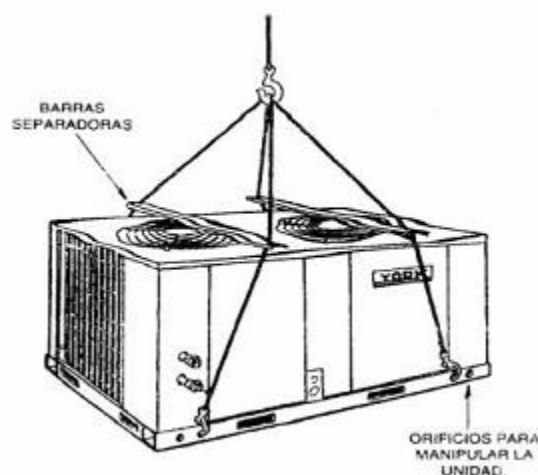
A7.4.2. Limitaciones.

Todos los enfriadores de líquido tienen limitación en cuanto a las temperaturas de enfriamiento, ya que si se enfría agua con temperatura de evaporación del refrigerante inferior a 0 grados centígrados se congelará, ocasionando daños muy serios al evaporador y al sistema de tubería. El daño que se provoca a un evaporador por congelamiento no solo afecta al sistema de agua, sino que se mezcla el sistema de refrigerante con el de agua, entrando humedad y ocasionando daños al compresor.

A7.4.3 Manejo y localización del equipo.

La localización del enfriador depende principalmente de algunas consideraciones, tales como: espacio, proximidad al equipo del proceso o del acondicionamiento de aire, accesibilidad, servicio y la proximidad de alimentación de energía eléctrica. En general se seleccionará un lugar bien ventilado. Si la ventilación natural es inadecuada, se deberá proporcionar una ventilación forzada. Para la instalación de estos enfriadores de líquido debe cumplirse con todas las normas y reglamentos aplicables.

Se debe tener cuidado al mover la unidad. No retirar ninguna parte del empaque hasta que la unidad este cerca del lugar de su instalación. Manipular la unidad colocando ganchos, con cadenas o cables, a través de los orificios redondos que se proporcionan en los rieles de la base de la unidad. Barras separadoras cuya longitud exceda la dimensión transversal de la unidad, deben ser utilizadas a través de la parte superior de la unidad.



A7.4.3.1. Cimentación.

La unidad deberá instalarse verticalmente y a nivel.

Para instalación a nivel del suelo:

1. Preñarte una base de cemento de una sola pieza con zapatas extendidas hasta tierra firme para evitar hundimientos.
2. Usar tramos de madera de 5 X 15 cms. (2" X 6") debidamente intemperizadas o vigas "I" de acero estructural.

Para instalación a nivel del techo:

Usar tramos de madera de 5 X 15 cms. (2" X 6") debidamente intemperizadas o vigas "I" de acero estructural.

Los tramos de madera o vigas "I" que se utilicen deben tener la longitud y las dimensiones necesarias para distribuir adecuadamente el peso de la unidad sobre la estructura del techo.

NOTA: Los soportes de madera o vigas "I" de acero estructural tienen como finalidad:

- 1.- Evitar que la humedad se acumule debajo de la unidad.
- 2.- Levantar la toma de aire del serpentín condensador, por encima de la capa de aire caliente que normalmente se forma sobre losas o superficies expuestas al sol.

Los condensadores enfriados por aire son particularmente vulnerables a un flujo restringido, ya sea en la entrada o salida de aire. Además, su capacidad para desarrollar un rendimiento satisfactorio depende de la limpieza y temperatura del aire. Los rendimientos de los enfriadores de líquido con condensador enfriado por aire se evalúan normalmente a una temperatura de 35 °C y un máximo de 43.3 °C (95 grados F y 110 grados F) de aire ambiente.

Se observa una reducción de capacidad de 1.8% por cada grado centígrado de incremento de temperatura (1% por Grado F) si la unidad debe operar a altas temperaturas ambientales por encima de los 35 °C (95 F). Por lo tanto es imprescindible que la unidad se localice de manera que la descarga de aire caliente no sea recirculado.

A7.4.4 Accesos.

Las unidades deberán instalarse con accesos suficientes para permitir el flujo de aire, la instalación de la tubería de agua y para facilitar las operaciones de servicio y mantenimiento.

Los servicios básicos que necesitan ser conectados a un enfriador de líquido son:

- A. Energía Eléctrica
- B. Tubería del líquido a enfriar

A. Energía Eléctrica

Antes de conectar la unidad a la fuente de energía es preciso cerciorarse de que ésta satisface los requerimientos eléctricos especificados en la placa de datos de la unidad. Todos los componentes de la unidad que requieren energía eléctrica serán prealambrados en la fábrica. La fuente de energía principal debe ser conectada a las líneas de la unidad a través de un interruptor apropiado.

El panel de control y los elementos de protección y seguridad, estarán interconectados de tal manera que, conectando la fuente de energía apropiada a las terminales de la unidad se energiza todo el circuitaje eléctrico del enfriador de líquido.

B. Tubería de líquido a enfriar

El sistema de tubería del líquido a enfriar debe ser dispuesto de manera que la bomba de circulación descargue hacia el evaporador.

Para facilitar el servicio del sistema se recomienda utilizar válvulas de cierre manual en todas la líneas. Deben proporcionarse conexiones de drenaje en todos los puntos bajos para

permitir el drenado total de la tubería del sistema y del evaporador. Adicionalmente se recomienda la instalación de un filtro (malla de 40 hilos) en la conexión de entrada del líquido al evaporador.

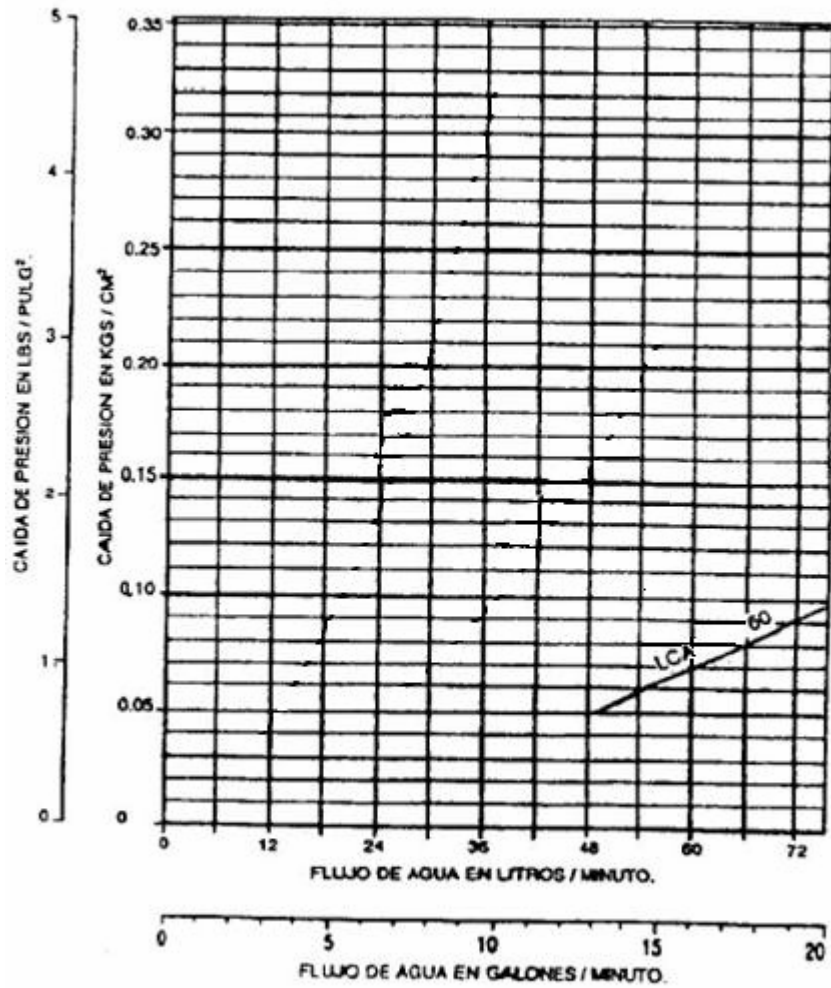
Como una ayuda al servicio, se recomienda la instalación de termómetros y manómetros en la líneas de entrada y salida de agua (o líquido a enfriar) del evaporador de placas en las unidades.

Las líneas de líquido enfriado que quedan expuestas al ambiente exterior deben envolverse con cable calefactor suplementario y cubrirse con aislamiento para protegerlas contra congelamientos durante los periodos de baja temperatura ambiente y para evitar la formación de condensado en los lugares de clima cálido y húmedo.

En las unidades enfriadoras de líquido se debe instalar un interruptor de flujo para el agua o líquido a enfriar en la tubería de salida del enfriador. En cada uno de los extremos del interruptor de flujo, debe existir un tramo recto con una longitud mínima equivalente a 5 diámetros de la tubería. Se ajustará el impulsor del interruptor de flujo al diámetro de la tubería en la cual va a ser instalado. El interruptor de flujo deberá ser alambrado a las terminales del tablero de control (podría utilizarse un interruptor de flujo diferencial y los puntos de ajuste deberían ser establecidos de acuerdo al flujo de operación en las unidades).

La importancia de dimensionar apropiadamente las tuberías de enlace con el enfriador de líquido nunca debe ser subestimada. Una de las causas más comunes de un rendimiento poco satisfactorio de un enfriador de líquido es una tubería pobremente diseñada. Cuando se requieran colectores para la distribución del agua, éstos deberán estar lo más cerca posible del punto de aplicación.

Se instalará una válvula balanceadora de flujo en cada unidad, para asegurar una adecuada distribución del agua en todo el sistema. Cuando la tubería quede enrutada por encima del enfriador del líquido con una longitud de 27.42 mts (90 pies) o más, es necesario colocar trampas tanto en la línea de suministro de agua enfriada como en la de retorno.



GRAFICA DE CAIDA DE PRESION A TRAVES DEL EVAPORADOR.

A7.4.5 Componentes principales.

- 1.- Compresor Hermético.- los devanados del motor son enfriados por el gas refrigerante de succión. El compresor incluye protección térmica de sobrecarga interna.

2.- Condensador.- Enfriado por aire; tubos de cobre y aletas de aluminio para una máxima transferencia de calor.

3.- Evaporador.- Diseño contracorriente turbulento para una óptima transferencia de calor.

A7.4.6 Verificación del sub-enfriamiento y del sobrecalentamiento.

Verificar el sub-enfriamiento y el sobrecalentamiento es una manera ideal de determinar si el enfriador de líquido está completamente cargado y operando apropiadamente. El sub-enfriamiento siempre debe revisarse antes de establecer el sobrecalentamiento. La temperatura de sub-enfriamiento deberá ser obtenida tomando la temperatura de la línea de líquido a la salida del condensador y la presión del líquido en la válvula de servicio (convirtiéndola en temperatura por medio de una tabla PRESIÓN/TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE)

Ejemplo: 15.4 Kg/cm² (220 PSIG)
De presión en válvula de servicio.....42.2 °C (108 F)
Temp. De la línea de líquido.....33.8 °C (93 F)
Sub-enfriamiento..... 8.4 °C (15 F)

Una vez establecido el sub-enfriamiento en la forma anterior, se podrá proceder a ajustar el sobrecalentamiento, el cual debe ser establecido después de que la operación del enfriador sea estable y de que el líquido enfriado haya sido bajado a la temperatura requerida.

El sobrecalentamiento es la diferencia entre la temperatura real del gas refrigerante del retorno entrando al compresor y la temperatura correspondiente a la presión de succión. La temperatura de succión debe tomarse a 15 cms. (6”) antes de la válvula de servicio (succión) del compresor y la represión se toma en la válvula de succión del compresor.

Ejemplo: Temperatura de succión..... 6.6 °C (44 F.)
4.2 Kgs/cm² (60 PSIG) de presión

En válvula de succión1.1 °C (34 F)

Sobrecalentamiento.....5.5 °C (10 F)

Un sobrecalentamiento menos de 4.4 °C (8 F) indicaría una sobrecarga mientras que uno mayor de 6.6 °C., (12 F) indicaría una insuficiencia de carga.

A7.4.7 Funcionamiento del enfriador de líquido (“CHILLER”)

La figura muestra un esquema típico del proceso de refrigeración dentro del enfriador de líquido con condensador enfriado por aire. Agua caliente del proceso entra al evaporador en una dirección contraria a la de flujo de refrigerante. A medida que el refrigerante hierve toma el calor necesario para su evaporación del agua del proceso, la cual a su vez, al perder calor, baja su temperatura y es suministrada para enfriar el proceso. El vapor entra al compresor que le agrega su calor de compresión al refrigerante antes de descargarlo, como gas caliente y comprimido, al condensador. El refrigerante se enfría y se licua en el condensador. Después de pasar a través del filtro deshidratador, un dispositivo de medición (válvula de expansión) permite que la cantidad apropiada de refrigerante entre al evaporador donde vuelve a recoger el calor del proceso, a través del circuito de agua del enfriador de líquido, una vez más.

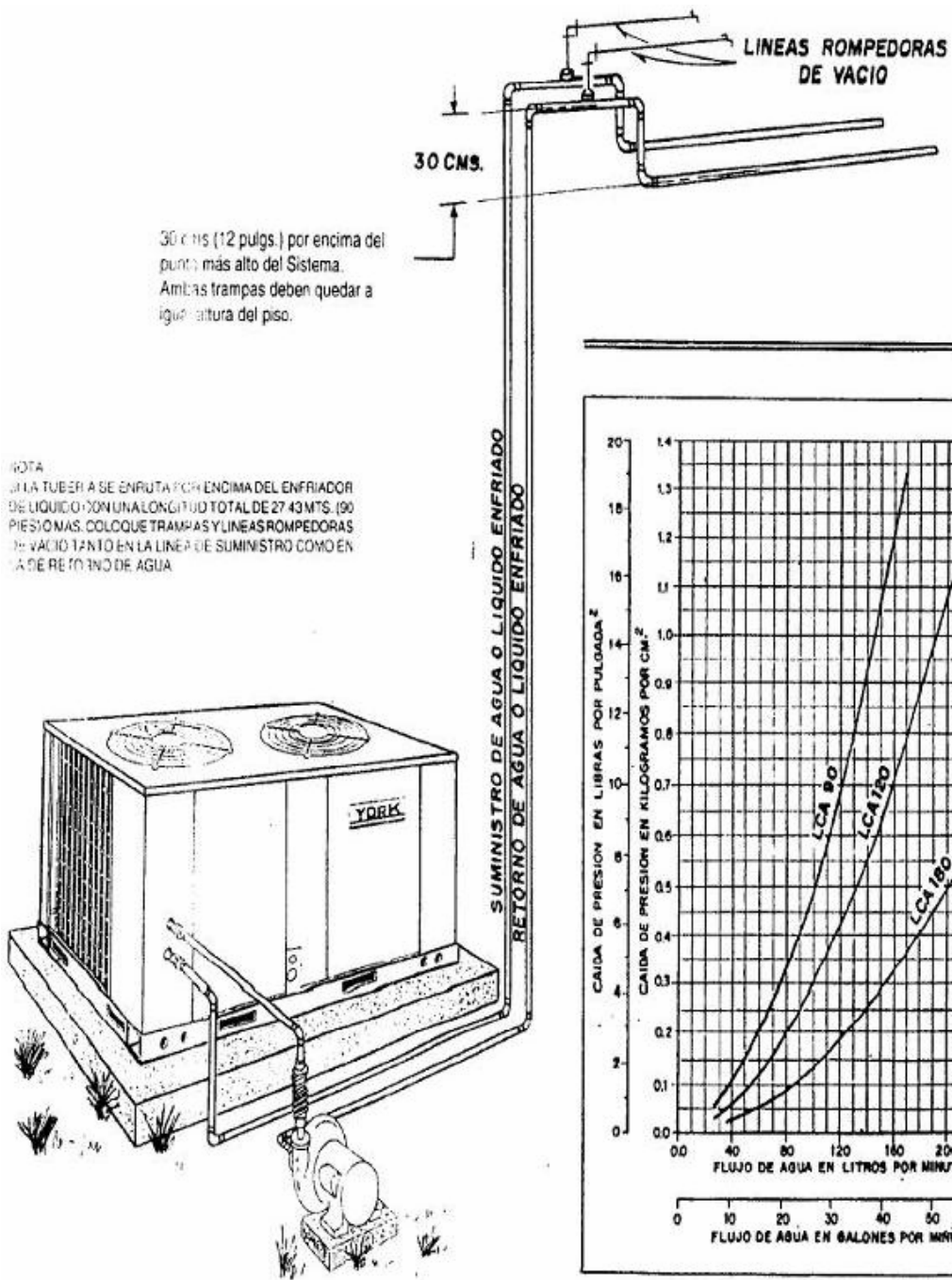


DIAGRAMA DE TUBERIA ENRUTADA POR ENCIMA DE LA UNIDAD.

GRAFICA DE CAIDA DE PRESION A TRAVES DEL EVAPORADOR.

A7.4.8 Procedimiento de arranque. Puesta en marcha.

El siguiente procedimiento de arranque debe ser seguido en secuencia. Si se presentase algún problema al poner en marcha el enfriador, el error habitualmente se podrá rastrear a través de uno de los dispositivos de control de seguridad.

Secuencia de operación

Para iniciar la operación de los circuitos es necesario lo siguiente:

- 1.- Encender el control y esperar al menos 8 horas a que las resistencias del cárter del compresor calienten el aceite.
- 2.- Una vez caliente, arrancar la bomba de recirculación de agua para tener flujo en las tuberías.
- 3.- Cerrar el interruptor de operación para la posición FRÍO.
- 4.- Esto inicia la secuencia de frío, energizando la solenoide solo para frío (válvula reversible).
- 5.- Después de un tiempo programado entra el compresor y, por medio del sensor de temperatura, éste entrará y saldrá de acuerdo al setpoint programado.
- 6.- Si durante la operación del compresor, se abren los circuitos de alta o baja presión, se apagará el compresor y marcará la falla correspondiente en la pantalla.
- 7.- Para apagar el equipo, poner el selector de FRÍO/APAGADO en la posición central (apagado).

CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO (Kcal/h)				150000
COMPRESOR	SCROLL	CANTIDAD		2
CONDENSADOR	ABANICO	ETAPAS CAP.		1
		CORRIENTE DE OPERACIÓN		32,8
		CORRIENTE ROTOR BLOQ.		190
		CALEFACTOR CARTER		Si
		CANTIDAD		2
EVAP.	MOTOR DEL ABANICO	FLUJO NOMINAL DE AIRE PCM		10800
		CANTIDAD		2
	MOTOR DEL ABANICO SERPENTIN	POTENCIA (HP)		1
		RPM		1100
		CORRIENTE A PLENA CARGA		5,0
		AREA DE CARA(PIES2)		36,1
	SERPENTIN INTERCAMBIADOR DE CALOR	ALETAS/PULG		18
		HILERA TUBOS		2
		FLUJO DE AGUA (GPM MIN)		12
	INTENSIDAD DE LA UNIDAD (AMPS)	FLUJO DE AGUA (GPM MAX)		65
DIAM. CONEX.			2"	
			41,9	
	CALIBRE MINIMO CONDUCTOR		8	
	MAX. INT. TERMOMAGNETICO (AMPS)		45	
	DIMENSIONES (CMS)	ALTO		1125
	PESO APROX. EN OPERACIÓN (KGS)	ANCHO		1953
		LARGO		1013
				525

Tabla resumen de las especificaciones de un “chiller” de las características calculadas

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXO 8. CÁLCULOS DE OBRA CIVIL

A8.1. LISTADO DE PÓRTICOS

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 6.00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 10.00 *Kg/m²*

- Sobrecarga del cerramiento: 0.00 *Kg/m²*

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 10.00 *Kg/m²*

Normas y combinaciones

Perfiles conformados:EA-95 (MV1 10)

Grupo de combinaciones: EA-95

Perfiles laminados:EA-95 (MV103)

Grupo de combinaciones:EA-95

Desplazamientos

Grupo de combinaciones: Acciones Características

Datos de viento

Según N.T.E (España)

Zona Eólica: Y

Situación: Expuesta

Porcentaje de huecos: Menos del 33% de huecos

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Hipótesis A izquierda.
- 2 - Hipótesis A derecha.
- 3 - Hipótesis B izquierda.
- 4 - Hipótesis B derecha.

Datos de nieve

Según N.T.E (España)

Altitud topográfica: Altura comprendida entre 0 y 200 metros.

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Hipótesis nieve NTE

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico Kp/cm ²	Módulo de elasticidad Kp/cm ²
Aceros Laminados	A42	2600	2100000

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 12.50 m. Luz derecha: 12.50 m. Alero izquierdo: 7.00 m. Alero derecho: 7.00 m. Altura cumbrera: 8.25 m.	Pórtico rígido

Datos de correas de cubierta	
Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: L / 250	Tipo de perfil: IPN-100
Número de vanos: Tres o más vanos	Separación: 1.80 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: A42
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Tensión: 64.82 % - Flecha: 99.79 %	

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal Kg/m	Peso superficial Kg/m ²
Correas de cubierta	16	133.14	5.33

Cargas en barras

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Peso propio	Faja	5.00/7.00 m	0.06 Tn/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Hipótesis A izquierda.	Uniforme	---	0.17 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Hipótesis A derecha.	Uniforme	---	0.35 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Hipótesis B izquierda.	Uniforme	---	0.17 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Hipótesis B derecha.	Uniforme	---	0.35 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Peso propio	Faja	5.00/7.00 m	0.06 Tn/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Hipótesis A izquierda.	Uniforme	---	0.35 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Hipótesis A derecha.	Uniforme	---	0.17 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Hipótesis B izquierda.	Uniforme	---	0.35 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Hipótesis B derecha.	Uniforme	---	0.17 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Peso propio	Uniforme	---	0.09 Tn/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Hipótesis A izquierda.	Uniforme	---	0.11 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis A derecha.	Uniforme	---	0.05 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis B izquierda.	Uniforme	---	0.41 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis B derecha.	Uniforme	---	0.35 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis nieve NTE	Uniforme	---	0.24 Tn/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Peso propio	Uniforme	---	0.09 Tn/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Hipótesis A izquierda.	Uniforme	---	0.05 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis A derecha.	Uniforme	---	0.11 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis B izquierda.	Uniforme	---	0.35 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis B derecha.	Uniforme	---	0.41 Tn/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis nieve NTE	Uniforme	---	0.24 Tn/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

A8.2 LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

A8.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
Nudo 121, Nudo 161, Nudo 163, Nudo 203, Nudo 205, Nudo 245, Nudo 247, Nudo 287, Nudo 289, Nudo 329	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 97.5 cm Ancho inicial Y: 97.5 cm Ancho final X: 97.5 cm Ancho final Y: 97.5 cm Ancho zapata X: 195.0 cm Ancho zapata Y: 195.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 9Ø16 c/ 25 Sup Y: 9Ø16 c/ 25 Inf X: 9Ø16 c/ 25 Inf Y: 9Ø16 c/ 25

A8.2.2. Medición

Referencias: Nudo 121, Nudo 161, Nudo 163, Nudo 203, Nudo 205, Nudo 245, Nudo 247, Nudo 287, Nudo 289 y Nudo 329		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (Kg)	9x2.15 9x3.39	19.35 30.54
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (Kg)	9x2.15 9x3.39	19.35 30.54
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (Kg)	9x2.15 9x3.39	19.35 30.54
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (Kg)	9x2.15 9x3.39	19.35 30.54
Totales	Longitud (m) Peso (Kg)	77.40 122.16	122.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (Kg)	85.14 134.38	134.38

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, CN (Kg)	Hormigón (m3)	
	Ø16	HA-25, Control estadístico	Limpieza
Referencias: Nudo 121, Nudo 161, Nudo 163, Nudo 203, Nudo 205, Nudo 245, Nudo 247, Nudo 287, Nudo 289 y Nudo 329	10x134.38	10x3.04	10x0.38
Totales	1343.80	30.42	3.80

A8.2.3. Comprobación

Referencia: Nudo 121 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm2 Calculado: 0.34 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.653 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.914 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: 1.40 Tn·m	Cumple

Referencia: Nudo 121 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 5.06 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 345036.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 20.9 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 509.69 Tn/m ² Calculado: 7.11 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.85 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- Nudo 121:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: Nudo 121		
Dimensiones: 195 x 195 x 80		
Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 161		
Dimensiones: 195 x 195 x 80		
Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm2 Calculado: 0.34 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.653 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.914 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.40 Tn·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.05 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 345036.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 20.9 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 7.11 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.86 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- Nudo 161:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: Nudo 161 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: Nudo 163 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media: - Tensión máxima acc. gravitatorias: - Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 0.34 Kp/cm ² Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.652 Kp/cm ² Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.913 Kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple

Referencia: Nudo 163 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.39 Tn·m Momento: 5.06 Tn·m	Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 5343933.7 % Reserva seguridad: 19.7 %	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m ² Calculado: 7.11 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.33 Tn Cortante: 1.94 Tn	Cumple Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - Nudo 163:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021 Calculado: 0.0021	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: Nudo 163 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: Nudo 203 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 0.34 Kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.652 Kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.913 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.39 Tn·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.04 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 5343933.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 19.7 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m ² Calculado: 7.11 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.94 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - Nudo 203:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: Nudo 203 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: Nudo 205 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm2 Calculado: 0.34 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.651 Kp/cm2	Cumple

Referencia: Nudo 205 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.912 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.39 Tn·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.05 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
- En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 19.3 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m ² Calculado: 7.09 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.98 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- Nudo 205:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: Nudo 205 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: Nudo 245 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 0.34 Kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.651 Kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.912 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.39 Tn·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.04 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
- En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 19.3 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m ² Calculado: 7.09 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.98 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- Nudo 245:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple

Referencia: Nudo 245 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 247 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 0.34 Kp/cm ²	Cumple

Referencia: Nudo 247		
Dimensiones: 195 x 195 x 80		
Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.652 Kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.913 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.39 Tn·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.06 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 5343933.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 19.7 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m ² Calculado: 7.11 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.94 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - Nudo 247:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: Nudo 247		
Dimensiones: 195 x 195 x 80		
Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: Nudo 287		
Dimensiones: 195 x 195 x 80		
Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm2 Calculado: 0.34 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.652 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.913 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.39 Tn-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.04 Tn-m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 5343933.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 19.7 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 7.11 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.94 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - Nudo 287:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple

Referencia: Nudo 287		
Dimensiones: 195 x 195 x 80		
Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 289		
Dimensiones: 195 x 195 x 80		
Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		

Referencia: Nudo 289 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 0.34 Kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.653 Kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 0.914 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.39 Tn-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.06 Tn-m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 345036.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 20.9 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m ² Calculado: 7.11 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.85 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - Nudo 289:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: Nudo 289 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: Nudo 329 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm2 Calculado: 0.34 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.653 Kp/cm2	Cumple
- Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.5 Kp/cm2 Calculado: 0.914 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.39 Tn·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.05 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 345036.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 20.9 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 7.11 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.33 Tn	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.86 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple

Referencia: Nudo 329 Dimensiones: 195 x 195 x 80 Armados: Xi:Ø16 c/ 25 Yi:Ø16 c/ 25 Xs:Ø16 c/ 25 Ys:Ø16 c/ 25		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - Nudo 329:	Mínimo: 67 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021 Calculado: 0.0021	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

A8.2.4. Listado de placas de anclaje

A8.2.4.1. Descripción

Referencias	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
Nudo 121, Nudo 161, Nudo 163, Nudo 203, Nudo 205, Nudo 245, Nudo 247, Nudo 287, Nudo 289, Nudo 329	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x9.0)	8Ø20 mm L=60 cm Gancho a 180 grados

A8.2.4.2. Medición

MEDICIÓN DE PLACAS DE ANCLAJE

Pilares	Acero	Peso Kp	Totales Kp
Nudo 121, Nudo 161, Nudo 163, Nudo 203, Nudo 205, Nudo 245, Nudo 247, Nudo 287, Nudo 289, Nudo 329	A42	10 x 33.56	335.59
Totales			335.59

MEDICIÓN PERNOS DE PLACAS DE ANCLAJE

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso Kp	Totales m	Totales Kp
Nudo 121, Nudo 161, Nudo 163, Nudo 203, Nudo 205, Nudo 245, Nudo 247, Nudo 287, Nudo 289, Nudo 329	80Ø20 mm L=89 cm	A-4D (liso)	80 x 0.89	80 x 2.19	70.92	174.90
Totales					70.92	174.90

A8.2.4.3. Comprobación

Referencia: Nudo 121		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.19274 Tn	Cumple
- Cortante:	Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333545 Tn	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66923 Tn	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1175 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1874.65 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323748 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 602.468 Kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 602.468 Kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1673.66 Kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2586.75 Kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2509.6	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2509.6	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2509.6	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2509.6	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1428.21 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 161		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.19274 Tn Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333545 Tn Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66923 Tn	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1175 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm2 Calculado: 1874.65 Kp/cm2	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323748 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2600 Kp/cm2 Calculado: 602.468 Kp/cm2 Calculado: 602.468 Kp/cm2 Calculado: 2586.75 Kp/cm2 Calculado: 1673.66 Kp/cm2	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm2 Calculado: 1428.21 Kp/cm2	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 163		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.18754 Tn Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333131 Tn Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66344 Tn	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1143 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1873.47 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323448 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 609.506 Kp/cm ² Calculado: 609.506 Kp/cm ² Calculado: 1672.61 Kp/cm ² Calculado: 2584.29 Kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1427.32 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 203		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.18754 Tn Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333131 Tn Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66344 Tn	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1143 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1873.47 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323448 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 609.506 Kp/cm ² Calculado: 609.506 Kp/cm ² Calculado: 2584.29 Kp/cm ² Calculado: 1672.61 Kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1427.32 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 205		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.18333 Tn	Cumple
- Cortante:	Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.332725 Tn	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.65865 Tn	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.11088 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1872.21 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323099 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 611.869 Kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 611.869 Kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1671.49 Kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2581.92 Kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2570.62	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2570.62	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2570.62	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2570.62	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1426.36 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 245		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.18333 Tn Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.332725 Tn Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.65865 Tn	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.11088 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1872.21 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323099 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 611.869 Kp/cm ² Calculado: 611.869 Kp/cm ² Calculado: 2581.92 Kp/cm ² Calculado: 1671.49 Kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2570.62 Calculado: 2570.62 Calculado: 2570.62 Calculado: 2570.62	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1426.36 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 247		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.18754 Tn	Cumple
- Cortante:	Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333131 Tn	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66344 Tn	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1143 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1873.47 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323448 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 609.506 Kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 609.506 Kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1672.61 Kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2584.29 Kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2543.01	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2543.01	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2543.01	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2543.01	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1427.32 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 287		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.18754 Tn Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333131 Tn Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66344 Tn	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1143 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1873.47 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323448 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 609.506 Kp/cm ² Calculado: 609.506 Kp/cm ² Calculado: 2584.29 Kp/cm ² Calculado: 1672.61 Kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01 Calculado: 2543.01	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1427.32 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 289		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.19274 Tn Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333545 Tn Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66923 Tn	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1175 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1874.65 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323748 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 602.468 Kp/cm ² Calculado: 602.468 Kp/cm ² Calculado: 1673.66 Kp/cm ² Calculado: 2586.75 Kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1428.21 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: Nudo 329		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.807	Cumple
Longitud mínima del perno:	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.19274 Tn Máximo: 4.21695 Tn Calculado: 0.333545 Tn Máximo: 6.02422 Tn Calculado: 5.66923 Tn	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.28 Tn Calculado: 5.1175 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2400 Kp/cm ² Calculado: 1874.65 Kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.72 Tn Calculado: 0.323748 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 602.468 Kp/cm ² Calculado: 602.468 Kp/cm ² Calculado: 2586.75 Kp/cm ² Calculado: 1673.66 Kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6 Calculado: 2509.6	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2600 Kp/cm ² Calculado: 1428.21 Kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

A8.3. NUMERACIÓN DE LOS NUDOS

La numeración de los nudos es la expuesta en el plano número 4.

