

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

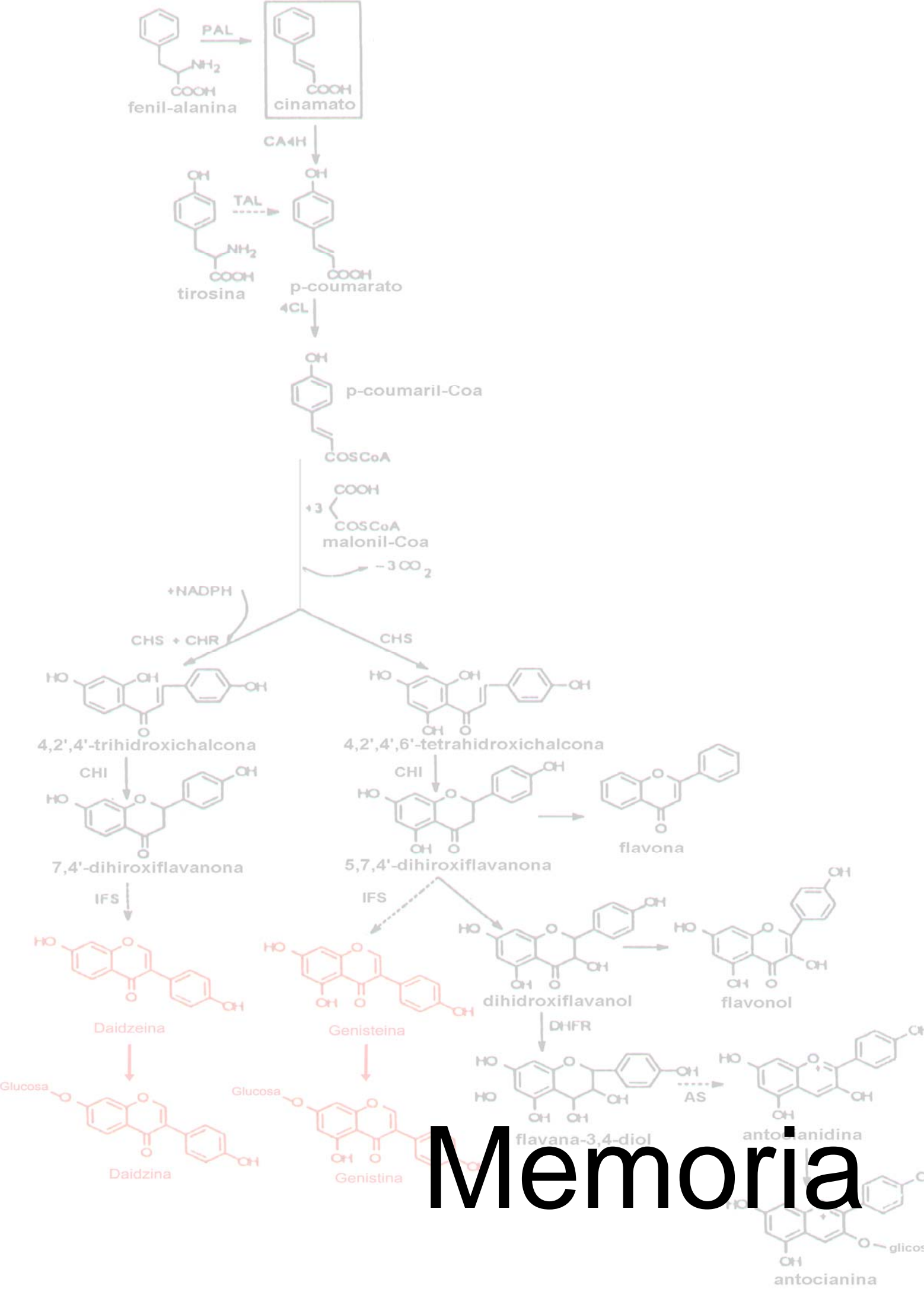
Titulo: Diseño de un sistema de obtención de extractos de soja enriquecidos en isoflavonas

Autor: Óscar SANCHEZ SOUSA

Fecha: Noviembre 2005







Memoria

INDICE

1. Introducción	pag. 1
2. Objeto y justificación	pag. 11
3. Antecedentes	pag. 14
4. Localización	pag. 22
5. Viabilidad	pag. 25
6. Descripción del proceso	pag. 26
6.1. Introducción	pag. 26
6.2. Proceso de fabricación	pag. 33
6.3. Descripción del sistema	pag. 35
6.4. Análisis del proceso de producción	pag. 39
6.5. Puesta en marcha del sistema	pag. 40
7. Materias primas y productos	pag. 42
7.1. Materias primas	pag. 43
7.2. Productos	pag. 46
8. Maquinaria y equipos	pag. 47
8.1. Maquinaria principal	pag. 47
8.2. Equipos auxiliares	pag. 59
9. Seguridad e higiene industrial	pag. 63
9.1. Riesgo por contacto con disolvente	pag. 63
9.2. Riesgo de incendio y explosión	pag. 65
9.3. Riesgo eléctrico	pag. 69
9.4. Riesgo de vertido	pag. 71
9.5. Prevención de riesgos laborales	pag. 71
10. Impacto ambiental	pag. 73
11. Mantenimiento de los equipos	pag. 75
11.1. Fase primera	pag. 75
11.2. Fase segunda	pag. 76
11.3. Fase tercera	pag. 76

ANEXO I. Cálculos justificativos	pag. 78
0. Introducción	pag. 78
1. Materias primas y productos	pag. 78
1.1. Consumo de materia prima	pag. 78
1.2. Evaluación del producto	pag. 81
2. Diseño mecánico de recipientes	pag. 83
2.1. Diseño mecánico del extractor	pag. 83
2.2. Diseño mecánico de recipientes de almacenamiento de disolvente y producto	pag. 90
3. Dimensionado de equipos	pag. 95
3.1. Cálculo del evaporador	pag. 95
3.2. Cálculo del aerorefrigerador	pag. 102
4. Diseño del sistema de impulsión de fluidos	pag. 115
4.1. Conducciones	pag. 115
4.2. Pérdidas de carga	pag. 120
4.3. Equipos de impulsión	pag. 129
ANEXO II. Costes de operación	pag. 135
0. Introducción	pag. 135
1. Consumo de disolvente	pag. 136
2. Consumo de soja	pag. 136
3. Consumo de energía eléctrica	pag. 137
4. Consumo de agua	pag. 137
5. Consumo de vapor de calefacción	pag. 138
6. Mano de obra	pag. 138
7. Otros gastos	pag. 139
8. Coste global	pag. 139
ANEXO III. Localización	pag. 141
BIBLIOGRAFÍA	pag. 142

1. Introducción

De los alimentos se requiere el poder nutriente que viene aportado por los macro y micro nutrientes presentes en cada tipo de alimento, necesario para el funcionamiento del organismo. También se han llegado a conocer otro tipo de compuestos que aporta beneficios a las funciones fisiológicas del organismo, especialmente presentes en los alimentos de origen vegetal.

Las tendencias de la alimentación en las últimas décadas van dirigidas hacia alimentos que además de la nutrición también aporten beneficios para la salud. Esto ha provocado una nueva diversificación en la industria alimentaria, modificando la composición primaria del alimento, para generar el valor añadido con vistas a la salud. Así ha surgido el desarrollo de los alimentos funcionales.

Los alimentos funcionales representan ya un alto porcentaje de los productos alimenticios consumidos en muchos países y su expansión ha sido considerable en los últimos años. Siendo la soja la que ha destacado como uno de los principales alimentos funcionales debido a su alto contenido de fitoquímicos como las isoflavonas, entre otros.

Pero no solo la industria alimentaria se hace eco de los compuestos existentes en la soja. Las industrias farmacéutica y cosmética también han sido capaces de incorporar a sus productos sustancias vegetales.

Las isoflavonas son un grupo de flavonoides de estructura similar al estrógeno humano, tienen actividad estrogénica o antiestrogénica dependiendo de su concentración, influenciando el metabolismo de las hormonas sexuales y su actividad biológica. Actúan sobre enzimas

intracelulares, la síntesis de proteínas, la acción de factores de crecimiento, la proliferación y angiogénesis de células malignas en el ámbito molecular, de tejidos y de organismo. También presentan propiedades hipocolesterolémicas, fúngicas, bacteriostáticas, antivíricas y antioxidantes.

Recientemente debido a dichas propiedades se están realizando estudios sobre acciones preventivas en ciertas enfermedades, como la osteoporosis, arteriosclerosis y cáncer de seno, próstata, intestino, hígado, estómago y de piel. El interés que despierta en la industria cosmética es debido al retardo del envejecimiento, en la reposición hormonal para sustituir hormonas sintéticas y para combatir a los síntomas de la menopausia.

Las isoflavonas están presentes en las plantas en forma libre y sus formas glucosídicas, encontrándose en concentraciones altas en las plantas de la familia Leguminosae como las habas, judías, garbanzos, lentejas y especialmente en la soja, donde se encuentran en gran cantidad, según la variedad de 1 a 5 mg / g. de soja. Las distintas técnicas de procesado de los alimentos pueden ocasionar degradaciones de las isoflavonas y sus glucósidos, pudiendo haber pérdidas de los mismos en el proceso, estando sujetas a problemas de inestabilidad.

Los compuestos polifenólicos, o polifenoles, constituyen un grupo considerable de compuestos que pueden definirse, de una forma concisa y desde el punto de vista químico como compuestos orgánicos presentes en la naturaleza que poseen al menos un anillo aromático con uno o más grupos hidroxilo unidos a él (esos grupos funcionales pueden ser sustituidos por ésteres, metil-éster, glucósidos, etc.), aunque una definición más precisa se basa en su origen metabólico como aquellas sustancias derivadas del metabolismo de la ruta del shikímico y de los fenilpropanoides.

Los compuestos polifenólicos están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, principalmente en forma de subproductos generados por el metabolismo, apareciendo como metabolitos secundarios en todas las plantas.

Estos compuestos pueden acumularse como productos finales de dos rutas bioquímicas distintas (tal como se refleja en la **Figura 1.1**): la ruta del shikimico, que genera los fenilpropanoides y cumarinas, o la ruta del acetato, que proporciona las fenonas más simples y varias quinonas. Además pueden generarse a través de una ruta metabólica intermedia que genera flavonoides, que son el grupo más importante y numeroso de los compuestos polifenólicos.

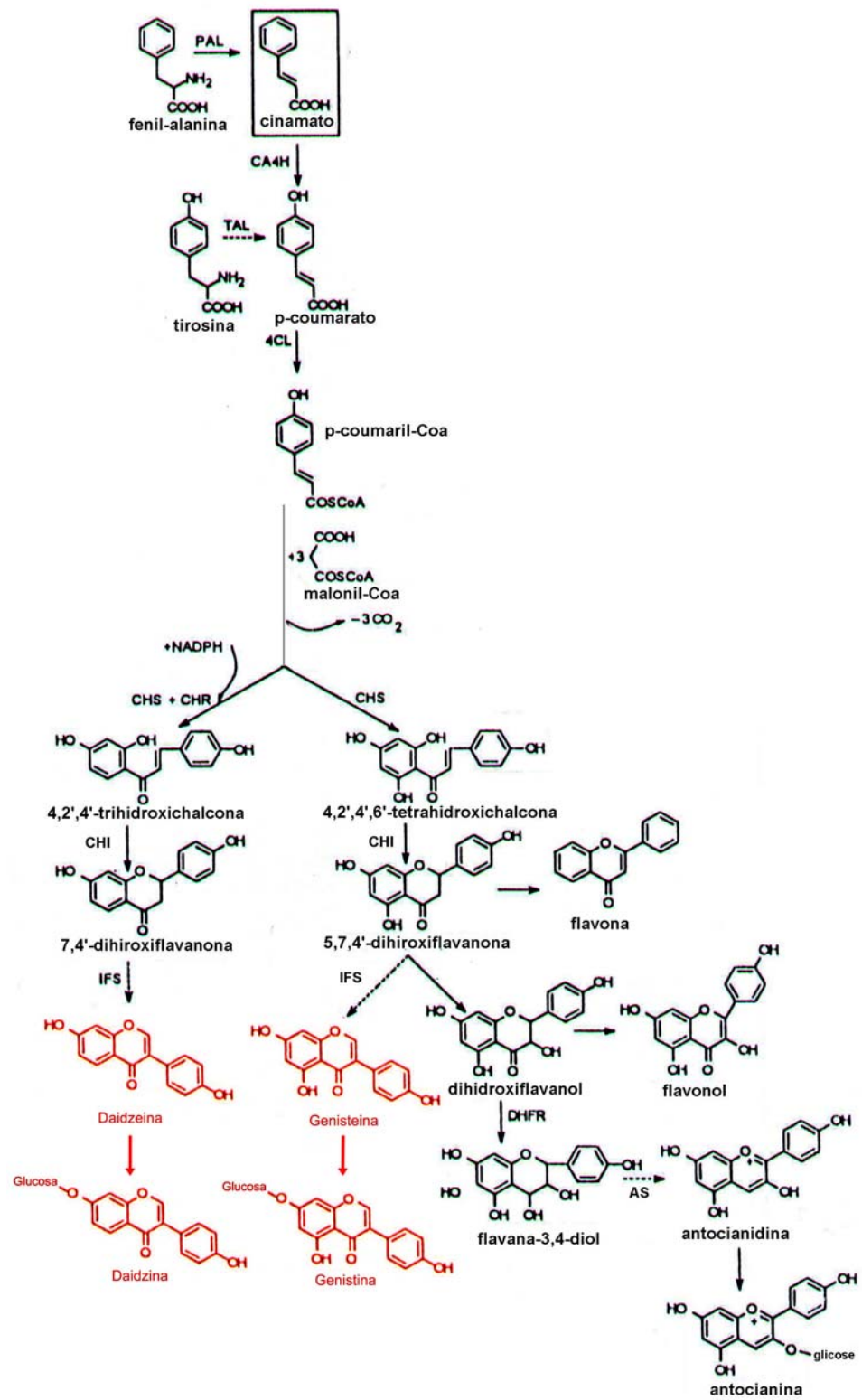


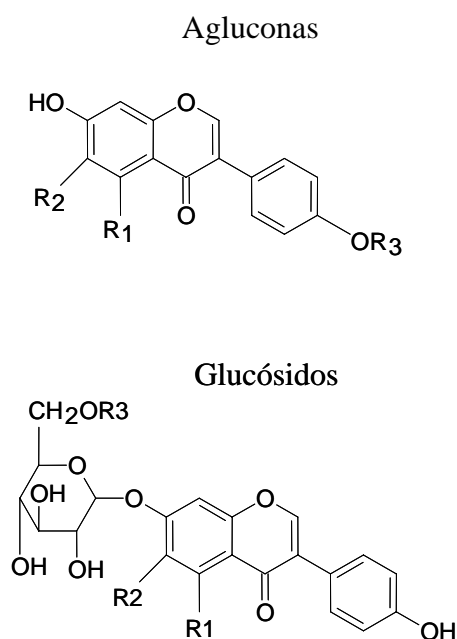
Figura 1.1- Esquema de las rutas biosintéticas de algunas clases de polifenoles: PAL (Fenil-alanina Amonia Liasa), TAL (Tirosina Amonia

Liasa), *CHI* (*Chalcona Isomerasa*), *IFS* (*Isoflavona Sintasa*), *CHS* (*Chalcona Sintasa*), *CHR* (*Chalcona Reductasa*).

A los compuestos polifenólicos, en particular a los flavonoides, se les han asignado diversas propiedades biológicas como antioxidantes, antiinflamatorias, antialérgicos, y actividad anticarcinogénica, además se han empleado como marcadores en estudios taxonómicos, y también se relacionan con la calidad alimentaria.

Como se comentó antes, las isoflavonas son una subclase de flavonoides. La estructura básica que caracteriza una isoflavona es su núcleo flavona, compuesto por 2 anillos benceno (A y B) ligados a un anillo C pirano heterocíclico (**Figura 1.2**).

COMPUESTO	R1	R2	R3
Agluconas			
Daidzeína	H	H	H
Gliciteína	H	OCH ₃	H
Genisteína	OH	H	H
Biochanina A	OH	H	CH ₃
Formonetina	H	OH	CH ₃
Glucósidos			
Daidzina	H	H	-
Glicitina	H	OCH ₃	-
Genistina	OH	H	-
Acetil glucósidos			
Acetil daidzina	H	H	COCH ₃
Acetil glicitina	H	OCH ₃	COCH ₃
Acetil genistina	OH	H	COCH ₃
Malonil glucósidos			
Malonil daidzina	H	H	COCH ₂ COOH
Malonil glicitina	H	OCH ₃	COCH ₂ COOH
Malonil genisteína	OH	H	COCH ₂ COOH

Tabla 1.1 – Estructura química de las isoflavonas.**Figura 1.2 – Estructura química de las isoflavonas.**

La posición del anillo bencénico B es la base para la división de la clase flavonoide (posición 2) a la clase isoflavonoide (posición 3). Las isoflavonas primarias son la genisteína (4',5,7-trihidroxiisoflavona) y daidzeína (4',7-dihidroxiisoflavona) y sus respectivos β -glucósidos, genistina y daidzina. Cantidades mucho menores de gliciteína (4',7-dihidroxi-6-metoxi-isoflavona) y su glucósido, glicitina están presentes en granos de soja. Todos los glucósidos de las isoflavonas (genistina, daidzina y glicitina) pueden estar ligados a un acetil o a un malonil.

Además de las isoflavonas encontradas en los granos de soja, la microflora intestinal puede convertir la daidzeína en diferentes productos, incluidos los isoflavonoides, equol (7-hidroxiisoflavona), dihidroxiidaidzeína y O-desmetilangolensina. Debido a diferencias en la microflora intestinal,

la producción de equol ocurre en solamente uno de cada tres individuos que consumen productos de soja. Se ha propuesto que en humanos, la genisteína es metabolizada a dihidroxigenisteína y 6'-hidroxy-O-desmetilangolensina.

En cuanto a la distribución de isoflavonas en los alimentos, están limitadas a algunas familias botánicas debido a la restringida distribución de la enzima isoflavona sintasa (IFS) responsable de su síntesis. Las isoflavonas están presentes especialmente en altas concentraciones en la familia *leguminosae* pero hay muchos alimentos con menor concentración, entre ellos algunas frutas, cereales, nueces y hortalizas.

A- Frutas

Las frutas constituyen, sin duda, una de las principales fuentes de compuestos polifenólicos. Frescas o procesadas como zumos, néctares o mermeladas, las frutas forman parte integral de nuestra dieta, proporcionando vitaminas, oligoelementos y fibras como parte de nuestros requerimientos nutricionales diarios. Además, las frutas contienen pequeñas cantidades de isoflavonas (0-2 µg/g) como se ha determinado recientemente por los dos únicos estudios llevados a cabo en este tipo de muestra. Las isoflavonas encontradas hasta el momento en frutas son la daidzeína y la genisteína. Algunos ejemplos de frutas donde fueron encontradas isoflavonas son las peras, fresas, bayas, melón, mango, uvas y pasas.

B- Hortalizas

Las hortalizas constituyen otro grupo con baja concentración de isoflavonas. De forma similar a las frutas, solo en un estudio se ha detectado la presencia de isoflavonas en hortalizas. Algunas de estas hortalizas son la chicoria, la patata, los espárragos, el tomate y el brócoli.

Las isoflavonas que fueron determinadas hasta el momento fueron la daidzeína y la genisteína. Estas isoflavonas se encuentran en concentraciones entre 0 a 1,5 µg/g.

C- Legumbres

Constituyen una de las principales fuentes de energía en nuestra dieta. Sin embargo es bien sabido que su uso potencial como fuente de macro nutrientes está limitada por su alto contenido en taninos condensados. Estos compuestos polifenólicos interaccionan con las proteínas de la dieta así como con las enzimas digestivas reduciendo el valor nutricional de estos nutrientes después de la ingestión y esto provoca que no estén disponibles para la conversión energética.

Una leguminosa con alto niveles de isoflavonas es el trébol rojo (*Trifolium pratense*). El trébol rojo no es empleado en la alimentación humana pero encuentra mucha utilidad en la preparación de extractos purificados de isoflavonas que actualmente pueden ser encontrados en el mercado.

La soja es probablemente la leguminosa más importante con relación a la concentración de isoflavonas. Son numerosos los estudios que han determinado la cantidad de isoflavonas en la soja y la concentración de estos compuestos oscila entre 1000 y 5000 µg/g de soja, encontrando que la concentración depende de diversos factores ambientales como la región y año de cultivo, la variedad de soja, etc... Las principales isoflavonas encontradas en la soja son la genisteína, la daidzeína y la glyciteína y sus respectivos malonil y acetil glucósidos y glucósidos. Los derivados de estas tres familias se encuentran en una razón de 6:3:1.

Otro importante aspecto de la soja son sus alimentos derivados. Los principales son el aislado proteico de soja, el concentrado proteico de soja, la proteína texturizada de soja, la leche de soja y el tofu. Estos productos también contienen isoflavonas, como han demostrado diversos autores.

Dado que la soja contiene grandes cantidades de isoflavonas, y que el presente proyecto cuenta con ella entre sus materias primas, centraremos este apartado en esta leguminosa. La soja, cuyo nombre científico es *Glycine max*, pertenece a la familia de las Leguminosas y produce frutos conocidos como chauchas, vainas o legumbres, que contienen cada una entre 1 y 5 semillas llamadas grano, poroto o fríjol. La semilla de soja está cubierta por el tegumento, comúnmente llamado cáscara. El 90% del volumen de la semilla lo ocupan los cotiledones donde se encuentran las reservas, especialmente ricas en materia grasa y proteínas por las cuales se cultiva la soja. Además a partir la semilla se puede observar el eje embrionario compuesto por la radícula, el hipocótilo, y la plúmula. La semilla de soja puede ser de forma esférica, esférica - achatada, alargada, ovalada u oblonga. Su color amarillo, verde, castaño o negro. Exteriormente la semilla presenta una cicatriz proveniente de su unión con el fruto que se conoce con el nombre de hilo.

La soja es considerada como la planta más eficiente en la producción de proteínas de buena calidad. Presenta una composición química única entre los vegetales (**Tabla 1.2**): posee casi el 40% de proteínas sobre base seca, valor que supera ampliamente el contenido proteico de otras legumbres y cuadruplica el de los cereales. Se trata de proteínas de elevado valor biológico y buena digestibilidad que convierten a la soja en una fuente nitrogenada con costo sustancialmente inferior a las proteínas de origen animal. La proteína de soja es considerada de buena calidad porque exhibe un buen equilibrio de aminoácidos

esenciales a pesar del reducido valor de los aminoácidos azufrados: metionina y cisteína.

VALOR NUTRICIONAL (cada 100g)		AMINOACIDOS componentes de la proteína de soja	
Energía	370,20 (kcal)	Arginina	7,5%
Proteínas	38,0 (g)	Cistina	1,1%
Grasas	18,60 (g)	Fenilalanina*	5,0%
Hidratos de carbono	15,80 (g)	Histidina	2,2%
Fibra total	15,18 (g)	Isoleucina*	4,8%
Fibra soluble	6,58 (g)	Leucina*	7,6%
Fibra insoluble	8,60 (g)	Lisina*	6,5%
		Metionina*	1,4%
Vitamina B1	0,61 (mg)	Tirosina	3,5%
Vitamina B2	0,27 (mg)	Treonina*	3,8%
Vitamina A	2,00 (ug)	Triptofano*	1,3%
Vitamina E	2,90 (mg)	Valina*	5,0%
Calcio	240,00 (mg)		
Hierro	9,70 (mg)		
Magnesio	250,00 (mg)		
Zinc	4,30 (mg)		
Sodio	5,00 (mg)		
Potasio	1730,00 (mg)		
Fósforo	660,00 (mg)		
		*aminoácidos esenciales	

Tabla 1.2: Valor nutricional y composición de los aminoácidos de soja.

En la siguiente tabla se aprecia la composición típica de la soja.

(%)	Soja
Humedad	11
Proteína	38
Aceite	18
Cenizas	5
Carbohidratos	28

Tabla 1.3: *Composición típica del grano de soja.*

2. Objeto y Justificación

El presente proyecto tiene por objeto el diseño básico de un proceso industrial para la obtención de isoflavonas de la soja mediante extracción con disolventes asistida por ultrasonidos. Se incluirá en el proceso, desde la recepción de la materia prima hasta la obtención de los productos finales listo para su venta al distribuidor, para su aprovechamiento, con las condiciones de operación necesarias para rentabilizara dicho proceso.

El diseño incluye la elección de las condiciones de operación mas adecuadas, las características que influyen directamente en la extracción de dichos compuestos y los equipos mas idóneos. Además la recuperación de parte del disolvente.

El sistema se ha diseñado para obtener al año 9807.2 litros (6006.5 Kg.) de extracto de soja, de los cuales 3168 Kg. son isoflavonas, tratando 1320 toneladas de granos de soja y 20596 litros de etanol. El diseño comprende, por tanto una concentración de isoflavonas de 323 gramos por litro de producto final.

La realización de este proyecto está justificada tanto por la importancia que en los últimos tiempos han levantado los alimentos funcionales y productos que incorporan productos naturales tales como las isoflavonas en la prevención a largo plazo de determinadas enfermedades en la población, como en el beneficio económico que revierte la venta a gran escala de estas sustancias vegetales a las empresas de los sectores alimentario, farmacéutico y cosmético; es decir, los productos que obtenemos tienen una serie de propiedades que los hacen rentables e importantes en el mercado mundial en la actualidad.

Actualmente el mercado español demanda este tipo de producto con lo que además de obtener una rentabilidad económica introducimos el concentrado de isoflavonas entre la oferta y la demanda en un país que recurre al mercado internacional para adquirirlas.

Las propiedades que se atribuyen a las isoflavonas van encaminadas a mejorar ciertos aspectos de la salud de las personas, son propiedades biológicas.

Actividad estrogénica y antiestrogénica

El interés inicial en los efectos de las isoflavonas se centró en su actividad estrogénica y su posible empleo en la industria de nutrición animal como promotores de crecimiento. La hipótesis que prevalece es la de que las isoflavonas exhiben efectos antiestrogénicos cuando se encuentran en ambientes con alta concentración de estrógenos, como el que existe en las mujeres premenopáusicas, y exhiben efectos estrogénicos cuando se encuentran en ambientes con baja concentración de estrógenos, como el que existe en mujeres posmenopáusicas. Hay diversos mecanismos potenciales por el cual las isoflavonas pueden ejercer efectos antiestrogénicos, como competir con el estrógeno endógeno por ligarse a los receptores de estrógenos.

Efectos de la soja y de las isoflavonas en el riesgo de padecer cáncer

No hay datos suficientes para concluir que el consumo de soja disminuye el riesgo de cáncer, y que todavía son necesarios más estudios en este sentido. Por otro lado, genisteína ha atraído mucho interés. Hay numerosos de estudios que demuestran que la genisteína inhibe el crecimiento de una amplia gama de células de cáncer dependientes y independientes de hormonas, incluyendo células de cáncer de seno, de próstata, de colon, y de piel. Hay especulaciones sobre si la soja o las isoflavonas podrían ser empleadas en el tratamiento de tumores existentes, individualmente o en conjunto con agentes quimio terapéuticos convencionales. El desarrollo de agentes antiangiogénicos es un área con gran potencial en el tratamiento del cáncer porque inhibiendo el crecimiento de nuevos vasos de sangre estimulado por el tumor previene que los tumores crezcan más de 1-2 mm. Los tumores limitados a este tamaño son clínicamente insignificantes.

Soja y la salud ósea

La similitud en estructura entre las isoflavonas y el estrógeno sumados a los descubrimientos de que las isoflavonas poseen actividad estrogénica débil son el punto de partida de que las isoflavonas puedan mejorar la salud de los huesos.

Enfermedad cardiovascular

El efecto del consumo de soja de bajar la concentración de los lípidos del plasma es conocido desde hace tiempo. Diversos estudios han observado que mujeres tratadas después de la menopausia con estrógeno presentan menor riesgo de padecer enfermedad

cardiovascular. Es posible que los fitoestrógenos presentes en la soja sean los responsables, por lo menos parcialmente, de los efectos favorables observados en los lípidos del plasma y en el riesgo de infarto de miocardio. Además de los flavanoides, la genisteína ha demostrado ser un potente antioxidante in vitro y el consumo de soja inhibe la oxidación de colesterol LDL aislado de sujetos y estudiados in vitro. Sin embargo, el mecanismo todavía no está totalmente esclarecido.

3. Antecedentes

Este proyecto se fundamenta en un trabajo de investigación que ha implicado el conocimiento del mercado, que ha recogido la documentación necesaria para conocer el producto, así como estudiado la materia prima. Este es un factor realmente importante a la hora de proyectar, ya que el motivo del presente trabajo no es otro que el de aprovechar en su máxima esencia la materia prima que en la actualidad se utiliza mayoritariamente como pienso para engorde de ganado.

Es de destacar que España es el quinto mayor importador mundial de soja. Un dato, en el pasado año, 2004, España ha importado brotes de soja, en miles de €, la cantidad de 628.341,30. He aquí la importancia de abrir un nueva vía de avance en el sector industrial español, pues hasta el momento no existe empresa en nuestro país que rentabilice el proceso de obtención de isoflavonas.

Nuestros mayores proveedores son por este orden Brasil (1.655.913,75 toneladas), Estados Unidos (733.373,71 toneladas), Canadá (16.487,30 toneladas) y Paraguay (10.888,15 toneladas). Según la Secretaria de Estado de Turismo y Comercio.

Realmente el proyecto se fundamenta en la obtención de isoflavonas de la soja mediante extracción con disolvente asistida por ultrasonidos. Se aprovecha el gran caudal de importación existente en España y el bajo precio de la leguminosa, para incluir un valor añadido al final del proceso industrial, pues las isoflavonas podrán ser vendidas a otras industrias mientras que los granos de soja, desecados de disolvente previamente podrán ser compradas para la alimentación de ganado; este proceso no afecta en absoluto a la cantidad de proteínas existente en la soja. Parte del disolvente utilizado es recirculado de nuevo al sistema una vez finaliza su misión.

Las industrias susceptibles de ser posibles compradores de isoflavonas son, la farmacéutica, la cosmética y la alimentaria. En todas las isoflavonas presentan un plus de propiedades en sus productos. Quizás los ejemplos mas claros los encontramos el ultimo de los sectores mencionados.

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aportan beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación han generado una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos: los alimentos funcionales.

En Europa, ha aumentado considerablemente el interés de los consumidores por conocer la relación que existe entre la dieta y la salud. Hoy en día, se reconoce en mayor medida, que llevar un estilo de vida sano, incluida la dieta, puede contribuir a reducir el riesgo de padecer enfermedades y dolencias, y a mantener el estado de salud y bienestar.

El apoyo que se está dando a la importancia de alimentos como las frutas, las verduras y los cereales integrales en la prevención de enfermedades, así como las últimas investigaciones sobre los antioxidantes dietéticos y sobre la combinación de sustancias protectoras en plantas, está contribuyendo a impulsar el desarrollo del mercado de los alimentos funcionales en Europa.

Actualmente existen muchos alimentos funcionales en el mundo, siendo Estados Unidos uno de los países que tiene más claro el objetivo de los alimentos funcionales para llegar a prevenir enfermedades en la población, por ejemplo, resulta fácil encontrar barras de cereales destinadas a mujeres de mediana edad, suplementadas con calcio para prevenir la osteoporosis, o por proteína de soja para reducir el riesgo de cáncer de mama y con ácido fólico, para un corazón más sano, panecillos energizantes y galletas adicionadas con proteínas, zinc y antioxidantes.

En Europa se utilizan rótulos que indican "Valor aumentado", así como en Alemania se comercializan golosinas adicionadas con vitamina Q₁₀ y vitamina E. En Italia, los supermercados ofrecen yogures con omega 3 y vitaminas y Francia ofrece azúcar adicionada con fructo-oligosacaridos para fomentar el desarrollo de la flora benéfica intestinal.

En España se comercializan actualmente unos doscientos tipos de alimentos funcionales como por ejemplo, zumos o leches enriquecidas con calcio o con omega-3, ácido oleico, sales minerales o fibra, entre otros. En la **tabla 3.1**, se describen algunos de éstos alimentos.

ALIMENTO FUNCIONAL	COMPONENTE FUNCIONAL	POSIBLES EFECTOS EN LA SALUD
Leches enriquecidas	Con ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA)*	Contribuyen a reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular, el riesgo de ciertos tipos de cáncer y mejoran el desarrollo del tejido nervioso y las funciones visuales. Pueden reducir los procesos inflamatorios.
	Con ácido oleico	Ayudan a reducir la concentración de colesterol en sangre y el riesgo de enfermedad cardiovascular.
	Con ácido fólico	Pueden disminuir malformaciones en el tubo neural y ayudan a reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular.
	Con calcio	Ayudan al desarrollo de huesos y dientes. Intervienen en la transmisión nerviosa y los movimientos musculares. Pueden prevenir la osteoporosis.
	Con vitaminas A y D	Favorecen la visión visual y la absorción del calcio, respectivamente.
	Con fósforo y cinc	Ayuda al desarrollo de los huesos y mejoran el sistema inmunológico.
Leches infantiles de iniciación y continuación	Con ácidos grasos	Ayudan a mejorar el desarrollo de los niños de 0 a 3 años.
	Con vitaminas y minerales	Estos alimentos pueden tomarse cuando la lactancia materna no es posible.

Yogures enriquecidos	Con calcio	Ayudan al desarrollo de huesos y dientes. Intervienen en la transmisión nerviosa y los movimientos musculares. Pueden prevenir la osteoporosis.
	Con vitaminas A y D	Favorecen la visión visual y la absorción del calcio, respectivamente.
Leches fermentadas	Con ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA)* y ácido oleico	Contribuyen a reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular, el riesgo de ciertos tipos de cáncer y mejoran el desarrollo del tejido nervioso y las funciones visuales. Pueden reducir los procesos inflamatorios.
	Con bacterias probióticas específicas	Favorecen el funcionamiento del sistema gastrointestinal y reducen la incidencia y la duración de las diarreas. Mejoran la calidad de la microflora intestinal.
Zumos enriquecidos	Con vitaminas y minerales	Vitaminas A y D: Favorecen la función visual y la absorción del calcio, respectivamente. Calcio: Ayudan al desarrollo de huesos y dientes. Intervienen en la transmisión nerviosa y los movimientos musculares. Pueden prevenir la osteoporosis. Hierro: Facilitan el transporte de oxígeno en la sangre. Pueden prevenir la aparición de anemias.
Cereales	Con fibras y	Fibra: Ayudan a reducir el riesgo

fortificados	minerales	de cáncer de colon. Mejoran la calidad de la microflora intestinal. Hierro: Facilitan el transporte de oxígeno en la sangre. Pueden prevenir la aparición de anemias.
Pan enriquecido	Con ácido fólico	Pueden disminuir malformaciones en el tubo neural y ayudan a reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular.
Huevos enriquecidos	Con ácidos omega-3	Pueden reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular.
Margarinas enriquecidas	Con fitosteroles	Ayudan a disminuir la concentración de colesterol en sangre y el riesgo de enfermedad cardiovascular.
Sal yodada	Con yodo	El yodo facilita la fabricación de hormonas tiroideas, imprescindibles para un desarrollo físico y psíquico normal y evitar disfunciones tiroideas.

- **EPA:** ácido eicosapentaenoico. * **DHA:** ácido docosahexaenoico

Tabla 3.1: *Tipos de alimentos funcionales en España y posibles efectos beneficiosos en la salud.*

Es de resaltar que el tipo e intensidad de las condiciones del procesado de alimentos influye sobre la cantidad y forma química de las isoflavonas en el producto final. La extracción debe realizarse con el disolvente adecuado y bajo condiciones analíticas optimizadas de temperatura, disolvente, etc... La etapa de extracción es extremadamente importante, y el proceso dependerá de la liberación de los analitos propios

de la matriz vegetal en el medio, que permitirá la mayor o menor determinación cuantitativa en el extracto.

La obtención de las isoflavonas se realizara mediante extracción en fase sólida (EFS). El método de EFS puede ser una técnica de aislamiento capaz de conseguir las expectativas ideales. Su uso no tiene por que requerir ningún tratamiento de calor, y el tiempo de aislamiento es muy corto en comparación con los métodos tradicionales existentes. Este método elimina la formación de emulsiones y minimiza la exposición del personal a disolventes, o muestras, peligrosos. Además, los peligros de incendio o toxicidad se reducen considerablemente cuando se utiliza la EFS en comparación con la extracción liquido-liquido (ELL).

Las técnicas más comunes empleadas para muestras sólidas incluyen la extracción Soxhlet, extracción asistida por ultrasonidos (EAU), extracción asistida con microondas (EAM), extracción con fluidos supercríticos (EFSC) y la extracción con fluidos presurizados (EFP).