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

ANEXO 9. EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA

A9.1. PLAN DE TESORERÍA: PERIÓDO DE INVERSIÓN Y PUESTA EN MARCHA

CONCEPTOS	PERIODO DE INVERSION Y PUESTA EN MARCHA / 1							PUESTA EN MARCHA			TOTALES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
GASTOS AMORTIZABLES											
Gastos Constitución											
* Notaria, Registro, Gestoria	14.500										14.500
Consultoria											
Total	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500					9.000
Servicios Exteriores											
* Seguridad											
* Limpieza								1.000	1.000	1.000	3.000
* Gastos Oficina								500	500	500	1.500
* Seguros								1.000	1.000	1.000	3.000
* Gastos Homologación								47.147			47.147
* Diseño de imagen corporativa							20.000	10.000			40.000
* Diseño de página web											6.000
* Diseño de catálogo											4.000
* Gastos Varios											5.000
* Gastos Viaje	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000	2.000	6.000
Total	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	55.647	8.500	4.000	4.000	30.000
Gastos de Personal											
* Director General	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	6.000	6.000	6.000	6.000	51.000
* Director Técnico	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	27.000
* Jefe de Compras							2.000	2.000	2.000	2.000	6.000
* Jefe de Planta							3.000	3.000	3.000	3.000	9.000
* Responsable Informático							2.500	2.500	2.500	2.500	16.500
* Responsable Administración							2.500	2.500	2.500	2.500	17.500
Total	8.500	8.500	11.000	13.500	13.500	13.500	19.500	19.500	19.500	19.500	127.000
Gastos Financieros											
* Saldo Puntos L/P (onerosos)	0	0	0	0	255.192	530.192	766.011	766.011	766.011	991.011	
* Saldo Puntos C/P	0	0	0	0	0	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	
* Pagos Intereses L/P y C/P	0	0	0	0	851	3.017	3.803	3.803	3.803	4.553	16.028
TOTAL GASTOS AMORT. IVA	27.500	13.000	15.500	38.000	28.851	31.017	78.950	31.803	31.803	47.553	312.175
IVA	3.040	720	720	3.920	2.320	2.320	8.904	1.360	1.360	3.760	27.064
TOTAL G. AMORT. CON IVA	30.540	13.720	16.220	41.920	31.171	33.337	87.854	33.163	33.163	51.313	339.239
STOCK INICIAL ALMACENES											
Compras Materia Prima											
* Aditivos							80.000				80.000
* Poliolefinas							50.000				50.000
Total							130.000				130.000
IVA							12.800				20.800
TOTAL STOCK INICIAL CON IVA							92.800				150.800

PLAN DE TESORERIA
PERIODO DE INVERSION Y PUESTA EN MARCHA / 2

Datos en Euros
Periodos en Meses

CONCEPTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTALES
	INVERSION			PUESTA EN MARCHA						
INMOVILIZACIONES										
Terrenos										
* 3.376 m2 x 50,00 € / m2	168.800									168.800
Construcciones										
* Honorarios Técnicos	28.966									28.966
* Contrata	123.885				261.138					385.023
* Acometidas	2.228									2.228
* Licencia de Obras	26.737									26.737
* Seguros	2.674									2.674
Total Construcciones	184.490				261.138					445.628
Maquinaria	379.714					485.944	253.143		146.912	1.265.713
Instalaciones y Equipos										
* Laboratorio									20.000	20.000
* Mobiliario						60.000				60.000
* Equipos Informáticos	2.000			2.000			6.000	2.000		16.000
* Instalación de Comunicaciones										5.000
* Carretilla						5.000				20.000
* Sistemas Informáticos						6.000				6.000
* Cámaras y Sistema						5.000				5.000
* Otros Auxiliares						5.000				5.000
Total Instal. Y Equipos	2.000			2.000		101.000	6.000	2.000	24.000	137.000
TOTAL INMOVILIZACIONES	735.004	0	0	2.000	261.138	586.944	259.143	2.000	170.912	2.017.141
IVA	117.601	0	0	320	41.782	93.911	41.463	320	27.346	322.743
TOTAL INMOVIL. CON IVA	852.605	0	0	2.320	302.920	680.855	300.606	2.320	198.258	2.339.884
TOTAL SALIDAS	762.504	13.000	15.500	40.000	289.989	697.961	388.093	33.803	218.465	2.459.316
IVA	120.641	720	720	4.240	44.102	109.031	58.366	1.680	31.106	370.606
TOTAL SALIDAS CON IVA	883.145	13.720	16.220	44.240	334.091	806.992	446.460	35.483	249.571	2.829.922

FINANCIACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTALES
Desembolsos Capital	1.300.000									1.300.000
Desembolsos Otros R. Propios										0
Cobro Préstamo Hipotecario					255.192		235.819			491.011
Cobro Financiación Maquinaria						275.000			225.000	500.000
Cobro Otros Préstamos L / P					400.000		300.000			700.000
Cobro Préstamos Corto Plazo						300.000				300.000
Devolución Préstamos L / P										0
Devolución Préstamos C / P										0
Cobro Subvenciones										0
Pago Dividendos										0
TOTAL FINANCIACION	1.300.000	0	0	0	655.192	575.000	535.819	0	225.000	3.291.011
TESORERIA										
Variaciones Tesorería	416.855	-13.720	-16.220	-44.240	321.101	-231.992	89.359	-35.483	-24.571	461.089
SALDO TESORERIA	416.855	403.135	386.915	342.675	663.777	431.784	521.144	485.660	461.089	

A9.2. PLAN DE TESORERÍA: 1^{er} Y 2^o PERÍODOS PRODUCTIVOS

PLAN DE TESORERÍA PRIMER PERIODO PRODUCTIVO													
Datos en Euros Constantes Año 1													
CONCEPTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTALES
EXPLOTACION													
Ingresos													
* Ventas	100.000	221.130	342.259	463.389	584.518	705.648	826.777	947.907	1.069.036	1.190.166	1.311.295	1.432.425	9.194.550
* Cobro a Clientes	0	0	0	100.000	221.130	342.259	463.389	584.518	705.648	826.777	947.907	1.069.036	5.260.664
Gastos													
Materia Prima													
* Consumos Materia Prima	78.734	174.104	269.473	364.843	460.213	555.583	650.953	746.323	841.692	937.062	1.032.432	1.127.802	7.239.214
* Compras Materia Prima (1)	78.734	313.577	364.843	460.213	555.583	650.953	746.323	841.692	937.062	1.032.432	1.127.802	78.734	7.187.943
* Pago Materia Prima	0	0	0	78.734	313.577	364.843	460.213	555.583	650.953	746.323	841.692	937.062	4.946.980
Otros Gastos de Explotación													
* Otros Suministros y Servicios	8.534	8.568	8.602	8.637	8.671	8.706	8.741	8.776	8.811	8.846	8.882	8.917	104.691
* Mermas	2.000	4.423	6.845	9.268	11.690	14.113	16.536	18.959	21.381	23.803	26.226	28.649	183.891
* Mantenimiento	2.636	1.318	1.318	1.318	1.318	1.318	1.318	1.318	1.318	1.318	1.318	1.318	17.135
* Embalaje	679	1.503	2.326	3.149	3.972	4.795	5.618	6.441	7.264	8.087	8.910	9.733	62.475
* Reclamaciones	100	221	342	463	585	706	827	948	1.069	1.190	1.311	1.432	9.195
* Consumo de Electricidad maquinaria	1.359	3.005	4.651	6.297	7.943	9.589	11.236	12.882	14.528	16.174	17.820	19.466	124.950
* Seguros							47.147						47.147
* Total Otros Gastos de Explotación	15.309	19.037	24.085	29.132	34.179	39.227	44.274	49.322	54.370	59.418	64.467	69.515	549.484
* Pago Otros Gastos de Explotación	15.309	17.357	22.404	27.451	32.499	37.546	42.594	47.641	52.689	57.737	62.785	67.834	529.600
* Total Pagos M. P. Y D.G.E.	13.916	17.357	22.404	106.185	346.076	402.389	548.954	603.224	703.642	804.060	904.478	1.004.896	5.476.580
Gastos de Personal													
* D. General	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	72.000
* D. Técnico	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	36.000
* Jefe de Compras	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	24.000
* Jefe de Planta	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	36.000
* Responsable Informático	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	36.000
* Responsable Laboratorio	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	24.000
* Responsable Administración	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000
* Operarios + Adminis.:	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	2
* Total Pagos	1.800	23.300	23.300	23.300	25.100	25.100	25.100	25.100	26.900	26.900	26.900	26.900	301.200
Gastos Financieros													
* Saldo Pinos. L/P (onerosos)	991.011	991.011	988.303	988.303	988.303	988.303	988.303	945.368	922.204	922.204	922.204	898.809	950.949
* Saldo Pinos. C/P	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	0	0	0	0	0	0	0	125.000
* Pagos Intereses L/P y C/P	4.553	4.553	4.478	4.478	4.478	3.228	3.151	3.151	3.074	3.074	3.074	2.996	44.288
Impuestos													
* Impuesto sobre Beneficios													
Total Cobros	0	0	0	100.000	221.130	342.259	463.389	584.518	705.648	826.777	947.907	1.069.036	5.260.664
Total Pagos	41.769	45.211	50.182	133.963	375.653	430.717	575.205	631.475	733.616	834.034	934.452	1.034.792	5.824.088
Variaciones Tesorería Explotación	-41.769	-45.211	-50.182	-33.963	-154.524	-88.458	-114.816	-46.957	-27.968	-7.256	13.455	34.245	-563.405
FINANCIACION													
Desembolsos Capital													0
Desembolsos Otros R. Propios													0
Cobro de Hacienda IVA soportado							370.606						370.606
Cobro Préstamo Hipotecario													0
Cobro Préstamo Maquinaria													0
Cobro Otros Préstamos L/P													0
Cobro Préstamos Corto Plazo													0
Devolución Préstamos L/P			-22.708										-22.708
Devolución Préstamos C/P						-300.000							-300.000
Cobro Subvenciones (2)						197.033							197.033
Pago Dividendos							144.327						144.327
TOTAL FINANCIACION	0	0	-22.708	0	0	267.639	-23.935	144.327	-23.164	0	0	-23.395	319.764
TESORERIA													
Variaciones Tesorería	-41.769	-45.211	-72.890	-33.963	-154.524	-137.751	-137.751	97.370	-51.132	-7.256	13.455	10.850	-245.641
SALDO TESORERIA	418.320	374.109	301.219	267.256	112.733	291.914	154.162	251.532	200.400	193.143	206.599	217.448	

PLAN DE TESORERIA SEGUNDO PERIODO PRODUCTIVO													
Datos en Euros Constantes Año 1 Periodos en Meses													
CONCEPTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTALES
EXPLOTACION													
Ingresos													
* Ventas	100.000	360.441	620.882	881.323	1.141.764	1.402.205	1.662.645	1.923.086	2.183.527	2.443.968	2.704.409	2.964.850	18.389.100
* Cobro a Clientes	1.190.166	1.311.295	1.432.425	100.000	360.441	620.882	881.323	1.141.764	1.402.205	1.662.645	1.923.086	2.183.527	14.205.759
Gastos													
Materia Prima													
* Consumos Materia Prima	78.734	283.789	488.844	693.898	898.953	1.104.008	1.309.063	1.514.118	1.719.173	1.924.228	2.129.283	2.334.338	14.378.428
* Compras Materia Prima	283.789	488.844	693.898	898.953	1.104.008	1.309.063	1.514.118	1.719.173	1.924.228	2.129.283	2.334.338	2.539.392	16.939.081
* Pago Materia Prima	1.032.432	1.127.802	78.734	283.789	488.844	693.898	898.953	1.104.008	1.309.063	1.514.118	1.719.173	1.924.228	12.175.042
Otros Gastos de Explotación													
* Otros Suministros y Servicios	8.953	8.989	9,025	9,061	9,097	9,133	9,170	9,206	9,243	9,280	9,317	9,355	109.829
* Mermas	2,000	7,209	12,418	17,626	22,835	28,044	33,253	38,462	43,671	48,879	54,088	59,297	367.782
* Mantenimiento	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	2,636	31.633
* Embalaje	679	2,449	4,219	5,988	7,758	9,528	11,297	13,067	14,837	16,606	18,376	20,146	124.950
* Reclamaciones	100	360	621	881	1,142	1,402	1,663	1,923	2,184	2,444	2,704	2,965	18.389
* Consumo de Electricidad maquinaria	1,359	4,898	8,438	11,977	15,516	19,055	22,595	26,134	29,673	33,212	36,752	40,291	249.900
* Seguros							47,147						47.147
* Total Otros Gastos de Explotación	15,727	26,541	37,355	48,170	58,984	69,799	80,613	91,428	102,243	113,058	123,874	134,689	949.630
* Pago Otros Gastos de Explotación	33,799	22,963	33,780	44,594	55,409	66,223	77,038	87,852	98,667	109,482	120,297	131,113	928.367
* Total Pagos	1,066,231	1,150,768	1,121,514	328,383	544,252	760,121	1,023,138	1,191,861	1,407,730	1,623,600	1,839,470	2,055,340	13,103.409
Gastos de Personal													
* D. General	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	72.000
* D. Técnico	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	36.000
* Responsable Comercial	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	24.000
* Jefe de Planta	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	36.000
* Responsable Informático	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	36.000
* Responsable Laboratorio	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	24.000
* Responsable Administración	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	30.000
* Operarios + Adminis.	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	5
* Total Pagos	5,400	5,400	7,200	28,700	28,700	30,500	30,500	32,300	32,300	34,100	34,100	34,100	366.000
Gastos Financieros													
* Saldo Pmos. L/P	598.809	598.809	585.318	585.318	585.318	571.691	571.691	571.691	557.928	557.928	544.028		
* Saldo Pmos. C/P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
* Pagos Intereses L/P y C/P	1.996	1.996	1.951	1.951	1.951	1.906	1.906	1.906	1.860	1.860	1.860	1.813	22.955
Impuestos													
* Impuesto sobre Beneficios													
Total Cobros	1.190.166	1.311.295	1.432.425	100.000	360.441	620.882	881.323	1.141.764	1.402.205	1.662.645	1.923.086	2.183.527	14.205.759
Total Pagos	1.095.127	1.179.664	1.43.165	359.034	574.903	792.527	1.055.544	1.226.066	1.441.890	1.657.760	1.875.430	2.091.254	13.492.364
Variaciones Tesorería Explotación	95.039	131.631	1.289.260	-259.034	-214.462	-171.645	-174.221	-84.303	-39.686	4.866	47.656	92.273	717.395
FINANCIACION													
Desembolsos Capital													
Desembolsos Otros R. Propios													
Cobro Préstamo Hipotecario													
Cobro Préstamo Maquinaria													
Cobro Otros Préstamos L/P													
Cobro Préstamos Corto Plazo													
Devolución Préstamos L/P	-300.000		-13.491		-13.627				-13.763				-354.781
Devolución Préstamos C/P													
Cobro Subvenciones													
Pago Impuestos													
Pago Dividendos													
* Total Pagos	-300.000		-13.491		-293.911				-13.763				-635.065
Variaciones Tesorería Financiación													
TOTAL FINANCIACION													
TESORERIA													
Variaciones Tesorería	-204.961	131.631	1.275.769	-259.034	-214.462	-174.221	-174.221	-84.303	-39.686	4.866	47.656	78.373	82.330
SALDO TESORERIA	12.487	144.119	1.419.888	1.160.854	946.391	480.835	306.614	222.311	168.863	173.748	221.405	299.778	

A9.3. PREVISIONES ECONÓMICAS

CUENTAS DE RESULTADOS PREVISIONALES TABLA I

Datos en Euros Constantes del Año 1

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Euros	% ..	Euros	% ..	Euros	% ..	Euros	% ..	Euros	% ..
VENTAS E INGRESOS	9.194.550	100,0	18.389.100	100,0	27.600.000	100,0	36.794.550	100,0	36.794.550	100,0
Consumos Materia Prima	7.239.214	78,7	14.478.428	78,7	21.732.000	78,7	28.971.214	78,7	28.971.214	78,7
Otros Gastos de Explotación	549.484	6,0	949.630	5,2	789.946	2,9	1.003.958	2,7	1.003.958	2,7
VALOR AÑADIDO BRUTO	1.405.852	15,3	2.961.042	16,1	5.078.054	18,4	6.819.378	18,5	6.819.378	18,5
Gastos de Personal	301.200	3,3	366.000	2,0	430.800	1,6	474.000	1,3	474.000	1,3
RTDO. ECO. BRUTO EXP.	1.104.652	12,0	2.595.042	14,1	4.647.254	16,8	6.345.378	17,2	6.345.378	17,2
Amortización	265.874	2,9	265.874	1,4	265.874	1,0	265.874	0,7	265.874	0,7
RTDO. ECO. NETO EXP.	838.778	9,1	2.329.168	12,7	4.381.380	15,9	6.079.504	16,5	6.079.504	16,5
Gastos financieros	44.288	0,5	22.955	0,1	20.621	0,1	18.294	0,0	15.873	0,0
RTDO. ACT. ORDINARIAS	794.490	8,6	2.306.213	12,5	4.360.759	15,8	6.061.209	16,5	6.063.630	16,5
Rtdos. Extr.- Subv. Tras. Rtdos.	6.321	0,1	37.929	0,2	37.929	0,1	37.929	0,1	37.929	0,1
RTDO. A. DE IMPUESTOS	800.812	8,7	2.344.142	12,7	4.398.688	15,9	6.099.138	16,6	6.101.559	16,6
Impuestos (35%)	280.284	3,0	820.450	4,5	1.539.541	5,6	2.134.698	5,8	2.135.546	5,8
RTDO. NETO EJERCICIO	520.528	5,7	1.523.692	8,3	2.859.147	10,4	3.964.440	10,8	3.966.013	10,8
CASH FLOW OPERATIVO (1)	780.080	8,5	1.751.638	9,5	3.087.092	11,2	4.192.385	11,4	4.193.959	11,4

(1) Descontando Subvenciones Transferidas a Resultados

A9.4. BALANCES PREVISIONALES

BALANCES PREVISIONALES

Datos en Euros Constantes del Año 1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ACTIVO	Euros	Euros	Euros	Euros	Euros	Euros
INMOVILIZADO	2.329.316	2.063.442	1.797.568	1.531.693	1.265.819	999.945
Gastos de Establecimiento	312.175	249.740	187.305	124.870	62.435	0
Inmovilizaciones Inmateriales	0	0	0	0	0	0
Inmovilizaciones Materiales	2.017.141	1.813.702	1.610.263	1.406.823	1.203.384	999.945
Terrenos y Construcciones	614.428	614.428	614.428	614.428	614.428	614.428
Instalaciones y Maquinaria	1.265.713	1.265.713	1.265.713	1.265.713	1.265.713	1.265.713
Otras Instalaciones, Utillaje	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000
Amortizaciones	0	-203.439	-406.878	-610.318	-813.757	-1.017.196
Inmovilizaciones Financieras	0	0	0	0	0	0
GASTOS A DISTRIBUIR EN V. E.	0	0	0	0	0	0
ACTIVO CIRCULANTE	961.695	4.230.068	10.952.398	15.913.627	18.313.581	19.584.049
Existencias	130.000	78.734	2.539.392	695.400	732.500	732.500
Deudores	370.606	3.933.886	8.113.227	7.590.000	9.198.638	9.198.638
Clientes	0	3.933.886	8.113.227	7.590.000	9.198.638	9.198.638
Administraciones Públicas	370.606	0	0	0	0	0
Tesorería	461.089	217.448	299.778	7.628.227	8.382.443	9.652.912
TOTAL ACTIVO	3.291.011	6.293.510	12.749.966	17.445.320	19.579.400	20.583.994

PASIVO						
FONDOS PROPIOS	1.300.000	1.820.528	3.344.220	6.203.367	8.738.233	9.929.139
Capital	1.300.000	1.300.000	1.300.000	1.300.000	1.300.000	1.300.000
Reservas	0	0	0	0	3.473.793	4.663.125
Resultado Ejercicios Anteriores	0	0	520.528	2.044.220	0	0
Pérdidas y Ganancias	0	520.528	1.523.692	2.859.147	3.964.440	3.966.013
INGRESOS A DIS. VARIOS EJER,	0	335.039	297.110	259.181	221.252	183.323
Subvenciones de Capital	0	335.039	297.110	259.181	221.252	183.323
ACREEDORES LARGO PLAZO	1.691.011	1.598.809	1.244.028	1.099.522	952.701	803.471
Deudas con Entidades de Crédito	1.691.011	1.598.809	1.244.028	1.099.522	952.701	803.471
ACREEDORES CORTO PLAZO	300.000	2.539.135	7.864.608	9.883.250	9.667.214	9.668.061
Deudas con Entidades de Crédito	300.000	0	0	0	0	0
Acreedores Comerciales	0	2.258.851	7.044.158	8.343.710	7.532.516	7.532.516
Otras Deudas: Admin. Públicas	0	280.284	820.450	1.539.541	2.134.698	2.135.546
TOTAL PASIVO	3.291.011	6.293.510	12.749.966	17.445.320	19.579.400	20.583.994

Aplicación de Resultados:						
A Reservas	0	520.528	1.523.692	1.429.573	1.189.332	1.189.804
A Dividendos	0	0	0	1.429.573	2.775.108	2.776.209
Total	0	520.528	1.523.692	2.859.147	3.964.440	3.966.013

ORIGEN Y APLICACIÓN DE FONDOS PREVISIONAL

Datos en Euros Constantes del Año 1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ORIGENES						
Desembolso de Capital	1.300.000					
Cobro Préstamos L/P	1.691.011					
Cobro Subvenciones		341.360				
Fondos Generados		780.080	1.751.638	3.087.092	4.192.385	4.193.959
TOTAL ORIGENES	2.991.011	1.121.440	1.751.638	3.087.092	4.192.385	4.193.959
APLICACIONES						
Incremento Inmovilizado	2.329.316					
Devolución Préstamos L/P		92.202	354.781	144.506	146.821	149.230
Variaciones Capital Circulante	661.695	1.029.238	1.396.857	2.942.586	2.615.991	1.269.621
Pago de Dividendos					1.429.573	2.775.108
TOTAL APLICACIONES	2.991.011	1.121.440	1.751.638	3.087.092	4.192.385	4.193.959
Capital Circulante (AC-PC)	661.695	1.690.933	3.087.790	6.030.376	8.646.367	9.915.988
Variaciones Capital Circulante	661.695	1.029.238	1.396.857	2.942.586	2.615.991	1.269.621

RATIOS E INDICADORES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Rentabilidad del Activo Total						
Rtdos. Netos / Activo Total x 100		8,27	11,95	16,39	20,25	19,27
Rentabilidad de los Fondos Propios						
Rtdo. Neto / Fondos Propios x 100		28,59	45,56	46,09	45,37	39,94
Rentabilidad de las Ventas						
Rtdo. Neto / Ventas x 100		5,66	8,29	10,36	10,77	10,78
Endeudamiento						
Pasivo Exigible / Pasivo Total	0,60	0,66	0,71	0,63	0,54	0,51
Solvencia						
Pasivo Propio / Pasivo Exigible	0,65	0,44	0,37	0,56	0,82	0,95
Liquidez						
Activo Corto / Pasivo Corto	3,21	1,67	1,39	1,61	1,89	2,03

A9.5. DETALLE DE PRÉSTAMOS

DETALLE DE PRESTAMOS

Datos en Euros Constantes del Año 1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PRESTAMOS						
COBROS						
Ptmo. Hipotecario (1)	491.011					
Financiación Maquinaria (2)	500.000					
Ptmo. Fondos Públicos (3)	700.000					
Total Cobros L/P	1.691.011					
Ptmos. Corto Plazo (4)	300.000					
Total Cobros	1.991.011					
AMORTIZACIONES						
Ptmo. Hipotecario			29.419	30.614	31.857	33.150
Ptmo. Maquinaria		92.202	325.362	26.392	27.464	28.580
Ptmo. Fondos Públicos				87.500	87.500	87.500
Amortizaciones L/P		92.202	354.781	144.506	146.821	149.230
Ptmo. Corto Plazo		300.000				
Total Amortizaciones		392.202	354.781	144.506	146.821	149.230
SALDOS						
Ptmos. L/P	1.691.011	1.598.809	1.244.028	1.099.522	952.701	803.471
Ptmos. C/P	300.000	0	0	0	0	0

Notas:

- (1) Plazo: 15 años, incluyendo 2 de carencia. Pagos trimestrales.
- (2) Plazo: 5 años. Amortización parcial anticipada al cobro de las subvenciones. Pagos trimestrales.
- (3) Plazo: 10 años, incluyendo 2 de carencia. Pagos semestrales.
- (4) Amortización a la devolución del IVA de la Inversión.

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

PLIEGO DE CONDICIONES

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.

1.1. Interpretación del siguiente pliego.

El presente pliego tiende a unificar criterios y establecer normas definidas en las obras que se realizaran en el presente proyecto. Se establecen los criterios que se han de aplicar en la ejecución de las obras; también se fijan las características y ensayos de los materiales a emplear, las normas que se han de seguir en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para la recepción, las formas de medida y abono de las obras y el plazo de garantía.

1.2. Objeto del pliego.

El pliego incluye las prescripciones técnicas que han de regir en la ejecución de las obras del presente proyecto, así como las condiciones facultativas, económicas y legales.

Son objeto de estudio todas las obras incluidas en el presupuesto, abarcando todos los oficios y materiales que se emplearán en ella.

1.3. Documentos que definen la obra.

Son cinco los documentos que definen la obra: Memoria Descriptiva, Anexos a la Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto.

En la Memoria Descriptiva se describen con detalle las obras e instalaciones.

En los Anexos a la Memoria o Memoria Técnica se reflejan todos los cálculos y estudios teóricos necesarios para la realización del proyecto.

En los Planos se define la situación de la planta así como su diseño.

En el Pliego de Condiciones se presenta una descripción de las obras.

En el Presupuesto se definen, especificando su número, las unidades de obra completas.

El contratista encargado de la realización de las obras estará obligado a seguir estrictamente todo lo especificado en el presente pliego.

1.4. Alcance de la documentación.

Los diversos anexos y documentos del presente proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una obra que venga indicada en los planos y presupuesto y que no venga indicada en los otros documentos, debe ser ejecutada por el contratista sin indemnización alguna por parte del propietario. Lo mismo se entiende para todos los trabajos accesorios no indicados en planos y documentos, pero generalmente admitidos como necesarios al complemento normal de ejecución de una obra de calidad irreprochable.

1.5. Compatibilidad y relación entre dichos documentos.

Los cinco documentos que definen este proyecto son compatibles entre sí y además se complementan unos a otros. Se ha de procurar que sólo con la ayuda de los Planos y del Pliego de Condiciones se pueda ejecutar totalmente el proyecto.

En cuanto al orden de prioridad dependerá del aspecto que se considere. Si se mira desde un punto de vista técnico - teórico, el documento más importante es la Memoria General y en especial la Memoria de Cálculo, seguido de los Planos. Si se mira desde el punto de vista jurídico - legal, será el Pliego de Condiciones el documento más importante.

1.6. Disposiciones a tener en cuenta.

El Adjudicatario deberá atenerse en la adjudicación de la obra a las condiciones especiales dadas en los documentos que a continuación se expresan, respecto a condiciones de los materiales y forma de ejecutar los trabajos y ensayos a que deben ser sometidos:

Estructuras de hormigón, fábricas, solados...

- Norma MV-101/1962. “Acciones en la Edificación”. Decreto 195/1963 del Mº de la Vivienda.
- Ley 6/1998, de 13 de Abril, sobre régimen del suelo y valoraciones.
- Ley 1/1997, de 18 de Junio, por la que se adoptan con carácter urgente y transitorio disposiciones en materia de régimen de suelo y ordenación urbana en Andalucía.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Norma EH-91: “Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado”.
- Norma Básica de la Edificación NBE-FL-90. “Muros resistentes de Fábricas de Ladrillo” R.D. 1723/1990 de 20 de Diciembre (BOE 4.1.91).
- Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-94). R.D. 2543/1994 de 29 de Diciembre (BOE 8.2.1996).

Abastecimiento de aguas y vertido.

- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tubería de abastecimiento de agua. Orden del MOPU de 28 de Julio (BOE 2.10.74 – 3.10.74 – 30-10-74).
- Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua del Mº de Industria.

Instalaciones eléctricas.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de Sevillana de Electricidad.

Estructuras de Acero.

- Norma NBE EA - 95. “Estructuras de Acero en Edificación”. R.D. 1829/1995, de 1995.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.

Aparatos a presión.

- Reglamento de Aparatos a Presión (R.A.P.). R.D. 1244/79 del Mº de Industria y Energía.

Protección contra incendios.

- N.B.E. C.P.I-96. “ Condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios” del M. O. P. T.
- P.C.I - “Protección Contra Incendios en los Establecimientos Industriales”.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios R.D. 1942/1993 (BOE 14.12.93).
- Normas Tecnológicas de la Edificación.

Medio ambiente.

- Norma Básica de Edificación NBE-CA-88 sobre condiciones acústicas en los edificios. Orden del MOPU de 29 de Septiembre de 1988 (BOE 7.9.81 – 3.9.82 – 7-10.82 – 8.10.88).
- Ley 7/1994 de 18 de Mayo, de Protección Ambiental.
- Decreto 153/1996 de 30 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental.

Seguridad y Salud.

- Ley de 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

2. CONDICIONES GENERALES.

2.1. Condiciones generales facultativas.

2.1.1. Dirección facultativa.

Artículo 1. Dirección facultativa.

La Dirección Facultativa de las obras e instalaciones recaerá en el Ingeniero que suscribe, salvo posterior acuerdo con la Propiedad.

Artículo 2. Facultades de la dirección facultativa.

Además de las facultades particulares que corresponden a la Dirección Facultativa, expresadas en los artículos siguientes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que se realicen, con autoridad técnica legal, completa e indiscutible sobre las personas y cosas situadas en obra y con relación con los trabajos que para la ejecución del contrato se lleven a cabo pudiendo incluso con causa justificada, recusar en nombre de la propiedad al Contratista, si considera que el adoptar esta solución es útil y necesario para la debida marcha de la obra.

Con este fin el Contratista se obliga a designar sus representantes de obra, los cuales atenderán en todas las observaciones e indicaciones de la Dirección Facultativa, asimismo el Contratista se obliga a facilitar a la Dirección Facultativa la inspección y vigilancia de todos los trabajos y a proporcionar la información necesaria sobre el incumplimiento de las condiciones de la contrata y el ritmo de realización de los trabajos, tal como está previsto en el plan de obra.

A todos estos efectos el Adjudicatario estará obligado a tener en la obra durante la ejecución de los trabajos el personal técnico, los capataces y encargados necesarios que a juicio de la Dirección Facultativa sean necesarios para la debida conducción y vigilancia de las obras e instalaciones.

Artículo 3. Responsabilidades de la dirección facultativa por el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplimentado los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos y órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que la Contrata, en uso de las facultades que en este artículo se le conceda los haya solicitado por escrito a la Dirección Facultativa y éste no los haya entregado. En este único caso, el Contratista quedará facultado para recurrir entre los amigables componedores previamente designados, los cuales decidirán sobre la procedencia o no del requerimiento; en caso afirmativo, la Dirección Facultativa será la responsable del retraso sufrido, pero únicamente en las unidades de obra afectadas por el requerimiento del Contratista y las subsiguientes que con ellas estuviesen relacionadas.

Artículo 4. Cambio del director de obra.

Desde que se dé inicio a las obras, hasta su recepción provisional, el Contratista designará un jefe de obra como representante suyo autorizado, que cuidará que los trabajos sean llevados con diligencia y competencia. Este jefe estará expresamente autorizado por el Contratista para percibir notificaciones de las órdenes de servicios y de las instrucciones escritas o verbales emitidas por la Dirección Facultativa y para asegurar que dichas órdenes se ejecuten. Asimismo estará expresamente autorizado para firmar y aceptar las mediciones realizadas por la Dirección Facultativa.

Cualquier cambio que el Contratista desee efectuar respecto a su representante y personal cualificado y en especial del jefe de obra deberá comunicarlo a la Dirección Facultativa, no pudiendo producir el relevo hasta la aceptación de la Dirección Facultativa de las personas designadas.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados y empresarios de las obras, y en ausencia de todos ellos, las depositadas en la residencia designada como oficial del Contratista en el contrato de adjudicación, aún en ausencia o negativa del recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

2.1.2. Obligaciones y derechos del contratista.

Artículo 5. Obligaciones y derechos del contratista.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la necesidad de someter a control todos los materiales que se han de colocar en las obras, sin que este control previo sea una recepción definitiva de los materiales. Igualmente tiene el derecho a exigir cuantos catálogos certificados, muestras y ensayos que estime oportunos para asegurarse de la calidad de los materiales.

Una vez adjudicados la obra definitiva y antes de su instalación, el Contratista presentará al técnico encargado, los catálogos, muestra, etc. Que se relacionen en este pliego, según los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de Obra. Si el fabricante no reúne la suficiente garantía a juicio del Director de Obra, antes de instalarse comprobara sus características en un laboratorio oficial, en el que se realizarán las pruebas necesarias.

El control previo no constituye su recepción definitiva pudiendo ser rechazados por la Dirección de la Obra aun después de colocados si no cumplen con las condiciones exigibles en el presente Pliego de Condiciones debiendo ser reemplazados por otros que cumplan con las calidades exigibles y a cargo de la Contrata.

Artículo 6. Remisión por solicitud de ofertas.

Por la Dirección facultativa se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes. En caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

Artículo 7. Presencia del Contratista en la obra.

El Contratista, por si o por medio de sus representantes o encargados estará en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa en las visitas que hará en la obra durante la jornada laboral.

Por si, o por medio de sus representantes asistirá a las reuniones de obra que se convoquen, no pudiendo justificar por motivo de ausencia ninguna reclamación a las órdenes cruzadas por la Dirección Facultativa en el transcurso de las reuniones.

Artículo 8. Oficina de obra.

El Contratista habilitará una oficina de obra en la que existirá una mesa o tablero adecuado, para extender y consultar sobre él los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista una copia autorizada de todos los documentos del proyecto que le hayan sido facilitados por la Dirección facultativa y el libro de órdenes.

Artículo 9. Residencia del contratista.

Desde que se dé comienzo a las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento de la Dirección facultativa y notificándole expresamente la persona que, durante su ausencia, le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán validas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la Contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa por parte de los dependientes de la Contrata.

Artículo 10. Recusación por el contratista del personal nombrado por la Dirección facultativa.

El Contratista no podrá recusar al personal técnico de cualquier índole, dependiente de la Dirección facultativa o de la propiedad, encargado de la vigilancia de las obras, ni pedir por parte de la propiedad que se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado con los resultados de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo 12, pero sin que, por esta causa, pueda interrumpirse la marcha de los trabajos.

2.1.3. Trabajos, materiales y medios auxiliares.

Artículo 11. Libro de órdenes.

El Contratista tendrá siempre en la oficina de la obra y a su disposición de la Dirección Facultativa un libro de órdenes con sus hojas foliadas por duplicado y visado por el colegio profesional correspondiente. En el libro se redactarán todas las órdenes que la Dirección Facultativa crea oportuno dar al Contratista para que adopte las medidas de todo género que puedan sufrir los obreros.

Cada orden deberá ser firmada por la Dirección Facultativa y por el Contratista o por su representante en obra, la copia de cada orden quedará en poder de la Dirección Facultativa.

El hecho de que en el libro no figuren redactadas las órdenes que ya preceptivamente tienen la obligación de cumplimentar el Contratista de acuerdo con lo establecido en las normas oficiales, no supone atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista, no podrá tener en cuenta ningún acontecimiento o documento que no haya quedado mencionado en su momento oportuno en el libro de órdenes.

Artículo 12. Reclamaciones contra la Dirección Facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes de la Dirección Facultativa sólo podrán presentarlas a través de la misma ante la Propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo de la Dirección Técnica, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar sus responsabilidades, si lo

estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida a la Dirección Facultativa la cuál podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 13. Despidos por insubordinación, incapacidad y mala fe.

Por falta de respeto y obediencia a la Dirección Facultativa o al personal encargado de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, o por actos que comprometan o perturben la marcha de los trabajos y su seguridad, el contratista tendrá obligación de despedir a sus dependientes y operarios a requerimiento de la Dirección Facultativa.

Artículo 14. Orden de los trabajos.

El Director de Obra fijará el orden a seguir en la realización de las distintas partes que componen este Proyecto, así como las normas a seguir en todo lo no regulado en el presente Proyecto.

En general, la determinación del orden de los trabajos será facultad potestativa de la Contrata, salvo aquellos casos en que, por cualquier circunstancia de orden técnico o facultativo, la Dirección estime conveniente su variación.

Estas ordenes deberán comunicarse precisamente por escrito a la Contrata y ésta estará obligada a su estricto cumplimiento, siendo directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

Artículo 15. Replanteo.

Antes de dar comienzo las obras, la Dirección Facultativa auxiliada del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo, se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes de la Dirección Facultativa, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

El contratista está obligado a satisfacer los gastos de replanteo, tanto en general como parciales, y sucesivas comprobaciones. Asimismo, serán de cuenta del contratista los que originen el alquiler o adquisición de los terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de materiales y obra contra todo deterioro, daño e incendio, cumpliéndose los requisitos vigentes para almacenamiento de carburantes desde los puntos de vista de seguridad y accidentes, los de limpieza y evacuación de los desperdicios, basura, escombros, etc., los motivados por desagües y señalización y demás recursos.

También serán de cuenta del Contratista los gastos totales de Dirección Facultativa y desplazamiento de personal y material para la inspección y vigilancia, recepción y liquidación.

Artículo 16. Comienzo de las obras.

El contratista deberá dar comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato de adjudicación de la obra desarrollándose en las formas necesarias para que dentro de los periodos parciales en aquel reseñados, queden ejecutadas las obras correspondientes y que, en consecuencia la ejecución total, se lleve a cabo dentro del plazo exigido por el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación. Previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 15.

Artículo 17. Plazo de ejecución.

Los plazos de ejecución total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo, que no exceda de 7 días a partir de la fecha de la contrata, y deberán quedar terminadas en el plazo improrrogable de 12 meses, contados a partir de la fecha del acta de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables. No obstante además de lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el Contrato.

Si por cualquier causa ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director Obra la prórroga estrictamente necesaria.

Artículo 18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base a la Contrata a las modificaciones del mismo que, previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue la Dirección Facultativa al Contratista siempre que éstas encajen dentro de la cifra a que ascienden los presupuestos aprobados.

Artículo 19. Trabajos defectuosos.

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan con las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnico del Pliego de Condiciones en la edificación y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle la excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que la Dirección Facultativa o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Facultativa o su representante en la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la Contrata.

Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá con lo establecido en el artículo 22.

Artículo 20. Aclaraciones y modificaciones de los documentos del Proyecto.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones, las órdenes e instrucciones de los planos, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver, ya los originales, ya las copias, suscribiendo con su firma al enterado, que figura así mismo en todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto de la Propiedad como de la Dirección Técnica.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuno no hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro del plazo de 15 días a la Dirección Facultativa, la cual dará al Contratista el correspondiente recibo si éste lo solicitase.

Artículo 21. Ampliación del Proyecto por causas imprevistas de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independencia de la voluntad del Contratista y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifiquen como la rescisión en el capítulo de condiciones generales de índole legal, aquel no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la Contrata, previo informe de la Dirección Facultativa.

Para ello, el Contratista expondrá por escrito dirigido a la Dirección Facultativa, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso de que por ello se originaría en los plazos acordados razonando la prórroga que por dicha causa se solicita.

Artículo 22. Obras ocultas.

De todos los trabajos donde haya unidades de obra que tienen que quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado y se entregarán uno al Propietario, otro a la Dirección Facultativa y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Artículo 23. Vicios ocultos.

Si la Dirección Facultativa tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcciones en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que supone defectuosos. Los gastos de demoliciones y reconstrucción que se ocasiona serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente y en caso contrario correrán a cargo del Propietario.

Artículo 24. Características de los materiales, de los aparatos y su procedencia.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas las clases en los puntos que le parezcan convenientes, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el Contrato, que están perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen y sea, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a las condiciones y a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Artículo 25. Empleo de los materiales y aparatos.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y aparatos que no fuesen de la calidad requerida, sin que antes sean examinados y aceptados por la Dirección Facultativa, en los términos que prescriben los Pliegos, depositando al efecto el Contratista las muestras y modelos necesarios previamente contrastados, para efectuar en ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones vigente en la obra. Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicadas será a cargo del Contratista.

Artículo 26. Materiales no utilizables.

El Contratista, a su costa transportará y colocará agrupándolos ordenadamente en el sitio de la obra en el que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc. que no serán utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene la Dirección Facultativa, pero acordando previamente con el Contratista la justa tasación de dichos materiales y los gastos de sus transportes.

Artículo 27. Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales no fuesen de la calidad requerida o no estuviesen preparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se

ajusten a las condiciones requeridas por los pliegos de condiciones, o a falta de estas a las órdenes de la Dirección Facultativa. La Dirección Facultativa podrá permitir el empleo de aquellos materiales defectuosos que mejor le parezcan o aceptar el empleo de otros de calidad superior a la indicada en los pliegos; si no le fuese posible al Contratista suministrarlos en el modo requerido por ellos, se descontará en el primer caso la diferencia de precio del material requerido al defectuoso empleado y no teniendo derecho el Contratista a indemnización alguna en el segundo.

Artículo 28. Medios auxiliares.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamiajes, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesitan al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares. Todos estos, siempre que no se haya estipulado lo Contrario en las condiciones particulares de la obra quedarán a beneficio del Contratista, sin que este pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando estos estén detallados en el presupuesto y consignados por partidaalzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

En caso de rescisión por incumplimiento del Contrato por parte del Contratista, los medios auxiliares del Constructor podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la Administración, para la terminación de las obras.

En cualquier caso, todos estos medios auxiliares quedarán en propiedad del Contratista una vez terminadas las obras, pero ningún derecho tendrá a reclamación alguna por parte de los desperfectos a que su uso haya dado lugar.

Artículo 29. Medidas de seguridad.

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes sobre la seguridad e higiene en el trabajo, tanto en lo que se refiere al personal de la obra como a terceros.

Como elemento primordial de seguridad se prescribirá el establecimiento de señalización necesaria tanto durante el desarrollo de las obras, como durante su explotación, haciendo referencia bien a peligros que existan o a las limitaciones de las estructuras.

Se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales establecidas por el Ministerio competente, y en su defecto por departamentos nacionales u organismos internacionales.

2.1.4. Recepción provisional, plazo de garantía y recepción definitiva.

Tanto en la recepción provisional, como definitiva, se observará lo regulado en el artículo 169 y siguientes del Reglamento de Contratación y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

Artículo 30. Recepción provisional.

Terminado el plazo de ejecución de las obras y puesta en servicio, se procederá a la recepción provisional de las mismas estando presente la comisión que designe el Contratista y el Director de Obra. Se realizarán todas las pruebas que el Director de Obra estime oportunas para el cumplimiento de todo lo especificado en este pliego y buena ejecución y calidad de las mismas, siendo inapelable el fallo que dicho Director, a la vista del resultado de las mismas, de donde sobre la validez o invalidez de las obras ejecutadas.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía señalado en el presente pliego y procediéndose en el plazo más breve posible a su medición general y definitiva, con asistencia del Contratista o su representante.

Cuando las obras no se encuentren en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta especificando las premisas que el Director de Obra debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijando un plazo para ello.

Artículo 31. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que la Dirección Facultativa fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él mas herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Artículo 32. Plazo de garantía.

El plazo de garantía será de un año a contar desde la fecha de su recepción provisional. Durante el periodo de garantía todas las reparaciones derivadas de mala construcción imputables al contratista serán abonadas por este.

Si el Director de Obra tuviera fundadas razones para creer en la existencia de vicios de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar antes de la recepción definitiva las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos. Los gastos derivados en dichas

demoliciones correrán a cargo del Contratista, siempre que existan tales vicios, en caso contrario correrán a cargo de la Propiedad.

Artículo 33. Recepción definitiva.

Pasado el plazo de garantía, si las obras se encuentran en perfecto estado de uso y conservación, de acuerdo al presente pliego, se darán por recibidas definitivamente.

Una vez recibidas definitivamente las obras se procederá de inmediato a su liquidación y resolución de la fianza de la que se detraerán las sanciones o cargas que procedan conforme a lo estipulado en el presente pliego.

En caso de que las obras no se encuentren en estado para la recepción definitiva, se procederá de igual forma que para la recepción provisional sin que el Contratista tenga derecho a percibir cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía.

2.1.5. Casos no previstos en este pliego.

El Director de Obra dará las normas a seguir en todo aquello que no quede regulado en este Pliego de Condiciones.

2.2. Condiciones generales económicas.

2.2.1. Base fundamental.

Artículo 34. Alcance.

Comprenderán las que afecten al coste y pago de las obras contratadas, al plazo y forma de las entregas, a las fianzas y garantías para el cumplimiento del Contrato establecido, a los casos que proceden las mutuas indemnizaciones y todas las que se relacionen con la obligación contraída por el Propietario a satisfacer el importe y la remuneración del trabajo contratado, una vez ejecutadas, parcial o totalmente por el Contratista, y de acuerdo con las condiciones convenidas, las que le fueran adjudicadas.

Artículo 35. Base fundamental.

La base fundamental de estas condiciones es que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción contratada.

2.2.2. Garantías de cumplimiento y fianzas.

Artículo 36. Garantías.

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Artículo 37. Fianzas.

Si la obra se adjudica por subasta, el depósito para tomar parte de ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de un 3% como mínimo del total del presupuesto de la contrata.

La persona o entidad a quien se haya adjudicado la ejecución de la obra, deberá depositar en el punto y plazo marcados en el anuncio de la subasta la fianza definitiva de estas y en su defecto, su importe será del 10% de la cantidad por la que se otorgue la adjudicación de la obra.

La fianza que se exigirá al Contratista se convendrá entre el Ingeniero y el Contratista, entre una de las siguientes:

Deposito de valores públicos del Estado por un importe del 10% del presupuesto de la obra contratada.

Depósito en metálico de la misma cuantía indicada en el anterior apartado.

Depósito previo en metálico de la misma cuantía del 10% del presupuesto mediante deducción del 5% efectuadas del importe de cada certificación abonada al Contratista.

Descuento del 10% efectuado sobre el importe de cada certificación abonada al Contratista.

Artículo 38. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negara a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero en nombre y representación del Propietario, los ordenará a ejecutar a un tercero, o directamente por Administración abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 39. Devolución de la fianza.

La fianza será devuelta al Contratista en el plazo que no exceda de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de la certificación del Alcalde al Distrito Municipal en cuyo término se halle emplazada la obra contratada, y no haya reclamación alguna contra aquel por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

2.2.3. Penalizaciones.

Artículo 40. Importe de indemnización por retraso no justificado.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista, por causa de retraso no justificada en el plazo de terminación de las obras contratadas, se fijará entre cualquiera de los siguientes:

- Una cantidad fija durante el tiempo del retraso.
- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, previamente fijados.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso.

La cuantía y el procedimiento a seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se obtendrán expresamente entre ambas partes contratantes, antes de la firma del Contrato; a falta de este previo convenio, la cuantía de la indemnización se entiende que será el abono por el Contratista al Propietario de un interés del 4,5% anual, sobre las sumas totales de las cantidades desembolsadas por el Propietario, debidamente

justificadas y durante el plazo de retraso de la entrega de las obras, en las condiciones contratadas.

2.2.4. Precios y revisiones.

Artículo 41. Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Contratista formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, debe utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección técnica el acta de avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, la Dirección Facultativa propondrá a la Propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Contratista o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Contratista estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle la Dirección Facultativa y a concluir a satisfacción de éste.

De los precios así acordados se levantarán actas que firmarán por triplicado el Director de Obra, el Propietario y el Contratista o los representantes autorizados a estos efectos por estos últimos.

Artículo 42. Revisión de precios.

Si los vigentes precios de jornales, cargas sociales y materiales, en el momento de firmar el Contrato, experimentan una variación oficial en más o menos de 5%, podrá hacerse una revisión de precios a petición de cualquiera de las partes, que se aplicará a la obra que falte por ejecutar. En caso de urgencia podrá autorizarse la adquisición de materiales a precios superiores, siendo el abono de la diferencia con los contratos.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello que en principio no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características de determinadas épocas anormales se admite durante ellas la rescisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en armonía con las oscilaciones de los precios del mercado. El Contratista puede solicitar la revisión en alza del Propietario en cuanto se produzca cualquier alteración de precio que repercuta aumentando los contratados. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de recontinuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado y por causas justificadas haya subido, especificándose y acordándose también previamente la fecha a partir de la cual se tendrá en cuenta y cuando proceda, el acopio de materiales en la obra en el caso que estuviese abonado total o parcialmente por el Propietario.

Si el Propietario o el Ingeniero en su representación no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, en cuyo caso se tendrá en cuenta para la revisión, los precios de los materiales adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando entre los documentos aprobados por ambas partes figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 43. Reclamaciones de aumentos de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que se aprobase para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa, sino en el caso de que la Dirección Facultativa o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, puesto esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Artículo 44. Normas para la adquisición de los materiales.

Si al Contratista se le autoriza a gestionar y adquirir los materiales, deberá presentar al Propietario los precios y las muestras de los materiales, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Si los materiales fuesen de inferior calidad a las muestras presentadas y aprobadas, el Contratista adquiere la obligación de rechazarlos hasta que se le entreguen otros de las calidades ofrecidas y aceptadas. A falta del cumplimiento de esta obligación, el Contratista indemnizará al Propietario con el importe de los perjuicios que por su incumplimiento se originen, cuya cuantía la evaluará el Ingeniero Director.

Artículo 45. Intervención administrativa del Propietario.

Todos los documentos que deben figurar en las cuentas de administración llevarán la conformidad del representante en los partes de jornales, transportes y materiales, firmando su conformidad en cada uno de ellos.

Artículo 46. Mejora de obras.

No se admitirán mejorar las obras, más que en el caso que el Ingeniero haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo el caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero ordene también por escrito la ampliación de las contratadas.

Será condición indispensable que ambas partes contratadas convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales y los aumentos de todas las mejoras.

Artículo 47. Unidades de obra no conformes con el Proyecto.

Si el Contratista, por causa justificada a juicio del Ingeniero propusiera la ejecución de algún trabajo que no esté conforme con las condiciones de la contrata y por causas especiales de excepción la estimase el Ingeniero, éste resolverá dando conocimiento al Propietario y estableciendo contradictoriamente con el Contratista la rebaja del precio.

2.2.5. Medición, valoración y abono de las unidades de obra.

Artículo 48. Medición, valoración y abono de las unidades de obra.

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de 15 días.

El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter provisional a buena cuenta, verificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

Serán de abono al Contratista las obras de fábrica ejecutadas con arreglo a condiciones y con sujeción a los planos del Proyecto o a las modificaciones introducidas por el Director Técnico en el replanteo o durante la ejecución de las obras, que constarán en planos de detalle y órdenes escritas. Se abonarán por su volumen o su superficie real de acuerdo con lo que se especifique en los correspondientes precios unitarios que figuran en el cuadro de precios.

Artículo 49. Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de lo que se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Artículo 50. Composición de los precios unitarios.

Los precios unitarios se compondrán preceptivamente de la siguiente forma:

- Mano de obra, por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas intervenidas por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra y los jornales horarios correspondientes.
- Materiales, expresando la cantidad que en cada unidad de obra se precise de cada uno de ellos y su precio unitario respectivo en origen.
- Transporte de materiales, desde el punto de origen al pie de trabajo.
- Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad.
- Tanto por ciento de gastos generales.
- Tanto por ciento de seguros y cargas sociales.
- Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista.

Artículo 51. Composición de los precios por ejecución material.

Se entiende por precio de ejecución material el que importe el coste total de la unidad de obra, es decir, el resultante de la suma de las partidas que importan los conceptos "dos" y "seis", ambos inclusive, del artículo precedente, es decir, p.d.m. será igual a la suma de los cinco primeros conceptos del artículo anterior.

Artículo 52. Composición de los precios por contrata.

En el caso de que los trabajos a realizar en la obra y obra aneja, se entiende por precio de contrata el que importe el coste de la unidad de obra total, es decir, el precio de ejecución material más el tanto por ciento sobre éste último precio en concepto de "beneficio industrial del Contratista".

A falta de convenio especial se aplicará el 15%. De acuerdo con lo establecido se entiende por importe de contrata de un edificio u obra aneja, a la suma de su importe de ejecución material más el 15% de beneficio industrial:

- Imprevistos 1%.
- Gastos de administración y dirección práctica de los trabajos 5%.
- Intereses del capital adelantado por el Contratista 3%.
- Beneficio industrial del Contratista 6%.

Artículo 53. Composición de los precios por administración.

Se denominan obras por administración aquellas en que las gestiones que se precisen realizar, las lleva acabo el Propietario, bien por sí o por un representante suyo, o bien por mediación de su Constructor.

Las obras por administración directa son aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo lleve las gestiones precisas para la ejecución de las obras.

Las obras por administración indirecta son aquellas en las que convienen un Propietario y el Contratista, para que éste por cuenta de aquel y como delegado suyo realice las gestiones y los trabajos que se precisen y así se convengan.

Por parte del Propietario, tiene la obligación de abonar directamente o por mediación del contratista todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos. Por parte del contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos.

Para la liquidación de los trabajos que se ejecute por administración indirecta, regirán las normas que a tales fines se establece en las Condiciones Particulares de índole Económico vigente en la obra:

- Las facturas de los transportes de materiales entrados en la obra.
- Los documentos justificativos de las partidas abonadas por los seguros y cargas sociales vigentes.
- Las nóminas de los jornales abonados.
- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra.
- A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Contratista se le aplicará un 15%, incluidos los medios auxiliares y los de seguridad.

Artículo 54. Precio del material acopiado a pie de obra.

Si el Propietario ordenase por escrito al Contratista el acopio de materiales o aparatos en la obra a los precios contratados y ésta así lo efectuase, los que se hayan acopiado se incluirán en la certificación siguiente a su entrada en la obra.

Artículo 55. Precios de las unidades de obra y de las partidas alzadas.

En los precios de las distintas unidades de obra, en los de aquellas que hayan de abonarse por partidas alzadas, se entenderán que se comprende el de la adquisición de todos los materiales necesarios, su preparación y mano de obra, transporte, montaje, colocación, pruebas y toda clase de operaciones y gastos que vayan a realizarse, así como riesgos y gravámenes que puedan sufrirse, aún cuando no figuren explícitamente en el cuadro de precios, para dejar la obra completamente terminada, con arreglo a las condiciones, y para conservarla hasta el momento en que se realice la entrega.

Los precios serán invariables, cualquiera que sea la procedencia de los materiales y el medio de transporte, sin más excepción que la expresada en este Pliego.

Artículo 56. Relaciones valoradas y certificaciones.

Lo ejecutado por el Contratista se valorará aplicando al resultado de la medición general los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo en cuenta además lo establecido en el presente pliego respecto a mejoras o sustituciones de materiales y a las obras accesorias y especiales.

Al Contratista se lo facilitarán por el Ingeniero los datos de la certificación, acompañándolos de una nota de envío, al objeto, que dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del envío de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad, hacer en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el Ingeniero aceptará o rechazará las reclamaciones al Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo

éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero en la forma prevenida en los pliegos anteriores.

Cuando por la importancia de la obra, o por la clase y número de documentos, no considere el Contratista suficiente aquel plazo para su examen, podrá el Ingeniero concederle una prórroga. Si transcurrido el plazo de 10 días a la prórroga expresada no hubiese devuelto el Contratista los documentos remitidos, se considerará que está conforme con los referidos datos, y expedirá el Ingeniero la certificación de las obras ejecutadas.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

En el caso de que el Ingeniero lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 57. Valoración en el caso de rescisión.

Cuando se rescinda la contrata por causas que no sean de la responsabilidad del Contratista, las herramientas y demás útiles que como medios auxiliares de la construcción se hayan estado empleando en las obras con autorización del Ingeniero y la contrata y de no mediar acuerdo, por los amigables componedores de índole legal y facultativa.

A los precios de tasación sin aumento alguno, recibirá el Propietario aquellos de dichos medios auxiliares que señalan en las condiciones de cada contrata, o en su defecto los que se consideren necesarios para terminar las obras y quiera reservar para sí el Contratista,

entendiéndose que si no tendrán lugar el abono por este concepto, cuando el importe de los trabajos realizados hasta la rescisión no llegue a los tercios de la obra contratada.

Se abonarán los materiales acopiados al pie de obra si son de recibo y de aplicación para terminar esta, en una cantidad proporcionada a la obra pendiente de ejecución, aplicándose a estos materiales los precios que figuren en el cuadro de precios descompuestos. También se abonarán los materiales acopiados fuera de la obra, siempre que se transporten al pie de ella.

En el caso de rescisión por falta de pago o retraso en el abono o suspensión por plazo superior de un año imputable al Propietario, se concederá al contratista además de las cantidades anteriormente expuestas, una indemnización que fijará el Ingeniero, la cual no podrá exceder del 3% del valor de las obras que falten por ejecutar.

En caso de rescisión por alteración de presupuesto o por cualquiera de las causas reseñadas en las condiciones legales, no procederá más que el reintegro al Contratista de los gastos por custodias de fianza, anuncio de subasta y formalización del contrato, sin que pueda reclamar el abono de los útiles destinados a las obras.

En caso de rescisión por falta de cumplimiento en los plazos de obra, no tendrá derecho el Contratista a reclamar ninguna indemnización a las obras pero si a que se abonen las ejecutadas, con arreglo a condiciones y los materiales acopiados a pie de obra que sean de recibo.

Si lo incompleto, es la unidad de obra y la parte ejecutada en ella fuera de recibo, entonces se abonará esta parte con arreglo a lo que correspondan según la descomposición del precio que figura en el cuadro del Proyecto, sin que pueda pretender el Contratista que, por ningún motivo se efectúe la descomposición en otra forma que la que en dicho cuadro figura.

Toda unidad compuesta o mixta no especificada en el cuadro de precios, se valorará haciendo la descomposición de la misma y aplicando los precios unitarios de dicho cuadro a

cada una de las partes que la integra, quedando en esta suma, así obtenida, comprendidos todos los medios auxiliares.

En general se dará al Contratista un plazo de tiempo que determinará la Dirección de la Obra, dentro de los límites de 20 y 60 días para poner el material en curso de instalaciones de ser aceptado como obra terminada, teniendo en cuenta que las no finalizadas se liquidarán a los precios elementales que figuren en el presupuesto, así como los recibos de los materiales a pie de obra que reúnan las debidas condiciones se seguirá por las disposiciones vigentes.

Artículo 58. Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte, que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades que las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Artículo 59. Formas de abono de las obras.

El abono de los trabajos efectuados se efectuará por uno de los procedimientos siguientes, convenido por el Ingeniero y el Contratista antes de dar comienzo los trabajos:

- 1º. Tipo fijo o a tanto alzado total.
- 2º. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar el número de unidades ejecutadas.
- 3º. Tanto variable por unidad de obra según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las ordenes del Ingeniero.

4º. Por lista de jornales y recibos de materiales autorizados en la forma que el presente pliego determina.

5º. Por horas de trabajo ejecutado en las condiciones determinadas en el Contrato.

Artículo 60. Abono de unidades de obra ejecutadas.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado con arreglo y sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la contrata y a las órdenes e instrucciones que por escrito entregue el Ingeniero.

Artículo 61. Abono de trabajos presupuestados con partidas alzadas.

Si existen precios contratados para unidades de obras iguales a las presupuestadas mediante partida alzada se abonará previa medición y aplicación del precio establecido.

Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerá, precios contradictorios para las unidades con partidas alzadas, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse en cuyo caso, el Ingeniero director de la obra indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta.

Artículo 62. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos para su abono se procederá así:

- Si los trabajos se realizan y están especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valoradas a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo

establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos fueran inferiores a los que rijan en la época de su realización en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso de las obras, por haber sido utilizadas durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, nada se abonará por ellos al Contratista.

Artículo 63. Abono de obras incompletas.

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra en forma distinta, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del costo de cualquier elemento que constituye el precio.

Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono cuando esté acopiado en obra la totalidad del material, incluidos accesorios, o realizados en su totalidad las labores u operaciones que determina la definición de la partida, ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideran abonables fases con ejecución terminadas, perdiendo el Adjudicatario todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

Artículo 64. Liquidaciones parciales.

Las liquidaciones se harán por certificaciones mensuales y se hallarán multiplicando las unidades resultantes de las mediciones por el precio asignado de cada unidad en el presupuesto. Se añadirá el % correspondiente al sistema de Contrato, desquitando las rebajas que se obtuvieran en subasta.

Artículo 65. Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no

suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

La Propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el Contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo 66. Liquidación final.

La liquidación general se llevará a cabo una vez terminadas las obras y en ella se hará constar las mediciones y valoraciones de todas las unidades de obra realizadas, las que constituyen modificaciones del proyecto, y los documentos y aumentos que se aplicaron en las liquidaciones parciales, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección técnica con sus precios.

De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Propiedad con el visto bueno del Ingeniero Director.

Artículo 67. Liquidación en caso de rescisión.

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

Artículo 68. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y sus importes corresponderán precisamente al de las certificaciones de obras expedidas por el ingeniero, en virtud de las cuales se verificarán aquellos.

Artículo 69. Suspensión o retrasos en el ritmo de los trabajos por retraso en los pagos.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos o ejecutarlos a menor ritmo que el que le corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 70. Demora de los pagos.

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 4,5% anual en concepto de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo, tendrá derecho el Contratista a la rescisión del Contrato, procediéndose a la ejecución de la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos reúnan las condiciones preestablecidas y que la cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

Se rechazará toda solicitud de rescisión del Contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra en los materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el Contrato.

Artículo 71. Indemnización de daños causados por fuerza mayor.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas ocasionadas en la obra sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los producidos por terremotos o los maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de los ríos, superiores a los que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia

inequívoca de que por el Contratista se tomarán las medidas posibles dentro de sus medios para evitar los daños.

- Los que provengan de movimientos del terreno e que estén construidas las obras.

La indemnización se referirá al abono de las unidades de obra ya ejecutadas con materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares.

2.3. Condiciones generales legales.

2.3.1. Arbitrio y jurisdicción.

Artículo 72. Formalización del Contrato.

Los Contratos se formalizarán mediante documentos privados, que podrán elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Este documento contendrá una cláusula en las que se expresa terminantemente que el Contratista se obliga al cumplimiento exacto del Contrato, conforme a lo previsto en el Pliego General de Condiciones.

El Contratista antes de firmar la escritura habrá firmado también su conformidad al pie del Pliego de Condiciones Particulares que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del Adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne la contrata.

Artículo 73. Arbitraje obligatorio.

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por el Propietario, otro por la contrata y tres Ingenieros por el C.O. correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el Director de Obra.

Artículo 74. Jurisdicción competente.

En caso de no haberse llegado a un acuerdo por el anterior procedimiento, ambas partes son obligadas a someterse a la discusión de todas las cuestiones que pueden surgir como derivadas de su Contrato, a las autoridades y tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese enclavada la obra.

2.3.2. Responsabilidades legales del contratista.

Artículo 75. Medidas preparatorias.

Antes de comenzar las obras el Contratista tiene la obligación de verificar los documentos y de volver a tomar sobre el terreno todas las medidas y datos que le sean necesarios. Caso de no haber indicado al Director de obra en tiempo útil, los errores que pudieran contener dichos documentos, el Contratista acepta todas las responsabilidades.

Artículo 76. Responsabilidad en la ejecución de las obras.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado o reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas las liquidaciones parciales.

Artículo 77. Legislación Social.

Habrá de tenerse en cuenta por parte del Contratista la Reglamentación de Trabajo, así como las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, los Accidentes de Trabajo, Seguridad e Higiene en el Trabajo y demás con carácter social urgentes durante la ejecución de las obras.

El Contratista ha de cumplir lo reglamentado sobre seguridad e higiene en el trabajo, así como la legislación actual en el momento de ejecución de las obras en relación sobre protección a la industria nacional y fomento del consumo de artículos nacionales.

Artículo 78. Medidas de seguridad.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo de ejercicios en los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos vigentes en la legislación, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidad en cualquier aspecto.

De los accidentes y perjuicios de todo género que por cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera recaer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya se considera que los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente, dichas disposiciones legales, será preceptivo que el tablón de anuncios de la obra presente artículos del Pliego de Condiciones Generales de índole general, sometido previamente a la firma de la Dirección Facultativa.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes perpetúen para evitar en lo posible accidentes a los obreros y a los andantes no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Se exigirán con especial atención la observación de lo regulado por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.G.S.H.T.).

Artículo 79. Vallado y policía de obra.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo, y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

Artículo 80. Permisos y Licencias.

El adjudicatario estará obligado a tener todos los permisos y licencias, para la ejecución de las obras y posterior puesta en servicio y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de dichos permisos.

Artículo 81. Daños a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniese en la edificación donde se efectúan las obras.

Como en las contiguas, será, por tanto, de sus cuentas el abono de las indemnizaciones a quien corresponde y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir cuando a ello fuese requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 82. Seguro de la obra.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a él, se abone la obra que se construye y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos.

En las obras de reparación o reforma, se fijará la porción de la obra que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se previene, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte de la obra afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza de seguros, las pondrá el Contratista antes de contratadas, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Artículo 83. Suplementos.

El Contratista no puede hacer ningún trabajo que ocasione suplementos de gastos sin autorización escrita del Propietario de la instalación y con el visto bueno del Director de obra.

Artículo 84. Conservación y otros.

El Contratista ejecutor de las obras tendrá que conservar a su cargo todos los elementos de las obras civiles y eléctricas desde el comienzo de las obras hasta la recepción definitiva de las mismas. A este respecto, los gastos derivados de la conservación, tales como revisiones periódicas de las instalaciones, vigilancia, reposición de posibles desperfectos causados por terceros, limpieza de aparatos, etc. correrán a cargo del Contratista, no pudiendo éste alegar que la instalación esté o no en servicio.

La sustitución o reparación será decidida por la Dirección de obra, que juzgará a la vista del incidente si el elemento puede ser reparado o totalmente sustituido por uno nuevo teniendo que aceptar totalmente dicha decisión.

El Contratista estará obligado a ejecutar aquellos detalles imprevistos por su minuciosidad o que se hayan omitido si el Director de la obra lo juzga necesario.

Artículo 85. Hallazgos.

El Propietario se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte, o sustancias minerales utilizables, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno o edificaciones. El Contratista deberá emplear para extraerlo todas las precauciones que se le indiquen por la Dirección.

El Propietario abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán así mismo, de la exclusiva pertenencia del Propietario los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de las obras, aparecieran en los solares o terrenos donde se realicen las obras, pero el Contratista, en el caso de tratarse de aguas y si las utilizara, serán de cargo del Contratista las obras que sean convenientes ejecutar para recogerlas para su utilización.

La utilización para el aprovechamiento de gravas y arenas y toda clase de materiales procedentes de los terrenos donde los trabajos se ejecuten, así como las condiciones técnicas y económicas en que estos aprovechamientos han de concederse y ejecutarse se señalarán para cada caso concreto por la Dirección Facultativa.

Artículo 86. Anuncios y carteles.

Sin previa autorización de la Propiedad no podrán ponerse, ni en sus vallas, más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y la policía local.

Artículo 87. Copia de documentos.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, presupuesto, y pliego de condiciones y demás documentos del proyecto.

2.3.3. Subcontratas.

Artículo 88. Subcontratas.

El Contratista puede subcontratar una parte o la totalidad de la obra a otra u otras empresas, administradores, constructores, instaladores, etc. no eximiéndose por ello de su responsabilidad con la Propiedad.

El Contratista será el único responsable de la totalidad de la obra tanto desde el punto de vista legal como económico, reconociéndose como el único interlocutor válido para la Dirección Técnica.