Soxhlet.

Entre sus ventajas se incluye que permite el uso de grandes cantidades de muestra (p.ej. de 10 a 30 g.), no requiere filtración después de la extracción, la técnica no es dependiente de la matriz y que muchos extractores Soxhlet pueden utilizarse sin controlarlos continuamente, de hecho existen algunos sistemas comerciales automáticos. Entre sus inconvenientes: largos tiempos de extracción (p.ej. > 24-48 h.), uso de grandes volúmenes de disolvente, y la necesidad de evaporación después de la extracción.

Ultrasonidos

Entre sus ventajas encontramos que es más rápido que la anterior técnica (30-60 min. por muestra) y permite la extracción de gran cantidad de muestra con un coste relativamente bajo. Sus inconvenientes son que se requiere filtración después de la extracción y que hay pérdidas de compuestos volátiles. Se han descrito degradaciones debidas a la generación de radicales libres por los ultrasonidos.

Microondas

Es una técnica muy prometedora porque es rápida (p.ej. 20-30 min. en discontinúo), usa pequeñas cantidades de disolventes en comparación con la extracción Soxhlet o con ultrasonidos, permite un control completo de los parámetros de extracción (tiempo, energía, temperatura), permite hacer extracciones a alta temperatura. Respecto a los inconvenientes que hacen que no sea una técnica de gran aceptación podemos citar que los extractos deben filtrarse después de la extracción (relentizando la operación), necesita disolventes polares, es necesaria la limpieza de los extractos porque las microondas son muy eficientes extrayendo y la instrumentación necesaria es cara.

Fluidos supercríticos

Entre sus ventajas se incluye que puede utilizar para la extracción dióxido de carbono (como tal o modificado con pequeños volúmenes de disolvente) que no es tóxico ni inflamable y es medioambientalmente aceptable. La selectividad de la extracción puede controlarse variando la presión y temperatura del fluido supercrítico y por la adición de modificadores, el disolvente es de fácil eliminación y desecho y existen sistemas de extracción disponibles comercialmente que permiten la extracción de muestras en modo automático. Entre sus desventajas podemos señalar que el dióxido de carbono es un disolvente relativamente apolar y, por esto, se necesitan aditivos más polares como

el metanol para mejorar las eficiencias de extracción de compuestos polares. Además tiene un alto coste de equipamiento.

Fluidos presurizados

Ésta técnica es atractiva porque es rápida (p.ej. el tiempo de extracción es aproximadamente de 15 minutos por muestra), usa volúmenes mínimos de disolvente, no requiere filtración tras la extracción y la instrumentación permite operar automáticamente. Entre sus inconvenientes destacan la necesidad de comprobar la estabilidad de los analitos a alta temperatura y el coste del equipamiento.

4. Localización

En este capítulo se describirán las razones por las que se ha decidido la localización de la planta.

Sin duda alguna la materia prima indiscutible en este proceso es el brote de soja, el cual tiene como característica su bajo precio en el mercado, 167,98 € / tonelada, importada desde Argentina (01/03/2005, M.A.P.A). La buena calidad de la materia prima no tiene discusión, se necesitara que llegue en perfecta condiciones y acorde con los requisitos fijados en el contrato de compra. Para ello se contratara los servicios de un laboratorio que certifique el contenido en isoflavonas de la partida de soja adquirida.

El disolvente a utilizar será una mezcla de etanol y agua al 50%. Fundamentalmente los motivos para la aceptación de dicho disolvente son:

- Compatibilidad alimentaria
- Suministro
- Capacidad de extracción (testada por investigaciones previas).

La compra de etanol será encargada a un distribuidor de dicho producto sin que revierta algún problema su suministro. El abastecimiento de agua se realizara desde la red publica, rindiendo cuentas del consumo a la entidad competente.

El sistema prevé obtener 9807.2 litros de extracto, que contendrán 3168 kilogramos de isoflavonas. El volumen de producto obtenido será transportado mediante envases de plástico cerrado o a granel, en camiones cisternas, y en el plazo fijado, a las diferentes empresas que concierten la venta del concentrado de isoflavona.

Como subproducto obtenemos los brotes de soja que utilizamos como materia prima, pero que después del proceso presentan únicamente una disminución en los valores de isoflavonas, el nivel de las proteínas no se ve afectado, luego para optimizar nuestro proceso, vendemos nuestro residuo a empresas del sector agrícola, que lo utilizaran para engorde de ganado, es decir, como alimento para ganado.

En cuanto a transportes y comunicaciones, la planta se encuentra bien comunicada, con fácil acceso por más de una vía adecuada, éstas son atraques para buques de carga que transporten la soja importada, estación de ferrocarril y amplias vías para transportes rodado.

La planta del proyecto se situara en una amplia zona no construida, perfectamente delimitada con extensión suficiente y cuyos terrenos pertenecen al Estado Español (Polígono Industrial Zona Franca Interior). Estos terrenos poseen una completa red de alcantarillado, suministro de agua y de electricidad. Este sistema de alcantarillado y de red de

abastecimiento de agua y electricidad proveen nuestro proceso industrial. Será necesario crear una conexión a la red de vapor de calefacción.

Módulos prefabricados atenderán las necesidades de los trabajadores.

Debido a las características de los equipos de extracción y separación, esta se situara a una distancia suficiente para que las condiciones de seguridad sean optimas y cumplan la legislación vigente, atendiendo en primera instancia a las Ordenanzas municipales y Planes de ordenación urbana dependientes del Ayuntamiento.

En relación con el tamaño y forma del solar debe señalarse que, además de ser suficiente para los edificios e instalaciones, así como para fácil maniobra y estacionamiento de vehículos de transporte de materias primas y productos elaborados, habrá de permitir futuras ampliaciones, las cuales no deben ser dificultadas por carácter de espacio.

El sistema producirá un total anual de 1320 toneladas de materia sólida, concretamente, granos de soja; sin embargo, ésta producción no se considera exactamente como residuo sino como subproducto. La materia sólida podrá ser empleada como alimento para ganado, alto en proteínas, al venderlo a empresas del sector pecuario.

El disolvente que es utilizado para extraer isoflavonas de la soja, es recirculado, al igual que el agua utilizada como refrigerante, luego no podemos hablar de la existencia de residuos líquidos.

En cuanto a residuos gaseosos, encontramos únicamente, el aire que sale de la torre de refrigeración a una mayor temperatura de la que entró, éste residuo gaseoso, se emitirá a la atmósfera para su dilución.

La Ley de Prevención de RR.LL (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) es la base normativa a partir de la cual se construye la política preventiva del presente proyecto en materia de Seguridad, Salud e Higiene.

El impacto visual sobre el entorno se cataloga de mínimo, debido a la existencia de un tejido industrial previo ya asentado. En el aspecto demográfico del impacto sobre el entorno, cabe destacar la contribución al empleo gracias a la formación de puestos de trabajo.

5. Viabilidad

La extracción de isoflavonas de la soja puede llevarse a cabo mediante el empleo de diferentes tecnologías. En éste proyecto se ha optado por el empleo de la energía derivada de los ultrasonidos como apoyo a la extracción con disolventes líquidos, por las razones que se detallan a continuación,

- La extracción se ve facilitada y acelerada gracias a esa energía
- Proceso rápido en comparación con los métodos tradicionales (la duración no es superior a los 30 minutos)

La fabricación del extractor puede realizarse sin ningún tipo de obstáculo a partir del diseño del mismo, existe suficiente tecnología para ello, luego queda avalada la viabilidad técnica.

La instalación diseñada garantiza el cumplimiento de las disposiciones exigidas por la Ley.

La viabilidad económica del sistema queda patente al balancear los ingresos con los coste de operación anuales y el presupuesto total de ejecución.

Las 7920 extracciones que se efectuaran en 330 días al año (una temporada) darán como fruto 9807 litros de extracto concentrado, el cual será vendido en garrafas de 5 litros a un precio de 400.00 euros.

Este precio arroja un beneficio anual de mas de 940.000 euros, que como posteriormente se podrá comprobar, supera en más de 430000 €, a la suma de costes de operación y presupuesto. El sistema y el mercado receptivo harán del proyecto un éxito empresarial e industrial.

6. Descripción del proceso

6.1.- Introducción

Como ya se ha comentado, el sistema está diseñado para extraer las isoflavonas de los granos de soja, y constará de varias operaciones, aunque las dos más importantes serán, extracción y evaporación.

Con la extracción se obtiene el producto que deseamos, las isoflavonas, en una disolución de etanol bastante diluida.

La evaporación persigue dos objetivos, el primero y fundamental, es el de concentrar la disolución, para una mejor venta, transporte y almacenamiento; el segundo, adicional pero muy ventajoso, tanto para el medio ambiente, como para la economía del proceso, es la reutilización, en parte, del mismo.

No obstante, es el proceso de extracción el más crítico de los dos, ya que según sus condiciones de operación obtendremos un producto con unas u otras características. Es el alma del sistema.

Existen diferentes métodos de extracción de las isoflavonas. Éste se ha elegido por ser el que reúne más ventajas, permite gran simplicidad para operar, flexibilidad en el tratamiento de la materia prima, es un proceso que admite cambios, versátil, seguro, por no presentar condiciones de operación severas, eficiente y rápido.

El inconveniente más acusado de éste método, es la innovación a la que se hace frente; debido a la carencia de datos a nivel industrial, el diseño del sistema se ha basado en trabajos científicos y experimentación en laboratorio.

El principio en que se basa el diseño del sistema, es el de saber conjugar las operaciones unitarias correspondientes en la línea de extracción, esto es, la selección del proceso, de las condiciones de operación, y dimensiones del equipo de extracción.

La selección de las condiciones de operación, debido a las características innovadoras del proceso y al apoyo experimental de trabajos realizados al respecto, en la extracción de isoflavonas de la soja, son,

- Disolvente
- Temperatura
- Ciclo de extracción
- Tipo de grano de soja
- Grado molienda
- Tiempo
- Número de extracciones

- Relación masa sólido y volumen disolvente

Disolvente

El disolvente seleccionado ofrece el mejor balance de varias características deseables, un alto límite de saturación, y selectividad respecto al soluto a extraer, una capacidad para “capturar” isoflavonas sin alterar la calidad de las mismas, una estabilidad frente a la a las condiciones de operación, una baja viscosidad, toxicidad, densidad y tensión superficial, además de una fácil recuperación.

Para poder seleccionar el disolvente se ha realizado una serie de experiencias en el laboratorio que pueden ser escaladas a nivel industrial debido a que el comportamiento del disolvente respecto a un soluto no depende del volumen de éste.

Se preseleccionaron cinco posible disolventes por sus mayores capacidades de extracción, teniendo en cuenta su volatilidad, para facilitar su evaporación y recuperación, una baja toxicidad y que fueran económicos, a saber,

- Agua
- Metanol
- Etanol
- Acetonitrilo
- Ácido acético glacial

Cómo se comentó anteriormente, un punto clave en el sistema es la elección del disolvente a utilizar, ya que esto proporcionará distintos productos, por tanto una gran flexibilidad.

Valorando posteriormente a las extracciones experimentales los resultados obtenidos, se puede elegir, con criterio, el disolvente que extrae más, mejor y una mayor variedad de isoflavonas.

La elección podemos reducirla en principio a tres de éstos compuestos, basados fundamentalmente, en la efectividad en la extracción, metanol, etanol y acetonitrilo.

De los tres que quedan en la lista, es el metanol el que más se distingue en cuanto a capacidad de extracción, obteniéndose prácticamente la misma cantidad de isoflavonas utilizando acetonitrilo o alcohol etílico. Partiendo de ésta igualdad desechamos la idea de utilizar MeCN, en favor del alcohol, debido fundamentalmente a su mayor toxicidad.

Luego se reduce a dos disolventes, las posibilidades en la extracción; ahora tendremos en cuenta la relación con otra variable, la temperatura; queremos manejar bien el proceso, y éste se efectuará, como veremos más adelante a 60 °C, luego teniendo en cuenta la cercanía con el punto de ebullición del metanol (≈ 64.5 °C), y la posibilidad de que una mayor parte pase a estado vapor respecto al etanol, durante la extracción.

La economía en el proceso, también ha sido un punto a tener en cuenta a la hora de rechazar candidatos.

Temperatura

Un estudio análogo se realizó para la selección de la temperatura óptima de extracción, eligiéndose de tal manera que se obtenga el mejor balance de solubilidad, difusividad del soluto, selectividad del disolvente y sensibilidad del disolvente.

También hay que tener en cuenta que la temperatura no debe ser un factor influyente negativamente en los materiales de construcción de equipo extractor, es decir, que no disminuya sus propiedades mecánicas y no favorezca por parte del disolvente un ataque por corrosión o erosión.

Se tomaron dos temperaturas para ver el comportamiento, 10 y 60 °C, ya que para temperaturas mayores comenzaba a decrecer el número total de isoflavonas obtenidas, y para temperaturas por debajo de los 10 °C, las cantidades eran mínimas. Según los resultados, la temperatura tiene un gran impacto en la extracción de las isoflavonas. Aumentando la temperatura de 10 hasta 60 °C se incrementa significativamente la eficiencia de extracción en éste método que emplea ultrasonidos. Las extracciones llevadas a cabo a 60 °C incrementaron la recuperación de las isoflavonas entre un 10 y un 1000 % cuando se comparan con las extracciones realizadas a 10 °C. Las mayores recuperaciones obtenidas a 60 °C pueden ser parcialmente atribuidas al aumento del número de burbujas de cavitación formadas y a una mayor tasa de transferencia de masas.

Ciclo de extracción

Por lo general, la selección del ciclo de operación, discontinuo, intermitente simple o en varias cargas y continuo, depende en gran medida del tamaño, naturaleza y economía del proceso.

En éste proyecto se ha optado por un sistema en continuo, y de flujos concurrentes o en paralelo, como en laboratorio, con una única etapa. Ésta extracción también se puede denominar percolación por inmersión.

Tipo de grano de soja

Ante la existencia de una gran variedad de granos de ésta leguminosa, que implica diferentes cantidades totales y variedad en isoflavonas, y ante el modo de extracción, cabe destacar la utilización de un grano de soja que como mínimo contenga 2.5 mgr/gr de soja, ya que en cada etapa se conseguirá extraer 0.4 mgr/gr de soja, y al participar seis etapas en cada ciclo de extracción, se debe asegurar que la materia prima cumple una serie de características iniciales, entre ellas, el contenido mínimo de isoflavonas aceptable para éste sistema.

Grado de molienda

El que el grano no esté molido o si lo está, el grado de trituración, es importante en cuanto a que afecta a la obtención final del producto natural a extraer. Según arrojan los datos obtenidos experimentalmente, es más ventajosa la extracción a partir de granos de soja sin triturar, que con harina de granos de soja. Por ello, se trabajará con el grano de leguminosa entero, y exigiendo al proveedor su limpieza, pues en esas condiciones se ha diseñado el proceso global.

Tiempo de extracción

Los tiempos de extracción ensayados van desde los 5 a los 30 minutos. Se observa que cuanto más se aumenta el tiempo de contacto entre grano y disolvente, mayor cantidad de soluto se obtiene. Esto es así hasta que se trabaja en el rango de tiempo 20 – 30 minutos, a partir de dónde la cantidad de isoflavonas comienza a disminuir ligeramente. Es posible que reacciones de oxidación puedan estar ocurriendo después de 20 minutos de extracción cuando las muestras son sometidas a los ultrasonidos.

Número de extracciones

Relacionada con otras condiciones de operación el número de extracciones proyectadas para este sistema será de seis para la misma carga de materia sólida, por tanto en un día de trabajo realizaremos cuatro ciclos de seis extracciones cada uno y según las bases de cálculo recogidas en este diseño, cuatro ciclos de seis horas, luego cada extracción durará una hora.

De los resultados de los ensayos realizados en laboratorio se desprende que al aumentar el número de extracciones aumenta la concentración de isoflavonas en el producto líquido para un mismo volumen de disolvente.

Relación masa de soja y volumen de disolvente

Se pudo concluir en los estudios que la disminución de la cantidad de muestra mientras que se mantiene el volumen de disolvente constante (25 ml) aumenta la relación disolvente – sólido favoreciendo la eficiencia de extracción. Esto también reduce la cantidad de isoflavonas disponibles para la extracción, permitiendo determinar cuando se alcanzan las recuperaciones cuantitativas.

Para la elaboración del proyecto se interpoló y se tomó un punto en la relación disolvente – sólido, que no había sido contemplado por el trabajo científico. Para la relación tomada en este sistema, empeora la cantidad de isoflavonas obtenida después de la extracción, aun así es preferible esto a la utilización de enormes volúmenes de disolvente, ya que encarecería el proceso consumiendo mucho más disolvente, tiempo (evaporación), y por supuesto dinero en la inversión de inmovilizado inicial.

6.2.- Proceso de fabricación

En este apartado se expone brevemente la secuencia de operaciones que seguirá el sistema diseñado, atendiendo mas concretamente a las que son estudio del proyecto, debido a que son las operaciones sobre las que se deben ajustar las condiciones de operación.

Recepción de los granos de soja, estos vendrán totalmente limpios de sustancias que puedan afectar al proceso, mediante camiones autovasculantes que descarguen los sólidos en la tolva destinada a tal fin, además se tomaran periódicamente muestras, encargadas a un laboratorio externo, que cerciore que el contenido en isoflavonas de los granos de soja adquiridos se ajusta al contratado con el proveedor.

Recepción del disolvente en el deposito destinado a tal fin mediante camiones cisterna.

Transporte mecánico a través de tornillos “sin fin” que garanticen el consumo de materia prima sólida al extractor. Impulsión del disolvente al equipo extractor a través de la red de distribuciones instalada.

Extracción de los productos naturales denominados isoflavonas de los granos de soja con una relación disolvente – sólido de 20 gramos de soja por cada 25 mililitros de disolvente a una temperatura de 60 °C. con un tiempo de retención de 20 minutos; mediante precolación por inmersión concurrente en etanol y asistido por ultrasonidos que favorecerán la extracción de isoflavonas.

Recirculación y almacenaje de espera en un silo destinado a tal fin de los granos de soja a utilizar en un ciclo.

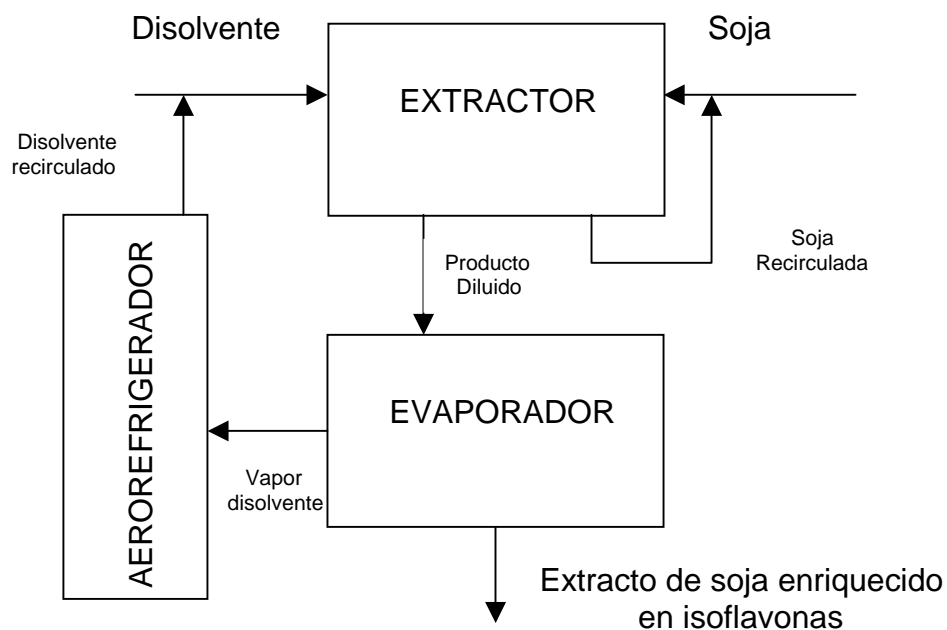
Concentración del producto disolución y recirculación del disolvente obtenido mediante evaporación, en un equipo de película ascendente y tubos largos verticales, de circulación natural y con recirculación. El fluido condensante es vapor de agua a 3 atm. de presión.

Almacenamiento del extracto de soja enriquecidos en isoflavonas en deposito destinado a tal fin, para posterior envasado y venta.

Intercambio de calor del disolvente recirculado, mediante un aerorefrigerador de tiro forzado con ventiladores de flujo axial de cuatro palas, que favorecerá la condensación del vapor de etanol procedente del evaporador y la disminución de su temperatura hasta la exigida en el extractor.

Almacenamiento de los granos de soja ya utilizados en los distintos ciclos en un sistema de apilamiento para su posterior venta a granel.

A continuación, el diagrama de flujo general del sistema de obtención de isoflavonas de soja, donde esquemáticamente aparecen las actividades realizadas desde principio a fin.



6.3.- Descripción del sistema

El sistema de extracción de isoflavonas esta formado por tres equipos básicos,

- Bloque de extracción
- Bloque de concentración
- Bloque de recirculación

El sistema de extracción funciona interrelacionadamente. Se tiene una serie de variables que son fijadas en función de las características del proyecto, son variables de diseño; otro grupo de variables son el resultado de factores de operación que influyen directamente sobre ellas, y por ultimo, unas variables que son el resultado de la evolución del proceso.

Tanto el tipo de extractor, como el evaporador, como el cambiador de calor son seleccionados según las características del proceso general y son fundamentalmente el objeto del diseño. Sin embargo, existen variables que vienen condicionadas por restricciones propias del proceso; otras como la temperatura están impuestas por el sistema y su cumplimiento es una condición necesaria para el desarrollo del proceso de producción.

La planta se ha diseñado para que opere en proceso continuo.

El bloque de extracción lo constituyen, el equipo extractor, una bomba de alimentación del mismo y otra de descarga.

En el equipo de extracción se ponen en contacto el sólido y el disolvente con el fin de obtener, en continuo y paralelo, las isoflavonas de la soja.

La conducción de salida de la disolución producto lleva directamente al evaporador. El bloque de concentración lo constituyen el evaporador, una bomba de descarga de producto concentrado y una soplante que impulsa el vapor de etanol que se descarga del evaporador.

En este equipo se persiguen dos objetivos. Primero concentrar nuestro producto y segundo aprovechar el disolvente para volver a recircularlo. Para ello se cuenta con un evaporador de tubos largos verticales al cual se le aumenta el rendimiento añadiéndole una recirculación.

Por ultimo, el bloque de recirculación tiene en cuenta el aerorefrigerador, bomba de impulsión del condensado, además del aislamiento térmico.

Recepción de la materia prima

La recepción de los granos de soja se realizara en una tolva en la que depositaran la mercancía camiones autovasculantes, cada siete días, hasta completar la marca de veintiocho toneladas de grano de soja aunque en la primera recepción se realizara una compra de cuarenta toneladas, para disponer de doce toneladas mas, y así contemplar una autonomía que alargue la dependencia del sistema en tres días mas, a fin de evitar cualquier incidencia en el transporte. Una vez realizada la reposición de la mercancía la tolva quedara cerrada.

La recepción del disolvente etanol será llevada a cabo por camiones cisternas que proveerán en una primera ocasión, 2530 litros, en una segunda, 1705 litros a los veintiocho días y con la finalidad de evitar cualquier incidencia en el transporte y dar una autonomía de tres días mas, se aumentara a 1890 litros, a partir de la tercera vez serán 1705 litros los que se abra de añadir en situación normal.

Transporte de sólido y líquido

Durante todo el sistema los granos de soja serán transportados por medio de tornillos “sin fin”, estos pasaran el sólido a otros tornillos o equipos mediante aberturas de descarga plana y compuertas deslizantes planas de cremallera y piñón automáticas. En estas aberturas y con el fin de evitar perdidas de grano se incluirá tubos flexibles que sirvan de unión.

La impulsión de los fluidos se realizara mediante la instalación de bombas y soplante que han sido diseñadas para estas condiciones, cuyo accionamiento es automático al estar conectadas a una CPU, y sensores de caudal, temperatura, etc.. Esta impulsión se realizara a través de una red de distribución proyectada, teniendo en cuenta las condiciones de operación, dando lugar a diámetros nominales, espesores y materiales. Esto ultimo es extensible a válvulas y accesorios.

Extracción de isoflavonas

Se puede definir el proceso de extracción como el retiro de la fracción soluble, las isoflavonas, en el disolvente seleccionado para el proceso, el etanol, en forma de solución a partir de la fase sólida permeable e insoluble, la soja, con que va asociada. La separación implica la disolución selectiva, es decir, el disolvente actuara poniéndose en contacto con el grano y ayudado por la temperatura y los ultrasonidos.

En la parte superior del equipo extractor existe una entrada de sólidos, que caerán al deposito con estructura semicilíndrica. En la cara lateral longitudinal derecha se hayan las distintas entradas de disolvente, el cual se encontrara a unos 60 °C. Ambos en contacto, favorecidos por los ultrasonidos serán movidos y el sólido además empujado y arrastrado por tres palas situadas en un cilindro concéntrico con la forma del tanque.

Dentro del depósito unas resistencias eléctricas se encargaran conjunto a unos sensores térmicos. RTD, de mantener la temperatura entorno a 60 °C.. Las palas tendrán una velocidad de una revolución por minuto y recogerán los sólidos que con un tiempo de residencia de veinte minutos hayan terminado la extracción; estas caerán por gravedad y a través de unos huecos existentes en el cilindro que soporta las palas en un tornillo “sin fin” que los transporta al exterior.

En la cara opuesta a la entrada de disolvente existe una boca de salida de producto disolución, la cual impulsada por una bomba pasa al bloque de evaporación.

Evaporación del producto disolución

El producto pasara por un evaporador, que lograra disminuir el volumen en un 99.9 %, con lo cual se obtendrá un ahorro tanto para el almacenamiento de producto como para el transporte del mismo, además recuperara disolvente para la recirculación con lo que se ahorra en la adquisición del mismo y se contaminara menos el medio ambiente.

Se tratara un caudal de aprox.1238 litros / hora. El producto de la evaporación mediante una bomba ira a un depósito de almacenamiento, que será descargado cada quince días como máximo; el disolvente puro evaporado pasara de nuevo por el extractor, aunque antes será necesario impulsarlo con una soplante, ya que del evaporador sale como vapor, hacia un refrigerador por aire con el fin de condensarlo y disminuir su temperatura hasta la de operación del equipo extractor.

Intercambio de calor

El vapor de etanol, a unos 78 °C, procedente del evaporador e impulsado por una soplante pasa a través de un aerorefrigerador de tiro

forzado para que sea enfriado a unos 60 °C. Se impulsara por bomba hacia una unión con la conducción procedente del deposito de almacenaje de disolvente. El tramo anterior y el que resta hasta el extractor se encontrara aislado debidamente con un espesor de 2.5 cm de poliuretano, evitando el descenso de temperatura.

6.4.- Análisis del proceso de producción

Durante el diseño se ha estimado un periodo de trabajo continuo de 330 días anuales, para el sistema de extracción, aunque hay que destacar cinco días mas de trabajo sobre el sistema de extracción en tareas como la reparación, el mantenimiento o limpieza.

Como se ha comentado la planta estará en funcionamiento 330 días al año, 24 horas al día, luego se trabajara sin interrupción. Se ha llegado a esta conclusión de continuidad del proceso para evitar puestas en marcha y paradas que encarecerían el proyecto.

Todas las actividades a excepción del repostaje de materia prima y carga de producto y subproducto, están diseñadas para una perfecta automatización, de manera que todo el proceso puede ser controlado mediante un panel de control vinculado a una CPU.

De esta manera, se estima que lo ideal es tener en planta a diez trabajadores que van corriendo turno para controlar el panel de control, y demás equipo de la planta. Cada turno, de ocho horas, contaría con dos trabajadores. Siendo imprescindible medios que faciliten una buena comunicación entre trabajadores.

Los análisis que se realicen tanto a la materia prima sólida, que compruebe las características establecidas en el contrato con el proveedor, como al producto concentrado y subproducto obtenidos,

estarán subcontractados a un laboratorio externo; por ello no parece necesario la existencia de técnicos de laboratorios en plantilla.

6.5.- Puesta en marcha del sistema

La puesta en marcha del proceso se realizara una vez al año, que incluye un procedimiento denominado ajuste del proceso, que deberá hacerse solamente durante esta puesta en acción, exceptuando cualquier otra ocasión en la que se recepcione materia prima diferente a la dispuesta inicialmente.

Esta puesta en marcha contempla el comienzo de operación de todos los equipos seguido de una puesta a punto y se lleva a cabo en varias etapas.

Arranque del transporte de materia prima

Efectivamente, será lo primero a tener en cuenta en la puesta en marcha, no constituye un excesivo protocolo ya que únicamente hablamos de activar motores y bombas.

Arranque del bloque de extracción

Una vez cargado el equipo de extracción de disolvente, se impulsara la primera carga de granos de soja. Tan solo en esta ocasión el disolvente entra en el equipo a una temperatura ambiente, que por supuesto no es la de operación, esto conllevara una menor extracción de isoflavonas en la primera hora de marcha.

Arranque del bloque de concentración

Una vez terminada la primera extracción se procederá al arranque de este bloque, dejando pasar el vapor de agua por el interior de la calandria del evaporador, activándose también la soplante y la bomba de almacenaje de producto concentrado.

Arranque del bloque de recirculación

Al tiempo que comienza el evaporador se pondrá en funcionamiento la soplante que impulsara el vapor de etanol al intercambiador de calor.

Por otro lado una vez pasado veinte minutos, una de las palas del extractor a descargado por primera vez los granos de soja en el tornillo “sin fin”. Se procederá por tanto a activar motores del resto de tornillos que estén implicados en la reutilización de los granos de soja, almacenándolos provisionalmente en el silo destino a tal fin.

Una vez pasadas las seis primeras extracciones se completara un ciclo extractivo, parándose de forma automática los tornillos implicados en la recirculación de soja, y siendo necesario activar el motor del tornillo de almacenaje de subproducto (dicho tornillo solo funciona la primera hora de cada ciclo a excepción del primero).

Arranque del bloque de intercambio de calor

Al tiempo de activarse la soplante (única en el sistema) comienza a funcionar el aerorefrigerador de tiro forzado y la bomba que le sigue.

Ajuste del proceso

Tiene como objetivo adecuar las condiciones de los equipos en función de las propiedades de la materia prima, de la cantidad de estas y las expectativas que se esperan.

Hay que tener en cuenta, que tanto carga inicial, caudales como temperatura y demás factores, son resultado de la experimentación y de los cálculos teóricos. Para poder tener un rendimiento apropiado y rentable es necesario ajustar estas condiciones.

Aunque en principio se considera la materia prima con propiedades fijas, es decir, contenido de isoflavonas, limpieza, etc. es interesante realizar un análisis previo a la soja. Además el realizar un análisis de isoflavonas a los primeros extractos, puede ser útil a la hora de modificar las condiciones de operación previamente fijadas y que se recogen en el presente proyecto. Puede ser posible que el flujo deba ser mayor o menor al estimado y por tanto se agilice o retarde el proceso.

También puede darse el caso que algún cliente desee una determinada concentración o volumen de producto, y si la planta esta en condiciones de modificar los factores de operación, puede ser interesante económicamente hablando.

7. Materias primas y productos

El proceso de extracción del producto implicara el uso de una serie de materias primas que deberán ir aportándose diariamente al proceso de

fabricación, debido a que este se a estudiado con vistas a que se realice con la continuidad mas rigurosa posible.

7.1.- Materias primas

El proceso necesita del aporte de una materia prima natural sólida, la soja, que será la base de la producción y de un reactivo químico, etanol o alcohol etílico, que será el extractarte, además necesitara un aporte de agua en forma de vapor para la calefacción del evaporador.

Soja

En la introducción del presente proyecto, se comento detalladamente las características que presenta este producto natural. Brevemente se recordara lo siguiente, la planta herbácea de cultivo anual y perteneciente a la familia de las leguminosas, la soja, es de porte pequeño (unos 40 cm, aunque pueden llegar a 2 metros). De tallo erguido y hojas estrifoliada presenta flores de color blanco o violáceo y contiene el fruto en vainas, dentro de las cuales podemos encontrar de una a cinco semillas de colores. Florece en verano. Su cultivo abarca grandes extensiones de muchos países, y hoy en día esta presente en distintas líneas de investigación tecnocientíficas. Contiene:

- Glúcidos
- Prótidos (aminoácidos esenciales como, histidina, licina, ...)
- Fosfolípidos (3 % lecitina)
- Saponósidos
- Vitaminas (fundamentalmente "B")
- Enzinas
- Ácido fítico
- Isoflavonas

Durante un día de trabajo se utilizan cuatro toneladas de este grano, realizando por cada 1000 Kg. seis extracciones, obteniendo un total de 2.4 Kg. de isoflavonas; por tanto al día se realizaran 24 percolaciones con un resultado neto de 9.6 Kg. de isoflavonas.

Podemos concluir que el consumo anual que requiere el sistema, de granos de soja, es de 1320 ton. utilizadas en 7920 extracciones para extraer un total de 3168 Kg. de isoflavonas.

Etanol

El etanol o alcohol etílico (C_2H_5OH), se puede obtener de distintas maneras. Mediante fermentación de las melazas negras, el residuo que resulta de la purificación de la caña de azúcar; hidratación del etileno catalizado por ácido, utilizando para este método ácido sulfúrico (mas usual) como catalizador, con una producción anual mundial superior al millón de toneladas; por fermentación del almidón en grano o arroz (alcohol de grano). Es un liquido transparente color característico, sabor picante, hidroscoptico y miscible en toda proporción con agua al igual que otros muchos disolventes orgánicos, cuyos vapores son más pesados que el aire. Menos soluble en grasas y aceites, y solo parcialmente miscible con hidrocarburos alifáticos. Numerosas sustancias inorgánicas son solubles en etanol (algunas sales). Tiene una buena solubilidad para resinas polares, nitrato celulosa y etil celulosa. Volátil, toxico, y preparable sintéticamente a partir de monoxido de carbono e hidrogeno.

Sus usos van desde disolvente convencional a antiséptico local, pasando por materia prima para fabricación de éter y éteres etílicos o combustible (gasohol). También se utiliza como fuente de carbono para proteínas en células aisladas y en la industria vitivinícola. Para obtener lacas, perfumes, cosméticos, etc. En mezclas anticongelantes y en la preservación de especímenes fisiológicos y patológicos. El llamado

alcohol desnaturalizado consiste en etanol al que se le agregan sustancias como metanol, isopropanol o, incluso, piridinas y benceno. Estos compuestos desnaturalizantes son altamente tóxicos por lo que, este tipo de etanol, no debe de ingerirse. El etanol se utiliza industrialmente para la obtención de acetaldehído, vinagre, butadieno, cloruro de etilo y nitrocelulosa, entre otros. Es muy utilizado como disolvente en síntesis de fármacos.

Las características físico – químicas mas relevantes son:

- Peso molecular, 46.1 gr/mol
- Punto de solidificación, -114 °C
- Punto de ebullición, 78.4 °C
- Entalpía de vaporización, 204.26 cal/gr (25 °C)
- Densidad, 789 kg/m³ (20 °C)

Teniendo en cuenta las propiedades del etanol se han podido encontrar las condiciones optimas de la extracción, propiciando su punto de ebullición la ventaja de concentrar el producto y reutilizar el disolvente de manera rápida y barata.

Gracias a la recirculación de disolvente, el consumo de etanol por parte del sistema, se ve ampliamente disminuido, además de abaratar contribuye a contaminar menos. Luego recuperando en el evaporador un 99.9 % del etanol usado, aumentamos la concentración de isoflavonas en nuestro extracto producto.

El consumo de disolvente por extracción es de 1250 litros, dando lugar a un consumo anual de 9900000 litros. Realmente esta cifra no se corresponde con el disolvente anual con el que tendrá que abastecerse el sistema, debido fundamentalmente a su recirculación. Gracias a esto en cada ciclo solo es necesario añadir 15.224 litros (0.454 litros cada hora

mas 12.5 litros cada primera hora de un ciclo exceptuando el primero) en vez de los 1250 litros por extracción; los litros que la empresa distribuidora de etanol tendrá que proveer a la planta son 60.9 al día, es decir, 21347 al año (incluido los 1250 litros de carga inicial). Queda patente el ahorro que implantar el evaporador conlleva.

Vapor de calefacción

El vapor de calefacción se utiliza como fluido condensante en el evaporador. Este vapor a 3 atm. de presión circulara por el interior de la calandria del cuerpo del evaporador calentando el exterior de los tubos por los que circula el producto disolución obtenido del extractor.

Para poder recuperar un 99.9 % de etanol serán necesario aproximadamente 406 kilogramos por hora de vapor de agua, o sea, el sistema realizara un consumo anual de 3217 toneladas.