2.3.4. Pago de arbitrios.

Artículo 89. Pagos de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general municipales o de otro régimen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, al Contratista le deberá ser reintegrado el importe de todos aquellos conceptos que la Dirección Facultativa considere justo hacerlo.

2.3.5. Causas de rescisión del contrato.

Artículo 90. Causas de rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes de rescisión de Contrato las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndico se ofrecieran a llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tengan derecho a indemnización alguna.

- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del Proyecto en forma tal, que representan alteraciones fundamentales del mismo a juicio de la Dirección Facultativa y en cualquier

caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, representen más o menos un 25% como mínimo del importe de aquel.

- La modificación de las unidades de obra siempre que estas modificaciones representen variaciones, más o menos del 40% como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las modificaciones del Proyecto, o más de un 50% de unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y en todo caso siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo de la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo de la contrata a los trabajos dentro de los plazos señalados en las condiciones particulares del Proyecto.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras. La mala fe de la ejecución de los trabajos.
- El abonado de la obra sin causa justificada.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a esta.

Quedará rescindido el contrato por incumplimiento del contratista de las condiciones estipuladas en este Pliego perdiendo en este caso la fianza, y quedando sin derecho a reclamación alguna.

3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

En este Capítulo se detallan las características técnicas de los materiales, maquinarias y equipos a emplear, y los medios de ejecución de las obras, además se redactarán las normas de seguridad en el desarrollo de los trabajos y los métodos de medición y valoración a seguir; para cada uno de los capítulos que conforman la ejecución al completo del Proyecto.

Generalidades:

Medición y valoración de las Unidades de Obra.

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de 15 días.

El Director de obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter provisional a buena cuenta, verificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

Serán de abono al Contratista, las obras de tierra, de fábrica y accesorios, ejecutadas con arreglo a condiciones y con sujeción a los planos del Proyecto, o a las mediciones introducidas por el Director de la Obra, en el replanteo de las mismas, que costará en el plano de detalle y órdenes escritas, se abonará por el volumen o peso de acuerdo con lo que se especifique en los correspondientes precios unitarios que figuren en el cuadro de precios.

Condiciones Generales de seguridad e higiene en el trabajo.

De acuerdo con lo prescrito en el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en vigor, las obras objeto del Proyecto satisfará todas las medidas de seguridad e higiene en beneficio del personal de la misma, haya de realizar su trabajo.

3.1. Comienzo de las obras.

3.1.1. Replanteo.

El Director Obra auxiliado por el personal técnico y equipo de trabajo, de la empresa adjudicataria encargada de la ejecución, efectuará sobre el terreno el replanteo general de las obras que comprenden el Proyecto, así como los replanteos parciales que sean necesarios durante la ejecución de las mismas, dejando constancia material mediante señales, hitos y referencias colocadas en puntos fijos del terreno que tengan garantía de permanencia para que durante la ejecución de las obras puedan fijarse con relación a ellas, la situación en planta o en altura de cualquier elemento o parte de las mismas obras.

El Contratista facilitará a sus expensas cuantos medios materiales y auxiliares se necesiten para llevar a cabo los replanteos generales y parciales.

Con los resultados obtenidos, se levantará acta, acompañada de planos, mediciones y valoraciones, firmadas por el Director Obra y el Contratista o representante en quien delegue, en la que se hará constar las modificaciones introducidas, caso de que se produzcan, presupuestos resultantes y cuantas incidencias sean de interés para un mejor realización de las obras.

El Contratista, desde el momento que firma el acta de replanteo, se hace responsable de la conservación y reposición de todos los datos que motiven las operaciones reseñadas en este artículo, incluidos materiales, colaboración etc.

Si durante la realización de las obras se apreciase un error en los replanteos, alineaciones o dimensiones de una parte cualquiera de las obras, el Contratista procederá a su rectificación a su costa. La verificación de los replanteos, alineaciones o dimensiones por la Dirección de obra, no eximirá al Contratista de sus responsabilidades en cuanto a sus exactitudes.

3.1.2. Limpieza del terreno.

Las operaciones de desbrozado deberán ser efectuadas con las debidas precauciones de seguridad a fin de evitar daños en las construcciones existentes, propiedades colindantes, vías y servicios públicos y accidentes cualquier tipo.

Todos los materiales que puedan ser destruidos por el fuego serán quemados, de acuerdo con las normas que sobre el particular existan en la localidad.

Los materiales no combustibles podrán ser utilizados por el Contratista en la forma que considere más conveniente, previa autorización del Director de Obra.

3.2. Movimiento de tierras.

3.2.1. Excavaciones.

Las excavaciones a realizar son:

- Excavaciones en el Centro de Transformación:

Las necesarias para realizar las arquetas de puesta a tierra, así como las requeridas para el montaje de los centros prefabricados.

- Excavaciones para cimientos de la planta.
- Excavaciones para cimentar la valla exterior.
- Excavaciones para las losas de apoyo de las unidades.

Para no disgregar el terreno más allá de lo previsto, el Director de Obra podrá ordenar que las excavaciones para cimientos de obras de fábrica, sean realizadas por etapas sucesivas.

Si el suelo fuera arcilloso, se realizará la excavación en dos partes, dejando sin ejecutar una capa final, 15 cm, hasta el momento de construir las cimentaciones de la obra.

Si del reconocimiento del terreno, practicado al efectuar las excavaciones, resultase necesidad o conveniencia de variar el sistema de cimentación previsto para las obras de fábrica, se reformará el Proyecto, suspendido mientras tanto los trabajos que fueran necesarios. El Contratista percibirá en este caso el coste de los trabajos realizados, pero no tendrá derecho a ninguna otra indemnización por la variación del Proyecto.

➤ Excavaciones en zanjas para tuberías:

Las zanjas tendrán las dimensiones que figuran en los planos del Proyecto, debiendo llevar su fondo nivelado cuidadosamente para que el tubo apoye en toda su longitud. El Director de Obra indicará en cada caso, una vez abierta la zanja, si es preciso a la vista de la naturaleza del terreno, colocar la tubería a mayor profundidad.

Con arreglo a planos o en su caso a las indicaciones recibidas del Director de Obra como consecuencia del replanteo general, el Contratista realizará las excavaciones necesarias para la ejecución de las obras objeto del proyecto. En tales excavaciones se incluirán los siguientes puntos:

Desbroce y despeje del terreno.

Extracción.

Transporte de los productos removidos a acopio, lugar de empleo o vertedero.

Acondicionamiento de terrenos si fuese necesario y cuantas operaciones fuesen necesarias para terminar la obra.

Relleno.

Toda excavación no realizada por el Adjudicatario según planos o con el visto bueno del Director de Obra, no serán abonados. El acopio del material extraído se realizará en lugar adecuado, de modo que no se perjudique el tráfico, ni perturbe desagües y drenajes. Estos trabajos se consideran intrínsecos a la obra y por tanto incluidas en las unidades correspondientes, por lo que no procede abono alguno complementario por tales conceptos. El relleno de la zanja se realizará siguiendo la estratificación indicada en planos. El relleno de las zanjas se realizará en tongadas sucesivas de espesor uniforme, y no siendo este superior a 30 cm. Tales tongadas serán compactadas humedeciendo ligeramente el material de relleno si fuese necesario. La terminación y

la explanación de las superficies se realizarán de modo que no se puedan formar depósitos de agua.

- Medición y valoración de las excavaciones.

Las excavaciones necesarias para la ejecución de las obras, se abonarán por su volumen referido al terreno antes de excavarlo, al precio respectivo por m³ que figura en el cuadro de precios.

Los volúmenes se deducirán de las líneas teóricas de los planos y órdenes escritas del Director, a partir de los perfiles reales del terreno. Los precios comprenden todos los medios auxiliares y operaciones necesarias para hacer las excavaciones, así como es rasanteo de las zanjas y la arena o material preciso para aquello.

También incluye la retirada de los productos de las excavaciones a sitios donde no afecten a las obras.

No serán abonados los trabajos y materiales que hayan de emplearse para evitar posibles desprendimientos, ni los excesos de excavaciones que por conveniencia u otras causas ajenas a la dirección de las obras ejecute el Contratista, así como las entibaciones que sean precisas ejecutar para seguridad del personal y evitar accidentes.

No serán abonados los desprendimientos, salvo en aquellos casos en que se pueda comprobar que ha sido debido a fuerza mayor. Nunca lo serán los debidos a negligencias del Contratista o por no haber cumplido las ordenes de la dirección de la obra.

Tampoco serán de abono la reparación de todas las averías y desperfectos que en cualquier excavación puedan producirse por consecuencia de lluvias, tránsitos no autorizados y otras causas que no sean de fuerza mayor.

- Medición y valoración de la excavación en zanja para tuberías.

Se abonará por metro lineal o por metro cúbico, a tenor de la definición que se haga en el Cuadro de Precios.

También comprende el refino de la zanja y la compactación del fondo de la misma, cuando tal medida sea necesaria y así se ordene por el Director de Obra. Esta compactación se realizará al 95% del Proctor Normal, salvo distinta indicación del Director de Obra.

El precio también comprende, salvo que expresamente se indique lo contrario, todas las operaciones de carga, descarga y transporte a vertedero, cualquiera que sea la distancia de transporte, de todos los productos sobrantes de excavación, una vez rellena y compactada la zanja. También están comprendidos en el precio, el extendido de las tierras en vertederos, y la indemnización por la zona ocupada por éstas.

Antes de proceder al relleno con arena para la cama de asiento de las tuberías, el Contratista deberá obtener del Director de Obra la aprobación de la excavación, no pudiendo sin la misma comenzar el relleno.

3.2.2. Drenaje.

En el lecho de las excavaciones realizadas se depositará una capa de áridos, de modo que se obtenga un eficaz drenaje. El espesor de dicha capa será la especificada en los planos. El tamaño de granos de los áridos, no será superior a 76 m, cedazo 80 UNE, y al cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el 5%. Si no pudiera encontrar un material que cumpla estos requisitos podrá recurrirse a un drenaje formado por varias capas. Una vez abierta la zanja de drenaje, si el fondo fuese impermeable (arcilla, etc.), la capa superior a los cables o tubos también será impermeable. En caso de que el lecho fuese de material permeable, el relleno será en su totalidad de material permeable.

3.2.3. Vaciado de tierras.

El Contratista ejecutará las excavaciones según el trazado y profundidad que se determina en los planos. Los productos de los desmontes y los sobrantes del relleno de zanjas, se verterán en los lugares que a tal fin designe el Director de Obra. El vaciado se hará por franjas horizontales de altura no mayor de 1.5 m al ejecutarse a mano o de 3 m al ejecutarse a máquina, trabajando ésta en dirección no perpendicular a los bordes con elemento estructurales y barras o medianerías,

dejando sin excavar una zona de protección de ancho no menor de 1 m. que se quitará a mano antes de descender la máquina en ese borde a la franja interior.

Antes de empezar el vaciado, la Dirección aprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos que serán clausurables y separados para peatones y vehículo de carga.

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado a no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la Dirección.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista, con variación de los estratos y/o de sus características, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra al menos en ese tajo, y se comunicará a la Dirección.

El solar estará rodeado de una valla, verja o muro de altura no menor de 2m.

No se acumulará terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del vaciado, debiendo estar separado de éste una distancia no menor de 2 veces la profundidad del vaciado en ese borde, salvo autorización en cada caso de la Dirección de Obra.

El refino y saneo de las paredes del vaciado se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

Siempre que por circunstancias imprevistas se presente un problema de urgencia, el Contratista tomará provisionalmente las medidas oportunas, a juicio del mismo, y se lo comunicará lo antes posible a la Dirección.

Una vez alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que haya sufrido, tomándose las medidas oportunas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados. En el fondo del vaciado se mantendrá el desagüe necesario para impedir la acumulación de agua.

Serán condiciones de no - aceptación:

- En dimensiones, errores superiores al 2,50% y variaciones de ± 10 cm.
- En altura, mayor de 1,65m con medios manuales o mayor de 3,30m con medios mecánicos.
- En zona de protección, inferior de 1m.

La unidad de medición será el metro cúbico de volumen excavado medido sobre perfiles.

3.2.4. Entibaciones.

El Contratista deberá efectuar todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones y buena ejecución de los trabajos.

Las zanjas y pozos se podrán realizar sin entibar hasta una profundidad máxima de 1,30 m, siempre que no le afecten empujes de viales o cimentaciones próximas, en cuyo caso habría que ir a entibaciones ligeras.

En profundidades de 1,30 m a 2 m habría que ir a entibaciones ligeras o cuajadas en el caso de viales o cimentaciones próximas.

Para profundidades mayores se realizarán entibaciones cuajadas en todos los casos.

Se estará en todo momento a lo dispuesto en la Norma NTE-ADZ sobre zanjas y pozos en tanto en cuanto a la disposición de la entibación como a la madera a emplear.

Será de obligación para el Contratista la diaria revisión de lo entibado antes de comenzar la jornada de trabajo.

3.2.5. Rellenos.

Podrán emplearse para rellenos todos los productos de dentro y fuera de la obra, siempre que reúnan las condiciones indispensables para una buena consolidación, compactación y asiento uniforme.

3.3. Cimentaciones.

3.3.1. Hormigones.

Para su ejecución se tendrán en cuenta las prescripciones de la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en Masa y Armado EH-92.

A los distintos hormigones que se empleen o puedan emplearse se les exigirá como mínimo las resistencias características a compresión a los veintiocho (28) días, en probetas cilíndricas de quince (15) centímetros de diámetro y treinta (30) centímetros de altura, que se determinan en los planos.

Si los hormigones no cumplieran como mínimo con los valores de resistencia, se adoptará por el Director de Obra la decisión que proceda conforme al artículo 69.4 de la citada Instrucción.

Las relaciones máximas de agua y cemento a emplear, salvo autorización expresa y por escrito del Técnico Encargado, serán del sesenta por ciento (60%).

Los asientos máximos de los hormigones después de depositado el hormigón, pero antes de consolidado, serán en alzados o cimientos, en masa de cuarenta (40) milímetros y en hormigones armados de sesenta (60) milímetros.

El hormigón armado de la solera así como el de las demás partes de la obra, se verificará de la forma más continua posible, y cuando haya que interrumpir el trabajo, se procurará dejar la

superficie sin terminar, lo más resguardada posible de los agentes exteriores, cubriéndola con sacos húmedos. Al reanudar el trabajo, si no se presentase síntomas de iniciación de fraguado, se cubrirá la superficie con una delgada capa de mortero rico (volúmenes iguales de cemento y arena fina), inmediatamente se procederá al hormigonado, apisonado con especial esmero por pequeñas proporciones. Si se hubiera iniciado el fraguado de la superficie del hormigón, se empezará por picarlo frotando con cepillos de alambre, se humedecerá en abundancia y se cubrirá con el mortero rico procedente. Se atenderá en todo a lo dispuesto en la vigente instrucción EH-91.

Podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables en la práctica. Cuando no se posea antecedentes de su utilización o así determine el Director de Obra, deberán analizarse las aguas, rechazándose las que no cumplan una o varias de las condiciones dadas en la EH-91.

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar las características exigidas al hormigón.

La utilización de aditivos deberá ser aprobada previamente por la Dirección. Para ello será necesario que las características de los mismos, especialmente su comportamiento al emplearlo en las cantidades previstas, vengán garantizadas por el fabricante, y se realicen ensayos previos en todos y cada uno de los casos.

Los hormigones serán objeto de ensayos de control en el ámbito reducido según la EH-91 y cuya frecuencia será fijada por la Dirección Técnica. Si los ensayos de probetas efectuados en laboratorio oficial aconsejan el reajuste de la dosificación, el Contratista está obligado a aceptar tal modificación, alterando los precios del hormigón sólo en lo que a partidas de cemento y áridos se refiere; que se obtendrían multiplicando los pesos o volúmenes definitivos por los costes que para dichos materiales figuran en los precios descompuestos.

Medición y valoración del hormigón:

Hormigón en masa:

Se abonará por m³ al precio asignado en el Presupuesto que comprende todos los materiales necesarios para la formación de la fábrica, así como de medios auxiliares para su

ejecución y puesta en obra, encofrado, mastrado y cuantos elementos y labores se precisen para el acabado del hormigón según las condiciones reseñadas en el presente Pliego.

Sólo se abonará el hormigón realmente colocado para lo cual se medirá la rentabilidad de cada amasado y el volumen así deducido se multiplicará por el número de masa; cada masa se controlará con los medios adecuados para asegurar que su composición es constante.

El hormigón no se enlucirá y si éste fuese preciso por su defectuosa ejecución, el Director de la Obra podrá demoler la parte defectuosa u ordenar su enlucimiento y pintura a costa del Contratista.

- **Hormigón armado:**

Se abonará por m³ asignado en el Presupuesto, considerándose, incluso en el precio todos los materiales necesarios para la formación de la fábrica, armaduras, doblado y cortado de las mismas, montaje, así como los medios auxiliares para su ejecución y puesta en obra, encofrados mastrados y cuantos elementos y laboras se precisen para el acabado del hormigón según las condiciones reseñadas en el presente Pliego.

Sólo se abonará el hormigón colocado terminándose su cuantía de la misma forma que en el apartado anterior.

3.3.2. Fabricación y puesta en obra del hormigón.

Las condiciones o características de calidad exigidas al hormigón especifican a continuación.

Tales condiciones deberán ser satisfechas por todas las unidades de producto componentes del total, entendiéndose por unidad de producto la cantidad de hormigón fabricado de una sola vez.

- **Dosificación del hormigón.**

La dosificación de los áridos se hará con arreglo a lo dispuesto en la Instrucción EH-91, empleando para ello las mezclas de áridos que sea necesario y siguiendo lo ordenado por la Dirección de la Obra.

En el caso de que se emplearan productos de adición, el Contratista está obligado a instalar los dispositivos de dosificación correspondientes.

Tanto estos agentes como los aceleradores de fraguado solamente podrán ser empleados con autorización escrita de la Dirección. Su uso no revela al Contratista de la obligación de cumplir los requisitos sobre el curado de hormigón.

- Consistencia del hormigón.

Se medirán por medio del Cono de Abrams en la forma prescrita por la EH-91 y se clasificará en seca, plástica, blanda y fluida. La consistencia del hormigón a emplear en cimentación será plástica blanda (asiento máximo 9 cm en cono de Abrams) para vibrar y se medirá en el momento de su puesta en obra.

- Resistencia del hormigón.

Las resistencias que deben tener las diferentes clases de hormigones, en probeta cilíndrica, a los 28 días de su fabricación será las que se fijen en los planos del Proyecto.

Los criterios a seguir en la toma de muestras en cuanto a la determinación del número de probetas a tomar por elemento o módulo serán los que establece la EH-91.

- Aditivos.

Se prohibirá la utilización de cualquier aditivo (acelerantes o retardantes), pudiéndose emplear únicamente algún tipo de impermeabilizante y siempre con la autorización expresa de la Dirección Técnica.

- Puesta en hora del hormigón.

Además de las prescripciones de la instrucción EH-91 se tendrá en cuenta lo siguiente.

Podrá realizarse amasado a pie de obra o de central.

En caso de la fabricación a pie de obra, el tiempo de amasado será del orden de 1 minuto y 1/2, y como mínimo un minuto más tantas veces 15 segundos como fracciones de 400 litros en exceso sobre 750 litros tenga la capacidad de la hormigonera. Se prohibirá totalmente mezclar masas frescas de diferentes dosificaciones. Si durante el amasado surgiera un endurecimiento prematuro (falso fraguado) de la masa, no se añadirá agua, debiendo prolongarse el tiempo de amasado.

Si el hormigón es de central amasadora, y transportado por medio de camiones hasta el lugar del vertido se deberán cumplir los siguientes condicionantes:

- El tiempo transcurrido desde el amasado hasta la puesta en obra no deberá ser mayor de 1 hora.
- Debe evitarse que el hormigón se seque o pierda agua durante el transporte.
- Si al llegar al tajo de colocación el hormigón acusa principio de fraguado, la masa se desechará en su totalidad.
- La planta suministradora estará regulada en la fabricación del hormigón por la Norma EH-PRE-91 y homologada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Hormigón Preparado.

El transporte de las hormigoneras al punto de colocación al punto de colocación se realizará de forma que el hormigón no pierda compacidad ni homogeneidad.

El vertido del hormigón se efectuará de manera que no se produzcan disgregaciones y a una altura máxima de caída libre de 1 m, evitando desplazamientos verticales de la masa una vez vertida. Preferiblemente el hormigón debe ir dirigido mediante canaletas.

El hormigón en masa y moldeado, se extenderá por capas de espesor comprendido entre 15 y 30 cm, vibrando el moldeado hasta hacer que refluya el agua a la superficie e intensificando el vibrado junto a los paramentos y rincones del encofrado.

Hormigón armado, el de los pilares, se verterá en capas de 40 cm de espesor máximo vibrándole eficazmente y cuidando de que el hormigón envuelva perfectamente la armadura, vigilando especialmente los paramentos y las esquinas.

Las losas se hormigonarán en todo el grueso, avanzando con el hormigón al vibrarlo, pero efectuando los vertidos de forma que el recorrido sobre el encofrado no sea superior a 2 cm.

Las vigas se hormigonarán, desde un extremo, en toda su dimensión, vertiendo las diferentes amasadas en los puntos convenientes.

- Juntas de hormigonado.

Son las producidas al interrumpir la labor del hormigonado, en las que se precisa conseguir la adherencia de un hormigón fresco en otro endurecido. La situación de estas juntas se fijará por la Dirección de Obra, debiendo quedar la superficie del hormigón anterior cubierto con sacos húmedos para protegerlo de los agentes exteriores.

Para conseguir la adherencia del que se vierte posteriormente, se limpiará convenientemente la superficie del hormigón, rascando la lechada superficial hasta que a juicio de la Dirección quede lo suficientemente limpia.

Se verterá a continuación una capa de mortero, de 2 cm de espesor, de dosificación ligeramente superior a la del hormigón empleado, sobre la superficie humedecida.

Los muros o pilares se hormigonarán de una sola vez, siempre que sea posible, hasta el plano de apoyo de los forjados. Cuando ello no sea posible, se permitirá una sola junta horizontal hacia la mitad de la altura.

- Temperatura del hormigonado.

El hormigonado se realizará a temperaturas comprendidas entre los 0° C y los 40° C (5° C y 35° C en elementos de gran canto o de superficie muy extensa). Si fuese necesario realizar el hormigonado fuera de estos márgenes se utilizarán las precauciones que dictaminará la Dirección Técnica.

- Curado del hormigón.

El curado del hormigón se realizará una vez endurecido el elemento lo suficiente para no producir deslavado de su superficie. Se realizará de la siguiente forma:

Durante los tres primeros días se protegerá de los rayos del sol, colocando sobre las superficies arpilleras mojas.

Todas las superficies vistas se mantendrán continuamente húmedas por lo menos durante 8 días después del hormigonado, por riego o inundación.

No se empleará para este riego tubería alguna de hierro que no sea galvanizado, extendiéndose esta prohibición a cualquier clase de tuberías que puedan disolver en el agua sustancias nocivas para el fraguado del hormigón o su buen aspecto. Deberá utilizarse preferentemente, para este trabajo, manguera de goma.

La temperatura del agua empleada en el riego no será inferior en más de 20°C a la del hormigón para evitar la producción de grietas por enfriamiento brusco.

Cuando la temperatura registrada sea menor de cuatro grados bajo cero (-4°C) o superior a cuarenta grados centígrados (40°C), con hormigón fresco se procederá a realizar una investigación para ver que las propiedades del hormigón no han sufrido cambio alguno.

En función de la climatología se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- Actuaciones en tiempo frío: prevenir congelación.
- Actuaciones en tiempo caluroso: prevenir agrietamientos en la masa del hormigón.
- Actuaciones en tiempo lluvioso: prevenir lavado del hormigón.

- Paramentos de hormigón.

Los paramentos deben quedar lisos, sin defecto alguno y sin necesidad de repasos, por enlucidos o de cualquier otra forma, que no podrán ser aplicadas sin previa autorización de la Dirección de Obra.

Si fuese necesario reparar alguna superficie, los trabajos que se efectúen será por cuenta del Contratista y la hora será abonada como defectuosa, repercutiendo en el precio de encofrado y del hormigón en la cuantía que más adelante se señala.

- Encofrado y cimbras.

Los encofrados serán los suficientemente resistentes y estancos para soportar la carga y el empuje del hormigón fresco sin acusar deformación alguna.

Los de madera estarán formados por una tablazón sobre la que se colocarán en su trasdós contrafuertes a una distancia no mayor de 2 m, y éstos sujetos con tornapuntas metálicos o de madera con la suficiente rigidez para asegurar la estaticidad del molde durante el hormigonado (sección mínima del rollizo de 8 cm).

En caso de encofrados metálicos, irán perfectamente ensamblados y también sujetos con tornapuntas. La desviación máxima de los paramentos del encofrado con respecto a la vertical no sobrepasará 1 cm por cada tres metros de altura y la máxima irregularidad de la superficie no sobrepasará los 2 cm, se evitará golpear los encofrados una vez vertido el hormigón.

Se admitirán como tolerancia en la colocación del encofrado un máximo de 2 cm en aplomes y alineaciones y el 2% en menos y el 5% en más espesores y escuadras.

Los encofrados en acuerdos de secciones reproducirán lo más claramente posible la forma indicada por los planos yendo provistos del número necesario de muestra para ello y teniendo la tabla cortada de modo que las diferencias en dimensiones cortadas según las normales a la superficie no excedan de 1 mm.

- Desencofrado y descimbrado.

Los encofrados de elementos sometidos a cargas se quitarán lo antes posible, previa consulta al Director de Obra, pero nunca antes de 24 h, evitando el descascarillado de superficie que se provoca al desencofrar un hormigón fresco.

El plazo de descimbrado de los elementos se fijará por la Dirección de la Obra y se efectuará empleado juegos de cuñas, caja de arena u otros procedimientos adecuados para ello.

3.3.3. Cimentaciones.

Las características de los componentes y ejecución de los hormigones será la siguiente.

La arena y la grava podrán ser de ríos, arroyos y canteras, no debiendo contener impurezas de carbón, escorias, yeso, etc.

Los áridos deben de proceder de rocas inertes sin actividad sobre el cemento. Se admitirá una cantidad de arcilla inferior a la que se indica posteriormente.

Las dimensiones de la grava será 2 a 6 cm, no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño. En caso de hormigones armados se indicarán las dimensiones de la grava.

No se podrán utilizar ninguna clase de arena que no haya sido examinada y aprobada por el personal técnico. Se dará preferencia a la arena cuarzosa sobre la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se realizará de la siguiente forma: cribamos 100 cm³ de arena con el tamiz de 5 mm, los cuales se vierten en una probeta de 300 cm³ con 150 cm³ de agua, una vez hecho esto se agita fuertemente tapando la boca con la mano, hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen de arcilla deberá de ser superior al 8%.

La medida de las materias orgánicas se hará mezclando 100 cm³ de arena con una solución de sosa al 3% hasta completar los 150 cm³; después de 2 horas el líquido debe de quedar sin coloración o presentar como máximo un color amarillo pálido que se compara al de la solución

testigo, formada por la mezcla de 97,5% de solución de sosa al 3%, 2,5% de solución de ácido tánico, 2% de alcohol de 10%.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación: 1 parte de cemento y 3 partes de arena. Esta probeta de mortero conservada en agua durante 7 días, deberá de resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre 12 y 14 Kg/cm². Toda la arena que sin contener materias orgánicas no resista al esfuerzo de tracción antes indicado será rechazada. El resultado de este ensayo permitirá conocer si debe de aumentarse o disminuirse la dosificación del cemento empleado.

Respecto a la grava o piedra se prohíbe el empleo de cascote y otros elementos blandos o la piedra de estructura foliácea. Se recomienda la utilización de piedra de peso específico elevado.

El cemento utilizado será cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento admitidos en el mercado. Previa autorización de la Dirección de Obra podrán utilizarse cementos especiales que se crean convenientes.

El agua utilizada de río o de manantial a condición de que su mineralización no sea excesiva. Se prohíbe el empleo de aguas procedentes de ciénagas o muy ricas en sales carbonosas o selenitosas.

La mezcla de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer método en beneficio de la compacidad ulterior. En el segundo caso se hará sobre chapa de hierro de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con las tierras.

Además:

- Se comprobará que el terreno de cimentación coincide con el previsto.
- En el momento de hormigonar se procederá a la operación de limpieza y nivelación, retirando la última capa de tierras sueltas.
- Se dejarán previstos los pasos de tuberías y mechinales. Se tendrá en cuenta la posición de las arquetas.
- Se colocarán previamente los elementos enterrados de la instalación de puesta a tierra.

- Se habrá ejecutado la capa de hormigón de limpieza y replanteado sobre ella.

La profundidad mínima del firme tendrá en cuenta la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

Los calzos, apoyos provisionales y separadores en los encofrados serán de mortero 1:3 o material plástico y se colocarán sobre la superficie de hormigón de limpieza, distanciados cien centímetros (100 cm) como máximo. El primero y el último se colocarán a una distancia no mayor de cincuenta centímetros (50cm) del extremo de la barra.

Se extremarán las precauciones y correcta disposición de los separadores de capas, principalmente las superiores.

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

El curado se realizará manteniendo húmeda la superficie de la cimentación mediante riego directo, que no produzca deslavado o a través de un material que sea capaz de retener la humedad.

3.3.4. Obra de madera.

Las dimensiones de las piezas necesarias para la construcción de obras provistas o auxiliares, así como su disposición o fijación técnica de las obras de carpintería, serán ejecutadas con la mayor perfección, presentando los embalajes bien ajustados y las molduras terminadas, debiendo quedar repasadas con papel de lija o llevadas al lugar de empleo sin imprimir.

3.3.5. Armaduras.

La cuantía y disposición de las armaduras de los diferentes elementos de la cimentación será la que nos dé el cálculo, y que viene reflejada en la Documentación Técnica.

Las armaduras se doblarán en frío y a velocidad moderada, por medio mecánicos, no admitiéndose aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales.

Las características geométricas y mecánicas de las armaduras serán las que se citan en el anexo correspondiente de la Memoria Técnica. En las zapatas se preverán unas armaduras de espera que se solaparán con las del pilar o enano en su caso, por medio del solape de barras, debiendo llevar unas patillas inferiores de longitud igual a 15 veces el diámetro de las barras de dicha patilla.

Protección de las armaduras:

- Las armaduras de las zapatas se colocarán sobre el hormigón de limpieza y separándose 10 cm de los laterales del pozo de cimentación.
- El recubrimiento de armaduras en zunchos de arriostamiento deberá ser de 35 mm, para ello se dispondrán separadores o calzos de igual o mayor resistencia característica que el hormigón a emplear y a una distancia máxima entre ellos de 1,5 m.
- Las armaduras se colocaran limpias, exentas de óxido, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial así como también estarán exentas de defectos superficiales, grietas ni sopladuras. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del Proyecto, sujetas entre sí y al encofrado de manera que puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón, y permitan a éste envolverlas sin dejar coqueras.
- Cuando exista el peligro de que se puedan confundir unas barras con otras, se prohíbe el empleo simultáneo de aceros de características mecánicas diferentes, sin embargo se podrán utilizar, en un mismo elemento dos tipos de acero, uno para la armadura principal y otro para los estribos.

- Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos del Proyecto, cumpliéndose las prescripciones de la EH-91.

3.4. Estructuras de acero.

3.4.1. Estructura de acero.

El Contratista podrá subcontratar con la aprobación del Director de obras, la ejecución y montaje en obra de la estructura metálica de la nave con construcción que reúne los requisitos que establezca la legislación y las condiciones establecidas por el Ministerio de Industria.

En la ejecución de la estructura de acero laminado de la nave, se aplicará lo establecido en la norma NBE EA-95 “estructuras de acero en edificación” referente a la ejecución de uniones soldadas, ejecución en taller y montaje en obra.

El soldeo se realizará por cualquier de los procedimientos expresados en dicha norma, debiendo presentar el Constructor, si el Director de Obra lo requiere, una memoria de soldeo en la que detalle las técnicas operativas a utilizar dentro del procedimientos elegido.

El Director Obras podrá siempre que lo desee, directamente o por delegación, comprobar en el taller el cumplimiento de la mencionada norma, y durante el montaje en obra a vigilar su cumplimiento.

Las tolerancias en las dimensiones, forma y peso para la ejecución y montaje de la estructura, serán las establecidas en el capítulo VI de la NBE EA-95.

• Estructuras metálicas:

El acero para estructuras metálicas se abonará al precio que para el Kg de acero de las distintas clases de perfiles se asigna en el Presupuesto, considerándose incluso en dicho precio los costes de la adquisición, trabajos de taller, montaje, colocación en obra y pintura de resina o polimerizado, excepto las partes embebidas en hormigón que irán sin pintar.

El peso se deducirá siempre que sea posible de los pesos unitarios dados en el catálogo de perfiles y de las dimensiones correspondientes medidas en los Planos del Proyecto o en los facilitados por el Director de las Obras durante su ejecución y debidamente comprobado en las obras realizadas ya.

En otro caso se determinará el peso efectivo, debiendo dar el Contratista su conformidad con las cifras obtenidas antes de su colocación definitiva en obra, de las piezas y estructuras metálicas.

También comprende el precio, la soldadura a realizar durante el montaje.