7.2.- Productos

El principal producto, y objeto de este proyecto es la isoflavona. El sistema esta diseñado para obtener al día 9.6 Kg. de isoflavonas en 29.7 litros de disolución concentrada (de los cuales 18.7 son isoflavonas). La concentración final de nuestro producto, que recordemos es un extracto enriquecido en isoflavonas, es de 0.323 Kg. por litro de disolución.

La obtención anual será de 9806 litros de extracto de los cuales 3168 Kg. son isoflavonas.

Como subproducto se encuentra el grano de soja utilizado en la extracción. El cual, puede venderse al sector pecuario para engorde del ganado como pienso; en la extracción de isoflavonas de la soja, en las

condiciones de operación, ni se extraen ni se degradan en absoluto las proteínas residentes en los granos.

La producción de este subproducto es directamente proporcional al consumo de granos de soja que realiza el sistema, luego anualmente se podrán vender 1320 toneladas.

8. Maquinaria y equipos

En este apartado se podrá ver al detalle los equipos que van a formar todo el sistema de operación, destacando sus características más especiales. Se han dividido en dos categorías en función a su relevancia en el proceso productivo.

- Maquinaria principal
- Equipos auxiliares

En la maquinaria principal se incluye todo el equipo puramente extractivo, que influye directamente en la precolación por inmersión. Dentro de los equipos auxiliares están aquellos que complementaran el sistema mejorando el mantenimiento, la seguridad, higiene, etc.

8.1.- Maquinaria principal

Dentro de este grupo de equipos incluimos el extractor, el evaporador, el refrigerador por aire, los recipientes de almacenamiento de líquido, y los de almacenaje de sólido.

Extractor

El sistema posee un extractor para tratar 810 litros de materia prima a la hora. Está proyectado para trabajar a presión atmosférica y con una temperatura de 60 °C. Todo el equipo incluido los accesorios están fabricados en acero inoxidable ASTM AISI-316 L.

El extractor tiene unas dimensiones exteriores que responde a 2 metros de altura, 1.52 metros de ancho (diámetro), y 2 metros de largo. El espesor de la carcasa como de las tapas es de 10 milímetros. Las tapas estarán soldadas al cuerpo del extractor.

Las características del equipo de extracción son las siguientes, posee en la parte superior dos bocas de entrada, una para los sólidos, de 152 milímetros de diámetro, en la esquina derecha de la sección (viendo la sección de tal modo que se haga coincidir el movimiento de las palas con el movimiento horario), y otra para la aspiración mediante equipos industriales comerciales de los vapores de disolvente a los que diera lugar, con un tamaño nominal de 10 pulgadas, en la parte izquierda y cuyo centro se encuentra a un metro de cualquiera de los extremos (tapas). A la boca de entrada para los granos se le unirá en el interior, unos distribuidores de 104 cm² de área, de 10.4 cm de base y altura 10 cm, y dosificadores en forma de canaletas que repartan homogéneamente en cuatro salidas el total de sólido diseñado.

Al mismo tiempo en la cara lateral longitudinal derecha y a una altura del nivel del terreno de 1.25 metros, separados entre si y entre los extremos 40 cm, tendrá cuatro bocas de entrada de disolvente de $\frac{3}{8}$ de pulgadas, ancladas al deposito mediante conexión con rosca prisionera. Además en esta cara queda habilitado una compuerta ovalada denominada “boca de hombre” para permitir el acceso al interior en caso

de reparación, mantenimiento o limpieza, con unas dimensiones de 410 x 510 mm.

El sistema para retener el sólido dentro del volumen de disolvente, el tiempo proyectado, esta basado en el movimiento de rotación de un cilindro que soporta tres palas reforzadas, de 200 cm de largo por 2 cm de espesor por 49 cm de ancho, y agujereadas con el fin de desplazar y recoger los granos, dejando atrás el líquido, con una luz de paso de 6 milímetros de diámetro. Además anteriormente a cada pala existe un hueco longitudinal, de 180 cm por 55°, que dejara pasar los granos recogidos por las palas, cuando caigan por gravedad, a un sistema de tornillo “sin fin” que evacua al exterior los granos utilizados.

Concéntrica a la circunferencia que describe el movimiento que realizan las palas desde 90° a 180° (parte inferior) y con un diámetro de 75 cm queda instalada una malla agujereada que no permita el paso del sólido y sí del líquido, actuando a modo de filtro, de luz de paso de 6 mm. Como doble fondo, concéntrico y a una distancia de 20 cm respecto a la malla agujereada queda instalada una chapa de acero inoxidable que retenga el volumen de líquido. En la cavidad resultante quedan instalados 4 transductores ultrasónicos de 2000 vatios cada uno y 4 resistencias termoeléctricas de 5000 w (RTD), que cubrirán homogéneamente la cavidad, y que favorezcan la extracción, además de dos sensores de temperatura que envíen información a un sistema automático de control para actuar sobre las resistencias, y que estarán dispuestos en la cavidad, a la entrada de disolvente y a la salida del producto disolución. Si la temperatura varia 5 °C por encima o por debajo de la temperatura de operación el sistema daría la alarma.

Los transductores son dispositivos que convierten una señal de un tipo de energía en otra. La base es sencilla, se puede obtener la misma información de cualquier secuencia similar de oscilaciones, ya sean ondas

sonoras (aire vibrando), vibraciones mecánicas de un sólido, corrientes y voltajes alternos en circuitos eléctricos, vibraciones de ondas electromagnéticas radiadas en el espacio en forma de ondas de radio o las marcas permanentes grabadas en un disco o una cinta magnética. Éstos estarán sintonizados a 1 ciclo al segundo y 100 % de amplitud.

En la cara lateral longitudinal izquierda posee una toma de descarga de producto disolvente de $\frac{3}{4}$ de pulgada, situada a 1150 mm desde el nivel del suelo, y a 1000 desde cualquiera de sus dos extremos, tomando como referencia el centro del orificio circular. Además en esta cara queda habilitado una compuerta ovalada denominada “boca de hombre” para permitir el acceso al interior en caso de reparación, mantenimiento o limpieza, cuyas dimensiones son, 410 x 510 mm.

En la parte inferior del equipo extractor va colocada una llave de 2 pulgadas de tamaño nominal y numero de schedule 40S, para proceder al vaciado del mismo en caso necesario.

En la cara lateral transversal por la que no salga el transporte de sólido va habilitado un espacio para los distintos motores.

El extractor cuenta con un aislante que será un plástico orgánico celular, el poliuretano, con una conductividad para éstas condiciones de unos 0.083 (KJ / h m °C), de dos centímetros de espesor, recubierto por una chapa de acero. La evolución del espesor se ha realizado tomando el punto optimo entre el criterio económico y las características de temperatura y grosor del deposito.

Evaporador

La planta posee un evaporador, que concentrará la disolución que proviene del extractor. Ésta disolución está formada por un disolvente

volátil, etanol y un soluto soluble en el disolvente y no volátil, isoflavonas. La evaporación se realizará vaporizando una parte del disolvente para producir una disolución concentrada. El disolvente vaporizado volverá al ciclo de percolación reciclándose; mientras, la disolución concentrada será el producto que se enviará a un tanque de almacenamiento.

Para realizar esto, antes mencionado, el evaporador será de tubos largos verticales (LTV) con flujo ascendente, de circulación natural y con recirculación. Se elige así por ser el más barato por unidad de capacidad, presentando un bajo costo, una amplia superficie de calentamiento, una baja retención, una baja necesidad de espacio en el terreno para implantarlo, buenos coeficientes de transmisión de calor para diferencias razonables de temperatura.

No obstante, no sólo presenta ventajas. Requiere bastante espacio superior.

Presenta distintas partes, cada una de ellas destinadas a un fin, la primera que cabe destacar es la de intercambiador de calor de carcasa y tubo vertical de paso simple, en la que el fluido condensante es vapor de agua a 3 atm. de presión, que circula por el exterior de los tubos por donde pasa el fluido hirviente, disolución producto, dentro de la calandria (cuerpo del evaporador). En los tubos, antes mencionados, es donde tiene lugar la ebullición del producto obtenido del extractor.

El separador, otra parte del evaporador de tubos largos verticales, como su propio nombre indica, distingue entre dos corrientes, la de vapor de etanol, que pasa a ser recirculada por la parte superior, y la de producto concentrado (ambas van unidas), que precipita por gravedad, al contactar con placas deflectoras, y se destina a su almacenaje o a su recirculación.

La tercera y última parte de un evaporador de éste tipo, LTV, es la de recirculación interna de parte del producto concentrado, para así aumentar el rendimiento global.

En éste evaporador, existe un método de separación primario, con la colocación de paneles deflectores por encima del panel de tubos que impida el paso de espumas al resto del equipo.

Los tubos del evaporador son de 1 pulgada (2.54 cm) de tamaño nominal y schedule 5S, según la clasificación de la ASTM y 6 pies (1.83 m) de longitud. Por tanto hablamos de tubos con las siguientes características,

- Diámetro exterior, 1.315 pulgadas (3.34 cm)
- Diámetro interior, 1.185 pulgadas (3.01 cm)
- Espesor 0.065 pulgadas, (1.651 mm)

El área de intercambio de calor útil es de 2.18 m², con un número total de tubos de 12. Tanto el líquido como el vapor del producto obtenido del extractor, ascienden por los tubos, debido a la ebullición; el líquido separado retorna gracias a los deflectores, que lo separan del arrastre del vapor, por gravedad. La alimentación diluida, a una temperatura próxima a los 60 °C, entra en el sistema y se mezcla con el líquido que retorna del separador.

Durante una corta distancia desde el la parte inferior de los tubos, la mezcla asciende por los mismos recibiendo calor del vapor de agua que se encuentra en el interior de la calandria. Después de formar burbujas en el líquido (ebullición), va aumentando la velocidad lineal y la de transmisión de calor. Ya en la parte superior de los tubos, las burbujas, crecen rápidamente y alterna con masas de líquido que ascienden a través de los tubos y salen a gran velocidad.

La mezcla de vapor y líquido que sale por los tubos entra en el separador. El diámetro del separador es mayor que el del cambiador de calor, para así disminuir la velocidad del vapor rápidamente. Como ayuda adicional para la eliminación de las gotas de líquido que pudieran quedar, el vapor contacta con unas placas deflectoras después de salir del evaporador.

Éste tipo de evaporador está especialmente indicado para casos donde se produzcan espumas, como es éste, al ser un disolvente orgánico. La espuma rompe cuando la mezcla de vapor y líquido colisiona con las placas deflectoras.

El evaporador ha sido proyectado para tratar una disolución producto con una concentración inicial de isoflavonas de 0.323 gramos por litro de disolución. Afrontará un caudal volumétrico de 1238.3 litros a la hora, o lo que es lo mismo, 976.8 Kg. / h.

La velocidad de transmisión de calor a través de la superficie de calefacción del evaporador, de acuerdo con la definición del coeficiente global de transmisión de calor, viene dada por la expresión:

$$\frac{dq}{dA} = U \cdot \Delta T = U \cdot (T_h - T_c)$$

donde: dq / dA , densidad de flujo de calor local
U, coeficiente global de transmisión de calor
 $T_h - T_c$, diferencia de temperatura global

La alimentación entrará a una temperatura cercana a la del punto de ebullición, por lo que el calor transmitido a través de la superficie de calefacción se utilizará en elevar la temperatura hasta el punto de ebullición y en la evaporación, con lo que la capacidad no será exactamente proporcional a "q".

La caída real de temperatura a través de la superficie de calefacción depende de la disolución que se evapora, de la diferencia de presión entre la cámara de vapor y el espacio situado encima del líquido de ebullición, así como de la altura del líquido sobre la superficie de calefacción. La temperatura de ebullición se ve afectada por, el ascenso del punto de ebullición y la carga del líquido.

El evaporador tiene un coeficiente global de intercambio de calor, U , igual a $2000 \text{ w} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ (valor tabulado en bibliografía).

La presión de trabajo en la cámara de condensación es de 3 atm. Mientras que en la cámara de evaporación, 1 atm. Se establecen las condiciones de operación, el vapor de calefacción será vapor de agua saturado a 3 atm. que abandona la calandria a temperatura de condensación. En la cámara de evaporación se mantiene la presión atmosférica. El consumo de vapor cada 60 minutos se estima en 406 Kg.

Aerorefrigerador

El vapor de disolvente que se descarga del evaporador se encuentra a mayor temperatura que la necesaria para realizar la extracción. Esto es, mediante el aerorefrigerador bajaremos la temperatura del vapor de etanol desde los aproximadamente 78 hasta los 60 $^\circ\text{C}$.

En este refrigerador por aire el fluido dador de calor será el vapor recirculado de etanol, mientras que el fluido que recibe dicho calor es aire y circulara por el exterior de los tubos, por donde circula el etanol, impulsado por dos ventiladores de flujo axial de cuatro palas de resina de poliéster reforzadas con fibra de vidrio y regulación de ataque autovariable.

El aerorefrigerador será de tiro forzado con aletas helicoidales enrolladas bajo tensión, con cámara de aire tipo panel y cabezales soldados con tapones.

Este intercambiador de calor contara con dos hileras horizontales cada una con seis tubos. La disposición de los tubos será de forma regular y ocupando los vértices de un triangulo equilátero, es decir, de paso triangular, 2.56 pulgadas (6.5 cm).

El disolvente pasara, a razón de 1.237 m³/h., por el interior de tubos de tamaño nominal $\frac{3}{4}$ de pulgada y numero de schedule 5S. Por tanto hablaremos de un diámetro exterior de 1.05 pulgadas (2.67 cm) y de un diámetro interior de 0.824 pulgadas (2.096 cm). Experimentara una disminución de temperatura de unos 18 °C e intercambiara 54057 kj/h.

El aire circulara por el exterior de los tubos en lo que se denomina cámara de aire a razón de 10784 Kg/h., e incrementara su temperatura en 5 °C. Para el diseño del aerorefrigerador se ha tomado una temperatura de entrada del aire en el mismo, de 30 °C, esta es la temperatura de diseño tomando como la temperatura superada el 5% del tiempo para los cuatro meses mas cálidos del año, con un incremento de 2 °C para compensar la situación de la planta respecto a equipos que emitan calor.

El cambiador de calor tiene una superficie útil de intercambio de 0.64 m², conteniendo 12 pasos de tubo. El material de fabricación es acero inoxidable ASTM AISI-316 L.

Recipiente almacenamiento disolvente

El sistema admite la existencia de un tanque de almacenamiento de disolvente, con una capacidad de 2710 litros. El deposito trabaja a

presión atmosférica por lo que las condiciones de diseño son menos rígidas. La relación altura – diámetro es de 2.05 y se fabricara en acero inoxidable ASTM AISI-316 L.

La carcasa del deposito tendrá un espesor de 4.76 mm y el fondo de 6.35 mm; la altura será de 2.44 metros (virola de 96 pulgadas) y el cuerpo medirá 1.19 metros de diámetro. El techo del tanque de almacenamiento se ha proyectado con geometría cónica, con una pendiente igual a 1/6 (9.5°) y un espesor igual al de la carcasa.

El tanque de almacenamiento de producto posee diferentes accesorios, un tubo indicador de nivel de PVC transparente, que permita observar directamente el volumen de disolvente en el mismo. “Boca de hombre”, en la carcasa, ovalada, para permitir el acceso interior al tanque, de dimensiones 410 x 510 mm. También contara con una llave para toma de muestras.

Contendrá también una toma a tierra que evite la acumulación de electricidad estática, debido al riesgo de incendio y explosión.

Recipiente almacenamiento producto concentrado

Este deposito contara con idénticas características mecánicas que el recipiente descrito anteriormente, excepto,

- Capacidad de 645 litros
- Relación H/D de 2.73
- Altura de 1.83 metros (virola de 72 pulgadas)
- Diámetro del cuerpo 0.67 metros

Recipiente almacenamiento materia prima sólida

Este recipiente denominado tolva está construido por completo de hormigón en masa o ligeramente armado. Es un diedro por cuya arista se mueve un tornillo “sin fin” destinado a transportar los granos de soja hacia un extremo. Éste tornillo de hélices continua y en horizontal deberá tener las siguientes características: 0.23 m. en el diámetro de aletas, siendo el de la tubería de 0.0635 m. Las paletas serán de un cuarto de pulgada, y el diámetro de los ejes de 2 (0.0508 m). La velocidad, 8 rpm, la potencia del motor, 0.56 CV. Y la longitud total de tornillo, 11 metros. También será en acero inoxidable, ASTM AISI-316 L.

Las paredes sobresaldrán del suelo 25 o 30 cm. para evitar la entrada de fluidos que discurran por el pavimento colindante. Las caras del diedro tendrán pendientes desiguales, concretamente 30 y 45 grados. La longitud de la tolva será de 10 metros. El ancho de la pared de 30 °, es de 2.28 m. mientras que la de 45 ° es de 7.78 m.. La profundidad total del depósito es de 1.2 metros. Estas paredes se alicatarán.

El empleo de la tolva exige que la descarga se realice con vehículos de transporte autovasculantes.

Almacenamiento granos de soja en recirculación

El sistema de extracción exige la disposición de un depósito de almacenaje temporal para la soja que se encuentra en proceso de recirculación.

La capacidad de almacenaje se calcula para 667 kilogramos. Incrementando éste último valor un 5 % de seguridad, para evitar desbordamientos, la masa de granos de soja a almacenar será de 700 Kg.

Por tanto, el volumen a albergar por el depósito será de 0.83 m³. Tendrá una forma cilíndrico – troncocónica, y las dimensiones de partida a tener en cuenta serán,

- Radio cilíndrico, 0.514 metros
- Altura cilíndrica, 0.75 metros
- Radio mayor cuerpo troncocónico, 0.514 metros
- Radio menor cuerpo troncocónico, 0.152 metros
- Ángulo de inclinación lateral cuerpo troncocónico, 59°

El material con el que estará conformado el depósito, será acero inoxidable ASTM AISI-316 L.

La altura a la que estará dispuesto sobre el nivel del terreno, mediante estructura metálica, y tomando como referencia la boca de descarga, será, 2.5 metros.

Sistema de almacenaje de subproducto

Para almacenar el subproducto se proyecta un sistema de tabiques de contención de hormigón armado, con una altura de 1.5 metros. Y un ancho de 0.5 metros capaz de soportar el empuje de la masa de granos de soja utilizados en la extracción y almacenados en pila o montón para su posterior venta.

La planta del sistema de tabicaje estará formada por un muro de extensión, 10 metros, franqueado por otros dos en los extremos, formando un ángulo con el primero de 90°, y de 5 metros de longitud.

8.2.- Equipos auxiliares

Conducciones de sólidos

En general, el transporte de los granos de soja durante todo el proceso se realizará, mediante la utilización de tornillos “sin fin”.

Un total de cuatro, excluidos los pertenecientes a la tolva de recepción y al extractor, con sus respectivas características, formarán el sistema de circulación de sólidos. Para todos ellos, existen unas mismas dimensiones y conceptos, a saber,

- Tornillos “sin fin” de hélices continuas
- Acero inoxidable ASTM AISI-316 L
- Diámetro de paletas, 0.23 m.
- Diámetro de tubería, 0.0653 m.
- Paletas de 6.35 mm.
- Diámetro de ejes, 50.8 mm.
- Centros de barras de suspensión, 3.05 m.
- Velocidad 8 rpm.
- Capacidad de torsión máx., 87.6 Kg. m.
- Diámetro de sección de alimentación, 0.152 m.

Y particularizando en cada uno de los cuatro encontramos,

Tornillo descarga en extractor

Con una inclinación de 60°, tendrá una longitud total de 11.5 metros y una potencia de 1.07 CV.

Tornillo descarga final

Con una inclinación de 36°, contará con 7 metros de longitud y 0.43 caballos de vapor.

Tornillo de recirculación I (alimentación de silo)

Inclinado 45°, tendrá una potencia de 0.43 caballos de vapor y una longitud de 4.3 metros.

Tornillo de recirculación II (descarga de silo)

Horizontal, tendrá una potencia de 0.43 CV. Y una longitud de 3 metros.

Conducciones de fluidos

Dentro de conducciones se recogerá el conjunto formado por, tuberías, válvulas y accesorios. Todo este conjunto estará fabricado en acero inoxidable ASTM AISI-316 L.

Conducción de descarga de tanque de almacen. de disolv. (L-1001)

Conducción que transporta el disolvente desde el tanque en el que se almacena hasta la unión con el disolvente recirculado. Tendrá un diámetro nominal de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Esta diseñada para que circule un caudal de 1.25 m³ a la hora. Los accesorios que posee son, salida de deposito, empalme "T", cuatro codos de 90° estándar, válvula de regulación de caudal y válvula de retención.

Conducción de alimentación al extractor (L-1002)

Conducción que transporta el disolvente desde la unión que mezcla el disolvente recirculado y el nuevo hasta el extractor. Tendrá un diámetro nominal de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Esta diseñada para que circule un caudal de 1.25 m³ a la hora. Los accesorios que posee son, cuatro entradas en deposito de $\frac{3}{8}$ de pulgada, un empalme "T" reductora $\frac{3}{4}$ a $\frac{3}{8}$, dos empalmes "T", una válvula de regulación de caudal y una válvula de retención.

Conducción de descarga del extractor (LP-1001)

Conducción que transporta la disolución producto desde la salida del extractor hasta la entrada en el evaporador. Tendrá un diámetro nominal de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Esta diseñada para que circule un caudal de

1.238 m³ a la hora. Los accesorios que posee son, salida de deposito, dos codos de 90° estándar, válvula de regulación de caudal, válvula de retención y ensanche de ¾ a 1 pulgada ($\alpha = 30^\circ$).

Conducción de descarga de producto del evaporador (LPC-1001)

Conducción que transporta el producto concentrado desde la salida del evaporador hasta el deposito de almacenaje del mismo. Tendrá un diámetro nominal de 1/8 de pulgada. Esta diseñada para que circule un caudal de 0.0012 m³ a la hora. Los accesorios que posee son, salida de deposito, tres codos de 90° estándar, válvula de regulación de caudal, válvula de retención y entrada en deposito.

Conducción de carga para transporte (LPC-1002)

Conducción que transporta el producto concentrado desde la salida del deposito de almacenaje del mismo hasta un punto de carga de producto. Tendrá un diámetro nominal de ¾ de pulgada. Esta diseñada para que circule un caudal de 1 m³ a la hora. Los accesorios que posee son, salida de deposito, dos codos de 90° estándar, válvula de regulación de caudal.

Conducción de descarga de disolvente puro del evaporador (G-1001)

Conducción que transporta el vapor de disolvente desde la salida del evaporador hasta el aerorefrigerador. Tendrá un diámetro nominal de ¾ de pulgada. Esta diseñada para que circule un caudal de 1.237 m³ a la hora. Los accesorios que posee son, salida de deposito, un codo de 90° estándar, válvula de regulación de caudal, válvula de retención.

Conducción de descarga de disolv. puro del aerorefriger. (L-1003)

Conducción que transporta el disolvente recirculado desde la salida del refrigerador por aire hasta la unión con el disolvente procedente del deposito de almacenaje. Tendrá un diámetro nominal de ¾ de pulgada. Esta diseñada para que circule un caudal de 1.237 m³ a la hora. Los accesorios que posee son, dos codos de 90° estándar, un empalme "T", una válvula de regulación de caudal, válvula de retención.

Equipos de impulsión de fluidos

Bomba de descarga de tanque de almacen. disolvente (P-1001)

Bomba centrífuga horizontal, no autocebante, multicelular con boca de aspiración axial y boca de descarga radial. Con una velocidad de 2900 rpm., y un caudal nominal de 2.5 m³/h.. Su altura nominal es de 19 metros. Tanto cuerpo como impulsor, son de acero inoxidable 1.4401 DIN W.- Nr. 316 AISI. Con una presión máxima de trabajo de 10 bar. Su potencia es de 500 vatios, se conecta a red a 230 voltios con una frecuencia de 50 Hz., y una intensidad de corriente que va desde 2.2 a 2.7 amperios.

Bomba de alimentación del extractor (P-1002)

Bomba dosificadora de membrana con motor sincrónico incorporado. Con una capacidad máxima de 2.5 l/h.. Su presión máxima de trabajo de 11 bar. Tanto cuerpo como válvula de bola, son de acero inoxidable 1.4401 y de la junta FKM. Con una presión máxima de trabajo de 10 bar. Su potencia es de 16 vatios, se conecta a red a 230 voltios con una frecuencia de 50 Hz., y una corriente nominal de 0.1 A.

Bomba de alimentación del evaporador (P-1003)

De las mismas características que la bomba P-1001.

Bomba de descarga de producto concent. del evaporador (DP-1001)

De las mismas características que la bomba P-1001.

Bomba de descarga de tanque de almacen. producto (P-1005)

De las mismas características que la bomba P-1001.

Bomba de recirculación (P-1004)

De las mismas características que la bomba P-1001.

Soplante de recirculación (S-1001)

Soplante de canal lateral, capaz de impulsar 1500 litros a la hora de vapor de etanol.

9. Seguridad e higiene industrial

En el sistema recoge dos sustancias como materia prima para la obtención de extractos ricos en isoflavonas, una de ellas, el disolvente etanol, es fácilmente inflamable, además de tóxico. Por ello se debe tener en cuenta una serie de factores de seguridad para prevenir accidentes y evitar en la mayor medida posible, las consecuencias de los mismos.

9.1.- Riesgo por contacto con disolvente

Un breve contacto directo con etanol no produce consecuencias negativas, en cambio, puede provocar problemas en la salud, si el contacto es excesivo o reiterado.

Por tanto, para el manejo de ésta sustancia es necesario utilizar bata y lentes de seguridad, en un área bien ventilada. Cuando el uso es constante, es conveniente utilizar guantes. No utilizar lentes de contacto al trabajar con este producto.

Riesgos a la salud

El etanol es oxidado rápidamente en el cuerpo a acetaldehído, después a acetato y finalmente a dióxido de carbono y agua, el que no se oxida se excreta por la orina y sudor.

En la inhalación, los efectos no son serios siempre que se use de manera razonable. Una inhalación prolongada de concentraciones altas (mayores de 5000 ppm) produce irritación de ojos y tracto respiratorio superior, náuseas, vómito, dolor de cabeza, excitación o depresión, adormecimiento y otros efectos narcóticos, coma o incluso, la muerte. Un

resumen de los efectos de este compuesto en humanos se dan a continuación, en la **tabla 9.1.**,

Concentración en el aire (mg / l)	Efecto en humanos
10 – 20	Tos y lagrimeo que desaparecen tras 5 o 10 min.
30	Lagrimeo y tos constantes, puede ser tolerado aunque molesto
40	Tolerable sólo en periodos cortos
> 40	Intolerable y sofocante aún en periodos cortos

Tabla 9.1.- Efecto en humanos propiciados por etanol, según su concentración en aire.

En el contacto con los ojos, presenta irritación solo en concentraciones mayores a 5000 a 10000 ppm.

En contacto con la piel el líquido puede afectarla, produciendo dermatitis caracterizada por resequedad y agrietamiento.

En la ingestión, si la dosis es grande provoca envenenamiento alcohólico, mientras que si es constante, alcoholismo. También se sospecha que la ingestión de etanol aumenta la toxicidad de otros productos químicos presentes en las industrias y laboratorios, por inhibición de su excreción o de su metabolismo, por ejemplo: 1,1,1-tricloroetano, xileno, tricloroetileno, dimetilformamida, benceno y plomo. La ingestión constante de grandes cantidades de etanol provoca daños en el cerebro, hígado y riñones, que conducen a la muerte.

Carcinogenicidad: No hay evidencia de que el etanol tenga este efecto por el mismo, sin embargo, algunos estudios han mostrado una

gran incidencia de cáncer en laringe después de exposiciones a alcohol sintético, con sulfato de dietilo como agente responsable.

No se ha encontrado efecto mutagénico en estudios con *Salmonella*, pero si se han obtenido, algunos cambios, en ratas macho tratados con grandes dosis de este producto.

También puede influir en la reproducción ya que existen evidencias de toxicidad al feto y teratogenicidad en experimentos con animales de laboratorio tratados con dosis grandes durante la gestación. El etanol induce el aborto.

Primeros auxilios

Ante la inhalación, trasládese a la víctima a un lugar ventilado, aplicándole respiración artificial si ésta es dificultosa, irregular o no hay. Proporcionar oxígeno. Para el contacto con los ojos, lávese inmediatamente con agua o disolución salina de manera abundante, impidiendo además que los párpados se cierren. Si es la piel la que contacta con el disolvente, elimínese la ropa contaminada y lávese la piel con agua y jabón. Si por el contrario se ingesta no inducir el vómito y beber agua abundantemente. En todos los casos de exposición, el paciente debe recibir ayuda médica tan pronto como sea posible.

9.2.- Riesgo de incendio y explosión

Por ser un producto inflamable, los vapores pueden llegar a un punto de ignición, prenderse y transportar el fuego hacia el material que los originó. Los vapores pueden explotar si se prenden en un área cerrada y pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente. Los productos de descomposición son monóxido y dióxido de carbono.

Llegados a este punto se describe el sistema general contra incendios de la planta. Cualquier equipo instalado para la lucha contra incendios cumplirá con el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios”, incluido en el R.D. 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1993.

Sistemas de detección y alarma

La instalación de estos equipos se realizará por instaladores debidamente autorizados.

Sistemas automáticos de detección de incendios

Los sistemas automáticos de detección, sus características y especificaciones se ajustarán a la norma UNE 23007. Se someterán a las revisiones de conservación que se establecen en el Apéndice II del R.D. 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1993, donde se determina el tiempo máximo que debe transcurrir entre dos revisiones o inspecciones consecutivas.

Sistemas manuales de alarma de incendios

Los sistemas manuales de alarmas de incendios, sus características y especificaciones se ajustarán a la norma UNE 2007. Estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada. Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar el pulsador, no supere los 25 metros, y además deben estar preferentemente cercanos a una salida, o en dirección a la misma. Debido a ello se instalarán 8 pulsadores de alarma. Se someterán a las revisiones de conservación que se establecen en el Apéndice II del R.D. 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1993, donde se determina el tiempo máximo que debe transcurrir entre dos revisiones o inspecciones consecutivas.

Extintores de incendio

Los extintores de incendio, sus características y sus especificaciones se ajustarán al “Reglamento de Aparatos a Presión” y a su Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5.

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m sobre el suelo. Se ubicará un extintor de polvo químico en cada lugar donde se instale un pulsador de alarma. En el edificio de reactivos se instalará uno en cada planta.

Todos los extintores se someterán a las revisiones de conservación que se establecen en el Apéndice II del R.D. 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1993, donde se determina el tiempo máximo que debe transcurrir entre dos revisiones o inspecciones consecutivas.

Bocas de incendio equipadas (BIE)

La instalación de estos equipos se realizará por instaladores debidamente autorizados.

Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido, de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 metros sobre el nivel del suelo.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 metros de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 metros. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 metros. Se instalarán ocho BIE en toda la planta. Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

Se propone una instalación en anillo con tomas de agua de gran caudal. El anillo estará conectado a la red de agua municipal. Se empleará como apoyo (en caso de que se cortase el suministro o el caudal demandado no pudiera ser cubierto) el tanque de agua regenerada.

Antes de su puesta en servicio, se someterán a pruebas de estanqueidad y resistencia mecánica, cumpliendo con lo establecido en el Apéndice I del R.D. 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1993. Todas las BIE se someterán a las revisiones de conservación que se establecen en el Apéndice II del R.D. 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1993, donde se determina el tiempo máximo que debe transcurrir entre dos revisiones o inspecciones consecutivas.

Plan de emergencia contra incendios

Además de los citados equipos contra incendios, es necesaria la existencia de un documento que detalle y planifique su uso, para de este modo asegurar la correcta actuación y el debido funcionamiento de los mismos en caso de incendio.

Este documento deberá ponerse en conocimiento de todo el personal que pueda verse involucrado, y será elaborado según lo establecido por el "Manual de autoprotección para el desarrollo del Plan

de Emergencia contra Incendios y Evacuación en locales y edificios” (BOE de 26 de febrero de 1985).

Este documento deberá contemplar la evaluación del riesgo en la planta, los medios de protección existentes, el plan de emergencia a poner en práctica en cada caso y lo referente a la implantación.

9.3.- Riesgo eléctrico

La electricidad es potencialmente una fuente de riesgo, pero afortunadamente el número de accidentes eléctricos en la industria es bajo en comparación con otros accidentes. Esta situación puede deberse al resultado de un alto nivel de diseño y construcción de las instalaciones y aparatos eléctricos y de un mantenimiento eficaz. Se ha observado que cuando el equipo es de calidad pobre o cuando el mantenimiento se realiza por trabajadores no experimentados o negligentes, la probabilidad de un accidente eléctrico es más pronunciada.

La estadística demuestra, que aunque los accidentes eléctricos por lo general suponen una pequeña proporción de todos, en cualquier campo particular (ya sea en el hogar o en la industria), el porcentaje de accidentes eléctricos que resultan mortales es, a menudo, bastante alto.

Hay que pensar que la electricidad no es habitualmente perceptible por ninguno de nuestros sentidos, no tiene olor, no se detecta por vista, no es sensible al gusto, ni generalmente al oído, ni tampoco al tacto, a no ser que el operador ofrezca un segundo punto de contacto de potencial diferente permitiendo así a la corriente atravesar su cuerpo.

Existen dos tipos de contactos con la electricidad:

Contactos directos

En los que el operario entra en contacto físico con elementos (cable, enchufes,...) por donde pasa corriente.

La prevención de estos contactos puede hacerse con medidas como:

- Aislamiento de las partes activas
- Alejamiento de las partes activas de la instalación
- Interposición de obstáculos que impidan el acercamiento del operario al foco de peligro.

Contactos indirectos

En los que el operario entra en contacto con elementos conductores puestos ocasional o accidentalmente en tensión eléctrica.

Para la protección contra los contactos indirectos:

- Disposición que impida el paso de corriente por el cuerpo humano
- Limitación de la intensidad que pudiera circular a un valor no peligroso
- Corte automático de la corriente cuando exista un defecto de aislamiento del circuito

Para conseguir estos objetivos, se seguirán medidas como:

- Separación de circuitos.
- Empleo de tensiones de seguridad: 50 v(locales secos); 24 v (locales húmedos o mojados) 0 12 v (condiciones de inmersión).
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección (doble aislamiento).
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Conexiones equipotenciales.
- Dispositivos de corte por tensión de defecto.

- Puesta a tierra de las masas, asociadas a dispositivos de corte por intensidad de defecto (diferenciales).

9.4.- Riesgo de vertido

Si debido a una fuga, derrame o problema en alguno de los dos depósitos que contienen etanol, de almacenaje de disolvente y de producto concentrado, se produce un vertido, en primera instancia, responderían las balsas construidas alrededor, con el fin de estancar el fluido en un recinto cerrado.

Si éste accidente ocurriera en cualquier otro equipo, o en los anteriormente mencionados, se tomarán unas medidas de seguridad generales, como, la de no inhalar los vapores y proceder a la ventilación del lugar. Evitar la incorporación de éste fluido a las canalizaciones de desagüe, intentar recoger con materiales absorbentes, proceder a su eliminación (residuos) y aclarar. Si el derrame fuera de medio o grande dimensión, contactar lo antes posible con los equipos de emergencia.

9.5.- Prevención de riesgos laborales

El diseño del sistema debe tener en cuenta la normativa de obligado cumplimiento (Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y sus Reglamentos) y las recomendaciones del INSHT. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo).

Se han seguido para la realización del proyecto los principios de acción preventiva que se describen en el artículo 15 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo a los principios básicos de prevención de riesgos laborales, en la fase de proyecto de una instalación es donde mayor

efectividad y menor coste tienen las medidas destinadas a evitar que el trabajo tenga consecuencias negativas sobre los trabajadores. Las medidas que se proponen previamente al proceso de construcción son por ello muy importantes.

En cuanto a los riesgos relacionados con la manipulación y almacenamiento de reactivos, los depósitos comerciales que contienen los productos químicos necesarios para el pretratamiento del agua de mar, se colocarán dentro de cubetos con capacidad suficiente para contener todo el volumen de los mismos en caso de rotura. Señalar que en el capítulo 11 de los anexos a la memoria, se recogen las fichas de seguridad de todos los reactivos que se utilizan.

A continuación se enumeran las medidas de seguridad adoptadas en los equipos que suponen algún tipo de riesgo para los trabajadores:

- Ruido. El nivel de ruido será un factor a tener en cuenta durante la elección de las máquinas. Los focos de ruido se reducirán en la medida de lo posible.
- Quemaduras. Todo equipo o tubería que esté a una temperatura que pueda provocar quemaduras por contacto deberá estar aislado convenientemente, o no será posible su acceso.
- Riesgo eléctrico. Todos los sistemas eléctricos contarán con protecciones frente a contactos directos (mediante aislamientos) o indirectos (mediante toma de tierra y corte por intensidad de defecto).
- Agresiones físicas, tales como cortes, atrapamientos y aplastamientos. Todas las partes en movimiento de los equipos estarán dotadas de dispositivos de protección de seguridad que impidan el acceso a partes peligrosas de las máquinas.
- Riesgo de caídas. Para evitar este tipo de accidente, se han dispuesto en las distintas unidades barandillas y suelos de rejilla.