• Acero en redondo:

El acero para armaduras y arriostramientos de las cabezas de los pilares o hincos se abonará al precio asignado en el Presupuesto, considerándose incluso en el mismo los costes de adquisición, trabajo de taller, montaje, colocación en obra, pruebas y pinturas de resinas o polimerización, excepto en los casos de armaduras embebidas en el hormigón que irán sin pintar, el peso se deducirá siempre que sean las dimensiones correspondientes medidas en los Planos del Proyecto o en los facilitados por el Director de las Obras durante su ejecución y debidamente comprobado en la obras realizadas ya. En otro caso se determinará el peso efectivo debiendo dar el Contratista su conformidad con las cifras obtenidas antes de la colocación definitiva en obra.

También comprende el precio, las soldaduras de las barras a las cabezas de los perfiles para conseguir un perfecto arriostramiento.

3.4.2. Protección de la estructura.

Las estructuras estarán protegidas por dos capas de pintura. Cada capa deberá asegurarse una protección no menor que la proporcionada por tres capas de pintura tradicional que contenga 30% de aceites de linaza cocido.

Antes del pintado se presentará al Director Obra muestras de pintura y se pintarán para juzgar el color y acabado, quien dará su aprobación.

Referente a la protección de la estructura, se seguirá todo lo especificado en la NBE EA-95.

3.4.3. Carpintería metálica.

Las obras de carpintería metálica deberán realizarse con perfección y acabado.

• Medición y valoración de las obras metálicas.

Los hierros y demás materiales metálicos se abonarán por su peso a los precios que figuran en el Presupuesto, en los cuales van incluidos todas las manipulaciones y operaciones necesarias para dejar la obra terminada.

3.5. Albañilería.

3.5.1. Fábrica de ladrillos.

Antes de su colocación en obra, los ladrillos deberán ser saturados de humedad, aunque bien escurridos del exceso de agua, con objeto de evitar el deslavamiento de los morteros. Deberá demolerse toda la fábrica en que el ladrillo no hubiese sido regado o lo hubiese sido deficientemente, a juicio del Técnico encargado.

El asiento del ladrillo se efectuará por hiladas horizontales, no debiendo corresponder en un mismo plano vertical las juntas de dos hiladas consecutivas. Los ladrillos se colocarán según el aparejo que determine el Director de Obra, siempre a restregón y sin moverlos después de efectuada la operación.

Los tendeles no deberán exceder, en ningún punto de 15 mm y las juntas no serán superiores a 9 mm en parte alguna. Para colocar los ladrillos, una vez limpias y humedecidas las superficies sobre las que han de descansar, se echará el mortero en cantidad suficiente para que comprimiendo fuertemente sobre el ladrillo y apretando además contra los inmediatos, queden los espesores de junta señalados y el mortero refluya por todas partes.

Las juntas en los parámetros que hayan de enlucirse o revocarse, quedarán sin rellenar a tope para facilitar la adherencia del revoco o enlucido que completará el relleno y producirá la impermeabilidad de la fábrica de ladrillo.

Al reanudarse el trabajo se regará abundantemente la fábrica antigua, se barrerá y se sustituirá, empleando mortero nuevo, todo ladrillo deteriorado.

3.5.2. Ejecución del muro de cerramiento.

El plano de arranque del muro de cerramiento de la nave sobre la cimentación, se preparará de modo que guarde planeidad y horizontalidad. Deberá ir anclado en sus cuatro lados a elementos estructurales horizontales y verticales, de tal manera que quede asegurado su estabilidad y la transmisión de los esfuerzos horizontales a que esté sometido.

Se comenzará su ejecución por las esquinas colocando en ellas, miras restas escantilladas con marcas de las alturas de las hiladas. Entre ellas se colocarán cuerdas de atirantar, bien tensas y en longitudes libres no superiores a 8 m. que servirán de guía para la alineación de paramentos y se irán elevando con la altura de una o varias hiladas para asegurar su horizontalidad.

La tolerancia máxima de desviación de los tendeles será de 0,5 cm/m y la falta de verticalidad no será superior a 3 mm/m. Durante la ejecución se prestará especial cuidado al pañeado y planeidad de los paramentos, comprobándose mediante renglones de 2 m de longitud, colocados de canto en distintas posiciones no tolerándose flechas superiores a 0,5 cm.

Cuando por cualquier motivo hayan de suspenderse los trabajos de construcción de la fábrica, se dejará el cerramiento con las diferentes hiladas formando entrantes y salientes, a manera de redientes para que al continuar la fábrica se pueda conseguir una perfecta trabazón entre la nueva y la antigua. En tiempo lluvioso o heladas se suspenderá la ejecución de la fábrica, debiendo proteger las partes de reciente ejecución.

En tiempo extremadamente seco y caluroso deberá mantenerse húmeda la fábrica de reciente ejecución, y una vez fraguado el mortero y durante 7 días, se regará abundantemente para que el proceso de endurecimiento no sufra alteración.

El rehuntado se realizará antes de que termine el proceso de endurecimiento del mortero, presionando con el llaguero lo suficiente para que el mortero se adhiera a las piezas de ambos lados de la junta.

El agarre del cerramiento a los pilares se realizará mediante dos Ø8 mm, situados a lo largo del tendel embebidos en la junta y soldados a los pilares metálicos. Se situarán estos agarres cada 6 hiladas de bloques.

Se terminará la ejecución del muro con el repaso de las llagas, efectuándose a continuación la limpieza general de todo el paramento.

El mortero de agarre será M-40b, dosificación 1:6, resistencia 40 Kg/cm² y consistencia en cono de Abrams 17 cm. Se extenderá sobre la superficie de asiento de los bloques una tongada de mortero en cantidad suficiente para formar juntas de 1 cm de espesor y que la llaga y el tendel rebosen.

Los encuentros de esquinas o con otros muros se hará mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas. El cerramiento quedará plano y aplomado y tendrá una composición uniforme en toda su altura.

Se formará una barrera antihumedad en el arranque sobre cimentación, con lámina bituminosa que cumplirá las condiciones de la norma MV-301, de superficie no protegida con armaduras inorgánicas. La superficie en que vaya a colocarse la lámina será continua en toda la superficie de zócalo. Los solapes de la lámina no serán menores de 7 cm. La lámina estará colocada al menos una hilada de bloque, por encima del terreno y a una altura sobre el terreno no inferior a 30 cm.

Los muros de cerramiento irán protegidos exteriormente con un material que asegura su impermeabilidad, a no ser que el fabricante garantice mediante ensayos la impermeabilidad del bloque.

La unidad de medición del cerramiento para cada tipo, descontando huecos, será el m², para la barrera antihumedad será el m tanto en planos como en obra.

• Medición y valoración de las obras de fábrica.

Se abonarán por metro cúbico medido en la obra ejecutada y completamente terminada, con arreglo a condiciones según el precio asignado en el Presupuesto, que incluye el refino de los paramentos y rejuntados, así, como los materiales y medios auxiliares necesarios.

3.5.3. Ejecución de tabicados.

Los ladrillos serán cerámicos, exentos de caliches con resistencia no inferior a 30 Kg/cm² con huecos de eje paralelo a la mayor dimensión del ladrillo y con un volumen superior al 33% del total aparente.

Las condiciones dimensionales y de forma cumplirán lo establecido en la norma MV-201.

El acero o premarco se colocará en su posición perfectamente aplomado, alineado, y escuadrado, manteniendo los elementos necesarios para garantizar su indeformabilidad. Los elementos de indeformabilidad próximos al suelo se protegerán de los del paso sobre ellos.

El cerco llevará los elementos necesarios para su enlace al tabique. Cuando el cerco no tenga asegurado la indeformabilidad de sus ángulos se colocará con la ayuda de una plantilla. El ladrillo antes de colocarlo se humedecerá por riego sin llegar a empapararlo. Una vez replanteado el tabique con la primera hilada, se colocarán aplomadas y arriostras miras distancias 4 m como máximo, y los premarcos o cercos previstos. Sobre la hilada de replanteo se levantarán hiladas alineadas horizontalmente, procurando que el nivel superior del premarco cerco coincida con la junta horizontal.

Se retirarán las rebabas a medida que se suba el tabique procurando apretar las juntas. La unión se harán con enjarjes en todo su espesor, dejando dos hileras sin enjarjar. El encuentro de tabiques con elementos estructurales se harán de forma que no sean solidarios. El tabique quedará plano y aplomado, tendrá una composición uniforme en toda su altura y no presentará ladrillos rotos.

El panderete se ejecutará con ladrillo hueco sencillo tomado con pasta viva de yeso negro definido como Y-12. Se untará el ladrillo en canto y testa con cantidad suficiente para formar juntas de 1 cm de espesor.

La roza tendrá una profundidad no mayor de 4cm sobre el bloque y de un canuto sobre ladrillo hueco. El ancho no será superior a dos veces su profundidad. Se ejecutará preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique.

Serán condiciones de no-aceptación: desplomes en cerco superior a 1 cm y descuadres en algunos de los ángulos de cerco, fijación deficiente de cerco al tabique, errores de replanteo superiores a ± 2 cm, no acumulativos; variaciones en planeidad de paramento medida con regla de 2 m, superiores a 2 cm; desplome del tabique superior a 1 cm en 3 m; enjarje en unión inferior a lo especificado; profundidad de roza a un canuto sobre ladrillo hueco, distancia de roza a cerco inferior a 15 cm, distancia entre rozas en dos caras del tabique inferior a 40 cm.

La unidad de medición, tanto en planos como en obra será el m² de tabique.

3.5.4. Enfoscados, enlucidos y guarnecidos.

Los paramentos que hayan de enfoscarse, se dejarán a juntas degolladas barriéndose y regándose antes de tendido de las capas de mortero.

Se prohíbe terminantemente bruñir los paramentos enfoscados con paleta. Si las condiciones de humedad y temperatura lo requiere, se humedecerán diariamente los enfoscados, pero siempre siguiendo el criterio del Director de Obra.

Los enlucidos de yeso tanto en paramentos horizontales como verticales se realizarán con yeso de buena calidad. Cuando el revestimiento de yeso deba tener un espesor superior a 15mm, se realizará por capas sucesivas que no superen este espesor. Será necesario en este caso que la capa anterior a la que se va realizar, tenga consistencia suficiente para no desprenderse al aplicar ésta última y presente una superficie rayada.

El yeso se ajustará a las condiciones fijadas en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas en las Obras de Construcción.

• Medición y valoración de la tabiquería, enfoscados, guarnecidos y blanqueos.

La medición de cítaras y tabiques, tanto sencillos como dobles se hará por m², descontándose de la medición los huecos existentes.

Los enfoscados guarnecidos y blanqueos se valorarán también por m² y de ellos se descontarán los huecos que no tengan mochetas, o sea, los que tengan los marcos enrasados y no se descontarán aquellos que tengan mochetas.

3.5.5. Solados.

Sobre la superficie a solar se extenderá una capa de 2 cm de espesor de arena de río con tamaño máximo de grano 0,5cm y una capa de mortero de cemento P-350 y arena de río de dosificación 1:6 de 2 cm de espesor. La baldosa de terrazo se humedecerá antes de su colocación y se asentará sobre la capa de mortero, cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido de solado. Para relleno de las juntas se extenderá sobre las baldosas una lechada de cemento.

El pulido de solado se hará con máquina de disco horizontal, no pisándose durante los cuatros días siguientes.

Serán condiciones de no-aceptación: ausencia de la capa de arena, espesores de capa inferiores a los especificados, variaciones planeidad en todas direcciones medidas con regla de 2 m, superiores a 4 mm, ausencia de malla en los lugares especificados, distancias entre juntas superiores 130 cm, colocación deficiente de baldosas, ausencia de lechada en juntas, cejas superiores a 2 mm.

3.5.6. Ejecución de alicatados.

El azulejo estará seco y con la cara posterior limpia. Se alicatará sobre una superficie maestrada plana y lisa, de cemento, yeso o escayola y con una humedad no mayor del 3 %.

Serán condiciones de no-aceptación: taladros de dimensiones superiores a las especificadas, juntas no paralelas entre sí con tolerancias de $\pm 1\text{mm}$ por m, variación en planeidad en todas direcciones medida con regla de 2 m superior a 2 mm, variación en espesor de mortero superior a $\square 1\text{cm}$, el mortero no cubre totalmente la cara posterior del agujero, aplicación de adhesivo distinta a la especificada, humedad del paramento superior al 3%.

La unidad de medición, tanto en planos como en obra serán el m^2 .

• Medición y valoración de los alicatados.

Los alicatados se medirán por m^2 en su verdadera magnitud cuando ésta esté totalmente terminada y de acuerdo con lo dicho en este Proyecto.

Dichas mediciones se realizarán descontando todos los posibles huecos que puedan haber.

3.6. Pintura.

3.6.1. Ejecución de los trabajos de pintura.

Para pintura a la cal sobre ladrillo a cemento se procederán a una limpieza general de soporte mediante cepillos o elementos adecuados. Se aplicarán a continuación una mano de fondo con pintura a la cal diluida, aplicada con brocha de encalar, rodillos o procedimientos neumáticos, hasta la impregnación de los poros de la superficie de soporte. Pasado el tiempo de secado se procederá a la aplicación de dos manos de acabado.

En pinturas sobre madera se realizará una limpieza general de la superficie del soporte. Se hará un sellado de los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose de que haya penetrado en las oquedades de los mismos. A continuación se dará la mano de imprimación para madera a brocha o pistola, impregnando la superficie del soporte.

Para pintar el esmalte sobre hierro o acero se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo metálico seguido de una limpieza manual esmerada de la superficie.

Se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva al aceite, grasa o sintética, dada a brocha o pistola, con rendimiento no menor de especificado por el fabricante. Se aplicará dos manos de acabado o brocha o rodillo de esmalte graso.

Para pintar al esmalte sobre galvanizado o metales no férricos se realizará una limpieza general de la superficie seguida de un desengrasado a fondo con productos adecuados. A continuación se aplicará una mano de imprimación a brocha o pistola con rendimiento no menor del especificado por el fabricante. Pasado un tiempo de permanencia al aire no menor del especificado, se aplicarán dos manos de acabado de esmalte graso, a brocha o rodillo con un rendimiento y un tiempo de secado entre ambas no menores de lo especificado.

Toda la carpintería de madera se tratará superficialmente con un barnizado sintético de acabado satinado en interiores y exteriores.

Toda la superficie a barnizar reunirá las siguientes condiciones previas:

- El contenido de humedad en el momento de su aplicación estará comprendido entre el 14 y el 20% para exteriores y entre el 8 y el 14% para interiores.
- La madera no estará afectada de hongos o insectos, saneándose previamente con productos fungicidas o insecticidas.
- Se habrán eliminado los nudos mal adheridos sustituyéndolos por cuñas de madera de iguales características.
- Los nudos sanos que presenten exudados resinosos se sangrarán mediante lamparillas rascándose la resina que aflore con rasqueta.

Previamente al barnizado se procederá a una limpieza general del soporte y un lijado fino del mismo. A continuación se dará una mano de fondo con barniz diluido y mezclado con productos fungicidas. Esta imprimación se dará a brocha o a pistola de manera que queden impregnados la totalidad de los poros.

Pasado el tiempo de secado de esta primera mano se realizará un posterior lijado aplicándose a continuación dos manos de barniz sintético a brocha, debiendo haber secado la primera antes de dar la segunda. El rendimiento será el indicado por el fabricante del barniz para los diferentes tipos de madera.

Antes de la aplicación de la pintura estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento como cercos de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes; se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28°C ni menor de 6°C, el soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación; se comprobará que en las zonas próximas a los paramentos a revestir no haya manipulación o trabajo con elementos que desprenden polvo o dejen partículas en suspensión; la superficie de aplicación estará nivelada y lisa.

Antes de pintar superficies de yeso, cemento, albañilería o derivados, la superficie del soporte no tendrá una humedad mayor de 6%, habiéndose secado por aireación natural. Se eliminarán las eflorescencias salidas y la alcalinidad mediante un tratamiento químico a base de una disolución de agua caliente de sulfato de zinc o sales de fluorosilicato en una concentración entre 5 y 10%; las manchas superficiales producidas por moho, además de raspado o eliminación con estropajo, se desinfectarán lavando con disolventes fungicidas; las manchas originadas por humedades internas que lleven sales de hierro, se aislarán mediante una mano de clorocaucho diluido o productos adecuados.

El contenido de humedad de la madera en el momento de aplicación de la pintura será del 14% al 20% al exterior; 8-14% al interior; la madera no estará afectada de ataque de hongos o insectos, saneándose previamente con productos fungicidas o insecticidas; los nudos sanos que presenten exudado de resina se sangrarán mediante lamparilla o soplete, raspando la resina que aflore con rasqueta.

Antes de pintar superficies metálicas, se realizará una limpieza general de suciedades accidentales y óxidos y un desengrasado de la superficie.

Se suspenderá la aplicación cuando la temperatura ambiente sea inferior a 6 °C o superior a 28 °C a la sombra; en tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no está protegido; al finalizar la jornada se taparán y protegerán perfectamente los envases y se limpiarán y repararán los útiles de trabajo. Después de la aplicación se evitará en las zonas próximas a los paramentos revestidos la manipulación y trabajos con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión. Se dejará transcurrir el tiempo de secado indicado por el fabricante, no utilizándose procedimientos artificiales de secado.

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial.

Cuando el material llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas disposiciones, condiciones y normas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

Serán condiciones de no-aceptación humedades o manchas de moho u óxido o eflorescencias salinas, falta de sellado en nudos o de mano de imprimación o plastecido de vetas y golpes, no se ha realizado el rascado de óxidos y limpieza de la superficie, falta de imprimación, falta de protección de elementos próximos, tiempo válido de mezcla especificado por el fabricante sobrepasado, falta de mano fondo, aspecto y color distinto al especificado, descolgamientos, desconchados, cuarteamiento, gotas y falta de uniformidad.

La unidad de medición será el m² de superficie pintada, descontando los elementos recibidos que superen en conjunto el 15% de la superficie pintada; el m para el pintado de elementos lineales.

• Medición y valoración de las pinturas.

Las armaduras metálicas, ventanas, y superficies con huecos, pintadas a dos caras, se cobrarán por m², contándose vez y medida la superficie de una cara, descontándose todos los huecos que puedan existir.

3.6.2. Ítems que necesitan ser pintados.

- Todas las estructuras metálicas.
- Todos los tanques de acero, recipientes y tuberías no aisladas.
- Maquinarias y equipos pintados en taller que requieran un acabado.

3.6.3. Ítems que no necesitan ser pintados.

- Cimentaciones de hormigón.
- Materiales aleados o no férricos.
- Aislamientos térmicos.
- Superficies que deben ser aisladas.
- Partes mecanizadas de equipos.
- Mampostería.

3.7. Instalaciones eléctricas en baja tensión y de alumbrado.

3.7.1. Características técnicas de las instalaciones eléctricas y de alumbrado.

• Instalaciones interiores o receptoras.

Las instalaciones interiores o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o fuente de energía propia, tienen por finalidad la utilización de la energía eléctrica.

• Condiciones Generales.

En toda instalación interior o receptora que se proyecte y realice, se alcanzará el máximo equilibrio en las cargas que soportan los distintos conductores que forman parte de la misma, y ésta se subdividirá de forma que las perturbaciones originadas por las averías que puedan producirse en algún punto de ella, afecten a un número mínimo de partes de la instalación. Esta subdivisión debe permitir también la localización de las averías y facilitar el control del aislamiento de la instalación.

Instalación de conductores:

Los conductores de las instalaciones para baja tensión deben ser utilizados en la forma y para la finalidad que fueron fabricados.

Sistema de protección:

Dicho sistema para las instalaciones de baja tensión impedirá los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán conductores y aparatos de las acciones de las acciones y efectos de los agentes externos. Así mismo y a efectos de seguridad general, se determinarán las condiciones que deben cumplir dichas instalaciones para evitar los contactos directos y anular los efectos de los indirectos.

Puesta a tierra:

Las condiciones a cumplir en la instalación así como los sistemas de puesta tierra de los receptores y de cualquier parte de la instalación que utilice la energía eléctrica, se regirán por el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

• Condiciones Particulares.

Las condiciones y garantías que deben reunir las instalaciones proyectadas serán las siguientes:

- Seguridad de personas y aparatos.
- Fiabilidad en su funcionamiento.
- Normalización en los materiales y aparatos empleados.

• Propuestas de Normas.

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica podrán proponer Normas sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas repartidoras, instalaciones de contadores y derivaciones individuales señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para una mayor homogeneidad en las redes de distribución y en las instalaciones de los abonados.

Estas normas deberán ajustarse al R.E.B.T., serán informadas por las delegaciones provinciales del M.I. y aprobadas en su caso, por la Dirección General de Energía.

• **Redes subterráneas distribuidoras de energía eléctrica.**

Condiciones generales.

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento en las Instrucciones MI-BT 044.

Conductores.

Serán de cobre, aislados adecuadamente. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión y tendrán suficiente resistencia mecánica para soportar las tracciones a que se puedan estar sometidos.

La tensión nominal de los conductores no será inferior a 1000 V.

La sección de los conductores será la adecuada a las intensidades previstas y a las intensidades previstas y a las caídas de tensión, en todo caso no inferior a 6 mm² para conductores de cobre.

Sección mínima del conductor neutro.

a) En distribución monofásica o de cc:

- A dos hilos: igual a la del conductor de fase.
- A tres hilos: hasta 10 mm² de cobre o 16 mm² de aluminio, igual a la del conductor de fase, para secciones superiores, mitad de la del conductor de fase, con un mínimo de 10 mm² y 16 mm² para el cobre y aluminio respectivamente.

b) En distribuciones trifásicas:

- A dos hilos: (fase y neutro) igual a la del conductor de fase.
- A tres hilos: (dos fases y neutro) igual a los conductores de fase.

- A cuatro hilos: (tres fases y neutro) hasta 10mm² de cobre o 16 mm² de aluminio, igual que los conductores de fase, para secciones mayores la mitad, con un mínimo de 10mm² y 16mm² para el cobre y aluminio respectivamente.

Todo lo dicho en este apartado se cumplirá cuando las cargas no produzcan un desequilibrio entre fases mayor del 10 %, en caso contrario las secciones del neutro serán iguales a las de los conductores de fase.

Ejecución de las instalaciones.

a) Empalmes:

Garantizarán una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, así como su envolvente metálica cuando exista. Así mismo quedará garantizada su estanqueidad y resistencia a la corrosión.

b) Instalación de los conductores:

Se instalarán dentro de un tubo de P.V.C. que irá en el fondo de una zanja conveniente preparada, rodeado de arena o tierra cribada y de forma que no pueda perjudicarle la presión o asientos del terreno. A 20cm. Por encima de los conductores se colocará una cobertura de aviso y protección, construida de hormigón.

La profundidad mínima de la instalación de 0.8m, si el Ingeniero Director lo autoriza esta distancia podrá reducirse, manteniendo la debida protección de los conductores.

• **Protección.**

En derivaciones de pequeña longitud (por ejemplo, acometidas como en el caso que nos ocupa), para facilitar su instalación y revisión se admite que la protección está confiada a los fusibles o interruptores automáticos instalados en el extremo de la derivación.

El conductor neutro deberá mantenerse aislado de la envolvente metálica del cable. Su puesta a tierra podrá realizarse en cajas de seccionamiento o de empalmes, separándolas de las tomas de tierra que puedan presentar las citadas cajas o envolvente metálicas del cable.

Continuidad del neutro.

La continuidad del neutro quedará asegurada en todo momento. Este no podrá ser interrumpido en las redes de distribución salvo que la interrupción sea realizada por:

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase debidamente señalizada y que sólo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas, no debiendo ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

• Cruzamientos, proximidades y paralelismos.

Es precisa la providencia de distancias de seguridad, ya que en la instalación que nos ocupa hay instalaciones de agua y saneamientos, por los que serán de aplicación la MI-BT006.

• Instalaciones de locales húmedos.

Locales húmedos.

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho, aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo ni paredes estén impregnadas de agua.

Canalizaciones.

Las canalizaciones podrán estar constituidas por:

- a) Conductores flexibles aislados a 440 V de tensión nominal como mínimo, colocados sobre aisladores.
- b) Conductores rígidos aislados a 750 V de tensión nominal como mínimo, bajo tubos protectores.
- c) Conductores rígidos aislados armados, a 100 V de tensión nominal como mínimo fijados directamente sobre las paredes o colocados en el interior de la construcción.

Los conductores destinados a la conexión de aparatos receptores podrán ser rígidos a 750 V o flexibles a 440 V de tensión nominal como mínimo.

Las canalizaciones serán estancas utilizándose; para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua.

Conductores desnudos.

Solamente en casos excepcionales, y por razones justificadas ante la delegación provincial correspondiente al M.I., podrán utilizarse canalizaciones constituidas por conductores desnudos sobre aisladores. En este caso la distancia más próxima de los conductores a la pared será como mínimo de 10 cm.

Conductores aislados.

Los conductores aislados colocados sobre aisladores se dispondrán a una distancia mínima de 5 cm. A las paredes, y la separación entre conductores será de 3 cm como mínimo.

El material utilizado para la sujeción de los conductores aislados fijados directamente sobre las paredes será hidrófugo, preferentemente aislante y estará protegido contra la corrosión.

• Instalaciones en locales mojados.

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techo o paredes estén o puedan estar impregnadas de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente lodo o gotas gruesas de agua, debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos periodos. En estos locales además de las condiciones establecidas para locales húmedos se cumplirán las siguientes.

Canalizaciones.

Las canalizaciones serán estancas utilizándose; para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua.

Tubos.

Los tubos serán estancos, preferentemente aislantes y en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Se colocarán en montaje superficial, y los tubos metálicos se dispondrán, como mínimo, a 2cm de las paredes.

Montajes diversos.

La instalación de herrajes, cajas terminales, empalmes,... deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

En caso de uniones de tubos metálicos en cajas terminales a interruptor, los tramos serán cortos, de forma que los esfuerzos electrodinámicos que puedan producirse no sean ocasión de cortocircuitos entre fases.

Armario de distribución.

El armario general de maniobra estará constituido por perfiles laminados de acero y será soportado por una fundación a 15cm. Aproximadamente de altura sobre el nivel del suelo al

preparar la fundación que dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de cables colocado con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cal a los tubos que de siempre 50 cm, como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

El armario contendrá todos los instrumentos y aparatos de mando, protección y medida especificados en la memoria.

Dispositivos de protección.

De acuerdo con lo establecido en la MIE-BT 020 se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

Aparatos móviles portátiles.

Se prohíbe su utilización en estos locales excepto en los casos previstos en la instrucción MI-BT021.

Receptores de alumbrado.

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua. La cubierta de los portalámparas será en su totalidad de material aislante, hidrófugo, salvo cuando se instale en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que estas se coloquen en lugar fácilmente accesible.

3.7.2. Motores.

Condiciones Generales de la instalación.

Los motores estarán contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Conductores de conexión.

La sección mínima que deban tener los conductores de conexión que alimentan un solo motor, con objeto de evitar en ellos un calentamiento excesivo, deberá estar dimensionada para una intensidad no inferior a 1.25 de la intensidad nominal a plena carga del motor en cuestión.

Protección contra sobreintensidades.

En el caso de los motores con arranque estrella - triángulo como es el caso que nos ocupa, la protección asegurará a los circuitos tanto para la estrella como para la de triángulo.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiéndose seguir las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

• Protección contra la falta de tensión.

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, oponerse a dicho restablecimiento o perjudicar al motor.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión por el sistema de corte de la alimentación, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo.

• Potencia de arranque.

Los motores tendrán limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando en el caso contrario se puedan producir efectos que perjudiquen a la instalación u ocasionen perturbaciones inestables al funcionamiento de otro receptor.

3.7.3. Transformador.

• Condiciones Generales de la instalación.

Los transformadores que puedan estar al alcance de personas no especializadas estarán contruidos o situados de manera que su arrollamiento y elementos bajo tensión, si éste es superior a 50 V, sean inaccesibles.

• Protección contra sobrecarga.

Todo transformador estará protegido contra sobrecargas por un dispositivo de corte de sobreintensidades u otro sistema equivalente. Este dispositivo estará de acuerdo con las características que figuran en la placa del transformador y se situarán antes del arrollamiento primario y después del secundario.

3.7.4. Puesta a tierra.

• Objeto.

Su objeto, principalmente, es el delimitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

• Definición.

La denominación puesta a tierra comprende la unión metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno no tengan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la descarga de origen atmosférico.

• Partes que comprenden las puestas a tierra.

Todo sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.

El conjunto de conductores, así como sus derivaciones y empalmes, que constituyen el circuito de puesta a tierra.

Tomas de tierra:

Estarán constituidas por los siguientes elementos:

- Electrodo metálico en buen contacto con el terreno, que facilita el paso a éste de las corrientes de defecto y las cargas eléctricas que tengan o puedan tener.
- Líneas de enlace con tierra, que une el electrodo con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra, constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra con el fin de realizar la medida de la resistencia de tierra. Estará situado fuera del suelo.

Líneas principales de tierra.

Formadas por conductores que parten del punto de puesta a tierra y a las que se unirán las derivaciones de puesta a tierra de las masas, generalmente a través de los conductores de protección.

Derivaciones de las líneas principales de tierra.

Constituidas por conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

Conductores de protección.

Estos unirán las masas a la línea principal de tierra.

- **Prohibición de incluir en serie las masas y los elementos metálicos en el circuito de tierra.**

El circuito de puesta a tierra formará una línea eléctricamente continua, en la que no podrá incluirse en serie masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Las conexiones de los mismos al circuito de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones de éste.

- **Naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación de los elementos de puesta a tierra.**

Naturaleza.

Se emplearán electrodos artificiales. Previa autorización del Ingeniero Director se podrá utilizar electrodos naturales, siempre que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno y las resistencias de tierra que se obtengan con ellos presente un valor adecuado.

Constitución de los electrodos artificiales.

Podrán estar constituidos por:

- Electrodo simple constituido por barras, cables, pletinas y otros perfiles.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos indicados anteriormente o combinaciones de ellos.

Serán materiales inalterables a la humedad y a la acción del terreno. Su sección no será inferior a $\frac{1}{4}$ de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra. Entre ellos están las picas.

Las picas podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo, y 2 m de longitud como mínimo.
- Cualquier otro electrodo de características similares al anterior, si el Ingeniero Director lo autoriza.

• Resistencia de tierra.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ello en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que, cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

24 V en local o emplazamiento conductor.

50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

• Características y condiciones de las líneas de enlace con tierra.

Naturaleza y secciones mínimas.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o otro material de alto punto de fusión. Su sección deberá cumplir lo dispuesto en el MI-BT 039 y en cualquier caso no tendrán una sección inferior a 16 mm² para las líneas principales de tierra y de 35 mm² para la línea de enlace con tierra, si son de cobre, o secciones equivalentes a las anteriores para cualquier otro material empleado.

Tendido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y de los conductores de protección.

El recorrido de estos conductores será lo más corto posible, sin cambios bruscos de Dirección, no estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas a los electrodos.

Presentarán un buen contacto eléctrico, para ello se efectuará con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto, de forma que la conexión sea efectiva.

Los contactos estarán limpios, sin humedad y de forma que la acción del tiempo no destruya, por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra.

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

• Separación de las tomas de tierra de las masas.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y la de las masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplen todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas...) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) Las distancias entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15m.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no estén unidos a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

3.7.5. Autorización y puesta en servicio de la instalación.

Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de Noviembre de 1.939, la autorización de la puesta en servicio de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

3.7.6. Responsabilidad y sanciones.

Sin perjuicio de las comprobaciones que realicen y la autorización que otorgue la Delegación Provincial del Ministerio de Industria, la responsabilidad de las infracciones corresponde a las sanciones de las mismas.

Se presume, salvo prueba de lo contrario, autores de las infracciones respectivas:

- A los instaladores, en cuanto a las infracciones que se refieren a la instalación.
- A los usuarios, en cuanto a las infracciones relativas al uso de aquellas y instalaciones.

- A las empresas suministradoras, en cuanto a las infracciones relativas a los preceptos que les afecten en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, e instrucciones complementarias.

• Medición y valoración de las instalaciones eléctricas.

Los tubos de P.V.C. se medirán en metros lineales según el diámetro y sin descontar los pasos por caja de registro. Los tubos que vayan a ir tapados, se medirán antes de que se hayan instalados totalmente.

Las cajas de registro se medirán en unidades completas instaladas, teniendo en cuenta sus características y dimensiones.

Los conductores se medirán en metros lineales, realizada la medición sobre la longitud total instalada, del mismo tipo de aislamiento y sección.

La conducción enterrada de cable desnudo recocido de cobre, para la puesta a tierra, se medirá en metros lineales en la longitud total colocada de igual sección.

Las arquetas de conexión de toma de tierra, de las características estipuladas en la documentación técnica, se medirán en unidades completas terminadas.

Los cuadros de distribución, interruptores, conmutadores, se medirán sobre la base de unidades completamente terminadas.

• Valoración de las luminarias.

Se medirán en unidades totalmente instaladas en su lugar indicando en la documentación técnica, teniéndose en cuenta el tipo de cada una de ellas.

En el precio que se estipula en los presupuestos se consideran incluidos todos aquellos accesorios para su fijación correcta.

La conducción de distribución del alumbrado se medirá en metros lineales.

• Condiciones de seguridad e higiene para la iluminación.

Los locales de trabajo tendrán la iluminación precisa y deberá satisfacer las condiciones de seguridad del personal empleado.

Siempre que sea posible la iluminación será natural, completándose aquellos lugares que no resulten bien iluminados mediante luz artificial.

Condiciones de seguridad e higiene para los motores.

La limpieza y engrasado de los motores, transmisiones y máquinas no podrá hacerse nada más que por el personal especializado y durante la parada del mismo, salvo que exista garantía de seguridad para los operarios.

Los trabajos de reparación u otros cualesquiera similares, se harán análogamente cuando las máquinas se encuentren en reposo. Los obreros al servicio de los motores y máquinas en general, llevarán para el trabajo prendas de vestir ajustadas.

Los órganos móviles de los motores y cualquier otro elemento de los mismos que presenten peligro para los trabajadores, deberán ser provistos de la adecuada protección que los evite.

3.8. Centro de transformación.

3.8.1. Local.

El local del centro de transformación no albergará en su interior ninguna instalación ajena a su función, ni estará atravesado o cruzado por tuberías de agua, desagües u otros servicios.

La ventilación queda garantizada mediante rejillas con lamas en forma de "V" invertida combinada con tela de mosquitero. Tales rejillas tendrán un grado de protección mínimo IP-3XX.

Las puertas serán metálicas galvanizadas de doble hoja, de apertura hacia el exterior, que puedan abatirse totalmente sobre la fachada.

Los centros de transformación prefabricados de hormigón cumplirán con la recomendación UNESA-1303A o la norma que la sustituyera.

Quedará prohibido el acceso a los centros de transformación a toda persona ajena al servicio. Se excluye de esta prohibición a los funcionarios de la Dirección de Industria y Energía, así como a los de inspección de trabajo, siempre y cuando actúen en actos de servicio.

En todo centro de transformación se instalará una banqueta aislante, guantes igualmente aislantes y una pértiga de maniobras. Así mismo, se colocará en sitio visible el esquema unifilar realizado en el centro. También se instalarán indicadores de instalaciones de alta tensión e instrucciones de primeros auxilios a accidentados por contactos con partes en tensión.

En caso de accidente no se verterá agua sobre la instalación, pues pueden producirse contactos y ponerse en comunicación los circuitos primarios con los secundarios, quedando en alta toda la instalación

En el interior y junto a la puerta se instalará un extintor de eficacia 610B.

Los componentes básicos del hormigón armado son:

Cemento P-450.

Arena lavada de río.

Árido manchado o rodado de río.

Armaduras de acero de límite elástico mínimo de 5.000 Kg/cm².

La resistencia a la compresión del hormigón armado será de 350 Kg/cm² como mínimo a los 28 días y un grado de compacidad que asegure la total impermeabilidad de las paredes o módulos.

Las condiciones de servicio serán las exigidas en la norma MV-101/1962 para una altitud de instalación de 500 m sobre el nivel del mar.

3.8.2. Aparamenta.

En este apartado se incluyen el disyuntor de protección general, los interruptores-seccionadores y las celdas de protección de los transformadores de potencia.

Todos ellos serán tripolares y realizarán la extinción del arco mediante autosoplado de hexafluoruro de azufre. Todos los contactos y bornes de conexión serán de una sola pieza de cobre plegado en frío.

Serán del tipo denominado bajo envolvente metálica, siendo este material prefabricado debiéndose garantizarse mediante protocolos de ensayos las características eléctricas del conjunto, y cumplirán lo especificado en las normas UNE-29009 y 36086.

En el montaje convencional y por motivos de seguridad se colocará necesariamente un mando por manivela para su apertura y cierre, para todos los interruptores de cable o línea.

De acuerdo con lo indicado en el apartado 1.1.1 del MIE RAT-12, los niveles de aislamiento a considerar en las instalaciones serán los siguientes:

Tensión más elevada para el material	20 KV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125 KV
Tensión soportada nominal de corta duración 50Hz	50 KV

También admitirán durante un segundo una intensidad de cresta de 16KA, y resistir sin formación de arco y durante un minuto una sobrepresión trifásica de 60 KV(eficaces).

Las celdas interruptor - seccionador estarán equipadas con seccionadores de puesta a tierra existiendo entre ambos seccionadores un enclavamiento seguro, de modo que cuando uno este abierto, el otro esté cerrado, y viceversa.

Cada cabina o celda separable llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca de identificación.
- Número de serie o designación de tipo, que permita obtener toda la información necesaria.
- Tensión nominal.
- Intensidades nominales de las barras generales y los circuitos.
- Frecuencia nominal.

La conexión a tierra de las envolventes metálicas se realizará de la forma indicada en la instrucción MIE-RAT-13.

3.8.3. Fusibles.

Todos los fusibles serán del tipo de alto poder de ruptura.

Los fusibles irán instalados en el interior de las celdas de protección del transformador.

El calibre de los mismos dependerá de la potencia del transformador a proteger, ajustándose para este fin a lo especificado en las Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de la Compañía Sevillana de Electricidad.

Los fusibles cumplirán lo especificado en la norma UNE -21120.

Deberán estar contruidos de forma que no produzcan proyecciones de metal fundido ni formación de llama, y llevar grabado el calibre por el 80% de la corriente máxima que pueden soportar indefinidamente.

3.8.4. Cables.

El puente de alta tensión será de una sección de cobre de 50 mm², de aislamiento de polietileno reticulado o etileno - propileno 18/30 KV.

El puente de baja tensión se realizará con pletinas de cobre de 100x10 mm² de sección.

El resto del cableado utilizado, en baja tensión cumplirá con la instrucción MIE.RAT-007.

Los cables de alumbrado serán de cobre electrolítico con una sección de 6 mm² excepto el de la acometida que será de 10 mm². La cubierta será de policloruro de vinilo.

Los cables de conexión a la luminaria serán de 2x2,5 mm² de cobre con igual aislamiento.

El Contratista informará por escrito al Director de Obra del nombre del fabricante de cables y le enviará una muestra de los mismos.

3.8.5. Armario de baja tensión.

Admitirán cuatro salidas y un módulo de ampliación, y estarán dotados de los desconectores necesarios para las salidas de cables provistos de fusibles de uso general aptos para la intensidad nominal de las líneas que alimentan.

El elemento de corte de cada línea, podrá ser uni o tripolar, con poder de corte de 2000A, colocándose un interruptor adecuado que incluso, podrá ser único para la salida del transformador.

El neutro de las salidas de baja tensión será seccionable mediante el uso de la herramienta adecuada.

Los armarios estarán contruidos conforme a las normas CEI-439-1, CEI-529, CEI-144, NF-410 y C15-100.

El grado mínimo de protección ha de ser IP-54.

Los elementos plásticos que contengan serán autoextinguibles a 96 o C según normas CEI-695.21 y C15-100.

El embarrado de que dispongan será de cobre electrolítico y capaz de soportar esfuerzos térmicos y electromecánicos de cortocircuito, calculados en la Memoria del proyecto que nos ocupa.

Se indicarán en unas placas con características indelebles:

- Nombre de fabricante, modelo y número de serie.
- Intensidad en amperios.
- Número de líneas de salida.

3.8.6. Equipo de medida.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardado las distancias correspondientes a un aislamiento de 24 kv. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

La regleta de verificación será de un modelo normalizado por la Compañía Sevillana de Electricidad, situada de forma que pueda ser manipulada sin peligro, por proximidades con partes en tensión.

Los transformadores de intensidad estarán homologados por la Administración competente, siendo las características técnicas las siguientes:

Clase de precisión mínima	0,5
Potencia de precisión mínima	15 VA
Tensión nominal de aislamiento	36 KV

Tipo de aislamiento	Seco
Intensidad límite térmica mínima	5 KA
Intensidad límite dinámica mínima	2,5x5 KA
Factor de sobrecarga mínimo	5
Intensidad nominal secundaria	5 A
Intensidad nominal primaria	150 A

Los transformadores de tensión estarán homologados por la Administración competente.

En los circuitos secundarios de estos transformadores sólo se podrán conectar los circuitos voltimétricos de los contadores, que sirvan para la facturación, así como la alimentación de aquellos elementos necesarios para dicha facturación (relojes de tarificación, etc.).

Las características técnicas fundamentales de los transformadores de tensión son las siguientes:

Clase de precisión mínima	0,5
Potencia de precisión mínima	50 VA
Tensión nominal de aislamiento	24 KV
Tipo de aislamiento	Seco
Tensión nominal secundaria	110/ 3 V
Tensión nominal primaria	22/ 3 KV
Tipo	Un polo aislado

3.8.7. Contadores.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

3.8.8. Transformador.

Además de lo especificado en el presente pliego, cumplirán las dadas en el documento Memoria.

Se usará transformador en baño de aceite.

El transformador en baño de aceite se ajustará a las normas CEI, UNE-20138 y recomendaciones UNESA 5201-y 5204.

La tensión del primario nominal de trabajo será de 20 KV, para ello deberán de llevar bajo tapa las conexiones necesarias para la tensión de 20 KV. La tensión del secundario será 380/220 V de valor nominal.

Se prohíbe usar piraleno como refrigerante.

El transformador irá provisto de regulador de tensión, que se puede accionar sin carga, con una regulación posible de 2,5 y 5% de la tensión nominal.

El fabricante será de conocida solvencia y su marca de fabricación será internacionalmente conocida.

El aceite estará obtenido por destilación fraccionada del petróleo y refinada con posterioridad. Sus características más importantes serán:

- Color: Observado a contraluz en un tubo de ensayo de 15 mm, aparecerá claro y limpio.
- Peso específico: A veinte grados, ocho grados Engler y a cincuenta grados, dos con cinco grados Engler como máximo.
- Temperatura de inflamación mínima: Ciento cuarenta grados.
- Rigidez dialéctica: 100 KV/cm.
- Alteración del algodón: Al introducirlo en el aceite durante diez minutos y probado a tracción inmediatamente después de secado del mismo, presentará una reducción no mayor del 35% en su coeficiente de tracción inicial.
- Acidez orgánica: Será de un máximo de 0,05% en ácido oleico.
- Asfalto y resinas: Exento.

Los cables de unión entre las celdas de protección y el transformador serán de aislamiento basándose en polietileno reticulado, de 50 mm² de sección, 18/30 KV.

3.8.9. Columnas.

Cumplirán:

- El espesor mínimo de chapa será de 3 mm.
- El tipo de acero cumplirá la norma UNE 36080-73.
- Las características y ensayos se regirán por las Normas de Alumbrado Urbano del Ministerio de la Vivienda.
- La columna llevará en su base una puerta de registro prevista de cerradura. Esta puerta y la cavidad a la que da acceso deberá de ser de suficientes dimensiones para permitir el alojamiento de la placa de conexión y fusible.

El Contratista presentará al Director de Obra un croquis con las características de dimensiones, formas, espesores de chapa y peso de columna que se pretende colocar.

3.8.10. Centro de mando.

Será metálico tratado químicamente. Tendrá el cierre hermético de manera que resguarde a los elementos en él alojados de la humedad. Deberá de llevar cerradura con llave para que el interior solo pueda ser manipulado por el personal especializado.

Los interruptores magnetotérmicos cumplirán con las normas UNESA y serán de las características ya citadas en el documento Memoria.

La célula fotoeléctrica deberá de soportar la acción de los agentes atmosféricos sin que afecten a su función.

El relé crepuscular deberá de ajustarse para que conecte cuando la intensidad luminosa descienda de 10 lux.

3.8.11. Centro de transformación.

En primer lugar se prepararán la apertura y nivelación del foso para la correcta colocación del centro. Después se realizarán las zanjas; deberán de estar limpias de materiales que estorben en el tendido de los tubos los cuales deberán de asentar perfectamente. Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los planos que acompañan al presente Proyecto.

En terrenos inclinados se hará una explanación del terreno al nivel correspondiente a la estaca central.

La tierra sobrante deberá de ser retirada a un lugar donde no produzca perjuicio ninguno.

Los embarrados y conexiones de alta tensión estarán constituidos por conductores aislados soportados por aisladores de apoyo. Estos aisladores de apoyo soportarán una carga mínima de ensayo a la flexión de 160 daN.

Las conexiones, derivaciones y empalmes se realizarán con elementos apropiados, que para conductores de cobre de sección circular se recomienda que sean de apriete concéntrico.

Las conexiones de baja tensión se ajustarán a lo dispuesto en REBT.

Ningún circuito de baja tensión se situará sobre la vertical de los circuitos de alta tensión ni a menos de 45 cm, excepto si se instalan tubos o pantallas de proyección.

Se cuidará de respetar las distancias de las partes en tensión, a masa como establece en el vigente Reglamento. Los mandos de los aparatos deberán ser regulados para su perfecto funcionamiento.

Las condiciones de los circuitos de puesta a tierra son las siguientes:

- No se unirán al circuito de puesta a tierra ni las ventanas metálicas ni las puertas de acceso.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

- La conexión del neutro a su toma se efectuará siempre que sea posible antes del seccionamiento de baja tensión.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia a tierra, situado en un punto de fácil acceso.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a las acciones mecánicas.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se realizará de forma que no haya peligro de aflojarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se realizará por derivación.
- Los conductores de tierra podrán ser de cobre o acero y su sección mínima respectivamente de 35 mm² o su equivalente.
- Cuando la alimentación de un centro se realice por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de estas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible de una sección no inferior a 50 mm².

La cubierta metálica se unirá al circuito de tierra de las masas.

Puesto que se realizará la medida en alta tensión, se instalarán tres transformadores de intensidad y otros tres de tensión en el sentido de la circulación de la energía y como se indica en el plano correspondiente.

Los transformadores de medida deben ser instalados de forma que sus placas de características sean visibles una vez abierta la celda que los contiene. Se reserva una celda exclusivamente para medida.

Las líneas de conexión del equipo de medida, serán lo mas cortos posible, canalizados en tubo visible. La tierra de los secundarios de los transformadores de medida, se llevará directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación. Los contadores se colocarán en un módulo exterior a la celda, estando los hilos de conexión bajo tubo de acero.

El error en la medida producido por los empalmes y los conductores no serán superior al 0,2% en valor absoluto. El equipo de medida estará montado de tal forma que pueda precintarse en los mecanismos de regulación por Organismos Competentes de la Administración y en los de conexión de Sevillana de Electricidad, sin impedir a su vez la visibilidad de los integradores de medida. Los contadores de medida de energía reactiva se colocarán siempre según el orden de sucesión de fases y en primer lugar. El de activa a continuación.

Durante la ejecución de las obras o una vez finalizada, el Director de Obra podrá verificar si los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones contenidas en este Pliego. Esta verificación se llevará a cabo por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá de solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento: Medición de la resistencia del aislamiento del conjunto de la instalación.
- Ensayo dieléctrico: Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá de haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra: Se comprobará la medida de las resistencias de puesta a tierra, las tensiones de contacto y de paso.
- Regulación y protecciones: Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación.

3.9. Bombas.

- Se instalarán bombas horizontales centrífugas.
- El proveedor proporcionará curvas de rendimiento, potencia, caudal, etc., para todas las bombas instaladas.
- Se aconseja y prefiere el uso de juntas mecánicas sobre las de empaquetadura.
- Se prefiere el uso de cojinetes estandarizados. Los soportes de cojinete se lubricarán con aceite.
- Los soportes de cojinete se diseñarán de tal modo que para la máxima carga y mínimo engrase, la vida media no sea inferior a 2 años.

- Se debe prever un depósito de aceite de reserva de la capacidad adecuada, íntegramente con el soporte.
- Se debe prever la posibilidad de montar y desmontar los cierres y elementos rotativos, sin tener que mover el motor.
- Los rodetes se diseñarán para tener un decrecimiento gradual de carga, con crecimiento de opacidad desde el arranque a la capacidad normal.
- La magnitud de cualquier vibración con la bomba funcionando en su bancada, no debe sobrepasar 0.05mm, doble amplitud medida en el soporte del cojinete.
- En las líneas de descarga se instalarán válvulas retentoras antes de la primera válvula de bloque.
- Los filtros temporarios se fabricarán de chapa perforada a máquina de 1/6" de espesor para tuberías menores de 10".

3.10. Tuberías.

3.10.1. Códigos.

- Todas las tuberías de proceso estarán de acuerdo con la sección aplicable del código ASA.
- Todos los materiales para tuberías se especifican de acuerdo con ASTM.

3.10.2. Tuberías.

- Todas las tuberías serán de un " Schedule" de 10, salvo que se especifique lo contrario.
- Todas las tuberías de 3" y mayores serán fabricadas en taller utilizando accesorios de soldadura a tope. Toda la tubería de 2" será fabricada en campo utilizando accesorios roscados. En ciertos casos y para tubería de 2" únicamente, las uniones por soldadura de encastre pueden ser más prácticas que las roscadas.
- Si las fatigas producidas por la dilatación o contracción de las tuberías no pueden ser reducidas a los límites admitidos por el código mediante cambio de dirección o elevación, se deberán hacer liras de expansión. Las liras de expansión serán situadas preferentemente en un plano vertical, y podrán fabricarse completamente con accesorios soldados.

- Las tomas de muestra y líneas de ventilación serán de 3/4” como mínimo a no ser que se indique específicamente lo contrario.
- El margen de corrosión en las tuberías será de un mínimo de 3 mm para garantizar 12 años de servicio.

3.10.3. Válvulas.

- Todas las válvulas, forjadas o fundidas, de compuerta o asiento, en acero al carbono o aleado, tendrán las caras atornillada y exteriormente roscas y estribos.
- Los cuerpos de válvula de hierro, con la cara de brida lisa, serán mecanizados para obtener una cara con mecanizado en espiral.
- Los instrumentos como manómetros, termopares, placas orificio, termómetros, etc., conectados a las líneas, llevarán válvula de cierre que permita el cambio de los mismos sin pérdidas del fluido. Dichas válvulas deberán cumplir las especificaciones de tuberías.
- Se evitará el uso de válvulas de ángulo.

3.10.4. Bridas.

Todas las bridas se orientarán de modo que los agujeros queden fuera de los ejes, y simétricamente distribuidos respecto a ellos.

Todas las uniones brida – brida se realizarán mediante perno roscado y dos tuercas hexagonales. Los pernos de acero al carbono serán de una calidad no inferior que la del acero ASIMA – 193 Grado B – 7.

La cara de la brida será del tipo “raised” o “flat”; las caras macho – hembra no son permitidas.

3.10.5. Accesorios.

- Los cambios de tamaño se realizarán mediante reductores unidos de igual forma que la tubería donde se instalan.
- Las conexiones en las líneas de proceso se realizarán mediante soldadas.

- Se colocarán filtros delante de todas las bombas y equipos rotativos que no tengan esa protección.
- Los accesorios embridados deberán ser de utilización absolutamente mínima.

3.10.6. Colgantes y accesorios.

- No se usará hierro maleable para vigas o uniones de tuberías a los soportes.
- Los soportes fabricados con tubos tendrán sus extremos tapados.

3.10.7. Cambios de dirección.

- Los cambios de dirección de todas las tuberías roscadas se realizarán curvando la tubería, siempre que sea posible; en caso contrario utilizando codos roscados.
- Los cambios de dirección de la tubería soldada se realizarán mediante el empleo de coldados sin unión. La tubería curvada podrá utilizarse dependiendo del servicio o la aplicación.
- Los codos de 90° soldados a tope deberán ser de radio largo.

3.10.8. Pruebas e inspecciones.

- Donde sea posible, todas las líneas se probarán hidrostáticamente en campo. La prueba estará de acuerdo con el código ASA para tuberías a presión.
- Las líneas de drenaje o venteo a la atmósfera no deben ser probadas.

3.11. Aislamiento térmico.

3.11.1. General.

- Todas las tuberías de vapores o fluidos donde sea necesaria la conservación del calor, deben ser aisladas térmicamente.
- Las bridas y cuerpos de válvulas serán aisladas.
- Todas las tuberías aisladas se limpiarán, secarán y probarán hidrostáticamente antes del recubrimiento.

3.11.2. Materiales.

Todos los materiales deben ser nuevos, llegando a obra cerrados y en sus embalajes originales.

3.12. Aislamiento acústico.

Todas las zonas indicadas en los planos se aislarán acústicamente para impedir la libre circulación de las ondas sonoras.

Durante la construcción de las paredes, punto 3.5, se tapizarán las paredes con aislamiento acústico según dicho punto.

Todos los materiales deben ser nuevos, llegando a obra cerrados y en sus embalajes originales.

3.13. Seguridad y salud en la obra.

3.13.1. Objeto del presente capítulo.

Se redacta el siguiente pliego para definir las calidades y características técnicas de los materiales a utilizar en la obra en lo dispuesto en el estudio de seguridad e higiene, normativa básica de obligado cumplimiento, obligaciones del empresario, etc.

3.13.2. Condiciones técnicas.

En aplicación del Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el contratista o constructor principal de la obra quedará obligado a elaborar un Plan de Seguridad e Higiene en el que analice, estudie, desarrolle y complemente en función de su propio sistema de ejecución, las obras y las previsiones contenidas en el citado estudio.

El Plan de Seguridad e Higiene debe ser presentado antes del inicio de la obra a la Dirección Técnica encargada de su aprobación y seguimiento. Una copia de dicho plan a efectos

de su conocimiento y seguimiento debe ser entregada al vigilante de seguridad, y en su defecto, a los representantes de los trabajadores del centro de trabajo, quienes podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que se estimen oportunas.

• Vigilante de seguridad e higiene.

Sus funciones serán las establecidas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Es el responsable del cumplimiento del Plan de Seguridad.

Todos los incumplimientos deberán ser anotados en el Libro de Incidencias, dando cuenta a la Dirección Técnica Facultativa y a los inspectores de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Debe ser designado por escrito y presentado a la Dirección Técnica para su aprobación antes del inicio de las obras.

• Condiciones de los medios de protección.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, será desechado y repuesto al momento. De igual modo se repondrán inmediatamente aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancias de las admitidas por el fabricante.

El uso de una prenda o equipo nunca representará un riesgo en sí mismo.

3.13.3. Protecciones personales.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación pertinentes, siempre que existan en el mercado, y si no, se tendrán en cuenta las consideraciones antes aludidas.

Los medios de protección personal, simultáneos con los colectivos, serán de empleo obligado, siempre que se precisen para eliminar o reducir los riesgos profesionales.

La protección personal, no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los medios preventivos de carácter general, conforme a lo dispuesto por la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Todas las prendas homologadas deberán llevar el sello reglamentario.

• Protecciones colectivas.

Vallas autónomas de limitación y protección.

Podrán realizarse a partir de pórticos con pies derechos y dintel a partir de tablonces embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablonces. Estos elementos también podrán ser metálicos.

Redes perimetrales.

Para la protección del riesgo de caídas al vacío por el borde perimetral se utilizarán pescantes tipo horca.

El extremo inferior de la red, se anclará a horquillas de hierro previamente embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamida, protegiendo las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será como mínimo de 10 mm de diámetro, y los módulos de red serán atados entre sí, con cuerda de poliamida como mínimo de 3 mm de diámetro.

El desencofrado se protegerá mediante redes de la misma calidad ancladas al perímetro de los forjados.

Redes verticales.

En protecciones verticales de cajas de escaleras, voladizos de balcones, cláusula de acceso a planta desprotegida, forjados una vez desencofrados y hasta la construcción del cerramiento, etc., se utilizarán redes verticales (tipo teris), ancladas a los forjados respectivos y a los pilares o puntales colocados a tal efecto.

Redes horizontales.

Se colocarán para proteger la posible caída de personas u objetos en patios, huecos de escaleras, etc.

Barandillas.

Las barandillas rodearán el perímetro de la planta encofrada, si no se utiliza otro medio, como las redes verticales antes descritas, y deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes.

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Todos los operarios deberán ser instruidos sobre las formas correctas de utilización y colocación, por parte del encargado de los trabajos.

Antes de su utilización, deberán revisarse todos los elementos constituyentes del cinturón, sobre todo el elemento de amarre. Cuando existan dificultades para fijar un punto de anclaje, se utilizarán dispositivos anticaída.

Plataformas de trabajo.

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho, y las situadas a más de 2 metros del suelo, estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

Los elementos que las compongan, se fijarán a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.

Si se realizara con madera, ésta será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas, el espesor mínimo será de 5 cm. Si son metálicas deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargarán únicamente los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Plataformas voladas.

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes, apoyándose en superficies planas y resistentes. Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza, los peldaños estarán ensamblados en los largueros (no solamente clavados), y no deberán pintarse, salvo con barniz transparente.

Queda prohibido el empalme de escaleras si no cuentan con elementos especiales para ello. No salvarán más de 5 metros de altura si no están reforzadas en el centro, para salvar alturas superiores se adecuarán fijaciones en cabeza y base y se utilizará cinturón de seguridad o dispositivo anticaída.

Escalera de mano.

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.

Señales de tráfico y seguridad.

Estarán de acuerdo con la normativa vigente.

Topes para la descarga de vehículos a distinto nivel.

Se podrán realizar con un par de tablonces embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

Interruptores diferenciales.

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales, será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.

Toma de tierra.

La resistencia de la toma de tierra no será superior a la que garantice de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de contacto de 24V.

La red de tierra, se realizará con cable de cobre desnudo, trenzado de 50mm² y pica de acero o cobre desnudo, trenzado de 50mm² de 2 metros de longitud y 3/4 de diámetro.

Extintores de incendios.

Serán adecuados al agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán periódicamente.

• Servicios de protección.

Servicio técnico de seguridad e higiene.

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento técnico de seguridad e higiene.

El contratista deberá presentar antes de su implantación en obra y posteriormente con la periodicidad exigida, los siguientes documentos:

- Lista de personal, detallando los nombre de los trabajadores que pertenecen a su plantilla y van a desempeñar los trabajos contratados, indicando los números de afiliación a la Seguridad Social. Dicha lista debe ser soportada para el caso de Sociedades Cooperativas por la fotocopia de la matriz individual del talonario de

cotización de la Mutualidad Laboral de Trabajadores Autónomos de la Industria, con la fotocopia de A-22 de alta en la Seguridad Social; o en su defecto fotocopia de la inscripción en el Libro de Matrícula para el resto de sociedades.

- Asimismo deberá indicar posteriormente todas las altas y bajas que se produzcan de acuerdo con el procedimiento del epígrafe anterior.
- Fotocopia de los ejemplares oficiales de los impresos de liquidación TC1 y TC2 del Instituto Nacional de la Seguridad Social, o en caso de Sociedades Cooperativas la matriz de los talones de cotización a la Mutua Laboral de los Trabajadores Autónomos de la Industria, debidamente diligenciada como abonos, correspondiente a las últimas mensualidades ingresadas en el periodo voluntario de cobro. Posteriormente dichas mensualidades se presentarán antes del día 10 de cada mes.
- Seguro de responsabilidad civil de todos los vehículos y maquinaria que trabaje o tenga acceso directo al área de trabajo. No se permitirá el acceso al trabajo de ningún vehículo o maquinaria sin este requisito.
- El contratista presentará copias de las pólizas de seguros mencionados.
- Servicio médico. La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.
- Instalaciones médicas. La obra dispondrá de botiquín portátil instalado en las oficinas. Los servicios médicos del contratista (propios o mancomunados) revisarán mensualmente el contenido del botiquín, reponiendo inmediatamente todo lo utilizado o consumido.

3.13.4. Condiciones facultativas.

• Identificación de la obra.

• Identificación del redactor del Plan de Seguridad y Salud.

El presente Plan de Seguridad y Salud es redactado por el ingeniero autor del presente proyecto.

• Normativa legal de aplicación.

La edificación, objeto del Plan de Seguridad y Salud, estará regulada a lo largo de su ejecución por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de Noviembre (se prestará especial atención a los puntos que se detallan).

Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre de 1997. Este Real Decreto tiene por objeto establecer la aplicación concreta de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, al sector de la construcción y su vigencia comenzará a partir del día 25 de Diciembre de 1997, coincidiendo con los dos meses de su publicación, tal como establece la disposición final tercera.

Esta nueva norma deroga expresamente el Real Decreto 555/1986, modificado por el Real Decreto 84/1990, que implantó el Plan de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas que, no obstante, será de aplicación en todos aquellos proyectos visados por los Colegios profesionales correspondientes aprobados por las administraciones públicas antes de la entrada en vigor del nuevo Real Decreto.

Obligaciones de las partes implicadas.

El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Plan de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del proyecto de ejecución de obra. Dicho Plan de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.

Asimismo, abonará a la empresa constructora, previa certificación de la dirección facultativa, las partidas incluidas en el documento presupuesto Plan de Seguridad. Si se implantasen elementos de seguridad, no incluidos en el presupuesto, durante la realización de la

obra, estos se abonarán igualmente a la empresa constructora, previa autorización del autor del Plan de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad que analice, estudie y complemente este Plan de Seguridad, contará de los mismos aparatos, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Dicho Plan será sellado y firmado por persona con suficiente capacidad legal. La aprobación expresa del Plan y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.

La empresa constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.

La dirección facultativa considera el Plan de Seguridad y Salud como parte integrante de la ejecución de la obra. A la Dirección Facultativa le corresponde el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del presupuesto de seguridad, poniendo en conocimiento de la propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la empresa constructora, de las medidas de seguridad contenidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Los suministradores de medios, dispositivos, máquinas y medios auxiliares, así como los subcontratistas, entregarán al jefe de obra, delegados de prevención y dirección facultativa, las normas para montaje, desmontaje, usos y mantenimiento de los suministros y actividades; todo ello destinado a que los trabajos se ejecuten con la seguridad suficiente y cumpliendo con la normativa vigente.

Los medios de protección personal, estarán homologados por organismo competente en caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo criterio del Comité de Seguridad y Salud o Delegación de Prevención, con el visto bueno de la Dirección Facultativa, para la seguridad.

Comités de seguridad y salud. Delegado de prevención de seguridad.

El comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El comité estará formado por los delegados de prevención, de una parte, y por el empresario y/o su representante en número igual al de los delegados de prevención de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los delegados sindicales y los responsables técnicos de la prevención de la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior. En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones que se debatan en este órgano y técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones en el Comité.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento.

Las empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de Comité de Seguridad y Salud podrán acordar con sus trabajadores la creación de un Comité Intercentros, con las funciones que el acuerdo le atribuya.

Competencias y facultades del comité de seguridad y salud.

El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

- a) Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresas. A tal efecto, en su seno se debatirán antes

de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención y proyecto y organización de la formación en materia preventiva.

- b) Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

Delegados de prevención.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo 34, Ley 31/95, con arreglo a la siguiente escala:

De 50 a 100 trabajadores	2 Delegados de Prevención
De 101 a 500 trabajadores	3 Delegados de Prevención
De 501 a 1000 trabajadores	4 Delegados de Prevención
De 1001 a 2000 trabajadores	5 Delegados de Prevención
De 2001 a 3000 trabajadores	6 Delegados de Prevención
De 3001 a 4000 trabajadores	7 Delegados de Prevención
De 4001 en adelante	8 Delegados de Prevención

En las empresas de hasta 30 trabajadores el Delegado de Prevención, será el delegado de personal. En las Empresas de 31 a 49 trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los delegados de personal.

- a) Los trabajadores vinculados por contrato de duración determinada superior a un año se computarán como trabajadores fijos de plantilla.

- b) Los contratos por término de hasta un año se computarán según el número de días trabajados en el período de un año anterior a la designación. Cada 200 días trabajados o fracción se computarán como un trabajador más.

Competencias y facultades de los delegados de prevención.

- a) Colaborar con la dirección de la Empresa en la mejora de la acción preventiva.
- b) Promover y fomentar la cooperación a los trabajadores en la ejecución de la normativa y sobre la precisión de riesgos laborales.
- c) Ser consultados por el empresario con carácter previo a la ejecución acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.
- d) Ejerce una labor de vigilancia y control sobre cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Garantía y sigilo profesional de los delegados de prevención.

Lo previsto en el artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores en materia de garantías será de aplicación a los Delegados de Prevención en su condición de representante de los trabajadores.

El tiempo utilizado por los Delegados de Prevención para el desempeño de las funciones previstas en esta Ley será considerado como de ejercicio de funciones de representación a los efectos de la utilización del crédito de horas mensuales retribuidas previsto en la letra e) del citado artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores.

No obstante lo anterior, será considerado en todo caso como tiempo de trabajo efectivo, sin imputación al citado crédito horario, el correspondiente a las reuniones del Comité de Seguridad y Salud y a cualesquiera otras convocadas por el empresario en materia de prevención de riesgos, así como el destinado a las visitas previstas en las letras a) y c) del número 2 del artículo anterior.

El empresario deberá proporcionar a los Delegados de Prevención los medios y la formación en materia preventiva que resulten necesarios para la ejecución de sus funciones.

La formación se deberá facilitar por el empresario por sus propios medios o mediante concierto con organismos o entidades especializadas en la materia y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos, permitiéndose periódicamente si fuera necesario.

El tiempo dedicado a la formación será considerado como tiempo de trabajo a todos los efectos y su coste no podrá recaer en ningún caso sobre los Delegados de Prevención.

Servicio de prevención.

Nombramiento por parte del empresario de los trabajadores que se ocupen de las tareas de prevención de riesgos profesionales.

Protección y prevención de riesgos profesionales (Artículo 30 Ley 31/95).

En cumplimiento del deber de Prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del Artículo 6 de la presente Ley.

Los trabajadores a que se refiere el párrafo anterior colaborarán entre sí y, en su caso con los servicios de prevención.

Para la realización de la actividad de prevención, el empresario deberá facilitar a los trabajadores designados el acceso a la información y documentación a que se refieren los artículos 18 y 23 de la presente Ley.