También se recomienda al personal de la planta el uso de calzado antideslizante.

Existen muchos otros riesgos de menor importancia que no pueden preverse hasta que la planta esté construida y en operación. Se realizará una Evaluación Inicial de Riesgos, mediante la que se detectarán y valorarán los posibles riesgos, y se propondrán medidas correctoras encaminadas a su eliminación o reducción al mínimo. La formación continua de los operarios es fundamental.

Durante la fase de construcción de la planta se redactará el Plan de Seguridad y Salud de la Obra para identificar los peligros en la construcción, adoptando medidas de prevención y protección oportunas.

Cabe destacar, el uso de mascarillas, guantes, gafas protectoras, botas aislantes y el imparto de cursos de formación sobre el manejo del disolvente y carga sólida, además de los distintos equipos, a los trabajadores.

10. Impacto ambiental

Cualquier proyecto de ingeniería necesita, para poder ejecutarse, un pronunciamiento favorable por parte de la autoridad competente de Medio Ambiente, en forma de Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

En dicha DIA se determina respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada, y en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Para que la administración pueda pronunciarse, es necesario realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que conduce a la elaboración de un documento técnico encaminado a predecir las consecuencias de la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente y establecer las pertinentes medidas correctoras. Dicho documento se denomina Estudio de Impacto Ambiental.

Aunque la realización del EIA de un proyecto como éste es una tarea compleja e interdisciplinar, y por tanto requiere la participación de varias personas, se presentarán a continuación los aspectos e impactos ambientales más importantes asociados al mismo.

Vertidos

Existen distintos tipos de vertidos en el sistema de extracción de isoflavonas de la soja, que se resumen aquí:

- Agua de lavado de los distintos equipos (una vez al año), y del aseado periódico de la instalación.
- Productos de limpieza de los lavados anteriormente descritos. Se realiza con detergentes de naturaleza biodegradable.

Emisiones

Las emisiones de CO₂, NO_x y otros componentes derivados de la combustión de las centrales térmicas, al consumir el sistema energía eléctrica, debe asociarse a esta planta extractora, a excepción de si se consume energía renovable.

Ruido

Hay que destacar la contaminación acústica de sistema, que debe ser mencionada debido a su relativa cercanía a zonas habitadas.

11. Mantenimiento de los equipos

Se incluye en el presente proyecto un plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones, que se distingue en tres etapas. No obstante se hace necesario un mantenimiento de tipo predictivo, con el fin de localizar los problemas, lo más rápida y eficazmente posible. Éste último tipo de mantenimiento, está muy relacionado con el control automático del sistema y el seguimiento “in situ” de las distintas condiciones de operación.

11.1 Fase primera

Se realizará antes de la puesta en marcha cada año, exceptuando, la inicial, donde todos los equipos son nuevos y se les presupone aptos al pasar las pruebas de funcionamiento del fabricante. Éste mantenimiento es puramente preventivo.

Las conducciones y equipos de impulsión, al estar en parada durante 35 días, antes de la puesta en marcha,, serán sometidos a limpieza con agua, esto además verificará el correcto funcionamiento de los mismos.

Idéntico proceso, se llevará a cabo en los depósitos, tolvas y extractor, verificando el funcionamiento de sus válvulas.

En el caso del aerorefrigerador y evaporador, se someterán a prueba sus conexiones. Se prestará especial atención, a su limpieza, pues el desarrollo de incrustaciones o acumulaciones, disminuye el rendimiento de éstos equipos.

11.2.- Fase segunda

Durante el funcionamiento de los distintos equipos, a lo largo del periodo de producción, y debido a las condiciones de operación, puede ocurrir que se presente un mal funcionamiento en alguno de ellos, que exponga a daños, al resto. Por ello, diez veces durante la temporada de funcionamiento, cada 33 días, tendrá lugar el análisis de los equipos, mediante la inspección visual exterior de las soldaduras y conexiones, con el objetivo de localizar posible fugas. Y análisis mediante ultrasonidos, para localizar posibles ataques de corrosión a la chapa.

11.3.- Fase tercera

Ésta fase ocurrirá una vez terminado el proceso productivo del sistema, con todos los equipos, vacíos y no operativos. Es necesario para realizar con corrección ésta sección del mantenimiento preventivo, el ir recopilando datos de cada equipo, donde se muestren todas sus incidencias, reparaciones e inspecciones realizadas, además de los datos referentes al diseño constructivo, planos, materiales, vida en servicio, etc, de los mismos.

Se estudiará y analizará el tipo de daño o deterioro esperado y su posible relación en base a las distintas condiciones de operación, o situación en planta. Por ello se consultarán guías de inspección, bibliografía, experiencias propias y ajenas, etc.

Habrá que prever los medios y equipos requeridos, tanto los de inspección, como los de reparación, estableciendo un plan detallado dónde se indiquen fechas, tiempos, recursos, actividades, etc.

Se realizarán inspecciones visuales, atendiendo a zonas corroídas, daños en soldadura, superficies en erosión, etc.

Con especial atención al estado de las soldaduras, se examinarán, para su inspección más profunda con métodos como, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, y ultrasonidos.

Para comprobar la integridad de cualquiera de los depósitos, a la hora de comprobar la existencia o no de fugas, se podrá recurrir al uso de la caja de vacío.

0. Introducción

Los cálculos justificativos que se presentan a continuación, se han originado a partir de una base de cálculo y de, por supuesto, las condiciones de operación.

Ésta base de cálculo tiene en cuenta, el tratamiento a la hora de 1000 kilogramos de granos de soja, con el volumen correspondiente de etanol (1250 litros), según condiciones de operación del sistema.

1. Materias primas y producto

1.1.- Consumo de materia prima

Granos de soja

Se ha proyectado un extractor de isoflavonas de soja, el cual realizará un trabajo diario de 24 horas, durante 330 días al año, es decir, el depósito extractor, funcionará ininterrumpidamente 7920 horas al año, o lo que es lo mismo, en una temporada.

Debido a una de las condiciones de operación, ya mencionada, el tiempo de contacto, el extractor recibirá cada 20 minutos, 333.3 kilogramos de granos de soja, a los que se les efectuará una percolación por inmersión. Teniendo en cuenta que cada lote de 1 tonelada de granos de soja, tarda en ser procesado 1 hora y que se recircula cinco veces más, para así llegar a extraer las isoflavonas deseadas, según la cantidad

inicial estipulada en el contrato con el proveedor, trabajamos con la misma tonelada de soja durante 6 horas, por tanto al día necesitamos 4 toneladas de materia prima sólida.

$$N^{\circ} \text{ extracc. temporada} = N^{\circ} \text{ extracc. diarias} \cdot N^{\circ} \text{ dias temporada} = 24 \cdot 330 = 7920$$

Aunque es preciso matizar, que sólo cada 6 extracciones, consumiremos 1 tonelada nueva de granos de soja, así calculamos la carga anual de soja,

$$N^{\circ} \text{ extracc. soja nueva} = \frac{N^{\circ} \text{ extracc. totales}}{N^{\circ} \text{ extracc ciclo}} = \frac{7920}{6} = 1320$$

Luego en tan sólo 1320 extracciones, estaremos consumiendo, realmente, granos de soja, el consumo anual es por consiguiente de 1320 toneladas de granos de soja.

	Masa soja (kg)	Tiempo de trabajo (h)
Carga por extracción	1000	1
Carga por ciclo	6000	6
Carga diaria	24000	24
Carga anual	7920000	7920
Consumo real por ciclo	1000	6
Consumo real diario	4000	24
Consumo real anual	1320	7920

Tabla 1.1.- Consumo de soja en el sistema.

Alcohol etílico

Del apartado anterior, se obtiene el número de extracciones totales en una temporada. En cada extracción se van a utilizar 1250 litros de

etanol como disolvente a la hora, por ello, el volumen total a aportar al extractor de alcohol etílico, viene dado por,

$$Carga_{total} = N^{\circ} extracc. total \cdot Carga_{1 extracc.} = 7920 \cdot 1250 = 9.9 \cdot 10^6 \text{ l EtOH}$$

Se diseña una recuperación de etanol del 99.9 %, con lo cual, el ahorro de alcohol etílico, va en ése orden.

Salvo en la primera extracción, en el resto se debe añadir un volumen de disolvente de 0.454 litros, debido fundamentalmente a que el producto concentrado utiliza como soporte parte del etanol. Exceptuando el primer ciclo de 6 extracciones, en los restantes, se debe añadir un volumen de 12.5 litros, por las siguientes causas, pérdidas por vaporización del disolvente y por retención del mismo en los sólidos. La suma de ambas pérdidas se ha estimado en un 1 %, siendo la segunda causa, mucho más significativa que la primera.

Luego se puede decir,

$$Volumen\ añadido_{extracción} = 0.454 \text{ l}$$

$$V_{añad}_{ciclo\ extrac} = (0.454 \text{ l/h} \cdot 6 \text{ h/ciclo}) + 12.5 \text{ l/ciclo} = 15.224 \text{ l}$$

Pudiendo calcular, el volumen que es necesario añadir cada día de trabajo, a los 1250 litros iniciales.

$$Volumen\ añadido_{diario} = 4 \text{ ciclos} \cdot 15.224 \text{ l/ciclo} = 60.896 \text{ l}$$

$$Volumen\ añadido_{anual} = 60.896 \text{ l} \cdot 330 \text{ días/año} = 20097 \text{ l}$$

Por tanto podemos concluir, que el volumen necesario, para operar con el sistema durante 330 días (temporada), es el volumen a añadir anualmente, más los litros de carga inicial, en el extractor, o sea,

$$V_{total\ necesario} = V_{añadir\ anual} + V_{carga\ inicial} = 20097 + 1250 = 21347 \text{ l EtOH}$$

1.2.- Evaluación del producto

La evaluación del producto, es interesante realizarla en dos puntos distintos, a la salida del extractor y a la salida del evaporador. Siendo ésta última la valoración a tener en cuenta en el apartado económico.

Evaluación del producto a la salida del extractor

En la planta opera un extractor, del cual se obtiene una disolución muy diluida de disolvente e isoflavonas. La fracción másica que el sistema obtenga de éstos productos naturales, dependerá de muchos factores. No sólo son condiciones de operación, sino características básicas del grano de soja con el que se trabaje, procedencia, homogeneidad, etc.

A la hora de diseñar todo el proceso, se ha teniendo en cuenta la cantidad de 400 gramos de isoflavonas a extraer, en una hora y al tratar 1 tonelada de éstos granos con 1250 litros de disolvente, que se deseaba. Esto es así, basándose en todo momento en las condiciones de operación, y en algo muy importante: a la hora de contratar con el proveedor, la cantidad necesaria de soja, se ha acordado, una trazabilidad en el contenido de isoflavonas iniciales, esto es, se ha pactado, que los granos de soja comercializados, contengan como mínimo, la cantidad de 2500 microgramos por gramos de soja en su conjunto.

Por ello, en el momento, en el que el proveedor, no vende lo que está contratado, el negocio se rompe. Pasando a abastecerse de otra empresa. Con éste fin se realizarán análisis periódicos, por parte de un laboratorio contratado por la planta.

Luego teniendo en cuenta, lo anteriormente mencionado, como medida estándar, estaremos empleando en la extracción, un grano de soja con una fracción másica de 0.0025 %.

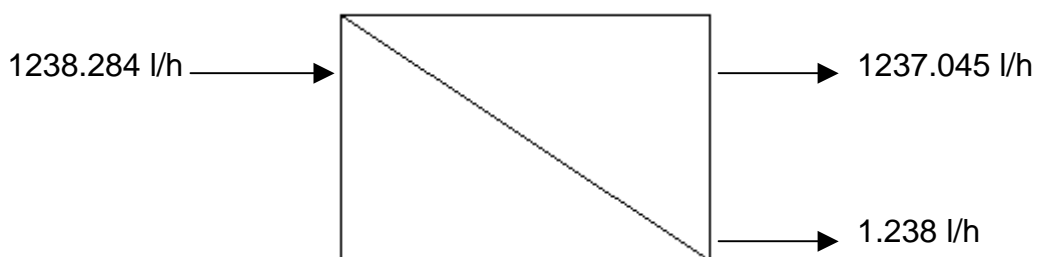
Y a la salida del extractor, la concentración de isoflavonas en la disolución diluida, es de 0.323 gramos por litro.

Evaluación del producto a la salida del evaporador

En el evaporador se conseguirá la recirculación de un 99.9 % del etanol que entra en el mismo. Luego reduciremos el volumen de líquido en dicho porcentaje, concentrándolo, y dando lugar a una serie de beneficios, el más importante sin duda, el económico.

Considerando que al evaporador llega un 99 % del disolvente empleado en el proceso de percolación, debido a la retención de etanol por parte del líquido, y a las pérdidas por vaporización, la alimentación de éste concentrador es de 1238.284 litros a la hora.

Si una de las corrientes de salida es un 0.1 % de la alimentación, el caudal de dicho efluente es de 1.238 litros a la hora.



Conociendo que por una de las corrientes todo lo que sale es disolvente, podemos conocer la concentración final de nuestro producto.

$$[\text{Isoflavonas}]_{\text{final}} = \frac{\text{Masa}_{\text{isoflavonas}}}{\text{Volumen}_{\text{disolución}}} = \frac{400}{1238} = 323 \text{ gr./l}$$

Por tanto, si se realizan un total de 7920 extracciones en una temporada, el volumen total de producto concentrado será,

$$\text{Volumen producto}_{\text{final}} = \text{N}^{\circ} \text{ extracciones}_{\text{total}} * \text{volumen producto}_{\text{cada extrac.}}$$

$$\text{Volumen producto}_{\text{final}} = 7920 * 1.238 = 9805 \text{ litros}$$

Con una carga de 3168 Kg. de isoflavonas.

2. Diseño mecánico de recipientes

2.1. Diseño mecánico del extractor

Para el diseño del extractor se ha supuesto que el cuerpo del deposito es completamente cilíndrico, quedando perfectamente definido por la altura y el diámetro.

$$\text{Volumen cilindro} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H$$

A la hora de comenzar a calcular el volumen del extractor, tan solo conocemos el tiempo de retención y las cantidades de materia prima que ingresan por hora; a continuación se detalla el proceso de selección de las dimensiones del deposito extractor.

Cada hora el deposito recibirá una tonelada de soja y 1250 litros de disolvente. Al tomar como base de calculo una hora y tener como

condición de operación un tiempo de residencia del sólido en el disolvente de 20 minutos, se diseña un rotor con tres palas que gire a una revolución por minuto. De esta manera, se asegura el sistema de cumplir con el tiempo de retención.

Por consiguiente, cada pala recorrerá 120° en 20 minutos, es decir, $1/3$ de vuelta en el que debe empujar 333.3 Kg. de soja (densidad de la soja 850 kg/m^3), es decir, 0.392 m^3 . Además de agitar 416.6 litros de alcohol etílico. Por tanto, para hallar el volumen del cilindro, cuyo tercio contenga 0.392 mas 0.416 m^3 , multiplicamos el área transversal del deposito por tres, tomando una longitud del mismo de 2 metros (relación α baja, equipo compacto, y ajuste a virola comercial) y un aumento del volumen en un 10 %, para evitar la inundación del tornillo, en casos de accidentes debidos a un mayor caudal de disolvente o granos de soja.

$$V_{\text{cilindro}} = (A_{\text{transversal}} \cdot L) + 10\%$$

$$V_{\text{depósito cilíndrico}} = 3 \cdot V_{\text{cilindro}} = (3 \cdot A_{\text{transversal}} \cdot L) + 10\% = A_{\text{transversal depósito cilíndrico}} \cdot L$$

$$A_{\text{transversal depósito cilíndrico}} = \frac{V_{\text{depósito cilíndrico}}}{L} = \left(3 \cdot \frac{(0.392 + 0.416)}{2} \right) + 10\% = 1.31 \text{ m}^2$$

Hay que tener en cuenta que este área obtenida, no es el área transversal del deposito estrictamente hablando; dentro del cilindro y ocupando un volumen, se encuentra el tubo del tornillo "sin fin". Luego, el área a dividir entre tres es el área de una corona con dos diámetros, el del tornillo y el del deposito. Conocido el área, se halla el radio interior, mínimo, que debe tener el depósito del extractor. El diámetro externo del tubo mencionado es 1 cm mayor al diámetro de las aletas del tornillo, es decir, 0.24 metros más dos debido a espesor.

$$A_{\text{transversal depósito cilíndrico}} = A_{\text{corona}} = A_{\text{mayor}} - A_{\text{menor}} = \pi \cdot (R^2 - r^2)$$

$$A_{\text{corona}} = \pi \cdot \left(R^2 - \left(\frac{0.24^2}{4} \right) \right) = 1.31 \text{ m}^2$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{0.24^2}{4}\right) + \left(\frac{A_{\text{corona}}}{\pi}\right)} = 0.75 \text{ m}$$

Además con el área, y la distancia deseada (15 cm), entre el eje del tornillo y la superficie externa de la carga, podemos encontrar, el nivel que tendrá la carga en el interior del tanque percolador horizontal, igualándolo al área de un segmento circular de radio el área para un tercio de la corona.

$$A_{\text{segmento}} = \frac{A_{\text{corona}}}{3}$$

$$A_{\text{segmento}} = A_{\text{sec tor}} - A_{\text{triángulo}}$$

$$A_{\text{sec tor}} = n \cdot A_{\text{circulo}} = n \cdot \pi \cdot R^2$$

$$A_{\text{triángulo}} = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2}$$

Aplicando el teorema de Pitágoras, se conoce la base del triángulo,

$$\text{Base} = \sqrt{R^2 - \text{altura}^2} = \sqrt{0.75^2 - 0.15^2} = 0.735 \text{ m}$$

$$n = \left(\frac{\left(\frac{1.31}{3}\right) + \left(\frac{0.735 + 0.15}{2}\right)}{\pi \cdot 0.735^2} \right) = 0.27$$

$$\frac{0.27 \cdot 360}{1} = 97.5^\circ$$

Aumentamos el radio obtenido al apreciar que existe poca distancia entre el nivel de carga y la parte superior del tornillo “sin fin”, la cual se encuentra abierta para recoger los granos de soja. El radio a utilizar queda en 75 cm. Y el volumen neto del extractor se fija en 2.53 m³.

En cuanto a las palas sabemos que son tres, espaciadas 120° unas de otras, de material acero inoxidable ASTM AISI-316 L (densidad del acero inoxidable 7.8 gr/cm³).

Para conocer el ancho de estas palas restamos el radio del tubo que soporta el tornillo al radio interior del depósito extractor. El diámetro exterior del tubo mencionado es 1 cm mayor al diámetro de las aletas del tornillo más 2 debido al espesor, es decir, 0.26 metros.

$$Ancho_{pala} = R_{depósito\ cilíndrico} - r_{tornillo} = 0.75 - 0.26 = 0.49\ m$$

El espesor de las aletas será de 1 cm, y contarán con el apoyo de tres refuerzos, que eviten el pandeo, dos en los extremos y uno en el centro. Estos refuerzos en forma pseudo triangular tendrán 3 cm de espesor y la base recorrerá 55° desde el eje del cilindro (depósito percolador).

Cada aleta tendrá 863 agujeros de 6 mm de diámetro y en disposición triangular con un paso 25 mm, con el fin de poder recoger los granos de soja y escurra el disolvente.

Por tanto, el área útil de una pala es,

$$A_{pala} = base \cdot altura = 2 \cdot 0.49 = 0.98\ m^2$$

$$A_{agujeros} = N^{\circ} agujeros \cdot A_{agujero} = 863 \cdot \left(\pi \cdot \frac{0.006^2}{4} \right) = 0.0244\ m^2$$

$$A_{\text{útil pala}} = A_{pala} - A_{agujeros} = 0.98 - 0.0244 = 0.9556\ m^2$$

De mucho interés son las resistencias que servirán para calentar y mantener la temperatura de operación aproximadamente constante (± 5 °C), en el interior del depósito extractivo.

Salvo en la primera extracción, la de puesta en servicio, en la que ninguna de las dos corrientes recibe calor previo a la entrada en extractor para favorecer la percolación, en el resto, es decir en las 7919 extracciones restantes, el fluido disolvente se acondiciona térmicamente antes de introducirlo en el equipo extractor, mientras que los granos de soja, si son nuevos, estarán a temperatura ambiente (20 – 25 °C), en cambio, si éstas son recirculadas, la temperatura a la que se encuentren será algo mayor.

Para diseñarlas, se toma como punto de partida la peor situación posible, la que represente una mayor necesidad de resistencias de alta potencia, ésta es la de puesta en servicio, aunque por representar tan sólo el 0.012 % de las extracciones, no se tendrá en cuenta. Ahora quedan dos situaciones posibles, en la más crítica, se da en un 17 %, los granos de soja tienen una temperatura de unos 20 °C.

Los granos se mezclan y se ponen en contacto con disolvente, que llegado del aerorefrigerador y gracias a los aislantes en las conducciones, se encuentra a unos 60 °C. Por consiguiente, el etanol, cederá calor a los granos de soja según el principio de termodinámica, para conocer el calor intercambiado y la temperatura a la que llega la mezcla,

$$Q = M \cdot C_{\text{específico}} \cdot \Delta T$$

Siendo, Q, calor (J/s)
 M, caudal (Kg/s)
 C_{específico}, calor específico (J/Kg °C)
 ΔT, diferencia de temperaturas (°C)

Teniendo en cuenta una extracción, una hora de proceso,

$$Q_{\text{cedido}} = 986.25 \cdot 2.79 \cdot (60 - T)$$

$$Q_{ganado} = 1000 \cdot 1.85 \cdot (T - 20)$$

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

Con lo anteriormente dispuesto, podemos obtener la temperatura, a la que llegarán ambas sustancias, 44 °C. Luego las resistencias tendrán que calentar la mezcla, hasta que se llegue a una temperatura de unos 60 °C. Teniendo en cuenta la siguiente tabla,

	Fracción másica (%)	Calor específico (Kj/Kg °C)
Etanol	49.6	2.53
Soja	50.4	1.81
Mezcla	-	2.17

Tabla 2.1.- Calor específico de la mezcla en el extractor.

El calor a aportar por la corriente eléctrica, es,

$$Q = M_{mezcla} \cdot C_{esp\ mezcla} \cdot \Delta T_{mezcla} = (1000 + 986.25) \cdot 2.17 \cdot (60 - 44) = 68963 \text{ Kj/h}$$

O lo que es lo mismo, 19156 J/s, o 26.3 CV. Y al proyectar la colocación de 4 resistencias, para calentar homogéneamente el depósito de extracción, obtenemos una potencia nominal para cada una de 5 Kw.

El equipo de extracción se ha diseñado para trabajar a presión atmosférica. Luego, para proyectarlo, tomaremos el equipo extractor, como un depósito que trabaja a la presión de una atmósfera, sólo que en lugar de ser vertical, estará soportado por cunas en horizontal. Debemos pues aplicar una norma reconocida para la realización de los cálculos, API Std 650.

Para el extractor, el material elegido es acero inoxidable ASTM AISI-316 L debido a las características del líquido extractor. La presión de

trabajo es la de 1 atm. o lo que es lo mismo, 14.696 psi o 0.986 Kg/cm², y la temperatura de proyecto, 60 °C, 333.15 °K o 140 °F.

La relación altura – diámetro, para el equipo extractor es de 1.34. Ésta relación, viene a recalcar, que el extractor debe ser un equipo compacto, además de ajustarse a la medida de una de las virolas comerciales, más utilizada en la industria, la de 79 pulgadas (2000 mm).

El fondo tendrá un espesor de 6.35 mm según esta norma. El resalte, o parte sobresaliente del fondo sobre la envolvente, tendrá un valor mínimo de 50 mm a partir de la soldadura del fondo con la primera virola en la carcasa cilíndrica. Al ser de diámetro menor a 15 metros el tanque, no precisa de anillo periférico.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características del extractor,

CARACTERISTICAS	
Volumen	2.53 m ³
Diámetro interior	1.5 m
Numero de palas	3 ud
Espaciado entre palas	120°
Longitud palas	2 m
Ancho palas	0.49 m
Espesor palas	0.01 m
Numero de refuerzos por pala	3 ud
Numero de agujeros por pala	863 ud
Numero de resistencias	4 ud
Potencia de resistencias	5 Kw
Presión de operación	0.986 kg/cm ²
Temperatura de operación	60 °C
Virola comercial	2000 mm (79 pulgadas)
Material	Acero inox. ASTM AISI-316 L
Espesor carcasa	2.3 mm
Tipo de fondo	Tapa
Espesor fondo	0.63 cm
α	1.34

Tabla 2.2.- Características de diseño del equipo extractor.

2.2.- Diseño mecánico de recipientes de almacenamiento de disolvente y producto

En el caso de los recipientes de almacenamiento de disolvente y producto la presión de trabajo también es la presión atmosférica, por ello se usara una norma para el diseño de tanques que trabajan a presión atmosférica o a muy baja sobrepresión. Por ello se empleara la norma API Std 650, además hay que tener en cuenta que las características de

dimensionado y operación son similares, de manera que el diseño se hará conjuntamente.

Conocemos las dimensiones nominales de los depósitos, gracias a la suposición de que los tanques son estrictamente cilíndricos y la relación altura – diámetro ($\alpha = 2$). El volumen de un cilindro viene dado por la expresión,

$$\text{Volumen cilindro} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H$$

Llamando α a la relación H/D,

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \alpha \cdot D$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V}{\alpha \cdot \pi}}$$

Siendo el área superficial del cilindro,

$$A_s = \pi \cdot D \cdot H$$

Y el área de la tapa ya sea inferior o superior,

$$A_t = \pi \cdot R^2$$

Luego, el área total de un cilindro queda definido como,

$$A_T = A_s + 2 \cdot A_t = \pi \cdot D \left(H + \frac{D}{2} \right)$$

Se realizarán los cálculos para la obtención del volumen nominal del depósito de almacenamiento de disolvente, los cálculos a efectuar para el otro tanque se realizarían del mismo modo.

Se ha proyectado este tanque para acondicionar a la planta con una autonomía de tres semanas, 21 días. Por ello el volumen mínimo de etanol a almacenar en el depósito, será el correspondiente a la primera carga y al que el preciso añadir tras cada extracción y ciclo.

$$V_{\text{recarga } 21 \text{ días}} = V_{\text{recarga diario}} \cdot 21 = 60.896 \cdot 21 = 1278.8 \text{ l EtOH}$$

$$V_{\text{alm. } 21 \text{ días}} = V_{\text{carg. inicial}} + V_{\text{recarg. } 21 \text{ días}} = 1250 + 1278.8 = 2528.8 \text{ l EtOH}$$

No obstante a los 2528.8 litros le debemos añadir un 5% de seguridad, que evite cualquier tipo de incidente en el depósito (expansión, dilatación, etc.). De esta manera aumentamos las condiciones de diseño.

$$V_{\text{depósito min imo}} = 2528.8 + 5\% = 2528.8 + 126.4 = 2655.2 \text{ l EtOH}$$

Ahora se está en disposición de conocer las dimensiones principales,

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 2.65}{2 \cdot \pi}} = 1.19 \text{ m}$$

$$H = D \cdot \alpha = 1.19 \cdot 2 = 2.38 \text{ m}$$

$$A_T = \pi \cdot 1.19 \cdot \left(2.38 + \frac{1.19}{2} \right) = 11.13 \text{ m}^2$$

Evaluando ambos recipientes, obtenemos la siguiente tabla,

Recipiente	Volumen (m ³)	H/D	D (m)	H (m)	Área (m ²)
Almacenamiento disolvente	2.65	2	1.19	2.38	11.13
Almacenamiento producto	0.47	2	0.67	1.34	3.52

Tabla 2.3.- Dimensiones principales de ambos depósitos de almacenamiento.

Una vez conocida las dimensiones nominales de los depósitos, hay que redefinir la altura de la parte cilíndrica ya que hay que considerar las dimensiones de las virolas comerciales, que deberán utilizarse prioritariamente para ahorrar costes innecesarios. Las alturas de virolas comerciales mas usuales en el mercado son,

- 1829 mm (72 pulgadas)
- 2000 mm (79 pulgadas)
- 2210 mm (87 pulgadas)
- 2440 mm (96 pulgadas)

En el caso del tanque de almacenamiento de disolvente, de altura nominal 2380 mm, es recomendable utilizar una única virola de 2440 mm, es decir, 96 pulgadas. En el otro caso, lo recomendable es utilizar una virola de 72 pulgadas (1829 mm).

El fondo tendrá un espesor de 6.35 mm según esta norma. El resalte, o parte sobresaliente del fondo sobre la envolvente, tendrá un valor mínimo de 50 mm a partir de la soldadura del fondo con la primera virola en la carcasa cilíndrica. Al ser de diámetro menor a 15 metros el tanque, no precisa de anillo periférico.

En cuanto a la virola cilíndrica, la norma API Std 650, establece un espesor mínimo de 4.76 mm para tanques de diámetro menores a 15.2 metros.

Para sustentar el techo, en la parte superior de la virola se suelda un perfil en "L", denominado anillo de coronamiento. Para tanques de techo fijo de diámetro menor a 10.7 metros, este perfil debe ser de dimensiones en mm, 65 x 65 x 7. Para tanques con diámetro de hasta 8 metros, los techos se diseñan auto portados sin estructura, siendo el espesor mínimo de 4.76 mm.

El techo del tanque de almacenamiento se ha proyectado con geometría cónica, sin radio de acuerdo entre la carcasa y el techo, puesto que el tanque operara a presión atmosférica, eligiéndose una pendiente igual a 1/6 (9.5°) por sencillez de conformación.

Ambos tanques de almacenamiento están divididos en una sección cilíndrica y un techo cónico. Las dimensiones de la región cilíndrica son, altura de 2.44 metros y diámetro de 1.19 metros. Como se puede apreciar se ha considerado como altura la de la virola comercial proyectada. El volumen de la sección cilíndrica será,

$$\alpha = \frac{2.44}{1.19} = 2.05$$
$$V = \pi \cdot \frac{1.19^2}{4} \cdot 2.44 = 2.71 \text{ m}^3$$

Para evaluar el volumen ocupado por el techo cónico, primero se estima la altura del cono.

$$h_c = \text{tg } \beta \cdot \frac{D}{2} = \text{tg}(9.5) \cdot \frac{1190}{2} = 0.17 \cdot 595 = 101.15 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \cdot h_c \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \frac{1}{3} \cdot 0.101 \cdot \pi \cdot \frac{1.19^2}{4} = 0.037 \text{ m}^3$$

Por tanto el volumen total del depósito, es de,

$$V_{total} = V_{cilindro} + V_{cono} = 2.71 + 0.037 = 2.75 \text{ m}^3$$

El resumen de las dimensiones para ambos depósitos,

Recipiente	Vol. (m ³)	H/D	D _{int} (m)	H carcasa (m)	H total (m)
Almacenamiento disolvente	2.75	2.13	1.19	2.44	2.54
Almacenamiento producto	0.65	2.82	0.67	1.83	1.89

Tabla 2.4.- Dimensiones finales de los depósitos de extracción.

3. Dimensionamiento de equipos

3.1.- Cálculo del evaporador

Antes de comenzar el dimensionado del presente equipo, parece razonable aclarar cual su caudal de alimentación. Del extractor, saldrá una disolución a razón de 1238.284 litros por hora. La concentración de isoflavonas en ésta corriente es de 0.323 gramos por litro de disolución.

La velocidad de transmisión de calor, q_e , a través de la superficie de calefacción del evaporador es igual al producto de tres factores,

superficie de intercambio, A , coeficiente global de transmisión de calor, U , y caída global de temperatura, ΔT .

$$q_e = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Para la determinación del coeficiente global de transmisión de calor, se ha de conocer el coeficiente del vapor de calefacción, es decir, la resistencia de conducción del material que forma la superficie de intercambio de calor entre el vapor condensante y la disolución hirviente, incluyendo sólidos y el coeficiente de convección del líquido disolución.

Realmente, éste coeficiente debe determinarse gracias a la experimentación. No obstante, en bibliografía se dispone de una serie de tablas, correspondientes a distintos tipos de evaporadores, que mediante valores tabulados, permiten conocer el valor de éste coeficiente para distintas condiciones de operación.

Según se describe en el pliego de condiciones técnicas y en la memoria descriptiva, el evaporador a utilizar, es de circulación natural, de tubos largos verticales (TLV), de película ascendente, y con recirculación. Para este tipo de equipo existe, normalizado, el coeficiente global de transferencia de calor. Este se encuentra entre 1000 y 3000 $W / m^3 \cdot ^\circ C$, se tomara un valor medio entre estos dos últimos. Para el diseño de este equipo se tomara por tanto,

$$U = 2000 W / m^3 \cdot ^\circ C$$

La diferencia de temperatura es la fuerza motriz mediante la cual el calor se transfiere desde el vapor de agua al disolvente, luego permite que este ultimo se vaya calentando al tiempo que el otro se enfría.

El incremento de temperatura entre el disolvente hirviente y el vapor condensante depende de,

- Condiciones del vapor de calefacción. El vapor usado en la evaporación no se encuentra a una presión elevada, aunque al ser mayor esta es también su temperatura de condensación, aumentado así, el gradiente de temperaturas entre ambos fluidos, y por tanto la cantidad de vapor. La razón por la que no se emplea a presiones altas, es que el vapor en tales condiciones tiene un aprovechamiento más noble en la producción de energía mecánica. Además aunque la entalpía del vapor a presión alta es mayor que a presión baja, el calor de condensación disminuye al aumentar la presión, disminuyendo así la cantidad de calor suministrado por kilo de vapor condensado. Por último, si se mantiene una presión baja también se mantiene el coste del aparato. Industrialmente, la presión de trabajo para vapor de agua más común, es de 3 atm., en la planta el diseño se ha efectuado para esta presión.
- Presión de la cámara de evaporación. Al disminuir la presión en esta cámara, disminuye la temperatura de ebullición y con ello aumenta el gradiente de temperaturas entre el vapor condensante y el líquido hirviente, disminuyendo así la superficie de calefacción para las mismas condiciones de operación. En consecuencia se operará a presión atmosférica para mantener una correcta economía del proceso.
- Concentración de la disolución. Al no tratarse de un disolvente puro, hay que tener en cuenta la disminución de la presión de vapor de la disolución. Luego, la temperatura de ebullición de la disolución será mayor que la del disolvente puro, denominándose esta diferencia entre temperaturas de ebullición, elevación en el punto de

ebullición. Se realizara una aproximación para el calculo de esta; se tomara la disolución como ideal para que este de acuerdo con la ley de Raoult,

$$\Delta T_{eb} = \frac{R \cdot T_{eb}^2 \cdot x}{M\lambda}$$

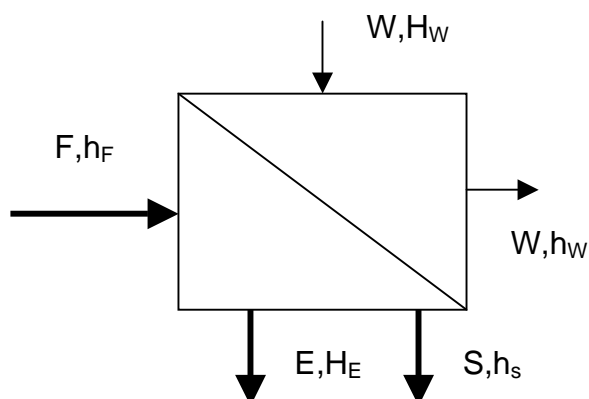
Siendo, R, constante de los gases (J / mol K)
 T_{eb} , temperatura normal de ebullición (K)
 X, fracción molar de soluto
 $M\lambda$, calor latente molar de revaporización del disolvente puro a temperatura de ebullición (J / mol)

$$x_{isoflavonas} = \frac{Masa_{isoflavonas}}{Masa_{disolucion}} = \frac{0.4}{976.7875} = 4.1 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta T_{eb} = \frac{8.3144 \cdot 333.15^2 \cdot 4.1 \cdot 10^{-4}}{38598} = 0.001 K$$

Como conclusión se obtiene un aumento del punto de ebullición de la disolución, debido a la existencia de isoflavonas, de 1 milésima de grado kelvin. Debido a su bajo valor, lo consideraremos despreciable. Este dato se ha conseguido suponiendo que la disolución es ideal, realmente lo necesario para conocer este valor es usar la regla de Dühring, pero lamentablemente se carece de datos suficientes para construir el correspondiente diagrama.

Se procede a realizar el balance de materia y entalpico de todo el sistema.



Siendo, F , caudal de alimentación
 S , caudal de disolución concentrada
 E , caudal de disolvente evaporado
 W , caudal de vapor de calefacción
 H , entalpía de vapor
 h , entalpía de líquido

El balance de materia se refiere al soluto, las isoflavonas, cuya cantidad permanece constante en la disolución diluida y la concentrada, lo cual permite determinar los caudales de todas las corrientes de entrada y de salida en función de una de ellas y las concentraciones inicial y final que previamente se ha evaluado.

	Total (Kg.)	Sólido (Kg.)	Líquido (Kg.)
Disolución diluida	976.7875	0.4	976.3875
Solución concentrada	0.7584	0.4	0.3584
Disolvente evaporado	976.029	-	976.029

Tabla 3.1.- Balance de materia, respecto al soluto, del evaporador.

El balance entálpico se efectúa igualando las entalpías de los productos que entran a la de los productos que salen, añadiéndole a esta últimas las pérdidas de calor al exterior,

$$W \cdot H_W + F \cdot h_F = W \cdot h_w + E \cdot H_E + S \cdot h_S + q \text{ (pérdidas)}$$

A partir del balance entálpico se puede determinar la cantidad de calor intercambiado entre el vapor condensante y la disolución, y de ahí calcular el área de calefacción necesaria, ya que se conoce U, y se puede estimar ΔT .

Los calores de dilución y cristalización se pueden considerar como despreciables, simplificando notablemente el calculo entálpico.

El condensado procedente del vapor de calefacción abandona la cámara de calefacción a la temperatura de conde sanción, por lo que,

$$W \cdot \lambda_w = (F - S) \cdot H_E + S \cdot h_S - F \cdot h_F + q \text{ (pérdidas)}$$

Como el sistema es adiabático, las perdidas de calor al exterior se pueden considerar nulas. El liquido concentrado y el vapor que salen de la cámara de evaporación están en equilibrio, y si la disolución no tiene aumento apreciable en el punto de ebullición estarán ambos a la misma temperatura, T_S . Tomando esta temperatura como temperatura de referencia para las entalpías, se anula el termino "S·h_S" de la ecuación anterior; por otra parte H_E, será igual al calor latente de vaporización de la disolución a la temperatura T_S , y h_F será,

$$h_F = C_{pF} \cdot (T_F - T_S)$$

Lo que convierte al balance en,

$$W \cdot \lambda_w = (F - S) \cdot \lambda_S + F \cdot C_{pF} \cdot (T_S - T_F)$$

Estableciendo las condiciones de operación particulares del evaporador, como que se utiliza vapor de agua a 3 atm. que abandona la cámara de condensación a ésta temperatura, o como que en la cámara de evaporación se mantendrá una presión de trabajo de 1 atm, se puede despejar,

$$W = \frac{(F - S) \cdot \lambda_E + F \cdot Cp_F \cdot (T_S - T_F)}{\lambda_W}$$

Teniendo en cuenta que a 60 °C, Cp_{EIOH} es 2.79 Kj / Kg °C, y que λ_W del vapor de agua a 3 atm. es igual a 2140 Kj / Kg, conociendo que a ésta presión el vapor tiene una temperatura de 133.8 °C, se sustituyen y,

$$W = \frac{(376.7875 - 0.7584) \cdot 839.1 + 976.7875 \cdot 2.79 \cdot (78.4 - 60)}{2140} = 406.15 \text{ Kg/h}$$

Una vez conocido que se necesitarán 406.15 kilogramos a la hora de vapor de agua para conseguir la evaporación, se podrá calcular el área de intercambio,

$$q_e = U \cdot A \cdot \Delta T$$

$$A = \frac{q_e}{U \cdot \Delta T} = \frac{406.15 \cdot 2140 \cdot \frac{1}{3600}}{2 \cdot (133.8 - 78.4)} = 2.18 \text{ m}^2$$

Se toman tubos de calefacción comerciales y normalizados según norma ASTM de 6 pies (longitud mínima recomendada para éste tipo de evaporadores) y 1 pulgada de tamaño nominal (2.54 cm), es decir, de diámetro externo de 33.4 mm y schedule 5S, a continuación se comprueba su espesor,

$$\begin{aligned} \text{espesor}_{\text{mínimo}} &= \left(\frac{P_{\text{ope.}} \cdot D_{\text{ext.}}}{2 \cdot (S \cdot E)} + c \right) \cdot M = \\ &= \left(\frac{14.696 \cdot 1.315}{2 \cdot 18750 \cdot 1} + 0.031 \right) \cdot 1.125 = 0.035'' \end{aligned}$$

Según las tablas de la ASTM, para espesor mínimo de 0.035" y diámetro externo de 1.315", corresponde un schedule de 5S con diámetro interno de 1.185" (30.1 mm), y espesor nominal de 0.065".

Se puede conocer el número de tubos,

$$N^{\circ} \text{ de tubos} = \frac{A}{A_{\text{tubos}}} = \frac{A}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot h} = \frac{2.18}{2 \cdot \pi \cdot \frac{0.0334}{2} \cdot 1.83} = 11.35 \cong 12$$

Luego se puede concluir añadiendo que para la obtención de 9808 litros de concentrado de isoflavonas, de más de un 30 % de riqueza, son necesarios al año o temporada, para el presente sistema,

$$\begin{aligned} \text{Masa vapor}_{\text{anual}} &= \text{Masa vapor}_{\text{extracción}} \cdot N^{\circ} \text{ extracciones} = \\ &= 406.15 \cdot 7920 = 3217 \text{ ton.} \end{aligned}$$

3.2.- Cálculo del aerorefrigerador

Los refrigerantes de aire son intercambiadores, enfriadores o condensadores, que utilizan el aire como fluido refrigerante, siendo éste impulsado o aspirados por ventiladores contra el haz tubular por el que circula el fluido a enfriar o condensar.

Con el intercambiador, por tanto, se pretende obtener un disolvente líquido a una temperatura de unos 60 °C. Cuando el etanol vapor, sale del evaporador, lo hace a una temperatura de unos 78 – 79 °C.

Aunque el vapor, por su propio empuje, se introduciría en las conducciones del intercambiador, se cree necesaria la instalación de una soplante sobre la que actuar para mantener en todo momento, el caudal de vapor constante.

Una vez, condensa y disminuye de temperatura, gracias al aerorefrigerador, el líquido disolvente es impulsado por una bomba centrífuga a la unión de la línea que conecta directamente con el extractor.

Antes de comenzar el diseño, conviene recordar que el equipo cambiador de calor se proyectó para ser de tiro forzado, ya que ofrece las siguientes ventajas respecto al de tiro inducido,

- Más fácil montaje y reemplazamiento de haces
- Más fácil mantenimiento
- Sin limitación mecánica de temperatura de descarga del aire
- Menor potencia requerida
- Menor cantidad de estructura requerida

El aerorefrigerador proyectado de tiro forzado, se distingue en las siguientes partes,

- Haz tubular. Compuesto por tubos aleteados de acero inoxidable ASTM AISI-316 L. éstas aletas son transversales, circulares de aluminio. De ésta manera aumentamos la superficie de intercambio para compensar que el coeficiente de intercambio por el lado del aire es muy bajo. Tanto tubo, como aleta, debe cumplir que sean resistentes a la corrosión de los agentes atmosféricos, que se encuentren en íntimo contacto (sin óxido en su unión), y que sean indeformables las aletas, evitando que se doblen e impidan la homogénea circulación de aire, aumentando el consumo de energía.

Se tomarán tubos de diámetro nominal de $\frac{3}{4}$ " (diámetro exterior - D_{ext} - e interior - D_{int} - de 26.7 y 20.96 mm, respectivamente), con aletas circulares de diámetro - D_f - 2.25" (57mm), con un espesor del tubo base - e_t - de 0.1" (2.54 mm). El espesor de las aletas - e_f - es de $\frac{1}{64}$ " (0.4 mm), el número de aletas por pulgada - n_f - de 7, y la longitud de los tubos - L - , 3.5 pies (1.085 m) .

La mayoría de las dimensiones anteriores encajan dentro de la normalización en la fabricación de éstos elementos, ahorrando costes de adquisición del equipo.

La unión del tubo y la aleta, es helicoidal enrollada bajo tensión, denominada usualmente "tubo con aleta en L".

- Cabezales. Los cabezales serán soldados con tapones. Son cajas con forma de paralelepípedo, con todas sus caras soldadas y en los que la cara opuesta a la placa tubular está provista de agujeros con sus respectivos tapones, frente a cada tubo. Se elige éste cabezal por ser el recomendado en el caso de bajas presiones y fluidos poco sucios.
- Bastidor. Compuesto por marcos situados perpendicular a los tubos, a los que soportan.

La cámara de aire es de tipo cónico, y los ventiladores son de flujo axial con 4 palas de resina de poliéster reforzada con fibra, además de poseer regulación de ataque autovariable.

Contará además, con una serie de accesorios, tales como,

- Atenuador de vibración
- Cableado
- Cuadro eléctrico
- Pintura aluminica extra
- Regulador

Disposiciones de tubos y dimensiones generales

Los tubos se encuentran dispuestos en haces tubulares. El número de filas (N_R) es dos, o sea, dos hileras horizontales. El número de tubos por fila (N_{ff}), 6; y el número de tubos por haz (N_i), 12.

Los tubos se dispondrán de forma regular y ocupando los vértices de un triángulo equilátero, paso triangular. El paso es la distancia entre los ejes de los tubos, (en mm),

$$P_t \approx D_f + 8 = 57 + 8 = 65 \text{ mm}$$

Las dimensiones del evaporador las determina el fabricante (LU – VE Contardo), para el modelo seleccionado a partir de la anchura mínima del cabezal,

$$\text{Anchura mín. cabezal} = l_c = (N_{ff} - 0.5) \cdot P_t + 4 = (6 - 0.5) \cdot 2.56 + 4 = 20.64''$$

La anchura total de la sección y de la unidad (en éste caso coinciden), es de 600 (mm).

Datos básicos del aire

En los aerorefrigeradores, el aire es siempre uno de los dos fluidos que intervienen en el intercambio de calor. Por ello es muy importante conocer bien las siguientes características relativas al aire.

La temperatura de entrada, es determinante en el diseño. Para su cálculo (estadístico), es necesario conocer las temperaturas diarias de los cuatro meses más cálidos de un año. Se tomará, como temperatura de diseño, aquella que se da durante un 5 % del tiempo en éstos meses. A la

temperatura de diseño obtenida se le añade un margen correspondiente a la cercanía a equipos que generen calor.

Según estadísticas de la Conserjería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, la temperatura de diseño se establece en Cádiz capital a 25 °C, incrementando en cinco mas, incrementamos las condiciones criticas del sistema. Luego la temperatura de entrada del aire a considerar para los cálculos del proyecto es de 30 °C.

Para determinar la temperatura de salida del aire se realiza la suposición de que sale cinco grados por encima de la temperatura de entrada, obteniendo el aerorefrigerante optimo, iniciando los cálculos con el balance de calor por el lado aire.

$$Q = W_a \cdot C_a \cdot (t_2 - t_1) = W_a \cdot C_a \cdot \Delta t$$

$$W_a = \frac{Q}{C_a \cdot \Delta t}$$

Siendo, Q, calor intercambiado (Kj / h)
 W_a, caudal de aire impulsado (Kg. / h)
 C_a, calor especifico del aire (Kj / Kg °C)
 t₁, t₂, temperaturas de entrada y salida del aire (°C)

Para el disolvente,

$$Q = 976.029 \cdot 3.01 \cdot (78.4 - 60) = 54057 \text{ Kj/h}$$

$$W_a = \frac{54057}{0.2406 \cdot \frac{1}{0.24} \cdot (35 - 30)} = 10784.4 \text{ Kg/h}$$

Calculo termodinámico del aerorefrigerante

Se procederá ahora al calculo de la media logarítmica de la diferencia de temperaturas corregida (CMTD). Esta se obtiene a partir de la siguiente formula,

$$LMTD = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = 36.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Siendo, T_1 , temp. de entrada del fluido caliente (78.4 °C)
 T_2 , temp. de salida del fluido caliente (60 °C)
 t_1 , temp. de entrada del fluido frío (30 °C)
 t_2 , temp. de salida del fluido frío (35 °C)

Con los coeficientes R y S, se determinará el factor F_T en aerorefrigerantes de dos pasos por lado tubos mediante grafica.

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = \frac{18.4}{5} = 3.68$$

$$S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = \frac{5}{43.4} = 0.115$$

Obteniendo un factor de corrección (F_T) de aproximadamente 1.
 Por tanto,

$$CMTD = F_T \cdot LMTD = 1 \cdot 36.3 = 36.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Posteriormente se precisaran valores de las características físico – químicas del etanol y aire a las temperaturas que se van a proceder a calcular, temperaturas calóricas (fluido caliente T_c , fluido frío t_c), que son

las representativas de todas las que existen a lo largo del equipo intercambiador de calor, ya que los coeficientes de película son función, entre otras variedades, de las propiedades termodinámicas de los fluidos, por tanto, varían con la temperatura. Según bibliografía el factor de temperatura calórica - F_c -, es de 0.4.

$$T_c = T_2 + F_c \cdot (T_1 - T_2) = 60 + 0.4 \cdot 18.4 = 67.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_c = t_1 + F_c \cdot (t_2 - t_1) = 30 + 0.4 \cdot 5 = 32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_w = \frac{T_c + t_c}{2} = 49.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

		Propiedades físico - químicas				
		ρ (Kg/m ³)	μ (Kg/s·m) · 10 ⁻⁶	k (J/m·°K·s)	C (Kj/kg·°K)	Pr
Etanol	T _c	789	52	0.157	2.86	9.5
	t _c	789*	95	0.167	2.48	14.2
	t _w	789*	66	0.16	2.7	11.1
Aire	T _c	1025	20.5	0.0017	0.0578	0.69
	t _c	1150	18.75	0.0015	0.0577	0.71
	t _w	1096	19.53	0.0016	0.0577	0.70

Tabla 3.2.- Propiedades de los fluidos caliente y frío a temperaturas calóricas.

Para simplificar los cálculos se realizan bajo una serie de hipótesis,

- Los tubos son cilíndricos
- Las aletas son circulares y de espesor uniforme
- Los tubos están dispuestos en paso triangular

Antes de comenzar el cálculo del coeficiente de película y de las pérdidas de carga, debemos obtener entre otros el diámetro equivalente - D_e - en pulgadas² / pie lineal, el cual dependerá de la superficie de aletas y del tubo liso (A_f y A_o , respectivamente).

$$\begin{aligned}
 A_f &= \frac{\pi}{4} \cdot (D_f^2 - D_{ext}^2) \cdot 2 \cdot n_f \cdot 12 = \frac{\pi}{4} \cdot (2.25^2 - 1.05^2) \cdot 2 \cdot 7 \cdot 12 = \\
 &= 522.5 \text{ pulg}^2 / \text{pie lineal} \\
 A_o &= 12 \cdot \pi \cdot D_{ext} - 12 \cdot \pi \cdot D_{ext} \cdot n_f \cdot e_f = 12 \cdot \pi \cdot [1.05 - (1.05 \cdot 7 \cdot 0.016)] = \\
 &= 35.15 \text{ pulg}^2 / \text{pie lineal} \\
 \text{Perímetro proyectado} &= 2 \cdot \frac{D_f - D_{ext}}{2} \cdot n_f \cdot 2 \cdot 12 + 2 \cdot (12 \cdot D_{ext} - n_f \cdot e_f \cdot 12) = \\
 &= (2.25 - 1.05) \cdot 7 \cdot 2 \cdot 12 + 2 \cdot (12 \cdot 1.05 - 7 \cdot 0.16 \cdot 12) = \\
 &= 212.8 \text{ pulg}^2 / \text{pie lineal} \\
 D_e &= \frac{2 \cdot (A_f + A_o)}{\pi \cdot \text{Perímetro proyectado}} = \frac{2 \cdot (522.5 + 35.15)}{\pi \cdot 212.8} = \\
 &= 1.67'' \approx 0.139' \approx 42.4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

También se debe considerar el área del paso del aire - a_a -, que es la sección mínima de paso de aire, en pie^2 ,

$$\begin{aligned}
 a_a &= \left[\left[\frac{P_T \cdot (L - 0.3)}{12} \cdot \left(\frac{N_T}{N_R} - 1 \right) \right] - \left[\frac{D_{ext} \cdot N_T \cdot (L - 0.3)}{12 \cdot N_R} \right] \right] - \\
 &- \left(\frac{n_f \cdot e_f \cdot N_T \cdot (L - 0.3) \cdot (D_f - D_{ext})}{12 \cdot N_R} \right) = \left[\frac{2.56 \cdot (3.5 - 0.3)}{12} \cdot \left(\frac{12}{2} - 1 \right) \right] - \\
 &- \left[\frac{1.05 \cdot 12 \cdot (3.5 - 0.3)}{12 \cdot 2} \right] - \left[\frac{7 \cdot 0.016 \cdot 12 \cdot (3.5 - 0.3) \cdot (2.25 - 1.05)}{12 \cdot 2} \right] = \\
 &= 3.41 - 1.68 - 0.21 = 1.51 \text{ pie}^2 \approx 0.14 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Hay que tener en cuenta también el diámetro volumétrico equivalente - D'_{ev} - (pie), para ello antes se debe tener en cuenta el volumen libre neto, en pie^3

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. libre neto} &= 0.433 \cdot P_T^2 - 0.39 \cdot D_{ext} - 4.71 \cdot n_f \cdot e_f \cdot (D_f^2 - D_{ext}^2) = 0.34 \text{ pie}^3 \\
 D'_{ev} &= \frac{4 \cdot \text{volumen libre neto}}{A_f + A_o} = \frac{4 \cdot 0.34}{522.5 + 35.15} = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ pie} \approx 7.8 \cdot 10^{-3} \text{ m}
 \end{aligned}$$

Obtenido los valores de los anteriores parámetros se procede a calcular, con ayuda de ellos, el caudal (W_a) y la velocidad de aire (G_a), para lo cual, mediante tablas, conocemos las propiedades de aire a presión atmosférica a la temperatura calórica.

$$W_a = \frac{Q}{C_a(T_c) \cdot \Delta T} = \frac{54057}{1.006 \cdot 5} = 10785 \text{ Kg/h} \approx 3 \text{ Kg/s}$$

$$G_a = \frac{W_a}{a_a} = \frac{3}{0.14} = 21.4 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{s} \approx 77143 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{h} \approx 15815.7 \text{ lb/ pie}^2 \cdot \text{h}$$

Para conocer el coeficiente de película - h_f - se utilizan las correlaciones publicadas por Jameson, Tate y Cartinhour. La mecánica de calculo es la siguiente, primero hallaremos el numero de Reynolds, luego basándose en graficas de bibliografía y apoyado en Reynolds se determinara el factor de transferencia - j_f -.

$$Re_a = \frac{D_e \cdot G_a}{\mu_a} = \frac{0.04237 \cdot 21.4}{\frac{68.45 \cdot 10^{-3}}{3600}} = 47687 \text{ (Régimen turbulento)}$$

$$j_f = 180$$

$$h_f = j_f \cdot \frac{k_a}{D_e} \cdot \left(\frac{C_a \cdot \mu_a}{k_a} \right)^{1/3} = 180 \cdot \frac{15.4}{0.139} \cdot \left(\frac{0.2406 \cdot 67.5 \cdot 10^{-3}}{22.95} \right)^{1/3} =$$

$$= 1777.4 \frac{\text{BTU}}{\text{h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}} \approx 10 \frac{\text{Kj}}{\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

A continuación se calculara la eficiencia de las aletas con la ayuda de graficas encontrada en bibliografía, y utilizando los parámetros que a continuación se indican, teniendo en cuenta que la conductividad del aluminio - k_f - (material del que esta hecho la aleta) es 110 BTU / h pie °F.

$$y_b = \frac{e_f}{24} = \frac{0.016}{24} = 6.67 \cdot 10^{-4} \text{ pie} \approx 0.20 \text{ mm}$$

$$\frac{D_f}{D_{ext}} = \frac{2.25}{1.05} = 2.14$$

$$\frac{D_f - D_{ext}}{2} \cdot \sqrt{\frac{h_f}{(k_f \cdot y_b)}} = \frac{2.56 - 1.05}{12 \cdot 2} \sqrt{\frac{1777.4}{110 \cdot 6.67 \cdot 10^{-4}}} = 9.79$$

Obteniéndose un rendimiento de aleta del 15 % ($\Omega = 0.15$).

El coeficiente de película h_f , esta referido al área total del tubo ($\Omega \cdot A_f + A_o$), aunque por comodidad de calculo se debe referir el coeficiente global de transferencia a la superficie exterior del tubo liso (A_o), puesto que todos los valores de las resistencias caloríficas están referidas a esta superficie.

$$\begin{aligned} h_o &= h_f \cdot \left(\frac{\Omega \cdot A_f + A_o}{A_o} \right) = 1777.4 \cdot \left(\frac{0.15 \cdot 522.5 + 35.15}{35.15} \right) = \\ &= 7712.2 \frac{BTU}{h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F} \approx 43.6 \frac{Kj}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C} \end{aligned}$$

A continuación se realizaran los cálculos para conocer el coeficiente de película por el lado tubo. Se comenzará por encontrar el área del paso por tubos - a_t -, sabiendo que N_p , es el número de cuerpos en paralelo.

$$\begin{aligned} a_t &= \frac{N_i \cdot N_p}{144 \cdot n} \cdot \frac{D_{int} \cdot \pi}{4} = \frac{12 \cdot 1}{144 \cdot 2} \cdot \frac{0.824^2 \cdot \pi}{4} = \\ &= 0.22 \text{ pie}^2 \approx 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ pulg}^2 \approx 2.06 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

La velocidad másica - G_t - también es preciso puntualizar.

$$G_t = \frac{W_t}{a_t} = \frac{976.029}{2.06 \cdot 10^{-3}} = 473800.5 \frac{Kg}{m^2 \cdot h} \approx 131.6 \frac{Kg}{m^2 \cdot s}$$

La velocidad lineal y a continuación el número de Reynolds, conociendo la densidad del disolvente en 789 Kg / m^3 .

$$v_t = \frac{G_t}{\rho_t} = \frac{131.6}{789} = 0.1668 \text{ m/s}$$

$$\text{Re}_t = \frac{D_{\text{int}} \cdot v_t \cdot \rho_t}{\mu_t} = \frac{20.96 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1668 \cdot 789}{52 \cdot 10^{-6}} = 53049.45 \text{ (R. turbulento)}$$

Con la relación L / D_{int} , y datos tabulados en bibliografía, se obtiene j_h , como el factor de transferencia por el lado tubos.

$$\frac{L}{D_{\text{int}}} = \frac{1.085}{20.96 \cdot 10^{-3}} = 51.7$$

$$j_h = 160$$

$$\begin{aligned} h_i &= j_h \cdot \frac{12 \cdot k_t}{D_{\text{int}}} \cdot (\text{Pr})^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} = \\ &= 160 \cdot \frac{12 \cdot 0.157 \cdot 10^{-3} \cdot 0.24 \cdot 3600}{1.49 \cdot 0.824} \cdot 9.5^{1/3} \cdot \left(\frac{52}{66} \right)^{0.14} = \\ &= 436.2 \frac{\text{BTU}}{\text{h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ \text{F}} = 2.46 \frac{\text{Kj}}{\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ \text{C}} \end{aligned}$$

Una vez llegado a este punto se pasa a calcular la resistencia a la transferencia de calor debido a ensuciamiento y pared del tubo, siendo h_{fo} , el factor de enfriamiento por el lado por donde circula el fluido caliente, tabulado en bibliografía, y que para este caso adopta el valor que a continuación se describe. El factor, h_{fio} , es el que se debe al lado por donde circula el aire; y el valor de la resistencia de la pared se denomina, h_{rw} . Para estos cálculos la conductividad del acero inoxidable ASTM AISI-316 L, es de $10 \text{ BTU / h pie } ^\circ \text{F}$.

$$fo = 0.001 \frac{\text{h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ \text{F}}{\text{BTU}}$$

$$h_{fo} = fo^{-1} = 1000 \frac{BTU}{h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F} \approx 5.6 \frac{Kj}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$fio = fo \cdot \frac{D_{ext}}{D_{int}} = 0.001 \cdot \frac{1.05}{0.824} = 1.27 \cdot 10^{-3} \frac{h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F}{BTU}$$

$$h_{fio} = fio^{-1} = 784.7 \frac{BTU}{h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F} \approx 4.45 \frac{Kj}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$r_w = \frac{D_{ext}}{24 \cdot k} \cdot Ln \frac{D_{ext}}{D_{int}} = \frac{1.05}{24 \cdot 10} \cdot Ln \frac{1.05}{0.824} = 1.06 \cdot 10^{-3} \frac{h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F}{BTU}$$

$$h_{rw} = r_w^{-1} = 943 \frac{BTU}{h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F} \approx 5.34 \frac{Kj}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

Luego el coeficiente global de transferencia de calor queda de la siguiente manera,

$$U = \frac{1}{h_o^{-1} + h_j^{-1} + h_{fo}^{-1} + h_{fio}^{-1} + h_{rw}^{-1}} = \frac{1}{7712.2^{-1} + 436.2^{-1} + 1000^{-1} + 784.7^{-1} + 943^{-1}} =$$

$$= 173 \frac{BTU}{h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F} \approx 0.98 \frac{Kj}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

Y el área de transferencia,

$$A = \frac{Q}{U \cdot CMTD} = \frac{54057}{0.98 \cdot 3600 \cdot 36.3} = 0.42 m^2$$

Es preciso calcular las pérdidas de carga del lado aire - ΔP_{est} -, que están gradualmente influidas por el espaciado de las filas sucesivas de los tubos, su disposición y su paso. Para su calculo se utilizan las correlaciones de Gunter y Shaw, en unidades inglesas.

$$\text{peso específico}_{\text{aire}} = s_a = \frac{\rho_a}{62.5} = \frac{1.135/10.018}{62.5} = 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ pie}^3/\text{lb}$$

$$Re' = \frac{D_{ev}' \cdot G_a}{\mu_a} = \frac{7.8 \cdot 10^{-3} \cdot 21.4}{68.45 \cdot 10^{-3}} = 2.44 \text{ (Régimen laminar)}$$

Con el numero de Reynolds y graficas apropiadas se consigue el factor de fricción, f , el cual adquiere el valor de 0.05.

$$\begin{aligned}\Delta P_{est} &= \frac{f \cdot N_r \cdot P_T \cdot G_a^2}{6.03 \cdot 10^{10} \cdot D_{ev} \cdot s_a} \cdot \left(\frac{D_{ev}}{P_T} \right)^{0.4} = \\ &= \frac{0.05 \cdot 2 \cdot 2.56 \cdot 6267^2}{6.03 \cdot 10^{10} \cdot 2.4 \cdot 10^{-3} \cdot 1.8 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(\frac{2.4 \cdot 10^{-3}}{2.56} \right)^{0.4} = \\ &= 2.32 \text{ pulg. } H_2O \approx 59.32 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Según el modelo de aerorefrigerador a adquirir, este tendrá un numero de dos ventiladores (N_v), según bibliografía este es el numero recomendado de ventiladores para tubos de menos de 20 pies. Se pasa a calcular las dimensiones básicas del equipo. Siendo N_{hs} , el numero de haces por sección.

$$\begin{aligned}\text{Area en planta del aerorefrigerante} &= a_p = \frac{L \cdot N_{ff} \cdot P_t}{12} \cdot N_{hs} = \frac{20 \cdot 6 \cdot 2.56}{12} \cdot 1 = \\ &= 4.54 \text{ pie}^2 \approx 0.426 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Area min. a cubrir por el ventilador} = a_v = \frac{0.4 \cdot a_p}{N_v} = 0.91 \text{ pie}^2 \approx 0.085 \text{ m}^2$$

$$\text{Diámetro min. ventilador} = D_{v_{min}} = \sqrt{\frac{4 \cdot a_v}{\pi}} = 1.075 \text{ pie} \approx 0.33 \text{ m}$$

Se puede comprobar que las dimensiones obtenidas mediante teoría, quedan contrastadas al coincidir con los datos de dimensiones del modelo elegido.

Se verificara a continuación la potencia requerida para satisfacer los cálculos obtenidos. Siendo H , la caída de presión y η , el rendimiento del ventilador.

$$H_{dinámica} = \frac{W_a^2}{18 \cdot 10^7 \cdot D_v^4 \cdot N_v^2} = \frac{(10785^2 \cdot 2.205^2)}{18 \cdot 10^7 \cdot 1.075^4 \cdot 2^2} = 0.59 \text{ pie } H_2O$$

$$H_{estática} = \Delta P_{est} = \frac{2.316}{12} = 0.193 \text{ pie } H_2O$$

$$H_{total} = H_{dinámica} + H_{estática} = 0.783 \text{ pie } H_2O$$

$$Potencia = \frac{W_a \cdot H_{total} \cdot N_v}{23000 \cdot \eta} = \frac{(10785 \cdot 2.205) \cdot 0.783}{23000 \cdot 0.85} \cdot 2 = 1.9 \text{ CV}$$

4. Diseño del sistema de impulsión de fluidos

En primer lugar se evaluará las características de las conducciones y equipos de impulsión atendiendo a las características generales del diseño de conducciones. Posteriormente se estimarán las dimensiones de los equipos atendiendo al diseño concreto en función de las condiciones de operación especiales de la planta en cuestión.

4.1.- Conducciones

Las tuberías de todos los equipos serán de acero inoxidable comercial ASTM AISI-316L. El diseño de las tuberías en este capítulo se dividirá en diferentes apartados, atendiendo a las características fundamentales de cada una de ellas.

- Extracción:
 - Carga de extractor (L-1002)
 - Carga de evaporador (LP-1001)
- Evaporación:
 - Carga de producto concentrado (LPC-1001)
 - Descarga de vapor disolvente (G-1001)
 - Descarga del aerorefrigerador (L-1003)

- Descarga:
 - Descarga de disolvente (L-1001)
 - Descarga de producto (LPC-1002)

El diseño de las conducciones se realizara atendiendo en primer lugar a una estimación que satisfaga las condiciones de operación en cuanto a caudal requerido; y en un segundo lugar se tendrá en cuenta el punto de vista mecánico.

Estimación inicial

En la conducción de descarga del deposito de disolvente y en la de alimentación del extractor, la carga de etanol que se dirigirá hacia el extractor variara según se encuentre el proceso en, puesta en marcha, ultimo extracto de un ciclo o resto de extracciones. Por tanto el caudal mas severo que deberá soportar, será el de la extracción inicial, cuando durante una hora y con un volumen de 1250 litros, tendrá que operar sin presentar ni retenciones ni ningún otro problema derivado de un diseño que no a contemplado un tamaño de conducción optimo.

El resto de conducciones trabajaran siempre con los mismo requerimientos de caudal. Por ello y tomando como ejemplo la línea L-1002, es decir, la de carga del extractor, se mostrara como encontrar el caudal necesario para cada tubería.

$$Q_{L-1002} = \frac{\text{Volumen (litros)}}{\text{Tiempo (hora)}} = \frac{1250}{1} = 1250 \text{ l/h} \approx 1.25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Realizando ésta misma operación para el resto de conducciones, se obtiene la siguiente tabla,

Conducción	Caudal (m³/h)
Descarga de disolvente (L-1001)	1.25
Carga de extractor (L-1002)	1.25
Descarga del aerorefrigerador (L-1003)	1.237
Carga de evaporador (LP-1001)	1.238
Descarga de vapor disolvente (G-1001)	1.237
Carga de producto concentrado (LPC-1001)	0.0012
Descarga de producto (LPC-1002)	1

Tabla 4.1.- Caudal en cada una de las líneas.

En principio, para conocer la sección de las distintas conducciones, se necesita conocer la velocidad lineal del fluido que circula por ella, se aproximará un valor medio usual de diseño en conducciones de éste tipo, como es 1 m / s. Aplicando pues la ecuación de continuidad,

$$Q = v \cdot S = v \cdot \frac{\pi \cdot D_{int}^2}{4}$$

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Siendo, S, sección transversal de tubería
D_{int}, diámetro interior de tubería

Tomando la línea L-1002, como ejemplo para el cálculo de las demás, se procederá a conocer el diámetro interno requerido por el caudal para cada conducción, y a por tanto a priori, estipular en valores normalizados el tamaño de la tubería (según ANSI).

$$D_{\text{int}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.25}{\pi \cdot 3600}} = 21.02 \text{ mm}$$

Dimensiones	Conducciones						
	L-1001	L-1002	L-1003	LP-1001	G-1001	LPC-1001	LPC-1002
Q (m ³ /h)	1.25	1.25	1.237	1.238	1.237	0.0012	1
D _{int} (mm)	21.02	21.02	20.91	20.92	20.91	0.66	18.8
D _{int} (pulg.)	0.827	0.827	0.823	0.824	0.8235	0.026	0.74
D _{nominal} (mm)	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	3.17	9.52
D _{nominal} (pulg.)	¾	¾	¾	¾	¾	1/8	¾
Schedule	40S	40S	40S	40S	40S	80S	80S
Espesor (mm)	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.41	3.91
Espesor (pulg.)	0.113	0.113	0.113	0.113	0.113	0.095	0.154
D _{ext} (mm)	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	10.28	26.67
D _{ext} (mm)	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.4	1.05
D _{int} (mm)	20.92	20.92	20.92	20.92	20.92	5.46	18.84
D _{int} (pulg.)	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.21	0.74

Tabla 4.2.- Dimensiones de cada una de las líneas.

Diseño mecánico

Una vez se conoce a priori, los tamaños nominales, se puede proceder a contrastar, si éstos son adecuados mecánicamente, para las condiciones de operación. Para conocer el espesor mínimo que en éstas circunstancias se requiere,

$$e_t = \left(\frac{P_d \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot \sigma} + c \right) \cdot M$$

Siendo, e_t , espesor mínimo de la tubería (pulgadas)
 P_d , presión de diseño de la conducción (psi)
 D_{ext} , diámetro exterior de la conducción (pulgadas)
 σ , tensión máxima admisible del material (psi)
 c , sobre espesor por corrosión (ac.inox., 0.8 mm)
 M , tolerancia de fabricación (tubos de acero, 1.125)

Usualmente, la presión de diseño para conducciones se fija atendiendo a los siguientes criterios, que son los que se usarán para el presente proyecto:

- Si la línea va conectada a un equipo, se toma para la línea la presión de diseño de éste.
- Si la línea pertenece a un sistema que tiene una válvula de seguridad de protección, se toma la presión de tarado de ésta.
- Si la línea pertenece a la impulsión de una bomba centrífuga y no está protegida por una válvula de seguridad, la presión de diseño no será inferior a 1.2 veces la presión diferencial de proyecto de la bomba, más la presión máxima de aspiración de la misma.

Luego como presión de diseño se tomará la de operación, de los distintos equipos, la atmosférica; luego, P_d , es igual a 1 atm, o 14.696 psi.

Por otra parte, para el acero inoxidable ASTM AISI-316L, la tensión máxima admisible en el rango de temperaturas de trabajo es de 18750 psi. Por ello, para la línea L-1002,

$$e_t = \left(\frac{14.696 \cdot 1.05}{2 \cdot 18750} + 0.031 \right) \cdot 1.125 = 0.035" \leq 0.113" \text{ (estim. anter.)}$$

Como se puede apreciar, se tomarán las dimensiones de la tubería comercial, debido a que el espesor de ésta es mayor que el necesario

para soportar la presión de trabajo. Realizando idénticos cálculos para el resto de conducciones,

Conducciones	e_t (pulgadas)	Dimensiones a tener en cuenta
L-1001	0.0353	Estimado a priori
L-1002	0.035	Estimado a priori
L-1003	0.0353	Estimado a priori
LP-1001	0.0353	Estimado a priori
G-1001	0.0353	Estimado a priori
LPC-1001	0.0353	Estimado a priori
LPC-1002	0.0353	Estimado a priori

Tabla 4.3.- *Espesor de cada una de las líneas.*

4.2.- Pérdidas de carga

El total de pérdidas de carga se evalúa distinguiendo entre dos tipos de pérdida:

- Pérdidas de carga mayores.
- Pérdidas de carga menores.

Pérdidas de carga mayores

En la conducción de líquidos, éste tipo de pérdidas de carga se deben al rozamiento del fluido con las partes de la tubería. La pérdida de carga, h_f viene dada por la fórmula de Darcy en el caso de tubos finos y régimen turbulento:

$$h_f = K_{tubo} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$K_{tubo} = f \cdot \frac{L}{D_{int}}$$

Siendo, f , factor de pérdida del tramo de tubería analizado
 D_{int} , diámetro interno de la tubería
 v , velocidad lineal del fluido
 g , aceleración gravitatoria ($g = 9.81 \text{ m / s}^2$)

En todo caso, se considerará para los cálculos la longitud máxima estimada de tubería a recorrer.