Los trabajadores designados no podrán sufrir ningún perjuicio derivado de sus actividades de protección y prevención de los riesgos profesionales en la empresa. En ejercicio de esta función, dichos trabajadores gozarán, en particular, de las garantías que para los representantes de los trabajadores establecen las letras a), b) y c) del artículo 68 y el apartado 4 del artículo 56 del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

Esta garantía alcanzará también a los trabajadores integrantes del servicio de prevención, cuando la empresa decida constituirlo de acuerdo con lo dispuesto en el artículo siguiente.

Los trabajadores a que se refieren los párrafos anteriores deberán guardar sigilo profesional sobre la información relativa a la empresa a la que tuvieron acceso como consecuencia del desempeño de sus funciones.

En las empresas de menos de 6 trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas en el apartado 1, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga la capacidad necesaria, en función de los riesgos a que estén expuestos los trabajadores y la peligrosidad de las actividades con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

El empresario que no hubiere concertado el servicio previsto por una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa, en los términos que reglamentariamente se determinen.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgos en ella existentes y en lo referente a:

- a) El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- b) La evaluación de los factores de riesgos que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.

- c) La determinación de las prioridades en la adaptación de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- d) La información de los trabajadores.
- e) La protección de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- f) La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

Índices de control.

En esta obra se llevarán obligatoriamente los índices siguientes:

Índice de incidencia

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada 100 trabajadores.

Índice de frecuencia

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

Índice de gravedad

Definición: Número de jornadas perdidas por cada 1000 horas trabajadas.

Duración media de incapacidad

Definición: Número de jornadas perdidas por cada accidente con baja.

Parte de accidentes y deficiencias.

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser uso normal en la práctica del contratista; los partes y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada.

- a) Parte de accidente:

Identificación de la obra.

Día, mes y año en que se ha producido el accidente.

Hora de producción del accidente.

Nombre del accidentado.

Categoría profesional y oficio del accidentado.

Domicilio del accidentado.

Lugar (tajo) en que se produjo el accidente.

Causas del accidente.

Importancia aparente del accidente.

Posible especificación sobre fallos humanos.

Lugar, persona y forma de producirse la primera cura. (Médico, practicante, socorrista, personal de obra).

Lugar de traslado para hospitalización.

Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos).

Como complemento de estas partes se emitirá un informe que contenga:

¿Cómo se hubiera podido evitar?.

Ordenes inmediatas para ejecutar.

b) Parte de deficiencias:

Identificación de la obra.

Fecha en que se ha producido la observación.

Lugar (tajo) en que se ha hecho la observación.

Informe sobre la deficiencia observada.

Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

c) Estadísticas:

Los partes de deficiencia se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación, y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y las normas ejecutivas dadas para subsanar las anomalías observadas.

Los partes de accidente, si los hubiere, se dispondrán de la misma forma que los partes de deficiencias.

Los índices de control se llevarán a un estadillo mensual con gráficos de dientes de sierra, que permitan hacerse una idea clara de la evolución de los mismos, con una somera inspección visual; en abscisas se colocarán los meses del año y en ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.

d) Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje:

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que puede resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo a las personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un período de mantenimiento de un año, contando a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

Normas para certificación de elementos de seguridad.

Una vez al mes la constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad: esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa para la seguridad y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto de este Plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad e Higiene, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto: se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa para la Seguridad.

Formación e información de los trabajadores.

Todos los trabajadores tendrán conocimientos de los riesgos que conlleva su trabajo, así como de las conductas a observar y del uso de las protecciones colectivas y personales, con independencias de la formación que reciban, esta información se dará por escrito.

Se establecerán las actas de autorización del uso de las máquinas, equipos y medios; de recepción de protecciones personales; de instrucción y manejo; de mantenimiento.

Se establecerán por escrito las normas a seguir cuando se detecte una situación de riesgo, por accidente o incidente.

De cualquier incidente o accidente relacionado con la seguridad y salud, se dará conocimiento fehaciente a la dirección facultativa.

En un plazo proporcional a la gravedad de los hechos. En el caso de accidente grave o mortal, dentro del plazo de las 24 horas siguientes. Se redactará una declaración programática sobre el propósito del cumplimiento de lo dispuesto en la materia de seguridad y salud, firmado por la máxima autoridad de la empresa constructora y el jefe de obra. De este documento tendrán conocimiento los trabajadores.

La Dirección Facultativa por ser la redactora del Estudio de Seguridad debe dar el visto bueno al Plan de Seguridad, pudiendo rechazarlo si no lo considera ajustado a dicho Estudio, o a la legalidad vigente.

Dicha Dirección Facultativa no autorizará el inicio de las obras en tanto no esté aprobado el Plan de Seguridad y designado el Vigilante de Seguridad.

3.13.5. Condiciones económicas.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presente Estudio de Seguridad e Higiene podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista adjudicatario en el Plan de Seguridad, siempre que ello no suponga variación del importe total.

El abono de las distintas partidas del presupuesto de Seguridad e Higiene se realizará mediante certificaciones complementarias y conjuntamente a las certificaciones de obra, de acuerdo con las cláusulas del contrato de obra, siendo responsable la Dirección Facultativa de las liquidaciones hasta su saldo final.

Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

PRESUPUESTO

1. ESTADO DE MEDICIONES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
1	<p>SILO ALMACENAJE DE LDPE (GRANZA)</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de granza de LDPE, apoyado sobre faldón, descarga 60°, y tolva de recepción</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria: 92400 Kg</p> <p>Altura total: 18,28 m</p> <p>Diámetro: 3,66 m</p> <p>Espesor de chapa: 4 mm hasta segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Tolva receptora: 30 L</p>	2

2	<p>SILO ALMACENAJE DE LDPE (POLVO)</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de LDPE en polvo, apoyado sobre faldón, descarga 60°, filtro, cono fluidificador y válvula rotativa</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria: 92400 Kg</p> <p>Altura total: 18,28 m</p> <p>Diámetro: 3,66 m</p> <p>Espesor de chapa: 4 mm hasta segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Filtro: de limpieza automática por aire comprimido</p> <p>Cono fluidificador: incluye válvula tajadera de accionamiento manual</p> <p>Válvula rotativa</p>	1
---	--	---

3	<p>SILO ALMACENAJE DE TiO₂</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de LDPE en polvo, apoyado sobre faldón, descarga 60°, filtro, cono fluidificador y válvula rotativa</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria: 127050 Kg</p> <p>Altura total: 18,28 m</p> <p>Diámetro: 3,66 m</p> <p>Espesor de chapa: 5 mm hasta primera virola, 4 mm segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Filtro: de limpieza automática por aire comprimido</p> <p>Cono fluidificador: incluye válvula tajadera de accionamiento manual</p> <p>Válvula rotativa</p>	1
4	<p>ESTACIÓN DE BIG-BAGS PARA CaCO₃</p> <p>Descripción: estación de alimentación de big-bags de polvo de CaCO₃. Tolva receptora con motovibrador y fluidificación interna.</p> <p>Polipasto para 2 Tm</p> <p>Válvula rotativa</p> <p>Material: acero al carbono. Una capa de imprimación antioxidante y 2 de esmalte. Las partes en contacto con producto serán en AISI-304</p>	1

5	<p>TOLVA RECEPTORA PARA ADITIVOS</p> <p>Descripción: tolva receptora de descarga de sacos de 200 L para aditivos. Incluye sistema vibrante, cono fluidificador y filtro.</p> <p>Material: acero al carbono. Partes en contacto con producto en AISI-304</p>	4
6	<p>TOLVA DE VACÍO Y PESAJE con capacidad para 150 Kg. compuesta de los siguientes elementos:</p> <p>Tapa superior repujada y desmontable.</p> <p>Elemento filtrante teflonado con una superficie de 12 m² y limpieza automática mediante aire comprimido a contrapresión; calderón de 6 litros con 2 válvulas de membrana de inyección de 1".</p> <p>Consumo de aire 1,1 m³/h a 6 Kg/cm², de presión durante el transporte.</p> <p>1 Válvula de descarga DN-250 mariposa tipo WAFER con elastómero atóxico, accionamiento neumático mediante actuador Prisma doble efecto con confirmación de posicionamiento.</p> <p>Fluidificación cono de descarga provisto de válvula de inyección y 4 membranas.</p> <p>Bastidor rígido de apoyo provisto de 3 células de carga de cizallamiento con sus correspondientes aisladores de vibración. Herméticas, protección IP-66, tratamiento anticorrosión de Níquel duro 3000 divisiones.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI –304.</p>	1

7	<p>MEZCLADOR HORIZONTAL “TIPO ARTESA” con capacidad útil de 250 L.</p> <p><u>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</u></p> <p>Artesa con sección en forma de U reforzada dorsalmente construida en acero inox. AISI-304. Incluye válvula de descarga DN-200 de rasera con accionamiento neumático y confirmación de posicionamiento.</p> <p>Tapa superior estanca, provista de registro de inspección y de entrada de producto con válvula de rasera DN-200 de accionamiento neumático.</p> <p>Rotor de agitación constituido por dos líneas concéntricas de espiras metálicas montadas sobre brazos soporte soldados al motor.</p> <p>Motorreductor Pot. 3 CV.</p> <p>Rodamientos INA Ø 50 mm provisto de doble retén rascador de teflón y presaestopas.</p> <p>Transmisión directa mediante acoplamiento elástico.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI-304, resto en acero al carbono acabado a base de 1 capa de imprimación y 1 capa de esmalte secado al horno.</p>	1
---	--	---

8	<p>TOLVA DE STOCK Y ALIMENTACIÓN a dosificador gravimétrico con capacidad útil de 400 litros. (600 L totales)</p> <p>Provista de:</p> <p style="padding-left: 40px;">Niveles rotativos de control de máx. y mín. Válvula de descarga de tajadera DN-200 tipo Wafer con accionamiento neumático de doble efecto. Sistema vibrante interno, motovibrador potencia 100 W. Manga de desaireación con limpieza automática.</p> <p style="padding-left: 40px;">Construcción general partes en contacto con el producto acero inox. AISI-304.</p>	3
----------	---	---

9	<p>TOLVA DE VACÍO con capacidad para 50 litros compuesta de los siguientes elementos:</p> <p>Tapa superior repujada y desmontable.</p> <p>Elemento filtrante teflonado con una superficie de 12 m² y limpieza automática mediante aire comprimido a contrapresión; calderón de 6 litros con 2 válvulas de membrana de inyección de 1".</p> <p>Consumo de aire 1,1 m³/h a 6 Kg/cm², de presión durante el transporte.</p> <p>1 Válvula de descarga DN-250 mariposa tipo WAFER con elastómero atóxico, accionamiento neumático mediante actuador Prisma doble efecto con confirmación de posicionamiento.</p> <p>Vibrador neumático.</p> <p>Fluidificación cono de descarga provisto de válvula de inyección y 4 membranas.</p> <p>Bastidor tubular de apoyo.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI-304.</p>	2
10	<p>DOSIFICADOR GRAVIMÉTRICO, capacidad máxima (2400 dm³/h)</p> <p>Husillo en espiral de 52 mm de diámetro y paso de 62 mm.</p> <p>Designación de tubo 563 / Diámetro del tubo: 60,3 mm.</p> <p>Velocidad de rotación: 335 r.p.m. / 100 Hz.</p> <p>Motor trifásico de 0,37 kW de potencia</p> <p>Carcasa de acero inoxidable, tolva de poliuretano blanco.</p> <p>Partes en contacto con los ingredientes fabricadas en AISI-304</p>	3

<p>11</p>	<p>ESTRUCTURA SOPORTE para todo el conjunto a 2 niveles. Incluye estructura interna apoyo dosificadores gravimétricos construida en tubo estructural 80 x 80 x 5 totalmente independiente de estructura principal.</p> <p>Dimensiones en planta: 4500 x 3000 mm. Altura 1er nivel: 2500 mm. Altura 2º nivel: 5100 mm. Peso de todo el conjunto ≈ 4000 Kg. Doble tramo de escaleras de acceso a niveles 1 y 2 a 45º.</p> <p>Construcción general acero al carbono acabado a base de 1 capa de imprimación antioxidante y 1 de esmalte.</p>	<p>1</p>
<p>12</p>	<p>VÁLVULA SELECTORA DE VACÍO de 3 vías; accionamiento neumático mediante cilindro de doble efecto. Construidas en acero al carbono, ubicada en tapa superior tolvas vacío y bomba Root.</p>	<p>1</p>

<p>13</p>	<p>BOMBA DE VACÍO tipo Roots, montada sobre bancada de soporte con aisladores de vibración.</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none">Vacuómetro.Válvula de seguridad.Silenciosa.Filtro de aspiración.Potencia. 18,6 kW.Nivel sonoro: 92 dB. (sin cabina).Cabina de insonorización formada por paneles desmontables de chapa galvanizada con protección interna de moltopreno; dotada de ventilación forzada. Nivel sonoro 72 dB.	<p>1</p>
-----------	--	----------

14	EXTRUSORA Descripción: Extrusora de doble husillo corrotante y autolimpiante de formación modular Producción estimada: Inorgánicos: 2000 Kg/h / Orgánicos: 1100 Kg/h Diámetro: 92 mm Longitud: 48 D (4416 mm) Nº bloques: 12 (4D) Material: aleación antidesgaste. Velocidad de husillos: 90-900 rpm Potencia del motor: 395 kW Alimentación forzada: 1 unidad de alimentación lateral para inorgánicos Sistema de vacío para extracción de volátiles	1
15	GRANCEADORA DE “MASTERBATCHES” INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS EN BASE LDPE Capacidad: 1500-2200 Kg/h Válvula desviadora Peletizadora Sistema de agua templada Secador centrífugo	1

16	<p>TRANSPORTE DEL PRODUCTO GRANCEADO HASTA SILO HOMOGENEIZADOR</p> <p>Descripción: Transporte neumático en fase densa a partir de tolva de stock.</p> <p>Compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none">Tolva pulmón de 200 LRecipiente de presurización + válvula rotativa alveolarConducción en AISI-304	1
17	<p>SILO HOMOGENEIZADOR DE PRODUCTO</p> <p>Descripción: silo de almacenaje y homogeneización de producto acabado en granza</p> <p>Material: AISI-304 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:1</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 3 mm</p> <p>Cono homogeneizador</p> <p>Válvula rotativa alveolar para transporte neumático en fase densa</p> <p>Tubería de transporte</p>	1

<p>18</p>	<p>ENSACADORA AUTOMÁTICA partiendo de bobina plana Consta de los siguientes elementos: Pesadora peso neto. Equipo de pesaje. Ensacadora. Banda transportadora inclinada 600 x 2000 mm.</p>	<p>1</p>
<p>19</p>	<p>ELEVADOR DE SACOS POR VACÍO Capacidad máxima de carga: 60 Kg. Longitud de la manguera: 2,5 m. Brazo de carga de aluminio de 3 m de longitud y para 80 Kg. de carga. Columna para el brazo de carga de 150 x 150 mm y 3610 mm de alta.</p>	<p>1</p>

20	<p>COMPRESOR DE TORNILLO ROTATIVO</p> <p>Equipado con un motor de 11 KW y con sistema de refrigeración, capaz de ejercer una presión máxima de 15 bar manométricos.</p> <p style="padding-left: 40px;">Presión de trabajo 13 bar.</p> <p style="padding-left: 40px;">Máxima presión 15 bar.</p> <p style="padding-left: 40px;">Caudal de trabajo 1,14 m³/min de aire.</p> <p style="padding-left: 40px;">Potencia de consumo del motor: 11 KW.</p> <p style="padding-left: 40px;">Potencia de consumo del sistema de refrigeración: 0,43 KW.</p> <p style="padding-left: 40px;">Refrigerante tipo R134a.</p> <p style="padding-left: 40px;">Nivel sonoro: 64 dB.</p> <p style="padding-left: 40px;">Dimensiones (largo x ancho x alto): 1335 x 740 x 1200 mm</p> <p style="padding-left: 40px;">Peso: 380 Kg.</p>	1
21	<p>EQUIPO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA (CHILLER)</p> <p>150.000 Frigorías/h</p> <p>Refrigerado por aire</p>	1
22	<p>CARRETILLA ELEVADORA eléctrica, con batería acumuladora y recargable, motor 90 V</p>	2

23	<p>VÁLVULA DESVIADORA PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO</p> <p>Para temperatura de trabajo -20° C a 100° C.</p> <p><u>CARACTERÍSTICAS</u></p> <p>Accionamiento electro-neumático.</p> <p>Diámetro interior: 100 mm.</p> <p>Cuerpo de aluminio G.Al Si 7 Mg, tubos insertados en acero inox. 321.</p> <p>Juntas principales caucho de silicona.</p> <p>Bridas de entrada/salida de producto según normas DIN2501, PN10.</p> <p>Presión de servicio para ejecución Standard 2 a 4 bar.</p> <p>Desviadora completa con cilindro de accionamiento neumático, válvula de control electromagnético de dos bobinas, dos interruptores de fin de carrera, caja de bornes protección IP 65, todo debidamente conectado.</p> <p>Válvula electromagnética de dos bobinas 5/2 vías, marca Herión; tipo 2636265.0241, 50 Hz., IP 65.</p>	3
----	--	---

24	<p>TUBERÍA PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO DN 100</p> <p>Construida en acero inox. AISI-304.</p> <p>Se incluye:</p> <p>25 m. de tubo.</p> <p>5 curvas de radio amplio.</p> <p>1 Bifurcación 4/1 provista de 4 válvulas de bola DN-100 con accionamiento neumático y confirmación de posicionamiento.</p> <p>Bridas, valonas, soportes y accesorios necesarios para montaje desde tolvas receptoras hasta tolva de alimentación</p>	1
-----------	---	---

25	OBRA CIVIL Compuesta por: Cimentación Red general de saneamiento Estructura metálica Cubierta Forjados Cerramientos Pavimento interior Divisiones y acabados interiores Carpintería metálica y aluminio Urbanización Exterior Preinstalaciones	1
----	---	---

2. PRECIOS UNITARIOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
1	<p>SILO ALMACENAJE DE LDPE (GRANZA)</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de granza de LDPE, apoyado sobre faldón, descarga 60º, y tolva de recepción</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 4 mm hasta segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Tolva receptora: 30 L</p>	<p>61.246,00 €</p> <p>SESENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS</p>

2	<p>SILO ALMACENAJE DE LDPE (POLVO)</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de LDPE en polvo, apoyado sobre faldón, descarga 60º, filtro, cono fluidificador y válvula rotativa</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 4 mm hasta segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Filtro: de limpieza automática por aire comprimido</p> <p>Cono fluidificador: incluye válvula tajadera de accionamiento manual</p> <p>Válvula rotativa</p>	<p>61.246,00 €</p> <p>SESENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS</p>
---	--	---

3	<p>SILO ALMACENAJE DE TiO₂</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de LDPE en polvo, apoyado sobre faldón, descarga 60º, filtro, cono fluidificador y válvula rotativa</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 5 mm hasta primera virola, 4 mm segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Filtro: de limpieza automática por aire comprimido</p> <p>Cono fluidificador: incluye válvula tajadera de accionamiento manual</p> <p>Válvula rotativa</p>	<p>61.246,00 €</p> <p>SESENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS</p>
4	<p>ESTACIÓN DE BIG-BAGS PARA CaCO₃</p> <p>Descripción: estación de alimentación de big-bags de polvo de CaCO₃. Tolva receptora con motovibrador y fluidificación interna.</p> <p>Polipasto para 2 Tm</p> <p>Válvula rotativa</p> <p>Material: acero al carbono. Una capa de imprimación antioxidante y 2 de esmalte. Las partes en contacto con producto serán en AISI-304</p>	<p>12.190,00 €</p> <p>DOCE MIL CIENTO NOVENTA EUROS</p>

5	<p>TOLVA RECEPTORA PARA ADITIVOS</p> <p>Descripción: tolva receptora de descarga de sacos de 200 L para aditivos. Incluye sistema vibrante, cono fluidificador y filtro.</p> <p>Material: acero al carbono. Partes en contacto con producto en AISI-304</p>	<p>12.000,00 €</p> <p>DOCE MIL EUROS</p>
6	<p>TOLVA DE VACÍO Y PESAJE con capacidad para 150 Kg. compuesta de los siguientes elementos:</p> <p>Tapa superior repujada y desmontable.</p> <p>Elemento filtrante teflonado con una superficie de 12 m² y limpieza automática mediante aire comprimido a contrapresión; calderón de 6 litros con 2 válvulas de membrana de inyección de 1".</p> <p>Consumo de aire 1,1 m³/h a 6 Kg/cm², de presión durante el transporte.</p> <p>1 Válvula de descarga DN-250 mariposa tipo WAFER con elastómero atóxico, accionamiento neumático mediante actuador Prisma doble efecto con confirmación de posicionamiento.</p> <p>Fluidificación cono de descarga provisto de válvula de inyección y 4 membranas.</p> <p>Bastidor rígido de apoyo provisto de 3 células de carga de cizallamiento con sus correspondientes aisladores de vibración. Herméticas, protección IP-66, tratamiento anticorrosión de Níquel duro 3000 divisiones.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI -304.</p>	<p>7.000,00 €</p> <p>SIETE MIL EUROS</p>

7	<p>MEZCLADOR HORIZONTAL "TIPO ARTESA" con capacidad útil de 250 L.</p> <p><u>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</u></p> <p>Artesa con sección en forma de U reforzada dorsalmente construida en acero inox. AISI-304. Incluye válvula de descarga DN-200 de rasera con accionamiento neumático y confirmación de posicionamiento.</p> <p>Tapa superior estanca, provista de registro de inspección y de entrada de producto con válvula de rasera DN-200 de accionamiento neumático.</p> <p>Rotor de agitación constituido por dos líneas concéntricas de espiras metálicas montadas sobre brazos soporte soldados al motor.</p> <p>Motorreductor Pot. 3 CV.</p> <p>Rodamientos INA Ø 50 mm provisto de doble retén rascador de teflón y presaestopas.</p> <p>Transmisión directa mediante acoplamiento elástico.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI-304, resto en acero al carbono acabado a base de 1 capa de imprimación y 1 capa de esmalte secado al horno.</p>	<p>52.900,00 €</p> <p>CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS EUROS</p>
---	--	---

<p>8</p>	<p>TOLVA DE STOCK Y ALIMENTACIÓN a dosificador gravimétrico con capacidad útil de 400 litros. (600 L totales)</p> <p>Provista de:</p> <p>Niveles rotativos de control de máx. y mín. Válvula de descarga de tajadera DN-200 tipo Wafer con accionamiento neumático de doble efecto. Sistema vibrante interno, motovibrador potencia 100 W. Manga de desaireación con limpieza automática.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto acero inox. AISI-304.</p>	<p>4.727,00 €</p> <p>CUATRO MIL SETECIENTOS VEINTISIETE EUROS</p>
----------	---	---

9	<p>TOLVA DE VACÍO con capacidad para 50 litros compuesta de los siguientes elementos:</p> <p>Tapa superior repujada y desmontable.</p> <p>Elemento filtrante teflonado con una superficie de 12 m² y limpieza automática mediante aire comprimido a contrapresión; calderón de 6 litros con 2 válvulas de membrana de inyección de 1".</p> <p>Consumo de aire 1,1 m³/h a 6 Kg/cm², de presión durante el transporte.</p> <p>1 Válvula de descarga DN-250 mariposa tipo WAFER con elastómero atóxico, accionamiento neumático mediante actuador Prisma doble efecto con confirmación de posicionamiento.</p> <p>Vibrador neumático.</p> <p>Fluidificación cono de descarga provisto de válvula de inyección y 4 membranas.</p> <p>Bastidor tubular de apoyo.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI-304.</p>	<p>6.000,00 €</p> <p>SEIS MIL EUROS</p>
10	<p>DOSIFICADOR GRAVIMÉTRICO, capacidad máxima (2400 dm³/h)</p> <p>Husillo en espiral de 52 mm de diámetro y paso de 62 mm.</p> <p>Designación de tubo 563 / Diámetro del tubo: 60,3 mm.</p> <p>Velocidad de rotación: 335 r.p.m. / 100 Hz.</p> <p>Motor trifásico de 0,37 kW de potencia</p> <p>Carcasa de acero inoxidable, tolva de poliuretano blanco.</p> <p>Partes en contacto con los ingredientes fabricadas en AISI-304</p>	<p>15.235,00 €</p> <p>QUINCE MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS</p>

11	<p>ESTRUCTURA SOPORTE para todo el conjunto a 2 niveles. Incluye estructura interna apoyo dosificadores gravimétricos construida en tubo estructural 80 x 80 x 5 totalmente independiente de estructura principal.</p> <p>Dimensiones en planta: 4500 x 3000 mm. Altura 1er nivel: 2500 mm. Altura 2º nivel: 5100 mm. Peso de todo el conjunto ≈ 4000 Kg. Doble tramo de escaleras de acceso a niveles 1 y 2 a 45º.</p> <p>Construcción general acero al carbono acabado a base de 1 capa de imprimación antioxidante y 1 de esmalte.</p>	13.862,00 € TRECE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS
12	<p>VÁLVULA SELECTORA DE VACÍO de 3 vías; accionamiento neumático mediante cilindro de doble efecto. Construidas en acero al carbono, ubicada en tapa superior tolvas vacío y bomba Root.</p>	2.500,00 € DOS MIL QUINIENTOS EUROS

<p>13</p>	<p>BOMBA DE VACÍO tipo Roots, montada sobre bancada de soporte con aisladores de vibración.</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none">Vacuómetro.Válvula de seguridad.Silenciosa.Filtro de aspiración.Potencia. 18,6 kW.Nivel sonoro: 92 dB. (sin cabina).Cabina de insonorización formada por paneles desmontables de chapa galvanizada con protección interna de moltopreno; dotada de ventilación forzada. Nivel sonoro 72 dB.	<p>8.829,00 €</p> <p>OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS</p>
-----------	--	---

14	EXTRUSORA Descripción: Extrusora de doble husillo corrotante y autolimpiante de formación modular Producción estimada: Inorgánicos: 2000 Kg/h / Orgánicos: 1100 Kg/h Diámetro: 92 mm Longitud: 48 D (4416 mm) Nº bloques: 12 (4D) Material: aleación antidesgaste. Velocidad de husillos: 90-900 rpm Potencia del motor: 395 kW Alimentación forzada: 1 unidad de alimentación lateral para inorgánicos Sistema de vacío para extracción de volátiles	445.600,00 € CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS EUROS
15	GRANCEADORA DE “MASTERBATCHES” INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS EN BASE LDPE Capacidad: 1500-2200 Kg/h Válvula desviadora Peletizadora Sistema de agua templada Secador centrífugo	140.000,00 € CIENTO CUARENTA MIL EUROS

16	<p>TRANSPORTE DEL PRODUCTO GRANCEADO HASTA SILO HOMOGENEIZADOR</p> <p>Descripción: Transporte neumático en fase densa a partir de tolva de stock.</p> <p>Compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none">Tolva pulmón de 200 LRecipiente de presurización + válvula rotativa alveolarConducción en AISI-304	<p>16.355,00 €</p> <p>DISECISEIS MIL TRECIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS</p>
17	<p>SILO HOMOGENEIZADOR DE PRODUCTO</p> <p>Descripción: silo de almacenaje y homogeneización de producto acabado en granza</p> <p>Material: AISI-304 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:1</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 3 mm</p> <p>Cono homogeneizador</p> <p>Válvula rotativa alveolar para transporte neumático en fase densa</p> <p>Tubería de transporte</p>	<p>14.800,00 €</p> <p>CATORCE MIL OCHOCIENTOS EUROS</p>

18	ENSACADORA AUTOMÁTICA partiendo de bobina plana Consta de los siguientes elementos: Pesadora peso neto. Equipo de pesaje. Ensayadora. Banda transportadora inclinada 600 x 2000 mm.	70.970,00 € SETENTA MIL NOVECIENTOS SETENTA EUROS
19	ELEVADOR DE SACOS POR VACÍO Capacidad máxima de carga: 60 Kg. Longitud de la manguera: 2,5 m. Brazo de carga de aluminio de 3 m de longitud y para 80 Kg. de carga. Columna para el brazo de carga de 150 x 150 mm y 3610 mm de alta.	8.820,00 € OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTE EUROS

20	<p>COMPRESOR DE TORNILLO ROTATIVO</p> <p>Equipado con un motor de 11 KW y con sistema de refrigeración, capaz de ejercer una presión máxima de 15 bar manométricos.</p> <p>Presión de trabajo 13 bar.</p> <p>Máxima presión 15 bar.</p> <p>Caudal de trabajo 1,14 m³/min de aire.</p> <p>Potencia de consumo del motor: 11 KW.</p> <p>Potencia de consumo del sistema de refrigeración: 0,43 KW.</p> <p>Refrigerante tipo R134a.</p> <p>Nivel sonoro: 64 dB.</p> <p>Dimensiones (largo x ancho x alto): 1335 x 740 x 1200 mm</p> <p>Peso: 380 Kg.</p>	15.000,00 € QUINCE MIL EUROS
21	<p>EQUIPO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA (CHILLER)</p> <p>150.000 Frigorías/h</p> <p>Refrigerado por aire</p>	45.000,00 € CUARENTA Y CINCO MIL EUROS

22	CARRETILLA ELEVADORA eléctrica, con batería acumuladora y recargable, motor 90 V	25.280,00 € VEINTICINCO MIL DOSCIENTOS OCHENTA EUROS
23	VÁLVULA DESVIADORA PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO Para temperatura de trabajo -20° C a 100° C. <u>CARACTERÍSTICAS</u> Accionamiento electro-neumático. Diámetro interior: 100 mm. Cuerpo de aluminio G.Al Si 7 Mg, tubos insertados en acero inox. 321. Juntas principales caucho de silicona. Bridas de entrada/salida de producto según normas DIN2501, PN10. Presión de servicio para ejecución Standard 2 a 4 bar. Desviadora completa con cilindro de accionamiento neumático, válvula de control electromagnético de dos bobinas, dos interruptores de fin de carrera, caja de bornes protección IP 65, todo debidamente conectado. Válvula electromagnética de dos bobinas 5/2 vías, marca Herión; tipo 2636265.0241, 50 Hz., IP 65.	7.427,00 € SIETE MIL CUATROCIENTOS VEINTISIETE EUROS

24	<p>TUBERÍA PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO DN 100</p> <p>Construida en acero inox. AISI-304.</p> <p>Se incluye:</p> <p>25 m. de tubo.</p> <p>5 curvas de radio amplio.</p> <p>1 Bifurcación 4/1 provista de 4 válvulas de bola DN-100 con accionamiento neumático y confirmación de posicionamiento.</p> <p>Bridas, valonas, soportes y accesorios necesarios para montaje desde tolvas receptoras hasta tolva de alimentación.</p>	<p>1.500,00 €</p> <p>MIL QUINIENTOS EUROS</p>
----	--	---

25	OBRA CIVIL Compuesta por: Cimentación Red general de saneamiento Estructura metálica Cubierta Forjados Cerramientos Pavimento interior Divisiones y acabados interiores Carpintería metálica y aluminio Urbanización Exterior Preinstalaciones	445.627,75 € CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
----	---	--

3. PRESUPUESTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	U.	PRECIO U.	TOTAL
1	<p>SILO ALMACENAJE DE LDPE (GRANZA)</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de granza de LDPE, apoyado sobre faldón, descarga 60º, y tolva de recepción</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 4 mm hasta segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Tolva receptora: 30 L</p>	2	61.246,00 €	<p>122.492,00 €</p> <p>CIENTO VEINTIDOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS</p>

2	<p>SILO ALMACENAJE DE LDPE (POLVO)</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de LDPE en polvo, apoyado sobre faldón, descarga 60º, filtro, cono fluidificador y válvula rotativa</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 4 mm hasta segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Filtro: de limpieza automática por aire comprimido</p> <p>Cono fluidificador: incluye válvula tajadera de accionamiento manual</p> <p>Válvula rotativa</p>	1	61.246,00 €	61.246,00 € SESENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS
---	--	---	-------------	---

3	<p>SILO ALMACENAJE DE TiO₂</p> <p>Descripción: silos de almacenaje de LDPE en polvo, apoyado sobre faldón, descarga 60°, filtro, cono fluidificador y válvula rotativa</p> <p>Material: AISI-304 Acabado 2B</p> <p>Capacidad unitaria:</p> <p>Altura total:</p> <p>Diámetro:</p> <p>Espesor de chapa: 5 mm hasta primera virola, 4 mm segunda virola, 3 mm el resto.</p> <p>Soldadura automática</p> <p>Filtro: de limpieza automática por aire comprimido</p> <p>Cono fluidificador: incluye válvula tajadera de accionamiento manual</p> <p>Válvula rotativa</p>	1	61.246,00 €	<p>61.246,00 €</p> <p>SESENTA Y UN MIL</p> <p>DOSCIENTOS</p> <p>CUARENTA Y SEIS</p> <p>EUROS</p>
4	<p>ESTACIÓN DE BIG-BAGS PARA CaCO₃</p> <p>Descripción: estación de alimentación de big-bags de polvo de CaCO₃.</p> <p>Tolva receptora con motovibrador y fluidificación interna.</p> <p>Polipasto para 2 Tm</p> <p>Válvula rotativa</p> <p>Material: acero al carbono. Una capa de imprimación antioxidante y 2 de esmalte. Las partes en contacto con producto serán en AISI-304</p>	1	12.190,00 €	<p>12.190,00 €</p> <p>DOCE MIL CIENTO</p> <p>NOVENTA EUROS</p>