Para calcular el factor de rozamiento se utiliza el Diagrama de Moody. Pero antes es necesario conocer la rugosidad relativa, ε / D y el Número de Reynolds, Re .

El cálculo del número de Reynolds se realiza como sigue:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Para la evaluación de la rugosidad relativa se considera que las tuberías son de acero comercial, con lo que $\varepsilon = 0,05 \text{ mm}$. Con la relación ε / D y el número de Reynolds se obtiene el factor de fricción en el diagrama de Moody.

Las propiedades de densidad y viscosidad dinámica se consideran como propias del disolvente puro ya que la disolución que sale del extractor está lo suficientemente diluida como para no tener en cuenta el sólido.

Para evaluar la velocidad se ha de calcular en función de la sección de la misma y el caudal que es impulsado por ella, como ejemplo, el cálculo para la línea L-1002, donde a $60 \text{ }^\circ\text{C}$, la densidad vale 789 Kg / m^3 y la viscosidad es $58 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

$$Q = v \cdot S = v \cdot \frac{\pi \cdot D_{int}^2}{4}$$

$$v = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot D_{int}^2} = \frac{1.25 \cdot 4}{\pi \cdot (20.92 \cdot 10^{-3})^2} = 2.28 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{789 \cdot 2.28 \cdot 20.92 \cdot 10^{-3}}{58 \cdot 10^{-6}} = 650996.2 \text{ (Régimen turbulento)}$$

$$\frac{\varepsilon}{D_{int}} = \frac{0.05}{20.92} = 2.4 \cdot 10^{-3}$$

$$f = 0.025 \text{ (Moody)}$$

Para el resto de conducciones, ver cálculos en la siguiente tabla,

Conducción	v (m/s)	Re·10 ⁵	ε / D _{int}	f
L-1001	2.3	3.1	0.0024	0.025
L-1002	2.3	6.6	0.0024	0.025
L-1003	2.284	6.5	0.0024	0.025
LP-1001	2.286	6.5	0.0024	0.0275
G-1001	2.284	8.4	0.0024	0.025
LPC-1001	0.0023	218·10 ⁻⁵	0.0091	0.096
LPC-1002	1.846	2.8	0.0026	0.0255

Tabla 4.4.- Cálculo de dimensiones para obtener el coeficiente de fricción en las distintas línea.

Evidentemente no hay duda, a juzgar por el N° de Reynolds, que estamos en régimen turbulento, con lo cual se puede aplicar perfectamente la fórmula de Darcy, excepto para la conducción LPC-1001 la cual se encuentra en régimen laminar y por tanto hay que entender que la rugosidad no afecta al valor de f.

$$f = f_1(\text{Re}_D) = \frac{64}{\text{Re}_D} = \frac{64}{218} = 0.29$$

Para aplicar la formula de Darcy en el resto de conducciones, se ha estimado una longitud de tubería ideal para la conducción, con lo cual, aplicando la ecuación, para la línea L-1002 (longitud estimada dos metros),

$$K_{tubo} = f \cdot \frac{L}{D_{int}} = 0.025 \cdot \frac{2}{20.92 \cdot 10^{-3}} = 2.38$$

$$h_f = K_{tubo} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 2.38 \cdot \frac{2.3^2}{2 \cdot 9.81} = 0.65 \text{ m}$$

Para el resto de conducciones,

Conducciones	L _{estimada} (m)	D _{int} (mm)	f	K _{tubo}	h (m)
L-1001	10	20.92	0.025	11.94	3.24
L-1002	2	20.92	0.025	2.38	0.65
L-1003	6.5	20.92	0.025	7.76	2.06
LP-1001	4	20.92	0.0275	5.25	1.4
G-1001	12.5	20.92	0.025	-	-
LPC-1001	8	5.46	0.29	424.9	1.14 · 10 ⁻⁴
LPC-1002	5	18.84	0.0255	6.76	1.17

Tabla 4.5.- Pérdida de carga mayor para las conducciones.

Como se puede apreciar en la anterior tabla para la línea G-1001, por donde circulara vapor de disolvente, no se ha calculado la perdida de carga mayor; esto es debido a que para conducciones por donde circulen gases, el calculo se realiza de forma diferente.

En este caso, las pérdidas se deben al rozamiento del fluido con

las paredes de la tubería. Para el caso que se trata, el del disolvente, para fluidos compresibles, admitiendo la aproximación de gas ideal, la pérdida de presión entre dos puntos de la conducción se puede evaluar mediante la ecuación de Weymouth:

$$\frac{M}{2 \cdot R \cdot T_m} \cdot [P_1^2 - P_2^2] = 2 \cdot \bar{f} \cdot \frac{G^2}{D} \cdot L$$

Donde, \bar{f} , factor de rozamiento medio entre dos puntos
 L, longitud del tramo de tubería considerado
 D, diámetro interno de la tubería
 G, velocidad másica del fluido
 T_m , temperatura media entre los puntos considerados
 R, constante de los gases
 M, masa molecular
 P, presión

$$W = 976.02907 \text{ Kg/h}$$

$$G = \frac{W}{S} = \frac{976.02907}{\pi \cdot \frac{(20.92 \cdot 10^{-3})^2}{4}} = 788.0637 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$T_m = \frac{78.4 + 60}{2} = 69.2 \text{ }^\circ\text{C} \approx 342.35 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\begin{aligned} P_2^2 &= P_1^2 - 2 \cdot \bar{f} \cdot \frac{G^2}{D} \cdot L \cdot \frac{2 \cdot R \cdot T_m}{M} = \\ &= 101300^2 - 2 \cdot 0.025 \cdot \frac{788.0637^2}{20.92 \cdot 10^{-3}} \cdot 12.5 \cdot \frac{2 \cdot 8.34 \cdot 342.35}{46} = \\ &= 89.2 \text{ KPa} \approx 0.91 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Por tanto, se obtiene un ΔP , de 12.1 Kpa.

Perdidas de carga menores

Las pérdidas menores o secundarias son las debidas a los accesorios existentes en las líneas de fluido, esto es como válvulas, codos, etc.

En este caso, cada accesorio se caracteriza por un coeficiente de resistencia, K, dependiente de las características geométricas del accesorio en cuestión y del factor de fricción, f.

La pérdida de carga menor se evalúa mediante la ya vista fórmula de Darcy:

$$h_f = K_{tubo} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

En el sistema se va a desglosar los accesorios necesarios por cada bloque y, en concreto, por cada conducción, los valores, en casi todos los casos son fijos, variando en función de las propias características del sistema:

L-1001

$$v = 2.3 \text{ m/s} \quad \dots \quad f = 0.025$$

Accesorios	Evaluación K	K	Cantidad	h _a (m)
Salida deposito	-	0.42	1	0.1134
Te (empalme)	-	1.8	1	0.49
Codo 90° std.	-	0.9	4	0.972
Válvula regulación (mariposa)	45·f	1.125	2	0.6075
Válvula retención (clapeta)	-	2.5	1	0.675
Perdida Total				2.86

L-1002

$$v = 2.3 \text{ m/s} \quad \dots \quad f = 0.025$$

Accesorios	Evaluación K	K	Cantidad	h_a (m)
Entrada deposito	-	1	4	1.08
Te (empalme)	-	1.8	2	0.972
Te (red. $\frac{3}{4}$ $\frac{3}{8}$)	-	-	1	0.6
Válvula regulación (mariposa)	45·f	1.125	1	0.303
Válvula retención (clapeta)	-	2.5	1	0.675
Perdida Total				3.63

L-1003

$$v = 2.284 \text{ m/s} \quad \dots \quad f = 0.025$$

Accesorios	Evaluación K	K	Cantidad	h_a (m)
Te (empalme)	-	1.8	1	0.48
Codo 90° std.	-	0.9	2	0.48
Válvula regulación (mariposa)	45·f	1.125	1	0.29
Válvula retención (clapeta)	-	2.5	1	0.665
Perdida Total				1.915

LP-1001

$$v = 2.286 \text{ m/s} \quad \dots \quad f = 0.0275$$

Accesorios	Evaluación K	K	Cantidad	h_a (m)
Salida deposito	-	0.42	4	0.45
Te (empalme)	-	1.8	2	0.153
Codo 90° std.	-	0.9	2	0.48
Válvula regulación (mariposa)	45·f	1.23	2	0.66
Válvula retención (clapeta)	-	2.5	1	0.66
Te (amp. $\frac{3}{8}$ $\frac{3}{4}$)	-	-	1	0.6
Ensanche ($\frac{3}{4}$ 1)	-	-	1	0.067
Perdida Total				3.003

G-1001

$$v = 2.284 \text{ m/s} \quad \dots \quad f = 0.025$$

Accesorios	Evaluación K	K	Cantidad	h_a (m)
Salida deposito	-	0.42	1	0.112
Codo 90° std.	-	0.9	1	0.24
Válvula regulación (mariposa)	45·f	1.125	1	0.3
Válvula retención (clapeta)	-	2.5	1	0.665
Perdida Total				1.32

LPC-1001

$$v = 0.0023 \text{ m/s} \quad \dots \quad f = 0.096$$

Accesorios	Evaluación K	K	Cantidad	$h_a \cdot 10^{-7} \text{ (m)}$
Salida deposito	-	0.42	1	1.13
Entrada deposito	-	1	1	2.7
Codo 90° std.	-	0.9	3	7.3
Válvula regulación (globo)	ábaco	-	1	$5 \cdot 10^7$
Válvula retención (clapeta)	-	2.5	1	6.75
Perdida Total				≈5

LPC-1002

$$v = 1.846 \text{ m/s} \quad \dots \quad f = 0.0255$$

Accesorios	Evaluación K	K	Cantidad	$h_a \text{ (m)}$
Salida deposito	-	0.42	1	0.073
Codo 90° std.	-	0.9	2	0.312
Válvula regulación (mariposa)	45·f	1.1475	2	0.39
Perdida Total				0.78

De manera que se obtiene,

Conducciones	$h_{\text{mayores}} \text{ (m)}$	$h_{\text{menores}} \text{ (m)}$	h_f
L-1001	1.4	3	4.4
L-1002	$3.7 \cdot 10^{-5}$	5	≈5
L-1003	1.17	0.78	1.95
LP-1001	-	1.32	1.32
G-1001	3.24	2.86	6.1
LPC-1001	0.65	3.63	4.28
LPC-1002	2.06	1.915	3.921

Tabla 4.6.- Pérdida de carga total para las líneas.**4.3.- Equipos de impulsión**

El calculo de las especificaciones de las bombas a utilizar comienza con la altura útil. La altura útil (H) es la energía neta que la bomba debe transmitir al fluido. Se calcula aplicando la ecuación de Bernouilli entre los puntos de aspiración y descarga de la bomba.

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + H = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_{f_{1-2}}$$

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + (z_2 - z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} + h_{f_{1-2}}$$

Donde, $(z_2 - z_1)$, diferencia de cotas entre los puntos considerados

$\frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g}$, diferencia de presiones entre descarga y aspiración

$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g}$, diferencia de velocidades entre descarga y aspiración

$h_{f_{1-2}}$, perdidas de carga totales exteriores a la bomba

A continuación, se definen las características de las bombas que deben ser analizadas para el correcto funcionamiento de la planta,

Bomba de descarga de disolución del tanque de almacenamiento P-1001

Si realizamos los cálculos, tenemos que para la bomba de descarga,

- $P_1 = 101.300$ Pa, presión en la superficie de aspiración.
- $P_2 = 101.300$ Pa, presión en el punto de descarga, se elige el valor mas desfavorable.
- $z_1 \cong 0$ m, cota de la superficie de aspiración, se elige el valor mas desfavorable, que es cuando el deposito esta casi vacío.
- $z_2 \cong 1.5$ m, cota del punto de descarga, Serra un valor aproximado.
- $v_1 \cong 0$ m/s, velocidad lineal en la aspiración. El nivel del liquido en el deposito ira disminuyendo muy lentamente, por lo que se puede aproximar a 0.
- $v_2 \cong 2.3$ m/s, velocidad lineal en la descarga.
- $h_{f1-2} = 6.1$, perdida total de presión.

$$H = \frac{101.300 - 101300}{789 \cdot 9.81} + (1.5 - 0) + \frac{2.3^2 - 0}{2 \cdot 9.81} + 6.1 = 7.86 \text{ m} \approx 8 \text{ m}$$

Bomba de carga de disolución al extractor P-1002

Si realizamos los cálculos, tenemos que para la bomba de carga,

- $P_1 = 101.300$ Pa, presión en la superficie de aspiración.
- $P_2 = 101.300$ Pa, presión en el punto de descarga, se elige el valor mas desfavorable.
- $z_1 \cong 0$ m, cota de la superficie de aspiración, se elige el valor mas desfavorable, que es cuando el deposito esta casi vacío.
- $z_2 \cong 0$ m, cota del punto de descarga, Serra un valor aproximado.
- $v_1 \cong 0$ m/s, velocidad lineal en la aspiración
- $v_2 \cong 2.3$ m/s, velocidad lineal en la descarga.
- $h_{f1-2} = 4.28$, perdida total de presión.

$$H = \frac{101.300 - 101300}{789 \cdot 9.81} + (0 - 0) + \frac{2.3^2 - 0}{2 \cdot 9.81} + 4.28 = 4.55 \text{ m} \approx 5 \text{ m}$$

Bomba de descarga de producto disolución del extractor P-1003

Si realizamos los cálculos, tenemos que para la bomba de descarga,

- $P_1 = 101.300 \text{ Pa}$, presión en la superficie de aspiración.
- $P_2 = 101.300 \text{ Pa}$, presión en el punto de descarga, se elige el valor mas desfavorable.
- $z_1 \cong 0 \text{ m}$, cota de la superficie de aspiración, se elige el valor mas desfavorable, que es cuando el deposito esta casi vacío.
- $z_2 \cong 1.83 \text{ m}$, cota del punto de descarga, Serra un valor aproximado.
- $v_1 \cong 0 \text{ m/s}$, velocidad lineal en la aspiración
- $v_2 \cong 2.286 \text{ m/s}$, velocidad lineal en la descarga.
- $h_{f1-2} = 4.4$, perdida total de presión.

$$H = \frac{101.300 - 101300}{789 \cdot 9.81} + (1.83 - 0) + \frac{2.286^2 - 0}{2 \cdot 9.81} + 4.4 = 6.49 \text{ m} \approx 6.5 \text{ m}$$

Bomba de descarga del aerorefrigerador P-1004

Si realizamos los cálculos, tenemos que para la bomba de descarga,

- $P_1 = 101.300 \text{ Pa}$, presión en la superficie de aspiración.
- $P_2 = 101.300 \text{ Pa}$, presión en el punto de descarga, se elige el valor mas desfavorable.
- $z_1 \cong 0 \text{ m}$, cota de la superficie de aspiración, se elige el valor mas desfavorable, que es cuando el deposito esta casi vacío.
- $z_2 \cong -0.5 \text{ m}$, cota del punto de descarga, Serra un valor aproximado.

- $v_1 \cong 0$ m/s, velocidad lineal en la aspiración
- $v_2 \cong 2.284$ m/s, velocidad lineal en la descarga.
- $h_{f1-2} = 3.921$, perdida total de presión.

$$H = \frac{101.300 - 101300}{789 \cdot 9.81} + (-0.5 - 0) + \frac{2.284^2 - 0}{2 \cdot 9.81} + 3.921 = 3.69 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

Bomba de descarga de producto concentrado del deposito de almacenaje P-1005

Si realizamos los cálculos, tenemos que para la bomba de descarga,

- $P_1 = 101.300$ Pa, presión en la superficie de aspiración.
- $P_2 = 101.300$ Pa, presión en el punto de descarga, se elige el valor mas desfavorable.
- $z_1 \cong 0$ m, cota de la superficie de aspiración, se elige el valor mas desfavorable, que es cuando el deposito esta casi vacío.
- $z_2 \cong 1$ m, cota del punto de descarga, Serra un valor aproximado.
- $v_1 \cong 0$ m/s, velocidad lineal en la aspiración
- $v_2 \cong 1.846$ m/s, velocidad lineal en la descarga.
- $h_{f1-2} = 1.95$, perdida total de presión.

$$H = \frac{101.300 - 101300}{789 \cdot 9.81} + (1 - 0) + \frac{1.846^2 - 0}{2 \cdot 9.81} + 1.95 = 3.12 \text{ m} \approx 3.5 \text{ m}$$

Bomba de descarga de producto concentrado del evaporador DP-1001

Si realizamos los cálculos, tenemos que para la bomba de descarga,

- $P_1 = 101.300$ Pa, presión en la superficie de aspiración.

- $P_2 = 101.300 \text{ Pa}$, presión en el punto de descarga, se elige el valor mas desfavorable.
- $z_1 \cong 0 \text{ m}$, cota de la superficie de aspiración, se elige el valor mas desfavorable, que es cuando el deposito esta casi vacío.
- $z_2 \cong 1.83 \text{ m}$, cota del punto de descarga, Serra un valor aproximado.
- $v_1 \cong 0 \text{ m/s}$, velocidad lineal en la aspiración
- $v_2 \cong 0.0023 \text{ m/s}$, velocidad lineal en la descarga.
- $h_{f1-2} = 5$, perdida total de presión.

$$H = \frac{101.300 - 101300}{789 \cdot 9.81} + (1.83 - 0) + \frac{0.0023^2 - 0}{2 \cdot 9.81} + 5 = 6.83 \text{ m} \approx 7 \text{ m}$$

A continuación se procederá al calculo de la potencia mínima requerida por las bombas y soplante diseñadas.

La potencia útil, W , es la potencia neta que comunica la bomba al fluido, es decir, representa la potencia invertida en impulsar el caudal a la altura útil. Se calcula mediante la expresión

$$W = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

Siendo, Q , caudal que suministra la bomba
 ρ , densidad del fluido
 g , aceleración de la gravedad
 H , altura útil

Realizando los cálculos oportunos, y teniendo en cuenta que la potencia de accionamiento o potencia en el eje de la bomba, W_a , se evalúa en función del rendimiento total de la bomba según la expresión,

$$W_a = \frac{W}{\eta_{total}}$$

El rendimiento total de la bomba, η_{total} , es el producto de tres factores, el rendimiento hidráulico, el rendimiento volumétrico y el rendimiento mecánico. Como estimación se supondrá un rendimiento global entorno al 50%. Con todo esto se obtiene,

Equipo	Q (m ³ /h)	H (m)	W (vatios)	W _a (vatios)
P-1001	1.238	6.5	17.3	34.6
P-1002	0.0012	7	0.02	0.04
P-1003	1	3.5	7.52	15.04
P-1004	1.25	8	21.5	43
P-1005	1.25	4.5	12.1	24.2
DP-1001	1.237	3.5	9.31	18.62

Tabla 4.7.- Potencia necesaria para los equipos de impulsión.

En el caso de la soplante la potencia neta, que el equipo debe comunicar al fluido es,

$$W = Q \cdot \Delta P$$

Por ello la soplante debe comunicar una potencia de 3.13 vatios. Si tenemos en cuenta que se puede originar un problema de cavitación, la potencia recomendada para evitarlo es de 7.8 w.

0. Introducción

En este anexo se pretende evaluar el coste de operación para poder estudiar la viabilidad económica del proceso. Así pues, después de un estudio aproximado de los costes se realizara una valoración en función del beneficio que se obtiene de la materia prima.

Debido a las características del sistema, se indicara previamente, que factores influyen en la evaluación del coste de operación.

El estudio comprenderá una evaluación del coste por ciclo extractivo, por día de operación y por temporada. Por ello es interesante desglosar los costes, de manera que pueda verse claramente donde se manifiestan los mayores gastos.

Los costes se realizaran atendiendo a,

- Por consumo de disolvente
- Por consumo de materia prima sólida
- Por consumo de energía eléctrica
- Por consumo de vapor de calefacción
- Por consumo de agua
- Por mano de obra

1. Consumo de disolvente

Consumo de disolvente	
Carga inicial (litros)	1250
Por ciclo extractivo (litros)	15.224
Por día (litros)	60.896
Por temporada (litros)	21345.68
Coste unitario (euros / litros)	6.5
Coste total (euros)	138746.92

Tabla 1.1.- Desglose del coste de disolvente.

2. Consumo de soja

Consumo de soja	
Carga inicial (Kg)	-
Por ciclo extractivo (Kg)	1000
Por día (Kg)	4000
Por temporada (ton.)	1320
Coste unitario (euros / ton.)	149.03
Coste total (euros)	196714.00

Tabla 2.1.- Desglose del coste de soja.

Al coste total habría que añadirle el transporte marítimo, pues la soja viene importada de Argentina. Esta logística incrementaría los gastos de materia prima en 105600.00 € en la temporada.

3. Consumo de energía eléctrica

Consumo de energía eléctrica	
Por temporada (Kw)	235918.61
Coste unitario (euros / Kw)	0.083
Coste total (euros)	19581.2

Tabla 3.1.- Desglose del coste de energía eléctrica.

Se ha tenido en cuenta únicamente la energía consumida por las bombas centrifugas, dosificadoras, por la soplante, por los ventiladores del aerorefrigerador, transductores y resistencias eléctricas. La tarifa aplicada es industrial.

4. Consumo de agua

Consumo de agua	
Por temporada (m ³)	172
Coste unitario (euros / m ³)	0.851
Coste total (euros)	146.4

Tabla 4.1.- Desglose del coste de agua.

La tarifa aplicada es industrial para consumos superiores a 100 m³. Se ha tenido en cuenta la limpieza y mantenimiento de las instalaciones, lavado de equipos anual y utilización sanitaria.

5. Consumo de vapor de calefacción

Consumo de vapor de calefacción	
Carga inicial (Kg)	-
Por ciclo extractivo (Kg)	2436.9
Por día (Kg)	9747.6
Por temporada (ton.)	3216.7
Coste unitario (euros / ton.)	13.80
Coste total (euros)	44390.46

Tabla 5.1.- Desglose del coste de vapor de agua para calefacción.

6. Mano de obra

Mano de obra	
Trabajadores por turnos	2
Turnos por día	3
Total de trabajadores	9
Horas por trabajador	1760
Coste hora trabajo (€)	15.09
Coste total (euros)	239025.60

Tabla 6.1.- Desglose del coste de mano de obra.

En el coste hora de trabajo se encuentra incluido costes brutos, costes de seguridad social, vacaciones, extras y mano de obra indirecta.

7. Otros gastos

Dentro de los gastos de operación se incluirá una partida para la realización de análisis tanto de materia prima contratada como producto final, además de recoger muestras cada cierto tiempo sirviendo de comprobación del sistema.

Se contratara con un laboratorio exterior, un paquete de análisis “al por mayor”, para controlar el sistema en todo momento y así responder mas eficazmente frente a cualquier problema.

El gasto que conlleva este paquete de análisis (375 unidades a 4.00 euros) es de 1500.00 euros.

8. Coste global

Coste global de operación	
Coste total disolvente	138746.92
Coste total soja	302314.00
Coste total energía eléctrica	19581.2
Coste total agua	146.40
Coste total vapor de agua	4439.46
Coste total mano de obra	239025.60
Otros gastos	1500.00
Total coste global de operación	443692.89

Tabla 8.1.- Desglose del coste global

Cifras expresadas en euros. Luego dividiendo el total del coste global entre el numero total de ciclos extractivos obtenemos un total del coste global por ciclo de extracción de,

$$CGCE = 425109.39 / 1320 = 322.05 \text{ euros}$$

A continuación se detallara el coste por extracción y por Kg de isoflavona obtenido,

$$\text{Coste por extraccion} = 322.05 / 6 = 53.67 \text{ euros}$$

$$\text{Coste Kg isoflavona} = 134.18 \text{ euros}$$

1. LIBROS

- FUNDAMENTOS DE LOS ULTRASONIDOS. Jack Blitz. Editorial Alhambra, S.A. 1969. 1º Edición.
- MANUAL DE ACUSTICA, RUIDOS Y VIBRACIONES. Pedro Flores Percita. Editorial G Y C. 1990. 3ª Edición.
- GESTION DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE EXTRACCION DE ACEITE DE OLIVA. Juan Vilar Hernández y Mª del Mar Velasco Gámez. 2003.
- ANALISIS Y DIFUSION DE LAS TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LOS PROCESOS DE LAS INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS DE ARAGON. Luis Navarro Elola, Francisco Cordón Aranda y Miguel Ángel Escalona Andrew. Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Dirección General de Investigación y Tecnología Agraria. 1993.
- DISEÑO Y CONSTRUCCION DE INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS. Emilio García-Vaquero Vaquero y Francisco Ayuga Téllez. Ediciones Mundi – Prensa. 1993.
- INGENIERIA QUIMICA (OPERACIONES BASICAS). J. M. Coulson y J. F. Richardson. Editorial Reverté, S.A. 1988.
- OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA. R. E. Treybal. Editorial Mc. Graw – Hill. 1980.
- INTRODUCCION A LA INGENIERIA QUIMICA. G. C. Pardo, F. G. Herruzo, A. de L. Martínez, D. P. Rico y J. M. R. Maroto. Editorial Síntesis. 1999.
- ENCICLOPEDIA UNIVERSAL DURVAN. Editorial Durvan, S.A., Bilbao 1977. Léxico 1964.
- MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO. R. H. Perry y D. W. Green. Editorial Mc. Graw – Hill. 2001. 7ª Edición. Volúmenes I, II y III.
- LAS OPERACIONES DE LA INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS. J. G. Brennan. Editorial Acribia, S.A. 1998. 3º Edición.

- INGENIERIA INDUSTRIAL ALIMENTARIA. Pierre Mofart. Edición Acribia, S.A. 1993. Volúmenes I y II.
- MECANICA DE FLUIDOS INCOMPRESIBLES Y TURBO MAQUINAS HIDRAULICAS. José Agüera Soriano. Editorial Ciencia 3, S.L. 2002. 5ª Edición.
- MANUAL DE DATOS PARA INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS. G.D. Hayes. Editorial Acribia, S.A. 1992.
- EQUIPOS PARA LA INDUSTRIA QUIMICA Y ALIMENTARIA. J. B. Franco y V. Ll. Martínez. Editorial Alhambra. 1985.
- TRANSFERENCIA DE CALOR. A. F. Mills. Editorial Mc. Graw – Hill – Irwin. 1999.
- TERMODINAMICA. K. Wark y D. E. Richards. Editorial Mc. Graw – Hill. 2001. 6º Edicion.
- APPLIED THERMODYNAMICS (FOR ENGINEERING TECHNOLOGISTS). Eastop. Mc Conkey. Editorial Prentice Hall. 1993. 5ª Edición.
- QUIMICA GENERAL. R. H. Petrucci, W. J. Harwood, F. G. Herring. Editorial Pearson – Prentice Hall. 2003. 8ª Edición.
- CURSO DE QUIMICA FISICA. J. A. Corrales. Editorial Aguilar. 1974.
- EVAPORADORES. A. L. Miranda. Grupo Editorial CEAC. 2000.
- CALDERAS DE VAPOR EN LA INDUSTRIA. L. A. Molina Igartua y J. Mª Alonso Girón. Ente Vasco de Energía. 1996.
- INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS. R. L. Earle. Editorial Acribia, S.A. 1988. 2º Edición.
- EL SECADO. Friedrich Kneule. Ediciones Urmo. 1966.
- ASM HANDBOOK. S.D. Henry, S.R. Lampman. ASM International (The Material Information Society).1997. Volume 20 “Materials selection and design”.
- ACEROS (METALÚRGIA FÍSICA, SELECCIÓN Y DISEÑO). J.A. Pero – Sanz Elorz. Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000. 2004. 1ª Edición.

2. PUBLICACIONES

- REVISTA ESPAÑOLA DE ELECTRÓNICA. Nº 595. 2004.

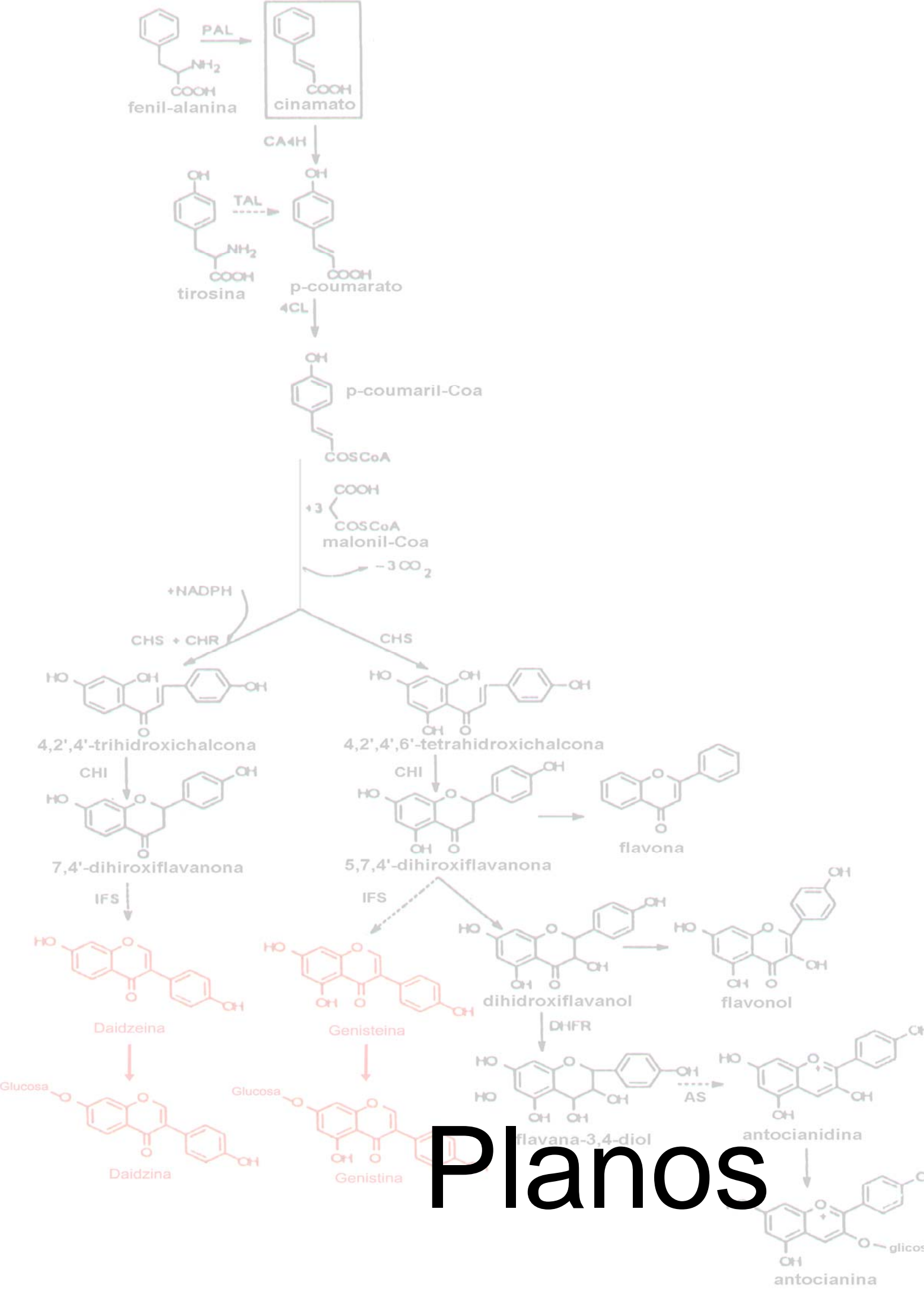
3. TESIS DE DOCTORADO

- ARIEL ROSTAGNO, M., “Nuevos métodos para la determinación de isoflavonas en soja y alimentos derivados”. Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz. 2005.