5	TOLVA RECEPTORA PARA ADITIVOS Descripción: tolva receptora de descarga de sacos de 200 L para aditivos. Incluye sistema vibrante, cono fluidificador y filtro. Material: acero al carbono. Partes en contacto con producto en AISI-304	4	12.000,00 €	48.000,00 € CUARENTA Y OCHO MIL EUROS
---	---	---	-------------	---

6	<p>TOLVA DE VACÍO Y PESAJE con capacidad para 150 Kg. compuesta de los siguientes elementos:</p> <p>Tapa superior repujada y desmontable.</p> <p>Elemento filtrante teflonado con una superficie de 12 m² y limpieza automática mediante aire comprimido a contrapresión; calderón de 6 litros con 2 válvulas de membrana de inyección de 1".</p> <p>Consumo de aire 1,1 m³/h a 6 Kg/cm², de presión durante el transporte.</p> <p>1 Válvula de descarga DN-250 mariposa tipo WAFER con elastómero atóxico, accionamiento neumático mediante actuador Prisma doble efecto con confirmación de posicionamiento.</p> <p>Fluidificación cono de descarga provisto de válvula de inyección y 4 membranas.</p> <p>Bastidor rígido de apoyo provisto de 3 células de carga de cizallamiento con sus correspondientes aisladores de vibración.</p> <p>Herméticas, protección IP-66, tratamiento anticorrosión de Níquel duro 3000 divisiones.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI –304.</p>	1	7.000,00 €	7.000,00 € SIETE MIL EUROS
---	---	---	------------	-------------------------------

7	<p>MEZCLADOR HORIZONTAL "TIPO ARTESA" con capacidad útil de 250 L.</p> <p><u>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</u></p> <p>Artesa con sección en forma de U reforzada dorsalmente construida en acero inox. AISI-304. Incluye válvula de descarga DN-200 de rasera con accionamiento neumático y confirmación de posicionamiento.</p> <p>Tapa superior estanca, provista de registro de inspección y de entrada de producto con válvula de rasera DN-200 de accionamiento neumático.</p> <p>Rotor de agitación constituido por dos líneas concéntricas de espiras metálicas montadas sobre brazos soporte soldados al motor.</p> <p>Motorreductor Pot. 3 CV.</p> <p>Rodamientos INA Ø 50 mm provisto de doble retén rascador de teflón y presaestopas.</p> <p>Transmisión directa mediante acoplamiento elástico.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI-304, resto en acero al carbono acabado a base de 1 capa de imprimación y 1 capa de esmalte secado al horno.</p>	1	52.900,00 €	<p>52.900,00 €</p> <p>CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS EUROS</p>
---	--	---	-------------	---

8	<p>TOLVA DE STOCK Y ALIMENTACIÓN a dosificador gravimétrico con capacidad útil de 400 litros. (600 L totales)</p> <p>Provista de:</p> <p>Niveles rotativos de control de máx. y mín. Válvula de descarga de tajadera DN-200 tipo Wafer con accionamiento neumático de doble efecto. Sistema vibrante interno, motovibrador potencia 100 W. Manga de desaireación con limpieza automática.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto acero inox. AISI-304.</p>	3	4.727,00 €	14.181,00 € CATORCE MIL CIENTO OCHENTA Y UN EUROS
---	---	---	------------	--

9	<p>TOLVA DE VACÍO con capacidad para 50 litros compuesta de los siguientes elementos:</p> <p>Tapa superior repujada y desmontable.</p> <p>Elemento filtrante teflonado con una superficie de 12 m² y limpieza automática mediante aire comprimido a contrapresión; calderón de 6 litros con 2 válvulas de membrana de inyección de 1".</p> <p>Consumo de aire 1,1 m³/h a 6 Kg/cm², de presión durante el transporte.</p> <p>1 Válvula de descarga DN-250 mariposa tipo WAFER con elastómero atóxico, accionamiento neumático mediante actuador Prisma doble efecto con confirmación de posicionamiento.</p> <p>Vibrador neumático.</p> <p>Fluidificación cono de descarga provisto de válvula de inyección y 4 membranas.</p> <p>Bastidor tubular de apoyo.</p> <p>Construcción general partes en contacto con el producto en acero inox. AISI-304.</p>	3	6.000,00 €	<p>18.000,00 € DIECIOCHO MIL EUROS</p>
---	---	---	------------	--

10	<p>DOSIFICADOR GRAVIMÉTRICO, capacidad máxima (2400 dm³/h)</p> <p>Husillo en espiral de 52 mm de diámetro y paso de 62 mm.</p> <p>Designación de tubo 563 / Diámetro del tubo: 60,3 mm.</p> <p>Velocidad de rotación: 335 r.p.m. / 100 Hz.</p> <p>Motor trifásico de 0,37 kW de potencia</p> <p>Carcasa de acero inoxidable, tolva de poliuretano blanco.</p> <p>Partes en contacto con los ingredientes fabricadas en AISI-304</p>	3	15.235,00 €	<p>45.705,00 €</p> <p>CUARENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS CINCO EUROS</p>
11	<p>ESTRUCTURA SOPORTE para todo el conjunto a 2 niveles. Incluye estructura interna apoyo dosificadores gravimétricos construida en tubo estructural 80 x 80 x 5 totalmente independiente de estructura principal.</p> <p>Dimensiones en planta: 4500 x 3000 mm.</p> <p>Altura 1er nivel: 2500 mm.</p> <p>Altura 2º nivel: 5100 mm.</p> <p>Peso de todo el conjunto ≈ 4000 Kg.</p> <p>Doble tramo de escaleras de acceso a niveles 1 y 2 a 45º.</p> <p>Construcción general acero al carbono acabado a base de 1 capa de imprimación antioxidante y 1 de esmalte.</p>	1	13.862,00 €	<p>13.862,00 €</p> <p>TRECE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS</p>

12	<p>VÁLVULA SELECTORA DE VACÍO de 3 vías; accionamiento neumático mediante cilindro de doble efecto. Construidas en acero al carbono, ubicada en tapa superior tolvas vacío y bomba Root.</p>	1	2.500,00 €	2.500,00 € DOS MIL QUINIENTOS EUROS
13	<p>BOMBA DE VACÍO tipo Roots, montada sobre bancada de soporte con aisladores de vibración.</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vacuómetro. Válvula de seguridad. Silenciosa. Filtro de aspiración. Potencia. 18,6 kW. Nivel sonoro: 92 dB. (sin cabina). Cabina de insonorización formada por paneles desmontables de chapa galvanizada con protección interna de moltopreno; dotada de ventilación forzada. Nivel sonoro 72 dB. 	1	8.829,00 €	8.829,00 € OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS

14	<p>EXTRUSORA</p> <p>Descripción: Extrusora de doble husillo corrotante y autolimpiante de formación modular</p> <p>Producción estimada: Inorgánicos: 2000 Kg/h / Orgánicos: 1100 Kg/h</p> <p>Diámetro: 92 mm</p> <p>Longitud: 48 D (4416 mm)</p> <p>Nº bloques: 12 (4D)</p> <p>Material: aleación antidesgaste.</p> <p>Velocidad de husillos: 90-900 rpm</p> <p>Potencia del motor: 395 kW</p> <p>Alimentación forzada: 1 unidad de alimentación lateral para inorgánicos</p> <p>Sistema de vacío para extracción de volátiles</p>	1	445.600,00 €	445.600,00 € CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS EUROS
15	<p>GRANCEADORA DE “MASTERBATCHES” INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS EN BASE LDPE</p> <p>Capacidad: 1500-2200 Kg/h</p> <p>Válvula desviadora</p> <p>Peletizadora</p> <p>Sistema de agua templada</p> <p>Secador centrífugo</p>	1	140.000,00 €	140.000,00 € CIENTO CUARENTA MIL EUROS

16	<p>TRANSPORTE DEL PRODUCTO GRANCEADO HASTA SILO HOMOGENEIZADOR</p> <p>Descripción: Transporte neumático en fase densa a partir de tolva de stock.</p> <p>Compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none">Tolva pulmón de 200 LRecipiente de presurización + válvula rotativa alveolarConducción en AISI-304	1	16.355,00 €	<p>16.355,00 € DIECISEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS</p>
-----------	---	---	-------------	--

17	SILO HOMOGENEIZADOR DE PRODUCTO Descripción: silo de almacenaje y homogeneización de producto acabado en granza Material: AISI-304 2B Capacidad unitaria: Altura total:1 Diámetro: Espesor de chapa: 3 mm Cono homogeneizador Válvula rotativa alveolar para transporte neumático en fase densa Tubería de transporte	1	14.800,00 €	14.800,00 € CATORCE MIL OCHOCIENTOS EUROS
18	ENSACADORA AUTOMÁTICA partiendo de bobina plana Consta de los siguientes elementos: Pesadora peso neto. Equipo de pesaje. Ensacadora. Banda transportadora inclinada 600 x 2000 mm.	1	70.900,00 €	70.900,00 € SETENTA MIL NOVECIENTOS EUROS

19	<p>ELEVADOR DE SACOS POR VACÍO</p> <p>Capacidad máxima de carga: 60 Kg.</p> <p>Longitud de la manguera: 2,5 m.</p> <p>Brazo de carga de aluminio de 3 m de longitud y para 80 Kg. de carga.</p> <p>Columna para el brazo de carga de 150 x 150 mm y 3610 mm de alta.</p>	1	8.820,00 €	8.820,00 € OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTE EUROS
-----------	---	---	------------	---

20	<p>COMPRESOR DE TORNILLO ROTATIVO</p> <p>Equipado con un motor de 11 KW y con sistema de refrigeración, capaz de ejercer una presión máxima de 15 bar manométricos.</p> <p style="padding-left: 40px;">Presión de trabajo 13 bar.</p> <p style="padding-left: 40px;">Máxima presión 15 bar.</p> <p style="padding-left: 40px;">Caudal de trabajo 1,14 m³/min de aire.</p> <p style="padding-left: 40px;">Potencia de consumo del motor: 11 KW.</p> <p style="padding-left: 40px;">Potencia de consumo del sistema de refrigeración: 0,43 KW.</p> <p style="padding-left: 40px;">Refrigerante tipo R134a.</p> <p style="padding-left: 40px;">Nivel sonoro: 64 dB.</p> <p style="padding-left: 40px;">Dimensiones (largo x ancho x alto): 1335 x 740 x 1200 mm</p> <p style="padding-left: 40px;">Peso: 380 Kg.</p>	1	15.000,00 €	<p>15.000,00 €</p> <p>QUINCE MIL EUROS</p>
21	<p>EQUIPO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA (CHILLER)</p> <p>150.000 Frigorías/h</p> <p>Refrigerado por aire</p>	1	45.000,00 €	<p>45.000,00 €</p> <p>CUARENTA Y CINCO MIL EUROS</p>

22	<p>CARRETILLA ELEVADORA eléctrica, con batería acumuladora y recargable, motor 90 V</p>	2	25.280,00 €	<p>50.560,00 € CINCUENTA MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS</p>
23	<p>VÁLVULA DESVIADORA PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO Para temperatura de trabajo -20° C a 100° C.</p> <p><u>CARACTERÍSTICAS</u></p> <p>Accionamiento electro-neumático. Diámetro interior: 100 mm. Cuerpo de aluminio G.Al Si 7 Mg, tubos insertados en acero inox. 321. Juntas principales caucho de silicona. Bridas de entrada/salida de producto según normas DIN2501, PN10. Presión de servicio para ejecución Standard 2 a 4 bar. Desviadora completa con cilindro de accionamiento neumático, válvula de control electromagnético de dos bobinas, dos interruptores de fin de carrera, caja de bornes protección IP 65, todo debidamente conectado.</p> <p>Válvula electromagnética de dos bobinas 5/2 vías, marca Herión; tipo 2636265.0241, 50 Hz., IP 65.</p>	3	7.427,00 €	<p>22.281,00 € VEINTIDOS MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS</p>

24	<p>TUBERÍA PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO DN 100</p> <p>Construida en acero inox. AISI-304.</p> <p>Se incluye:</p> <p>25 m. de tubo.</p> <p>5 curvas de radio amplio.</p> <p>1 Bifurcación 4/1 provista de 4 válvulas de bola DN-100 con accionamiento neumático y confirmación de posicionamiento.</p> <p>Bridas, valonas, soportes y accesorios necesarios para montaje desde tolvas receptoras hasta tolva de alimentación.</p>	1	1.500,00 €	1.500,00 € MIL QUINIENTOS EUROS
----	--	---	------------	---------------------------------------

25	OBRA CIVIL Compuesta por: Cimentación Red general de saneamiento Estructura metálica Cubierta Forjados Cerramientos Pavimento interior Divisiones y acabados interiores Carpintería metálica y aluminio Urbanización Exterior Preinstalaciones	1	445.627,75 €	445.627,75 € CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
TOTAL				1.744.594,75 € UN MILLÓN SETESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Este importe incluye una estimación del coste del Montaje Mecánico, Montaje Eléctrico y Cableado Eléctrico, realizada como porcentaje del coste de la instalación:

- Montaje Mecánico, entre el 8-10 % de la misma.
- Montaje Eléctrico y Cableado Eléctrico, entre el 10-12 % del valor de la misma.

4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
001	SILOS.....	244.984,00 €
002	PREMEZCLA.....	87.943,00 €
003	TRANSPORTE NEUMÁTICO.....	144.655,00 €
004	LÍNEA DE EXTRUSIÓN.....	631.305,00 €
005	ENSACADO.....	94.520,00 €
006	OBRA CIVIL.....	445.627,75 €
007	INSTALACIONES AUXILIARES.....	45.000,00 €
008	CARRETILLAS ELEVADORAS.....	50.560,00 €
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.744.594,75 €
	4,00 % COSTES INDIRECTOS ...69.783,79 €	
	SUMA	69.783,79 €
	16 % IVA	279.135,16 €
	TOTAL PRESUPUESTO POR ADMON.	2.093.513,54 €
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	2.093.513,54 €

Asciende el presupuesto general a la citada cantidad de DOS MILLONES NOVENTA Y TRES MIL QUINIENTOS TRECE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

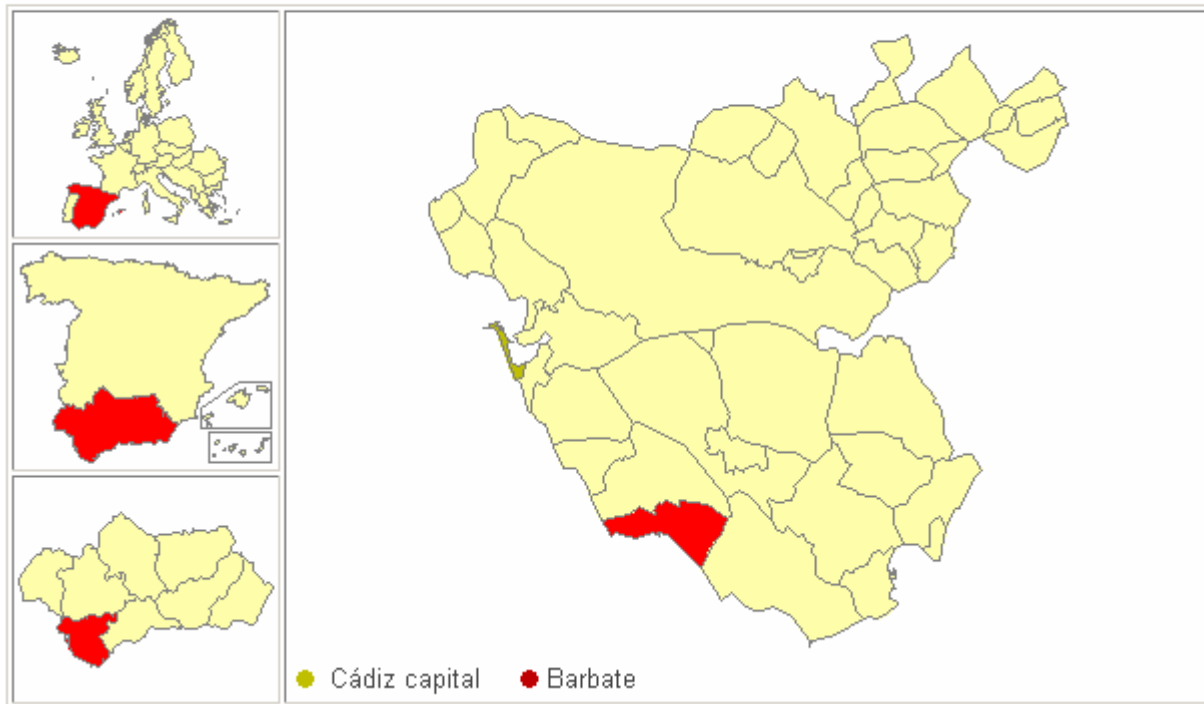
Puerto Real, a Mayo de 2006

El Ingeniero Químico: Marco Antonio Sánchez Mena

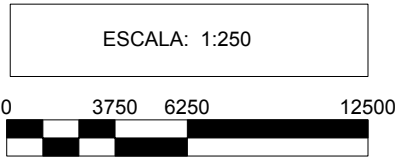
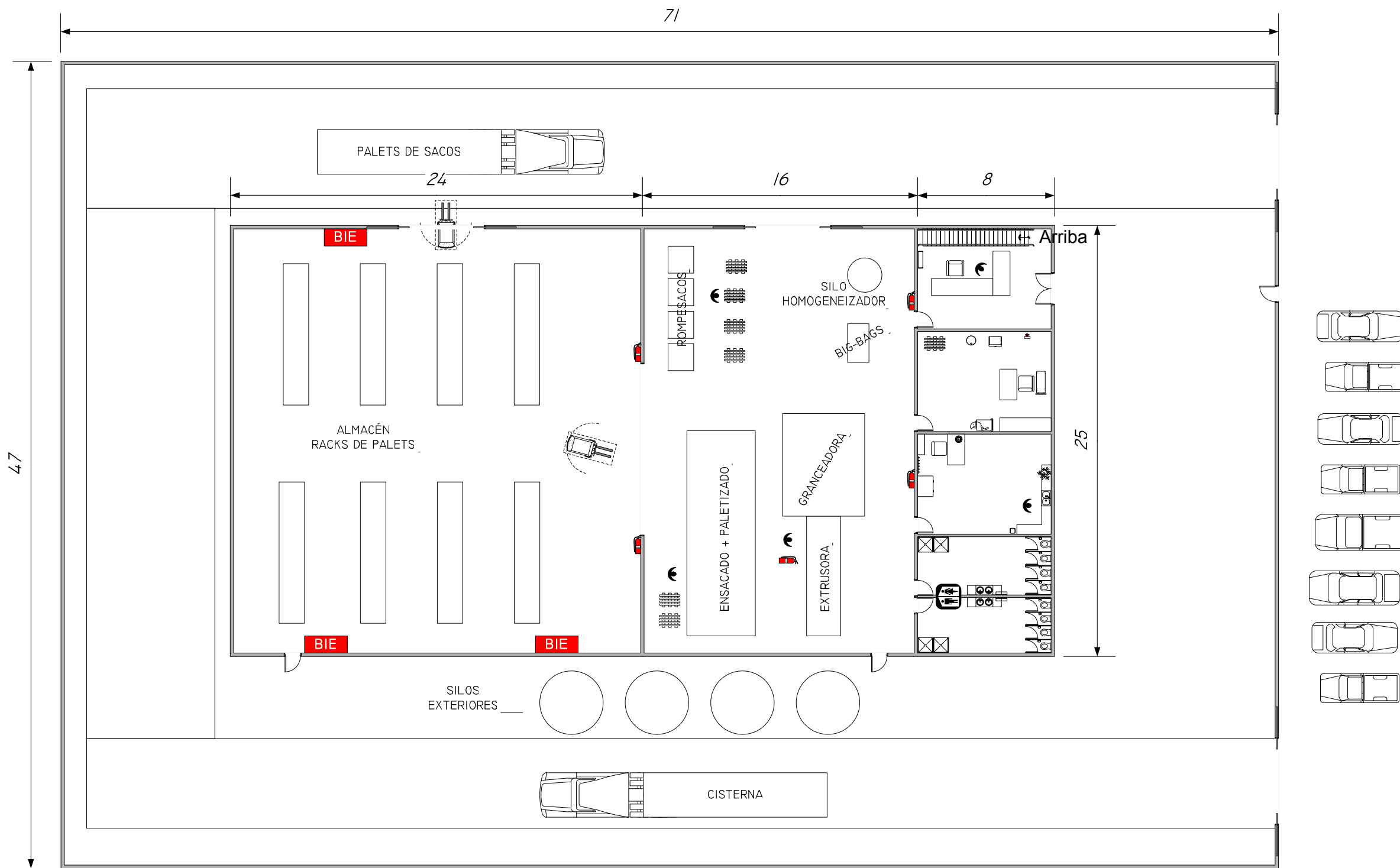
PLANOS

Municipio: **Barbate**
 Provincia: **Cádiz**

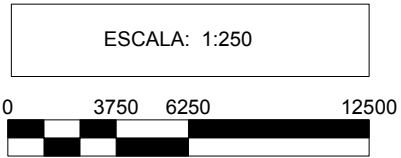
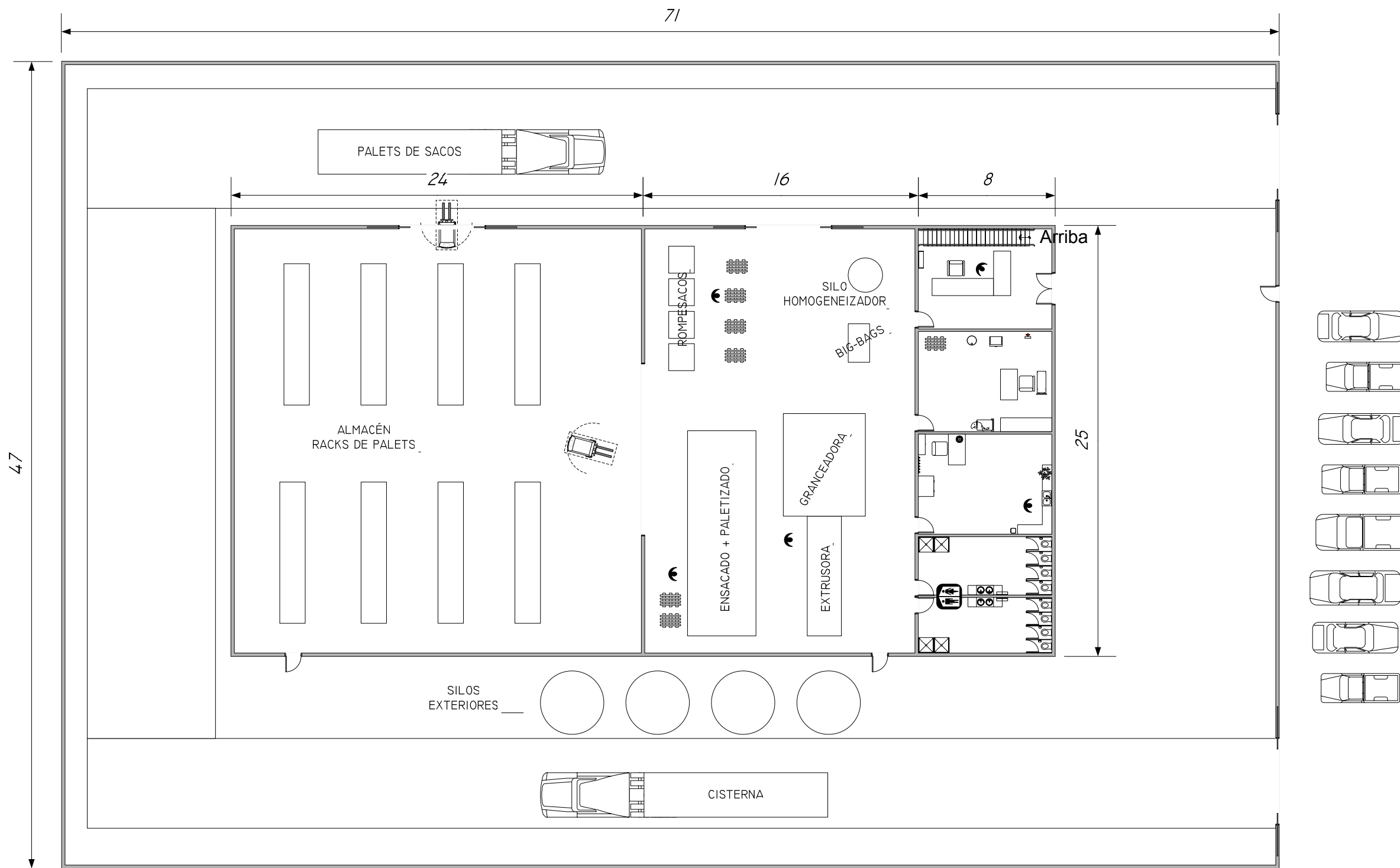
Latitud: **36° 11'** Longitud: **-5° 55'**



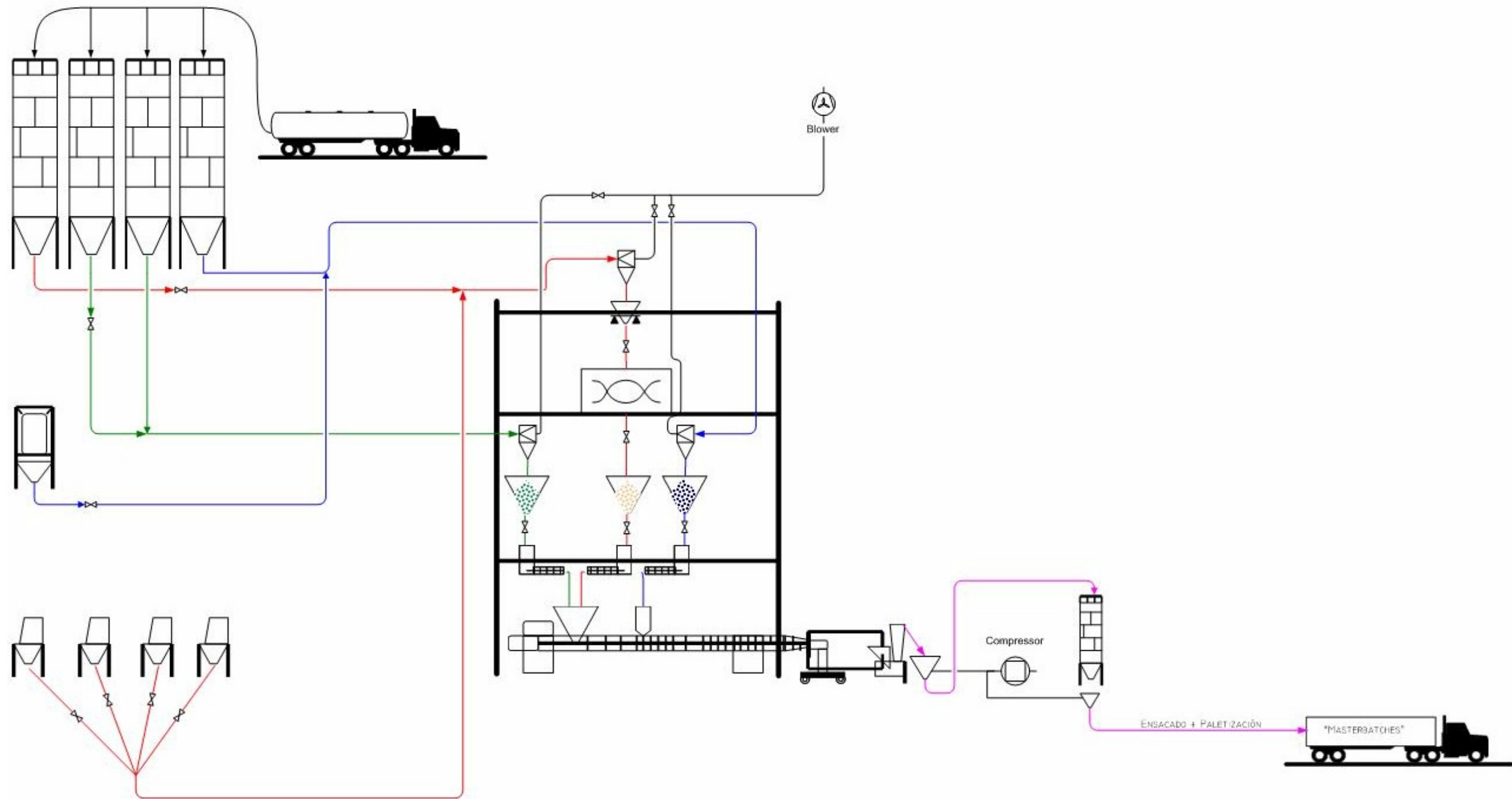
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ		
PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS DE ADITIVOS		
PLANO:	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	Nº: I
ESCALA	FECHA: MAYO - 2006	FIRMA:
EL INGENIERO:	MARCO A. SÁNCHEZ	



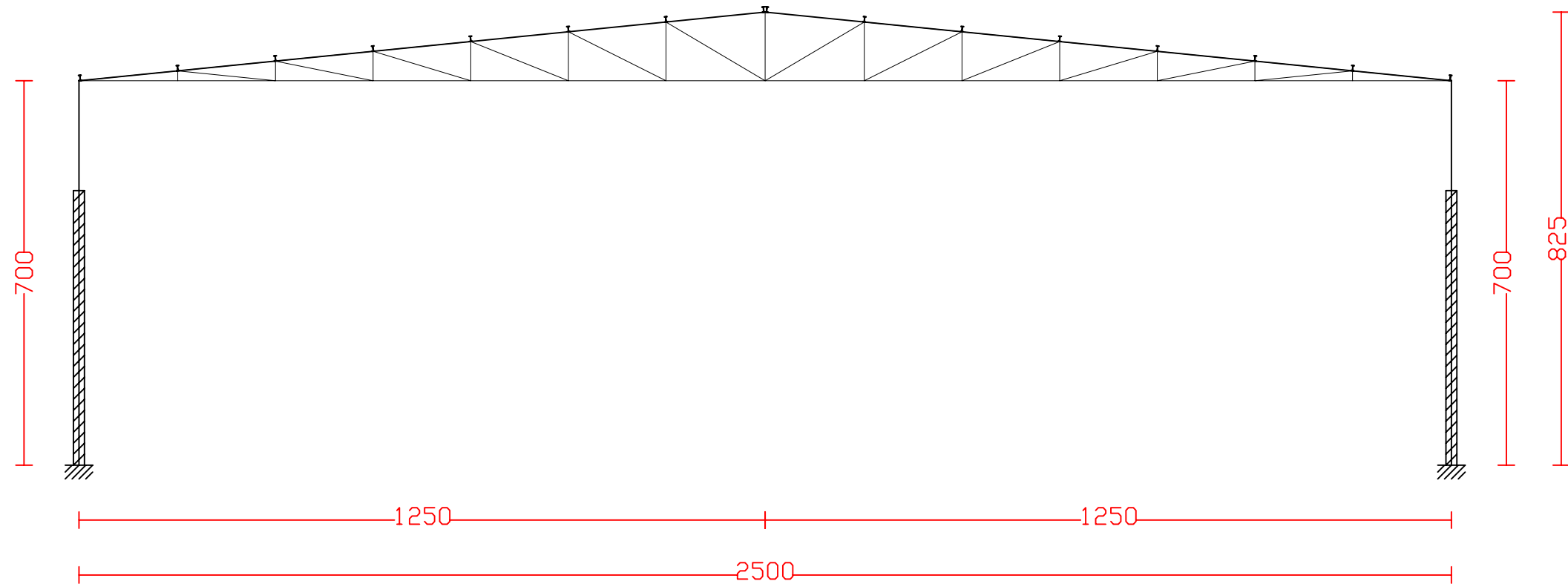
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	
PROYECTO FIN DE CARRERA	
"PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS DE ADITIVOS"	
PLANO: LOCALIZACIÓN ELEMENTOS PCI	Nº 3
ESCALA: 1:250	FECHA: MAYO - 2006
EL INGENIERO: MARCO ANTONIO SÁNCHEZ	FIRMA:



UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	
PROYECTO FIN DE CARRERA	
"PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS DE ADITIVOS"	
PLANO: LAYOUT DE LA PLANTA	Nº 3
ESCALA: 1:250	FECHA: MAYO - 2006
EL INGENIERO: MARCO ANTONIO SÁNCHEZ	FIRMA:



UNIVERSIDAD DE CÁDIZ		
PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS DE ADITIVOS		
PLANO:	FLWSHEET	Nº: 3
ESCALA: S/E	FECHA: MAYO - 2006	FIRMA:
EL INGENIERO:	MARCO A. SÁNCHEZ	



Obra
 "PLANTA PARA FABRICAR MEZCLAS DE ADITIVOS EN BESE PE ' PARA FILM AGRÍCO
 Escala: 1/100
 Separación entre pórticos (m): 6.00
 Correas en cubiertas
 Tipo de Acero: A42
 Tipo de perfil: IPN-100
 Separación: 1.80 m.
 Número de correas: 16
 Peso lineal: 133.14 Kg/m

Proyecto:	"Planta para fabricar mezclas de aditivos"	Expediente:
Situación:	Polígono "El Olivar" Barbate (Cádiz)	
Propietario:	Universidad de Cádiz-Facultad de Ciencias	
Plano: 4	Planta:	
Ingeniero:	Marco Antonio Sánchez Mena	