4. CONSULTA ELECTRÓNICA

- <http://www.grupocipsa.com>
- <http://www.molinos.com.ar>
- <http://www.mtas.es/insht>
- <http://www.pulevasalud.com>
- <http://www.tecnoedu.com>
- <http://www.admhealth.com>
- <http://www.bransonultrasonics.com/>
- <http://www.scielo.br>
- <http://www.ia.csic.es>
- <http://www.tierratechsl.com>
- <http://www.micromolinos.com.ar>
- <http://www.mtas.es/insht>
- <http://www.isoflavones.info/es/>
- <http://www.dsalud.com>
- <http://www.portalagrario.gob.pe>
- <http://www.grupobimbo.com.mx/>
- <http://www.uam.es>
- <http://www.lekue.com>

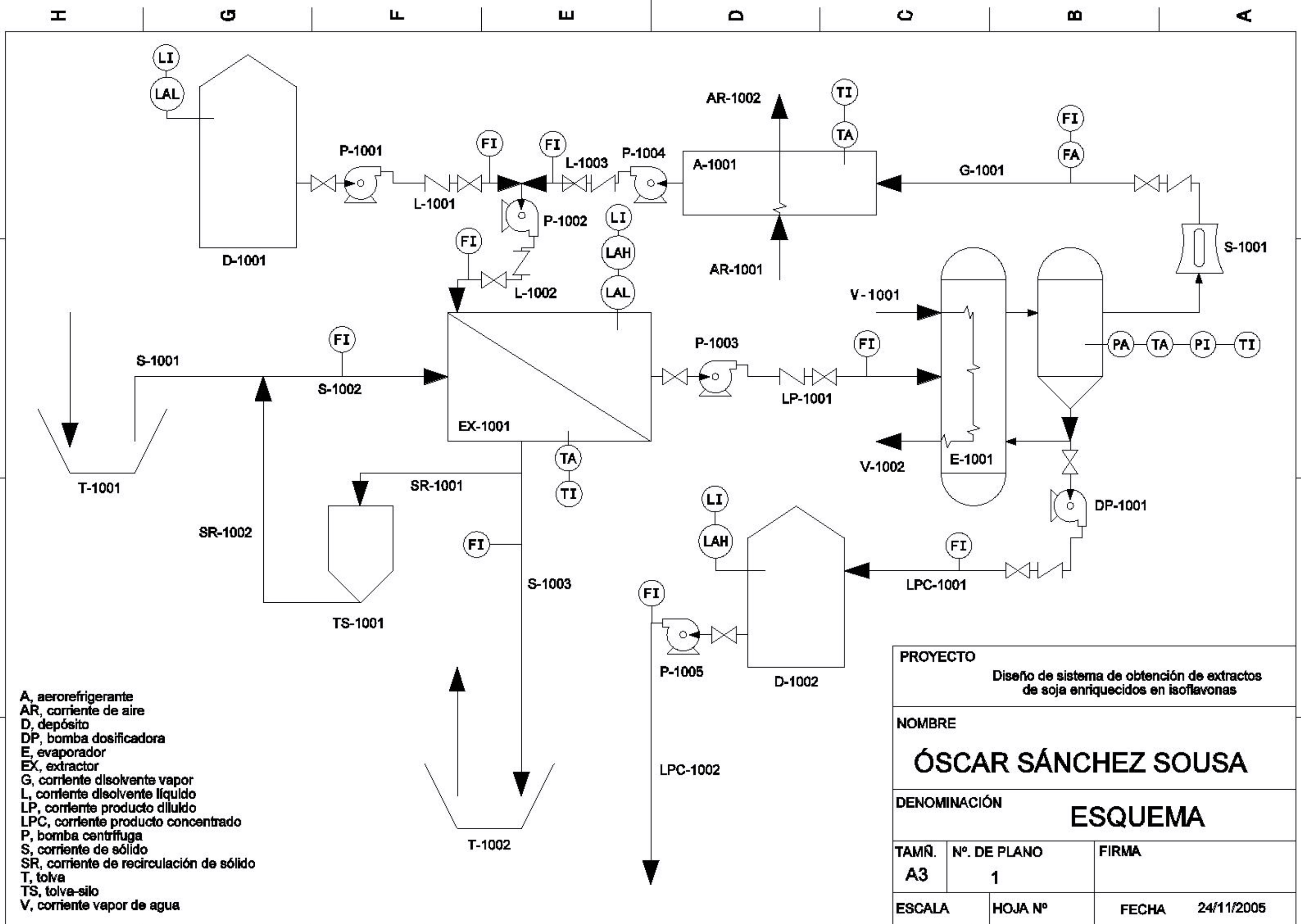
- <http://www.igerontologico.com>
- <http://www.inta.gov.ar>
- <http://www.miesa.com/>
- <http://www.mapya.es/es/agricultura>
- <http://www.alcion.es/>
- <http://www.alfalaval.com>
- <http://datacomex.mcx.es/principal.aspx>
- <http://www.greenpeace.org>
- <http://www.geaibericasa.es/espanol.htm>
- <http://www.fquim.unam.mx/sitio/>
- <http://www.hielscher.com>
- <http://www.ucm.es>
- <http://www.la-moncloa.es/>
- <http://www.perlick.de>
- <http://www.ugr.es>
- <http://www.esindus.es>
- <http://www.grundfos.com/>
- <http://www.condorchem.com>
- <http://www.sedical.com/>
- <http://www.tecnicastermicas.com>
- <http://www.wilo.es>



Planos

INDICE

1. Diagrama de flujo, instrumentación y líneas	plano 1
2. Equipo extractor	plano 2
3. Isométrica y detalle del equipo extractor	plano 3
4. Equipo evaporador	plano 4
5. Isométrica y detalle del equipo evaporador	plano 5

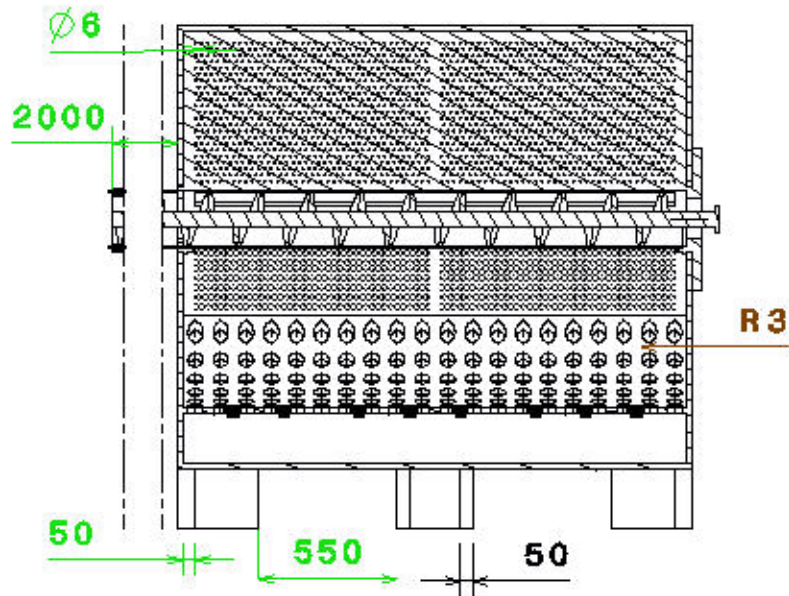


- A, aerorefrigerante
- AR, corriente de aire
- D, depósito
- DP, bomba dosificadora
- E, evaporador
- EX, extractor
- G, corriente disolvente vapor
- L, corriente disolvente líquido
- LP, corriente producto diluido
- LPC, corriente producto concentrado
- P, bomba centrífuga
- S, corriente de sólido
- SR, corriente de recirculación de sólido
- T, tolva
- TS, tolva-silo
- V, corriente vapor de agua

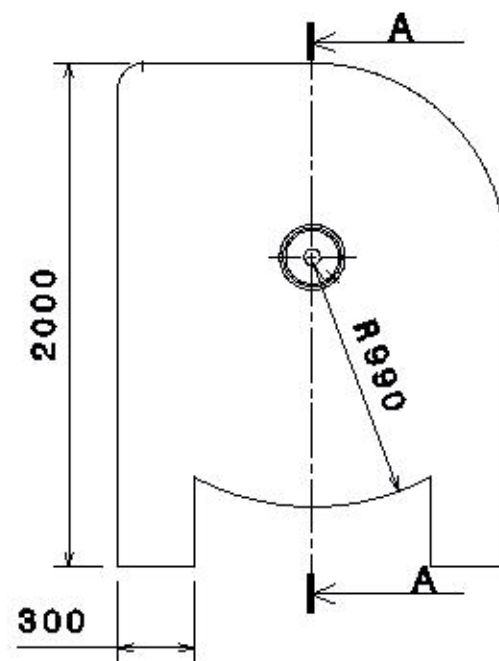
PROYECTO		
Diseño de sistema de obtención de extractos de soja enriquecidos en isoflavonas		
NOMBRE		
ÓSCAR SÁNCHEZ SOUSA		
DENOMINACIÓN		
ESQUEMA		
TAMÑ.	Nº. DE PLANO	FIRMA
A3	1	
ESCALA	HOJA Nº	FECHA
		24/11/2005

H G F E D C B A

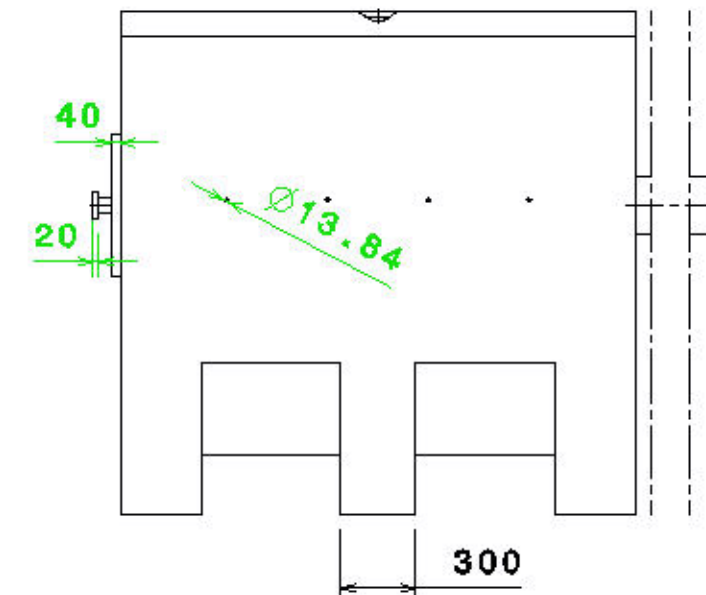
Vista corte A-A



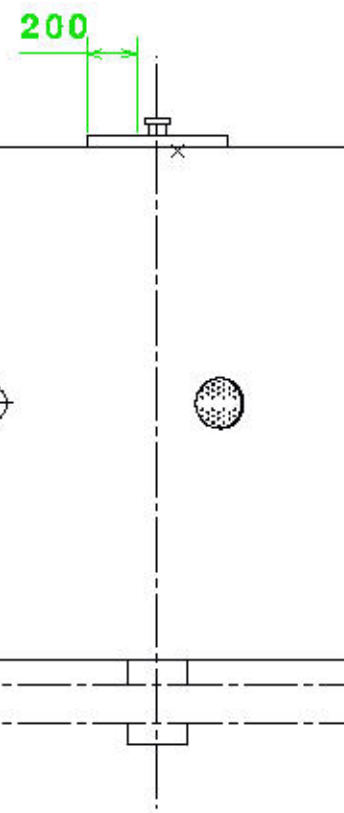
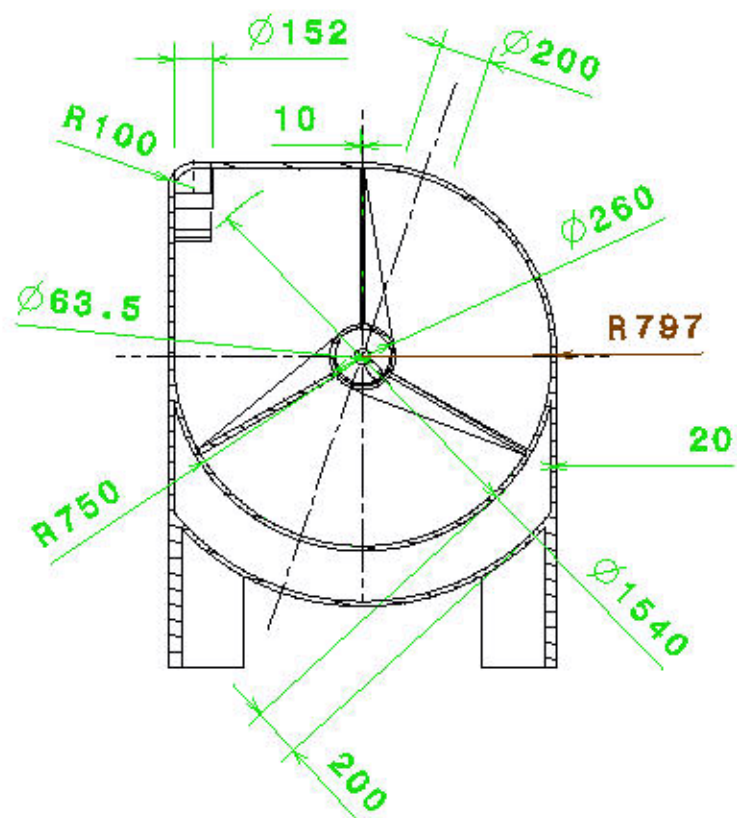
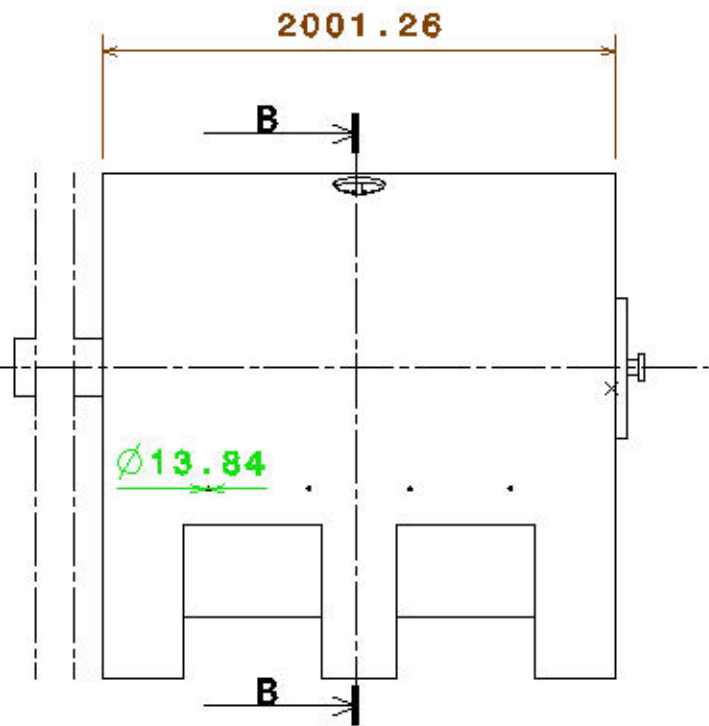
Alzado



Perfil Izdo.



2001.26



Perfil dcho.

Vista corte B-B

Planta

PROYECTO
Diseño de un sistema de obtención de extractos de soja enriquecidos en isoflavonas

NOMBRE
ÓSCAR SÁNCHEZ SOUSA

DENOMINACIÓN
EXTRACTOR

TAMÑ. A3	Nº. DE PLANO 2	FIRMA
ESCALA 1:30	HOJA Nº	FECHA 22/11/2005

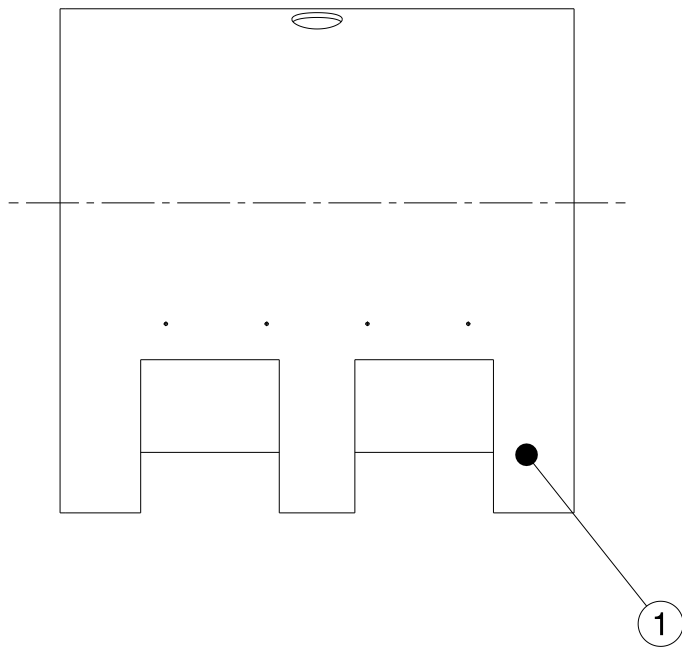
H G B A

H G F E D C B A

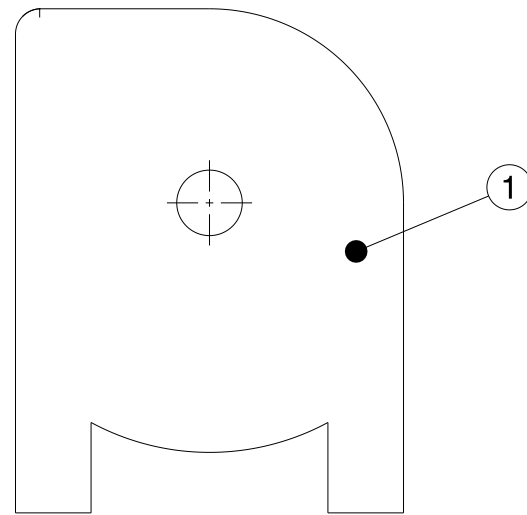
4
3
2
1

4
3
2
1

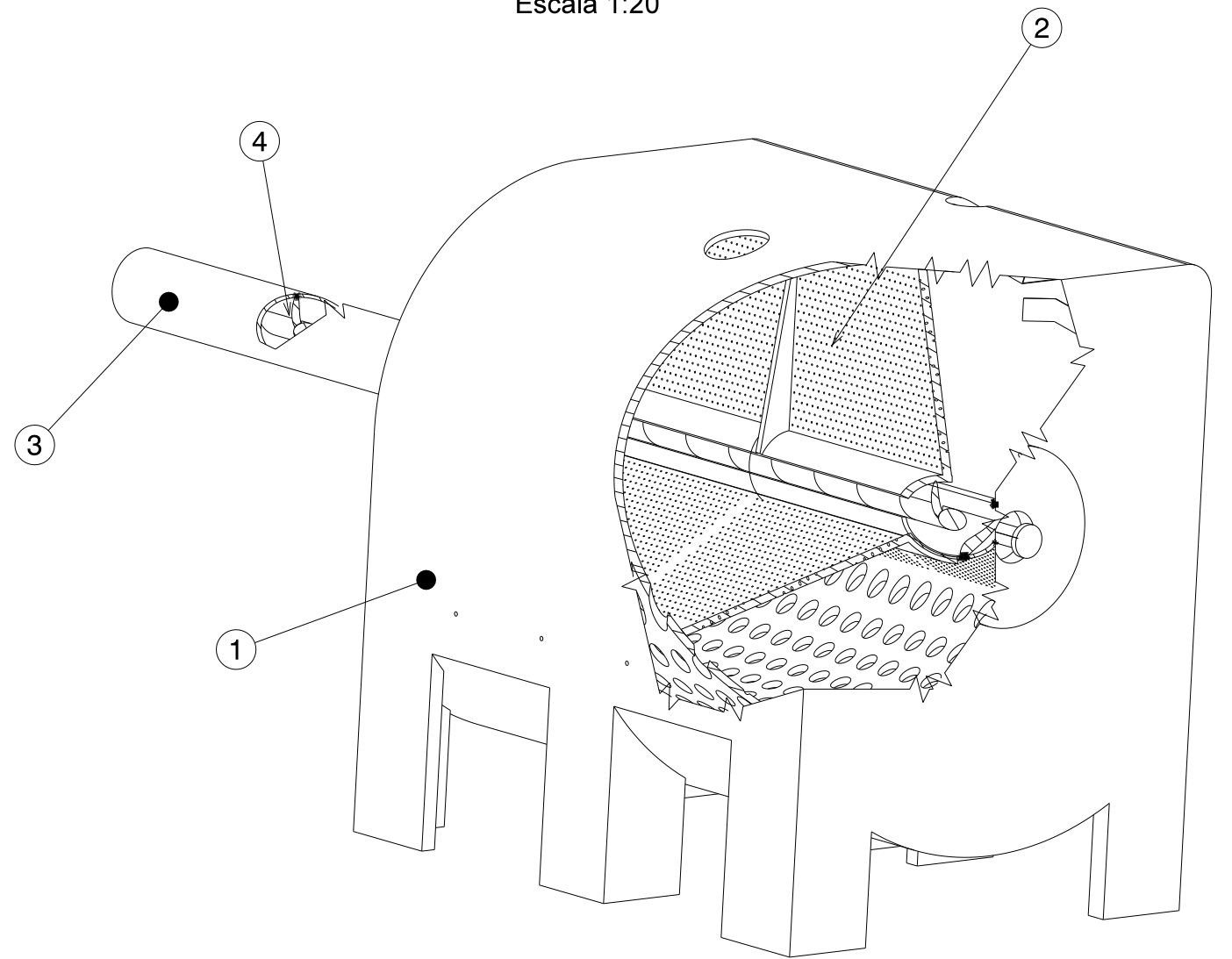
Alzado depósito extractor



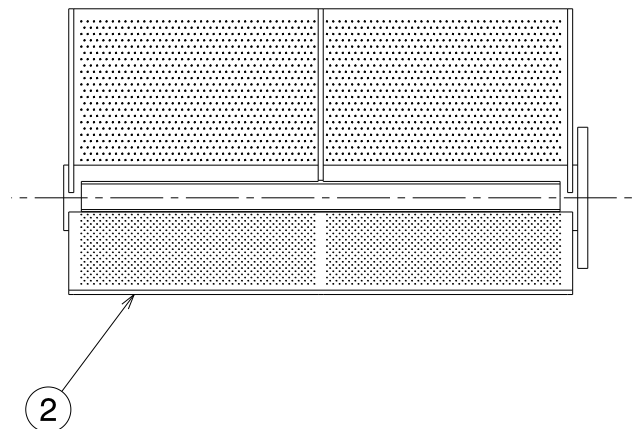
Perfil izdo. depósito extractor



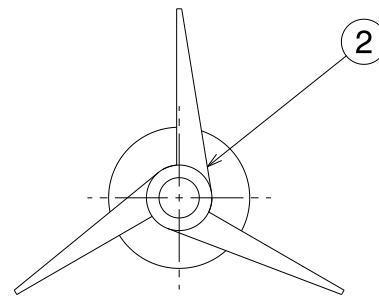
Vista isométrica
Escala 1:20



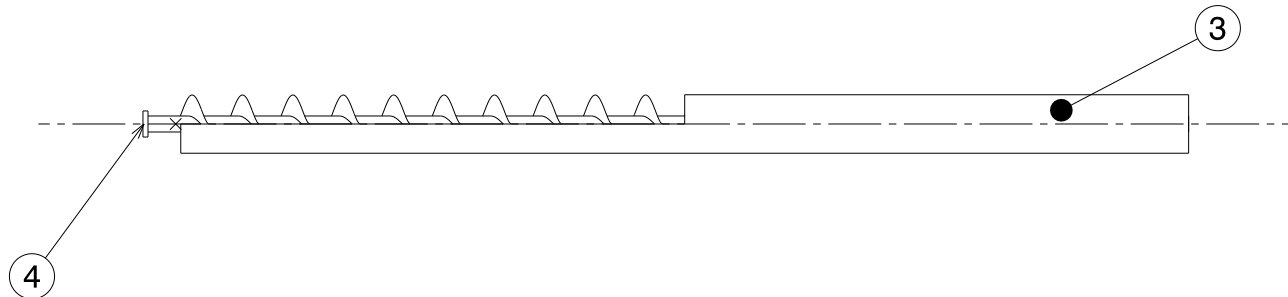
Alzado palas



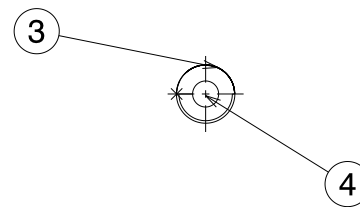
Perfil izdo. palas



Alzado tornillo



Perfil izdo. tornillo



Piezas Extractor

Nº. Globo	Denominación
1	Depósito extractor
2	Palas
3	Cuerpo tornillo
4	Tornillo "sin fin"

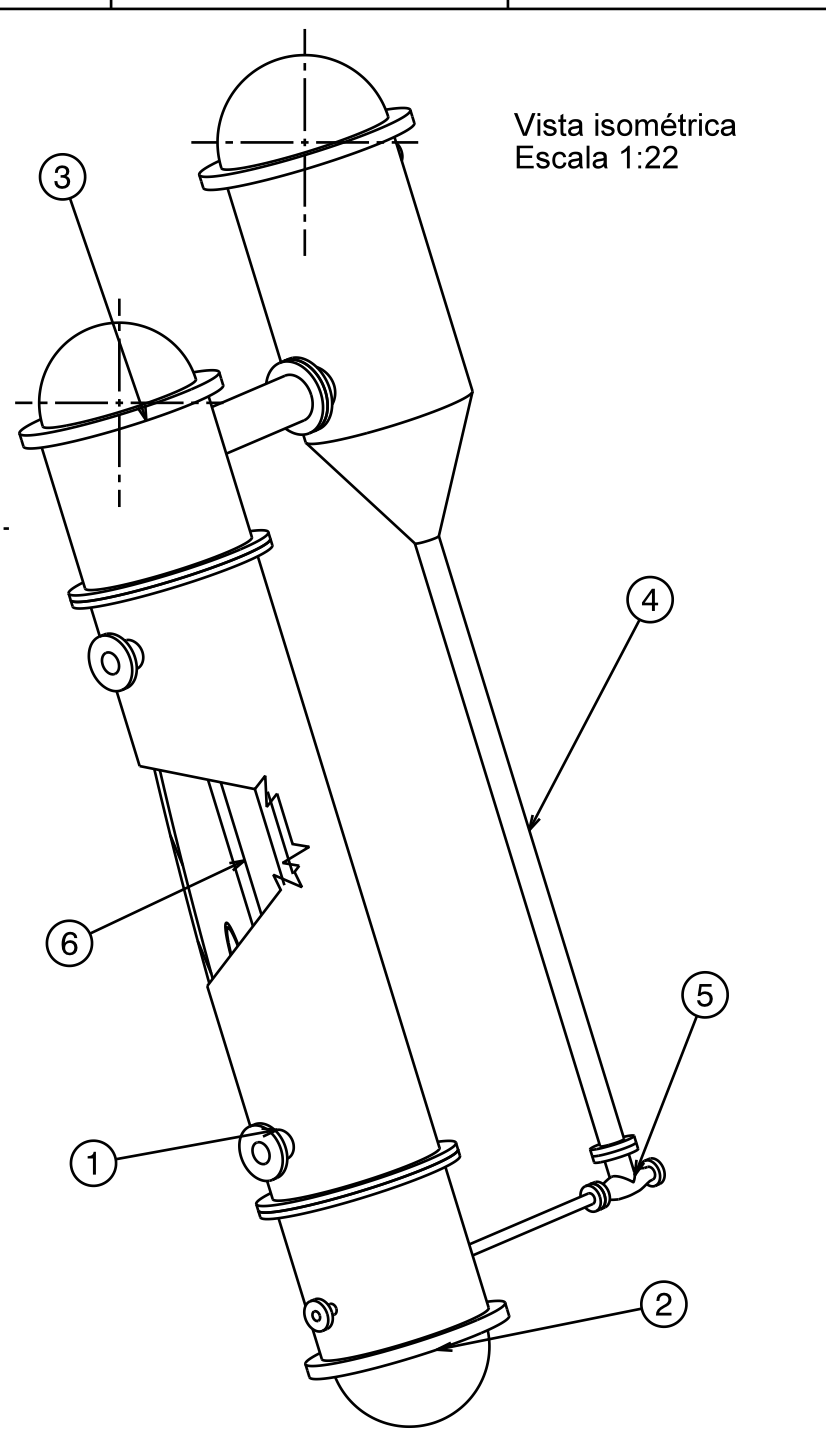
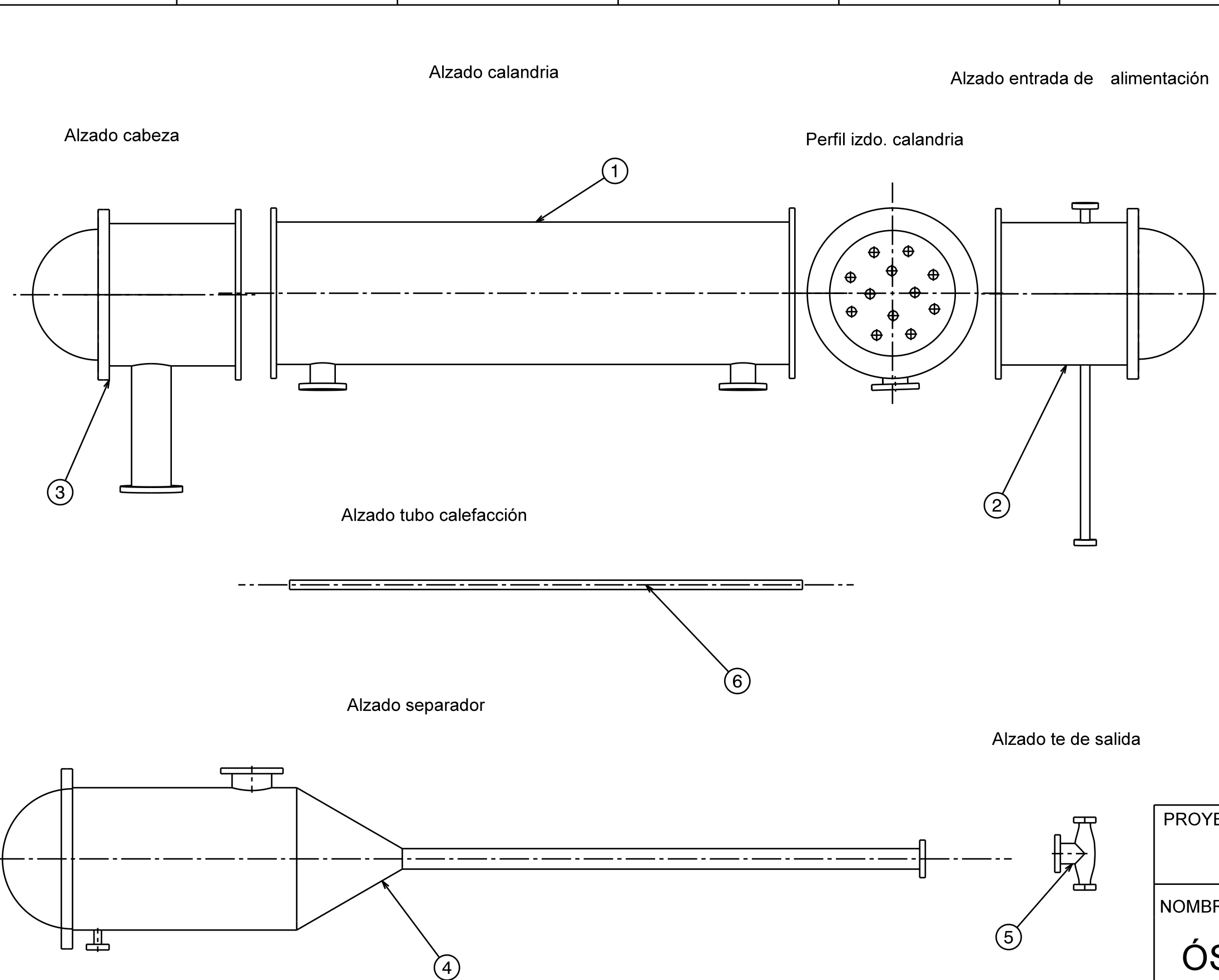
PROYECTO Diseño de un sistema de obtención de extractos de soja enriquecidos en isoflavonas		
NOMBRE <h1>ÓSCAR SÁNCHEZ SOUSA</h1>		
DENOMINACIÓN ISOMÉTRICA DE EXTRACTOR		
TAMÑ. A3	Nº. DE PLANO 3	FIRMA
ESCALA 1:30	HOJA Nº	FECHA 24/11/2005

H G B A

H G F E D C B A

4
3
2
1

4
3
2
1



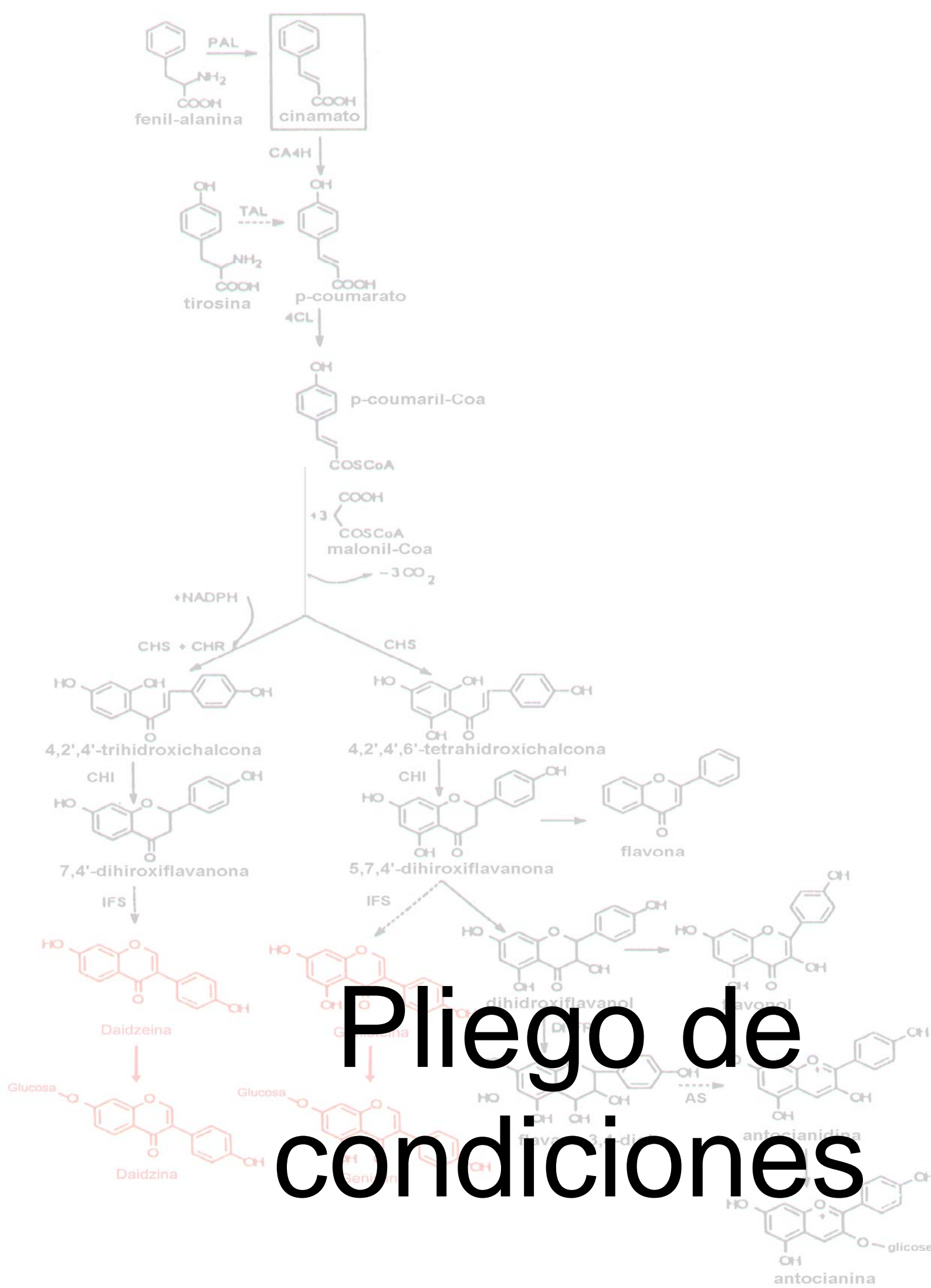
Vista isométrica
Escala 1:22

Piezas Evaporador

Nº. Globo	Denominación
1	Calandria
2	Entrada de alimentación
3	Cabeza
4	Separador
5	Te de salida
6	Tubo de calefacción

PROYECTO Diseño de un sistema de obtención de extractos de soja enriquecidos en isoflavonas		
NOMBRE ÓSCAR SÁNCHEZ SOUSA		
DENOMINACIÓN ISOMÉTRICA DE EVAPORADOR		
TAMÑ. A3	Nº. DE PLANO 5	FIRMA
ESCALA 1:15	HOJA Nº	FECHA 24/11/2005

H G B A



INDICE

A. Descripcion general del proyecto	pag. 1
B. Generales	pag. 3
Capitulo I. Aplicacion del pliego, definicion de las obras y adjudicacion	pag. 3
Art. 1.- Objeto del pliego	pag. 3
Art. 2.- Proyecto	pag. 4
Art. 3.- Documentacion complementaria	pag. 5
Art. 4.- Concurso	pag. 5
Art. 5.- Retirada de documentacion de concurso	pag. 6
Art. 6.- Aclaraciones de los licitadores	pag. 6
Art. 7.- Presentacion de la documentacion de la oferta	pag. 6
Art. 8.- Cond. legales a reunir el contratista para ofertar	pag. 9
Art. 9.- Validez de las ofertas	pag. 10
Art. 10.- Contradicciones y omisiones en la document.	pag. 10
Art. 11.- Planos provisionales y definitivos	pag. 11
Art. 12.- Adjudicacion del concurso	pag. 11
Art. 13.- Devolucion de los planos y documentacion	pag. 12
Art. 14.- Permisos a obtener por la propiedad	pag. 13
Art. 15.- Permisos a obtener por el contratista	pag. 14
Capitulo II. Desarrollo del contrato, condiciones economicas y legales	pag. 15
Art. 16.- Contrato	pag. 15
Art. 17.- Gastos e impuestos	pag. 16
Art. 18.- Finanza prov., definitiva y fondo de garantia	pag. 16
Art. 19.- Asociacion de constructores	pag. 18
Art. 20.- Subcontratistas	pag. 18
Art. 21.- Relaciones entre la propiedad, contratistas y subcontratistas	pag. 19
Art. 22.- Domicilios y representaciones	pag. 20

Art. 23.- Obligaciones del contratista en materia social	pag. 21
Art. 24.- Gastos de caracter general por cuenta del contratista	pag. 23
Art. 25.- Gastos de caracter general por cuenta de la propiedad	pag. 25
Art. 26.- Indemnizaciones por cuenta del contratista	pag. 26
Art. 27.- Partidas para obras accesorias	pag. 26
Art. 28.- Partidas alzadas	pag. 26
Art. 29.- Revision de precios	pag. 27
Art. 30.- Regimen de intervencion	pag. 28
Art. 31.- Rescision del contrato	pag. 29
Art. 32.- Propiedad industrial y comercial	pag. 32
Art. 33.- Disposiciones legales	pag. 33
Art. 34.- Tribunales	pag. 37
Capitulo III. Desarrollo de las obras, condiciones tecnico-economicas	pag. 37
Art. 35.- Modificaciones del proyecto	pag. 37
Art. 36.- Modificaciones de los planos	pag. 39
Art. 37.- Replanteo de las obras	pag. 39
Art. 38.- Acceso a las obras	pag. 40
Art. 39.- Organizacion de las obras	pag. 41
Art. 40.- Vigilancia y policia de las obras	pag. 42
Art. 41.- Utilizacion de las instalaciones auxiliares y equipos del contratista	pag. 42
Art. 42.- Empleo de materiales nuevos o de demolicion pertenecientes a la propiedad	pag. 43
Art. 43.- Uso anticipado de las instalaciones definitivas	pag. 43
Art. 44.- Planos de obra y montaje	pag. 43
Art. 45.- Plazos de ejecucion	pag. 46
Art. 46.- Retenciones por retrasos durante la ejecucion de la obra	pag. 46
Art. 47.- Incumplimiento de los plazos y multas	pag. 47

Art. 48.- Supresión de las multas	pag. 48
Art. 49.- Premios y primas	pag. 48
Art. 50.- Retrasos ocasionados por la propiedad	pag. 49
Art. 51.- Daños y ampliación del plazo en casos de fuerza mayor	pag. 49
Art. 52.- Medición de las unidades de obra	pag. 50
Art. 53.- Certificación y abono de las obras	pag. 51
Art. 54.- Abono de unidades incompletas o defectuosas	pag. 54
Art. 55.- Recepción provisional de las obras	pag. 54
Art. 56.- Plazo de garantía	pag. 55
Art. 57.- Recepción definitiva de las obras	pag. 56
Art. 58.- Liquidación de las obras	pag. 57
C. Particulares	pag. 60
Capítulo I. Generalidades	pag. 60
Art. 1.- Interpretación y validez del pliego	pag. 60
Art. 2.- Forma general de interpretación de los trabajos	pag. 60
Art. 3.- Condiciones generales de la mano de obra	pag. 61
Art. 4.- Condiciones generales que deberán satisfacer los materiales	pag. 61
Art. 5.- Acopios	pag. 62
Art. 6.- Precauciones especiales durante la ejecución de las obras	pag. 62
Art. 7.- Condiciones generales de los materiales	pag. 63
Art. 8.- Mediciones	pag. 75
Capítulo II. Ejecución de las obras	pag. 76
Art. 1.- Trabajos previos	pag. 76
Art. 2.- Demoliciones	pag. 77
Art. 3.- Replanteos	pag. 77
Art. 4.- Movimientos de tierras	pag. 78
Art. 5.- Cimentación	pag. 83
Art. 6.- Estructuras	pag. 84
Art. 7.- Albañilería	pag. 89

Art. 8.- Electricidad	pag. 90
Art. 9.- Otros	pag. 93
Capítulo III. Técnicas	pag. 93
Art. 1.- Extractor	pag. 93
Art. 2.- Evaporador	pag. 96
Art. 3.- Aerorefrigerador	pag. 96
Art. 4.- Recipiente de almacenamiento de producto	pag. 97
Art. 5.- Recipiente de almacenamiento de disolvente	pag. 98
Art. 6.- Balsas de contención	pag. 99
Art. 7.- Tolva de recepción de materia prima sólida	pag. 99
Art. 8.- Tolva elevada de recirculación de sólidos	pag. 100
Art. 9.- Apilamiento de subproducto	pag. 101
Art. 10.- Transporte de sólidos	pag. 101
Art. 11.- Impulsión de fluidos	pag. 102
Art. 12.- Conducciones, válvulas y accesorios	pag. 105
Capítulo IV. Seguridad	pag. 106
Art. 1.- Medidas de prevención en la instalación	pag. 106
Art. 2.- Indicadores y distancias de seguridad	pag. 108

A. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es fijar las normas que deberán observarse en la ejecución de las obras de este proyecto.

ALCANCE

El presente pliego se aplica a todos los trabajos relacionados con la recepción y el montaje de las unidades de obra necesarias para completar la instalación descrita en la memoria del proyecto.

El contratista está obligado al cumplimiento de todos los apartados de este pliego de condiciones, no admitiéndose ninguna modificación en el mismo que sea introducida o aceptada por el director de la obra.

La planta de extracción de isoflavonas, se encontrará en el interior del recinto Zona Franca de la ciudad de Cádiz, en una zona edificada, en la que se contendrá, tanto el equipo necesario, como la maquinaria recurrente, depósitos y tolva.

Se dispone de red de agua, acometida eléctrica de baja tensión y servicio de vapor de calefacción.

A continuación se describe todo el equipamiento a tener en cuenta en la obra civil:

- 1 extractor tipo Kennedy
- 1 evaporador de película ascendente (LTV)
- 1 aerorefrigerador de tiro forzado
- 1 depósito de almacenamiento de 645 litros
- 1 depósito de almacenamiento de 2710 litros
- 1 balsa de contención de 650 litros

- 1 balsa de contención de 2800 litros
- 1 tolva subterránea de almacenamiento de 48000 litros
- 1 tolva elevada de recirculación
- 1 sistema de apilamiento de subproducto
- Red de conducciones sólido
- Red de conducciones de líquido
- Red de abastecimiento de agua
- Red de alcantarillado
- Instalación eléctrica
- Estación de control de proceso

El sistema está diseñado para trabajar 330 días en continuo, con 1320 ton. de granos de soja y 20596 litros de etanol, para obtener 3168 kg. de isoflavonas.

La extracción se realizará utilizando etanol como disolvente, a una temperatura de 60 °C, y ayudada con transductores ultrasónicos; parte del etanol se recuperará mediante el uso de un evaporador.

B. GENERALES

CAPITULO I. APLICACION DEL PLIEGO, DEFINICION DE LAS OBRAS Y ADJUDICACION

Art. 1º.- OBJETO DEL PLIEGO

El presente pliego tiene por objeto la ordenación, con carácter general, de las condiciones facultativas y económicas que han de regir en los concursos y contratos destinados a la ejecución de los trabajos de obra civil, siempre que expresamente se haga mención de este pliego en los particulares de cada una de las obras.

En este ultimo supuesto, se entiende que el contratista adjudicatario de la obra se compromete a aceptar íntegramente todas y cada una de las cláusulas del presente pliego general, a excepción de aquellas que expresamente queden anuladas o modificadas en el pliego particular de condiciones de cada una de las obras.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en el pliego de condiciones, el adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba de la dirección técnica de la obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

La dirección técnica de la obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras y/o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser

demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del adjudicatario.

Art. 2º.- PROYECTO

En general, el proyecto que incluye la obra civil, podrá comprender los siguientes documentos:

2.1.- Una memoria que considerara las necesidades a satisfacer y los factores de carácter general a tener en cuenta.

2.2.- Los planos de conjunto y detalle necesarios para que la obra quede perfectamente definida.

2.3.- Un estado de mediciones prevista para las diferentes unidades de obra. Este estado de mediciones vendrá diferenciado en dos grupos:

- Obra característica, donde se incluirá exclusivamente aquellas unidades de obras que por su identidad, magnitud o importancia económica determinan las características esenciales de la obra a ejecutar. Estas unidades se identificarán en el estado de mediciones y en el presupuesto mediante la letra A al número de la unidad de que se trate.
- Obra complementaria, donde se incluirán las unidades restantes que terminan de definir la obra. Asimismo quedan incluidas aquellas unidades que bien porque aun conociendo de antemano su futura necesidad, no se puede definir en el proyecto; bien porque hayan sido olvidadas o porque sean imprevisibles, y que se incorporan al proyecto durante la realización de las obras.

2.4.- El cuadro de precios número uno.

2.5.- El cuadro de precios número dos, conforme a lo estipulado en el artículo 7.2.

2.6.- El pliego particular de condiciones técnicas y económicas, que incluirá la descripción de las obras e instalaciones, especificaciones de los materiales y elementos constitutivos y normas para la ejecución de los

trabajos, así como las bases económicas y legales que regirán en la obra. Las condiciones de este pliego particular serán preceptivas y prevalecerán sobre las del pliego general en tanto las modifiquen o contradigan.

2.7.- Plazos totales y parciales de ejecución de la obra.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado, deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica, para que lo apruebe si procede, y redacte el oportuno Proyecto reformado.

Art. 3º.- DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

Además de los documentos integrantes del proyecto indicados en el artículo anterior, y del presente pliego general, serán preceptivas las normas oficiales que se especifiquen en el pliego particular de condiciones.

Art. 4º.- CONCURSO

La licitación de la obra se hará por concurso restringido, en el que la propiedad convocará a las empresas constructora que estime oportuno.

Los concursantes enviarán sus ofertas por triplicado, en sobre cerrado y lacrado, según se indique en la carta de petición de ofertas, a la dirección de la propiedad. No se considerarán válidas las ofertas presentadas que no cumplan los requisitos citados anteriormente, así como los indicados en la documentación técnica enviada.

Art. 5º.- RETIRADA DE DOCUMENTACION DE CONCURSO

5.1.- Los contratistas, por si mismo o a través de sus representantes, podrán retirar dicha documentación de las oficinas de la propiedad cuando ésta no les hubiese sido enviada previamente.

5.2.- La propiedad, se reserva el derecho de exigir para la retirada de la documentación, un deposito que será reintegrado en su totalidad a los contratistas que no hubiesen resultado adjudicatario de la obra, previa devolución de dicha documentación.

Art. 6º.- ACLARACIONES DE LOS LICITADORES

Antes de transcurrido la mitad del plazo estipulado en las bases del concurso, los contratistas participantes podrán solicitar por escrito a la propiedad las oportunas aclaraciones, en el caso de encontrar discrepancias, errores u omisiones en los planos, pliegos de condiciones o en otros documentos de concurso, o si se les presentase dudas en cuanto a su significado.

La propiedad, estudiara las peticiones de aclaración e información recibidas y las contestara mediante una nota que remitirá a todos los presuntos licitadores, si estimase que la aclaración solicitada es de interés general.

Si la importancia y repercusión de la consulta así lo aconsejara, la propiedad podrá prorrogar el plazo de presentación de ofertas, comunicándolo así a todos los interesados.

Art. 7º.- PRESENTACION DE LA DOCUMENTACION DE LA OFERTA

Las empresas que oferten en el concurso presentaran obligatoriamente los siguientes documentos en original y dos copias:

7.1.- Cuadro de precios numero uno, consignando en letra y cifra los precios unitarios asignados a cada unidad de obra cuya definición figura en dicho cuadro. Estos precios deberán incluir el porcentaje de gastos generales, beneficio industrial y el IVA que facturaran independientemente. En caso de no coincidir las cantidades expresadas en letra y cifra, se considerara como valida la primera. En el caso de que existiese discrepancia entre los precios unitarios de los cuadros de precios números uno y dos, prevalecerá el del cuadro numero uno.

7.2.- Cuadro de precios numero dos, en el que se especificara claramente el desglose de la forma siguiente:

7.2.1.- Mano de obra por categorías, expresando el numero de horas invertidas por categoría y precio horario.

7.2.2.- Materiales, expresando la cantidad que se precise de cada uno de ellos y su precio unitario.

7.2.3.- Maquinaria y medios auxiliares, indicando tipo de maquinaria numero de horas invertidas por maquina y precio horario.

7.2.4.- Transporte, indicando en las unidades que lo precisen el precio por tonelada y kilómetro.

7.2.5.- Varios y resto de obra que incluirán las partidas directas no comprendidas en los apartados anteriores.

7.3.- Presupuesto de ejecución material, obtenido al aplicar los precios unitarios a las mediciones del proyecto. En caso de discrepancia entre los precios aplicados en el presupuesto y los del cuadro de precios numero uno, obligaran los de este ultimo.

Este presupuesto vendrá desglosado, de acuerdo a lo establecido en el articulo 2.3. en dos presupuestos:

- Presupuesto de obra característica y
- Presupuesto de obra complementarios

En los sucesivos artículos de éste pliego recibirán esta denominación.

Las nuevas unidades de obra que aparezcan durante la ejecución de la misma con el carácter establecido se incorporaran previa aplicación de los precios correspondientes, al presupuesto de obras complementarias.

7.4.- Presupuesto total, obtenido al incrementar el presupuesto de ejecución material en sus dos apartados con el porcentaje de IVA.

7.5.- Relación del personal técnico adscrito a la obra y organigrama general del mismo durante el desarrollo de la obra.

7.6.- Relación de maquinaria adscrita a la obra, expresando tipo de maquina, características técnicas fundamentales, años de uso de la maquina y estado general; así mismo relación de maquinas de nueva adquisición que se asignaran a la obra de resultar adjudicatario. Cualquier sustitución posterior de la misma debe ser aprobada por la propiedad. Deberá incluirse a si mismo un plan de permanencia de toda la maquinaria en obra.

7.7.- Baremos horarios de mano de obra por categorías y de maquinaria para trabajo por administración. Estos precios horarios incluirán el porcentaje de gastos generales, beneficio industrial y el IVA que facturaran independientemente.

7.8.- Plan de obra detallado en el que se desarrollaran en el tiempo las distintas unidades de obra a ejecutar, asiendo mención de los rendimientos medios a obtener.

7.9.- Las empresas que oferten en el concurso, deberán presentar una fianza de diez mil euros (10.000,00 €) como garantía de mantenimiento de la oferta durante el plazo establecido en caso de acuerdo con el articulo 9.2.. Es potestativo de la propiedad la sustitución de la fianza en metálico por un aval bancario.

7.10.- Las propuestas económicas y documentación complementaria deberán venir firmadas por el representante legal o apoderado del ofertante quien, a petición de la propiedad deberá probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

7.11.- Además de la documentación reseñada anteriormente y que el contratista deberá presentar con carácter obligatorio, la propiedad podrá

exigir en cada caso, especificándolo así en el pliego de condiciones particulares de la obra, cualquier otro tipo de documentación, como pueden ser referencias, relación de obras ejecutadas, balances de la sociedad, etc.

Art. 8º.- CONDICIONES LEGALES A REUNIR EL CONTRATISTA PARA OFERTAR

8.1.- Capacidad para concurrir.

Las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras que se hallen en plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar.

No obstante, serán de aplicación a las empresas extranjeras las normas de ordenación de la industria y las que regulen las inversiones de capital extranjero, así como las que dicte el Gobierno sobre concurrencia de dichas empresas, antes de la licitación de estas obras.

8.2.- Documentación justificativa para la admisión previa.

8.2.1.- Documento oficial o testimonio notarial del mismo que acredite la personalidad del solicitante.

8.2.2.- Documento notarial justificativo de la representación ostentada por el firmante de la propuesta, así como documento oficial acreditativo de su personalidad.

8.2.3.- Documento que justifique haber constituido la fianza provisional en las formas que se determinan en el artículo 7 del pliego general de condiciones.

8.2.4. Carné de "empresa con responsabilidad".

8.2.5. Documento acreditativo de que el interesado está al corriente en el pago del impuesto industrial en su modalidad de cuota fija o de licencia fiscal, (ò compromiso, en su caso, de su matriculación en este, si resultase adjudicatario de las obras).

8.2.6.- Documento oficial acreditativo de hallarse al corriente de pago de las cuotas de la Seguridad Social y, concretamente, el de cobertura de riesgo de accidentes de trabajo.

Art. 9º.- VALIDEZ DE LAS OFERTAS

No se considerara valida ninguna oferta que se presente fuera del plazo señalado en la carta de invitación, o anuncio respectivo, o que no conste de todos los documentos que se señalan en el artículo 7.

Los concursantes se obligan a mantener la validez de sus ofertas durante un periodo mínimo de noventa días a partir de la fecha tope de recepción de ofertas, salvo que la documentación de petición de ofertas se especifique otro plazo.

Art. 10º.- CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACION

Lo mencionado, tanto en el pliego general de condiciones, como en el particular de cada obra y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y alguno de los mencionados pliegos de condiciones, prevalecerá lo escrito en estos últimos.

Las omisiones en los planos y pliegos de condiciones o en las descripciones erróneas de los detalles de la obra que deban ser subsanadas para que pueda llevarse a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y pliegos de condiciones o que, por uso y costumbres, deben ser realizados, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si se

hubiera sido completada y correctamente especificados en los planos y pliegos de condiciones.

Art. 11º.- PLANOS PROVISIONALES Y DEFINITIVOS

11.1.- Con el fin de poder acelerar los tramites de licitación y adjudicación de las obras y consecuente iniciación de las mismas, la propiedad, podrá facilitar a los contratistas, para el estudio de su oferta, documentación con carácter provisional. En tal caso, los planos que figuren en dicha documentación no serán validos para construcción, sino que únicamente tendrán el carácter de informativo y servirán para formar ideas de los elementos que componen la obra, así como para obtener las mediciones aproximadas y permitir el estudio de los precios que sirven de base para el presupuesto de la oferta. Este carácter de planos de información se ara constar expresamente y en ningún caso podrán utilizarse dichos planos para la ejecución de ninguna parte de la obra.

11.2.- Los planos definitivos se entregaran al contratista con antelación suficiente a fin de no retrasar la preparación y ejecución de los trabajos.

Art. 12º.- ADJUDICACION DEL CONCURSO

12.1.- La propiedad procederá a la apertura de las propuestas presentadas por los licitadores y las estudiara en todos sus aspectos. La propiedad tendrá alternativamente la facultad de adjudicar el concurso a la propuesta mas ventajosa, sin atender necesariamente al valor económico de la misma, o declarar desierto el concurso. En este ultimo caso la propiedad, podrá libremente suspender definitivamente la licitación de las obras o abrir un nuevo concurso pudiendo introducir las variaciones que estime oportuna, en cuanto al sistema de licitación y relación de contratistas ofertantes.

12.2.- Transcurriendo el plazo indicado en el artículo con número 9.2. desde la fecha límite de presentación de oferta, sin que la propiedad, hubiese comunicado la resolución del concurso, podrán los licitadores que lo deseen, proceder a retirar sus ofertas, así como las fianzas depositadas como garantías de las mismas.

12.3.- La elección del adjudicatario de la obra por parte de la propiedad es irrevocable y, en ningún caso, podrá ser impugnada por el resto de los contratistas ofertantes.

12.4.- La propiedad comunicará al ofertante seleccionado la adjudicación de las obras, mediante una carta de intención. En el plazo máximo de un mes a partir de la fecha de esta carta, el contratista a simple requerimiento de la propiedad se prestará a formalizar en contrato definitivo. En tanto no se firme éste y se constituya la fianza definitiva, la propiedad, retendrá la fianza provisional depositada por el contratista.

Art. 13º.- DEVOLUCION DE LOS PLANOS Y DOCUMENTACION

13.1.- Los planos, pliegos de condiciones y demás documentación del concurso, entregado por la propiedad a los concursantes, deberá ser devuelto después de la adjudicación del concurso, excepto por lo que respecta al adjudicatario, que deberá conservarla sin poder reclamar la cantidad por dicha documentación.

13.2.- El plazo para devolver la documentación será de treinta días, a partir de la notificación a los concursantes de la adjudicación del concurso y su devolución tendrá lugar en las mismas oficinas donde fue retirada.

13.3.- La propiedad, a petición de los concursantes no adjudicatarios, devolverá la documentación correspondiente a las ofertas en un plazo de treinta días, a partir de haberse producido dicha petición.

13.4.- La no devolución por parte de los contratistas no adjudicatarios de la documentación del concurso dentro del plazo, lleva implícita la pérdida de los derechos de la devolución del depósito correspondiente a la referida documentación, si lo hubiese.

Art. 14º.- PERMISOS A OBTENER POR LA PROPIEDAD

14.1.- Será responsabilidad de la propiedad, la obtención de los permisos oficiales que mas adelante se relacionan, siendo a su cargo todos los gastos que se ocasionen por tal motivo.

- Concesión de Aprovechamientos hidroeléctrico y termoeléctricos.
- Autorización de Instalaciones eléctricas.
- Aprobación de Proyectos de Replanteo.
- Declaración de Utilidad Pública.
- Declaración de Urgente Ocupación.
- Autorizaciones especiales para la construcción y montaje de líneas.

14.2.- Autorizaciones especiales para la construcción y montaje:

- Licencia municipal de obras.
- Licencia de apertura, instalación y funcionamiento.
- Autorización para vallas.
- Autorización Jefatura Provincial de Carreteras ò Diputación Provincial cuando la obra se encuentre situada en zona de policía de las carreteras.
- Enlace de carreteras con el acceso definitivo.
- Permiso de Obras Públicas para el transporte de piezas de grandes dimensiones pertenecientes al equipo definitivo de la instalación. (Podrá ser responsabilidad del contratista si así lo estipulase el contrato).
- Solicitud de puesta en servicio.

14.4.- Autorizaciones especiales:

- Apertura del centro de trabajo. (Igual responsabilidad incumbe al contratista, por lo que a él respecta).
- Licencia municipal de obras.
- Autorización del servicio de pesca, cuando se prevea alteración en el curso de las aguas.

- Enlace de pistas definitivas con carreteras con la aprobación de las Jefaturas de Obras Públicas ò Diputaciones.
- Aprobación de proyectos de sustitución de servidumbres.
- Autorizaciones que deban ser concedidas por Confederaciones Hidrográficas, Comisaría de aguas, Servicio de Vigilancia de Presas, Servicio Geológico, MOPU y restantes organismos oficiales en relación directa con el proyecto.
- Tramitación de expropiaciones de terrenos ocupados por las instalaciones y obras definitivas.

En el caso en que la propiedad, así lo estimase oportuno, podrá tramitar la expropiación de los terrenos necesarios para las instalaciones provisionales del contratista, siendo de cuenta de este los gastos que tales expropiaciones originen.

- Reconocimiento final de la obra y puesta en marcha mediante acta que levantarán conjuntamente los representantes de Industria y Obras Públicas.
- Alta en contribución urbana y licencia fiscal.
- Apartado (d) del artículo 14.3.

Art. 15º.- PERMISOS A OBTENER POR EL CONTRATISTA

Serán a cuenta y cargo del contratista, a demás de los permisos inherentes a su condición de tal, la obtención de los permisos que se relacionan:

- Apertura del centro de trabajo.
- Permiso para el transporte de obreros.
- Autorización de barracones, por Obras Publicas o Diputación, siempre que se encuentren en la zona de influencia de carreteras y, en cualquier caso la licencia municipal.
- Autorización para la instalación y funcionamiento de botiquines.
- Alta de talleres en Industria y Hacienda.

- Autorización de Industria para las instalaciones eléctricas provisionales.

CAPITULO II. DESARROLLO DEL CONTRATO, CONDICIONES ECONOMICAS Y LEGALES

Art. 16º.- CONTRATO

16.1.- A tenor de lo dispuesto en el artículo 12.4. el contratista, dentro de los treinta días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la propiedad, depositara la fianza definitiva y formalizara el contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

16.2.- El contrato, tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a publico, a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del contratista los gastos que ello origine.

16.3.- Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el contrato, la propiedad procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

16.4.- Cuando por causas imputables al contratista, no se pudiera formalizar el contrato en el plazo, la propiedad podrá proceder a anular la adjudicación, con incautación de la fianza provisional.

16.5.- A efectos de los plazos de ejecución de las obras, se considerara como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el pliego particular de condiciones y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicara al contratista en un plazo no superior a noventa días a partir de la fecha de la firma del contrato.

16.6.- El contrato, será firmado por parte de la propiedad, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

Art. 17º.- GASTOS E IMPUESTOS

Todos los gastos e impuestos de cualquier orden, que por disposición del Estado, Provincia o Municipio se deriven del contrato, y estén vigentes en la fecha de la firma del mismo, serán por cuenta del contratista con excepción del IVA.

Las modificaciones tributarias establecidas con posterioridad al contrato afectaran al sujeto pasivo directo, sin que las partes puedan repercutirlas entre si. En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente a la firma del contrato.

Art. 18º.- FIANZAS PROVISIONAL, DEFINITIVA Y FONDO DE GARANTIA**18.1.- Fianza provisional.**

La fianza provisional del mantenimiento de las ofertas se constituirá por los contratistas ofertantes por la cantidad que se fije en las bases de licitación.

Esta fianza se depositara al tomar parte en el concurso y se hará en efectivo o por aval bancario.

Por lo que a plazo de mantenimiento, alcance de la fianza y devolución de la misma se refiere, se ajustara a lo establecido en los artículos 7, 9 y 12 del presente pliego general.

18.2.- Fianza definitiva.

A la firma del contrato, el contratista deberá constituir la fianza definitiva por un importe igual al 5% del presupuesto total de adjudicación; en cualquier caso la propiedad se reserva el derecho de modificar el anterior porcentaje, estableciendo previamente en las bases del concurso el importe de esta fianza.

La fianza se constituirá en efectivo o por aval bancario realizable a satisfacción de la propiedad. En el caso de que el aval bancario se ha prestado por varios bancos, todos ellos quedaran obligados solidariamente con la propiedad y con renuncia expresa a los beneficios de división y exclusión.

El modelo de aval bancario será facilitado por la propiedad debiendo ajustarse obligatoriamente el contratista a dicho modelo.

La fianza tendrá carácter de irrevocable desde el momento de la firma del contrato, hasta la liquidación final de las obras y será devuelta una vez realizada esta. Dicha liquidación seguirá a la recepción definitiva de la obra que tendrá lugar una vez transcurrido el plazo de garantía a partir de la fecha de la recepción provisional. Esta fianza inicial responde del cumplimiento de todas las obligaciones del contratista, y quedara a beneficio de la propiedad en los casos de abandono del trabajo o de rescisión por causa imputable al contratista.

18.3.- Fondo de garantía.

Independientemente de esta fianza, la propiedad retendrá el 5% de las certificaciones mensuales, que se irán acumulando hasta constituir un fondo de garantía.

Este fondo de garantía responderá de los defectos de ejecución o de la mala calidad de los materiales, suministrados por el contratista, pudiendo la propiedad realizar con cargo a esta cuenta las reparaciones necesarias, en caso de que el contratista no ejecutase por su cuenta y cargo dicha reparación.

Este fondo de garantía se devolverá, una vez deducido los importes a que pudieses dar lugar el párrafo anterior, a la recepción definitiva de las obras.

Art. 19º.- ASOCIACIÓN DE CONSTRUCTORES

19.1.- Si las obras licitadas se adjudicasen en común a un grupo o asociación de constructores, la responsabilidad será conjunta y solidaria, en relación al compromiso contraído por el grupo o asociación.

19.2.- Los componentes del grupo o asociación delegaran en uno de ellos, a todos los efectos la representación ante la propiedad. Esta delegación se realizara por medio de un representante responsable provisto de poderes, tan amplios como proceda, para actuar ante la propiedad en nombre del grupo o asociación.

19.3.- La designación de representante, para surtir efecto, deberá ser aceptada y aprobada por la propiedad por escrito.

Art. 20º.- SUBCONTRATISTAS

El contratista podrá subcontratar o destajar cualquier parte de la obra, previa autorización de la dirección de la misma, para lo cual deberá informar con anterioridad a esta del alcance y condiciones técnico-económicas del subcontrato.

La propiedad, a través de la dirección de la obra, podrá en cualquier momento requerir del contratista la exclusión de un subcontratista por considerar al mismo incompetente, o que no reúne las necesarias condiciones, debiendo el contratista tomar las medidas necesarias para la rescisión de este subcontrato, sin que por ello pueda presentar reclamación alguna a la propiedad.

En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre los subcontratistas o destajistas y la propiedad, como consecuencia de la ejecución por aquellos de trabajos parciales correspondientes al contrato principal, siendo siempre el contratista ante la propiedad, responsable de

todas las actividades del subcontratista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este pliego.

Los trabajos específicos que requieran una determinada especialización y que no estuviesen incluidos en el presupuesto del contrato, bien porque aun estando previstos en la memoria y/o planos de concurso, no se hubiese solicitado para ellos oferta económica, bien porque su necesidad surgiese a posteriori durante la ejecución del contrato, podrán ser adjudicados por la propiedad directamente a la empresa que libremente elija, debiendo el contratista prestar las ayudas necesarias para la realización de los mismos.

Art. 21º.- RELACIONES ENTRE LA PROPIEDAD, CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

21.1.- El contratista esta obligado a suministra, en todo momento, cualquier información relativa a la realización del contrato, de la que la propiedad juzgue necesario tener conocimiento. Entre otras razones por la posible incidencias de los trabajos confiados al contratista, sobre los de otros contratistas y suministradores.

21.2.- El contratista debe ponerse oportunamente en relación con los demás contratistas y suministradores, a medida que estos sean designados por la propiedad, con el fin de adoptar de común acuerdo las medidas pertinentes para asegurar la coordinación de los trabajos, el buen orden de la obra y la seguridad de los trabajadores.

21.3.- Cuando varios contratistas y suministradores utilicen las instalaciones generales pertenecientes a uno de ellos, se pondrán de acuerdo sobre su uso suplementario y el reparto de los gastos correspondientes. Repartirán también entre ellos, proporcionalmente a su utilización, las cargas relativas a los caminos de acceso.

21.4.- La propiedad deberá estar permanentemente informada de los acuerdos tomados al amparo del párrafo anterior, para en el caso de

presentarse dificultades o diferencias, tomar la resolución que proceda, o designar el arbitro a quien allá de someterse dichas diferencias. La decisión del arbitro designado por la propiedad es obligatorio para los interesados. En ningún caso en la propiedad deberá encontrarse durante los trabajos, en presencia de una situación de hecho que tuviese lugar por falta de información por parte del contratista.

21.5.- Cuando varios contratista trabajen en la misma obra, cada uno de ellos es responsable de los daños y perjuicios de toda clase que pudiera derivarse de su propia actuación.

Art. 22º.- DOMICILIOS Y REPRESENTACIONES

22.1.- El contratista está obligado, antes de iniciarse la obra objeto del contrato a constituir un domicilio en la proximidad de las obras, dando cuenta a la propiedad de éste domicilio.

22.2.- Seguidamente a la notificación del contrato, la propiedad comunicará al contratista su domicilio a efectos de la ejecución del contrato, así como nombre de su representante.

22.3.- Antes de iniciarse las obras objeto del contrato, el contratista designará su representante a pié de obra y se lo comunicará por escrito a la propiedad especificando sus poderes, que deberán ser lo suficientemente amplios para recibir y resolver en consecuencia las comunicaciones y órdenes de la representación de la propiedad. En ningún caso constituirá motivo de excusa para el contratista la ausencia de su representante a pié de obra.

22.4.- El contratista está obligado a presentar a la representación de la propiedad antes de la iniciación de los trabajos, una relación comprensiva del personal facultativo responsable de la ejecución de la obra contratada, y a dar cuenta posteriormente de los cambios que en el mismo se efectúen, durante la vigencia del contrato.

22.5.- La designación del representante del contratista, así como la del personal facultativo, responsable de la ejecución de la obra contratada, requiere la conformidad y aprobación de la propiedad quien por motivo fundado podrá exigir al contratista la remoción de su representante y la de cualquier facultativo responsable.

Art. 23º.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIA SOCIAL

El contratista estará obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad e higiene en el trabajo.

En lo referente a las obligaciones del contratista en materia de seguridad e higiene del trabajo, éstas quedan detalladas de la forma siguiente:

23.1.- El contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre éstas materias, en las medidas que dicte la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes, así como las normas de seguridad complementarias que correspondan a las características de las obras contratadas.

23.2.- A tal efecto el contratista debe establecer un plan de seguridad, higiene y primeros auxilios que especifique con claridad las medidas prácticas que, para la consecución de las precedentes prescripciones, estime necesario tomar en la obra.

Éste plan debe precisar las formas de aplicación de las medidas complementarias que correspondan a los riesgos de la obra con el objeto de asegurar eficazmente:

- La seguridad de su propio personal, del de la propiedad y de terceros.
- La higiene y primeros auxilios a enfermos y accidentados.

- La seguridad de las instalaciones.

El plan de seguridad así concebido debe comprender la aplicación de las normas de seguridad que la propiedad prescribe a sus empleados cuando realizan trabajos similares a los encomendados al personal del contratista. El plan de seguridad, higiene y primeros auxilios deberá ser comunicado a la propiedad, en el plazo máximo que se señale en el pliego de condiciones particulares y en su defecto, en el plazo de tres meses a partir de la firma del contrato. El incumplimiento de éste plazo puede ser motivo de resolución del contrato.

La adopción de cualquier modificación o ampliación al plan previamente establecido, en razón a la variación de las circunstancias de la obra, deberá ser puesta inmediatamente en conocimiento de la propiedad.

23.3.- Los gastos originados por la adopción de las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios son a cargo del contratista y se considerarán incluidos en los precios del contrato.

Quedan comprendidas en éstas medidas, sin que su enumeración las limite:

- La formación del personal en sus distintos niveles profesionales en materia de seguridad, higiene y primeros auxilios, así como la información al mismo mediante carteles, avisos o señales de los distintos riesgos que la obra presente.
- El mantenimiento del orden, limpieza, comodidad y seguridad en las superficies o lugares de trabajo, así como en los accesos a aquellos.
- Las protecciones y dispositivos de seguridad en las instalaciones, aparatos y maquinas, almacenes, etc., incluidas las protecciones contra incendios. El establecimiento de las medidas encaminadas a la eliminación de factores nocivos tales como polvos, humos, gases, vapores, iluminación deficiente, ruidos temperaturas, humedad y aireación deficientes, etc.
- El suministro a los operarios de todos los elementos de protección personal necesarios, así como de las instalaciones sanitarias,

botiquines, ambulancias, que las circunstancias hagan igualmente necesarias. Asimismo, el contratista debe proceder a su costa al establecimiento de vestuarios, servicios higiénicos, barracones, suministro de agua, etc., que las características en cada caso de la obra y la reglamentación determinen.

23.4.- Los contratistas que trabajan en una misma obra deberán agruparse en el seno de un comité de seguridad. Las decisiones adoptadas por el comité se aplicarán a todas las empresas, incluso a las que lleguen con posterioridad a la obra

Los gastos resultante de ésta organización colectiva se prorratearán mensualmente entre las empresas participantes, proporcionalmente al número de jornales, horas de trabajo de sus trabajadores, o por cualquier otro método establecido de común acuerdo.

El contratista remitirá a la representación de la propiedad, con fines de información, copia de cada declaración de accidente que cause baja en el trabajo, inmediatamente después de formalizar dicha baja. Igualmente por la secretaría del comité de seguridad previamente aprobadas por todos los representantes.

El incumplimiento de éstas obligaciones por parte del contratista o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la propiedad.

Art. 24º.- GASTOS DE CARACTER GENERAL POR CUENTA DEL CONTRATISTA

24.1.- Se entiende como tales los gastos de cualquier clase ocasionados por la comprobación de replanteo de la obra, los ensayos de materiales que deba realizar por su cuenta el contratista; los de montaje y retirada de las construcciones auxiliares, oficinas, almacenes y cobertizos pertenecientes al contratista; los correspondientes a los caminos de servicio, señales de tráfico provisionales para las vías públicas en las que

se dificulte el tránsito, así como de los equipos necesarios para organizar y controlar éste en evitación de accidentes de cualquier clase; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los reglamentos vigentes para el almacenamiento de combustibles o sustancias inflamables; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores; los de construcción, conservación y retirada de pasos, caminos provisionales y alcantarillas; los derivados de dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras; los de desviación de alcantarillas, tuberías, cables eléctricos y, en general, de cualquier instalación que sea necesario modificar para las instalaciones provisionales del contratista; los de construcción, conservación, limpieza y retirada de instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales, etc., y limpieza general de la obra.

24.2.- Salvo que se indique lo contrario, será por cuenta del contratista, el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de las mismas.

24.3.- Serán por cuenta del contratista los gastos ocasionados por la retirada de la obra, de los materiales rechazados, los de jornales y materiales para las mediciones periódicas para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la medición final; los de pruebas, ensayos, reconocimientos y tomas de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales y definitivas, de las obras; la corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o daños que se produzcan en éstas pruebas y la reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía.

24.4.- Además de los ensayos a los que se refieren los apartados 24.1. y 24.3. de éste artículo, serán por cuenta del contratista los ensayos que realice directamente con los materiales suministrados por sus proveedores antes de su adquisición e incorporación a la obra y que en su

momento serán controlados por la propiedad para su aceptación definitiva. Serán así mismo de su cuenta aquellos ensayos que el contratista crea oportuno realizar durante la ejecución de los trabajos, para su propio control.

24.5.- Por lo que a gastos de replanteo se refiere y a tenor de lo dispuesto en el artículo 37 "REPLANTEO DE LAS OBRAS", serán por cuenta del contratista todos los gastos de replanteos secundarios necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, a partir del replanteo principal definido en el mencionado artículo y cuyos gastos correrán por cuenta de la propiedad.

24.6.- En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán por cuenta del contratista los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras y los de las actas notariales que sean necesarias levantar, así como los de la retirada de los medios auxiliares que no utilice la propiedad o que le devuelva después de utilizarlos.

Art. 25º.- GASTOS DE CARACTER GENERAL POR CUENTA DE LA PROPIEDAD

Serán por cuenta de la propiedad los gastos originados por la inspección de las obras del personal de la propiedad o contratados para éste fin, la comprobación o revisión de las certificaciones, la toma de muestras y ensayos de laboratorio para la comprobación periódica de la calidad de los materiales y obras realizadas, salvo los indicados en el artículo 24, y el transporte de los materiales suministrados por la propiedad hasta el almacén de obra, sin incluir su descarga ni los gastos de paralización de vehículos por retrasos en la misma.

Así mismo, serán a cargo de la propiedad los gastos de primera instalación, conservación y mantenimiento de sus oficinas de obras, residencias, poblado, botiquines, y cualquier otro edificio e instalación

propiedad de la propiedad y utilizados por el personal empleado de ésta empresa, encargado de la dirección y vigilancia de las obras.

Art. 26º.- INDEMNIZACIÓN POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Será por cuenta del contratista la reparación de cualquier daño que pueda ocasionar sus instalaciones y construcciones auxiliares en propiedades particulares; la extracción de tierras; los que se originen por la habilitación de caminos y vías provisionales y, finalmente, los producidos en las demás operaciones realizadas por el contratista para la ejecución de las obras.

Art. 27º.- PARTIDAS PARA OBRAS ACCESORIAS

Las cantidades calculadas para obras accesorias, que como consecuencia de su escasa o nula definición, figuren en el presupuesto general con una partida alzada, no se abonará por su monto total, salvo que expresamente se indique así en el pliego particular de condiciones.

En consecuencia éstas obras accesorias se abonarán a los precios unitarios del contrato y conforme a las unidades y medidas que se obtengan de los proyectos que se realicen para ellas y de su medición final.

Art. 28º.- PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas en los presupuestos para obras y servicios, y que expresamente así lo indique en el pliego particular de condiciones, se abonarán por su importe una vez realizados totalmente dichos trabajos.

Quedan excluidas de éste sistema de abono, las obras accesorias que se liquidarán conforme a lo indicado en el artículo 27.

Art. 29º.- REVISIÓN DE PRECIOS

29.1.- La propiedad adopta para las revisiones de los precios el sistema de fórmulas polinómicas vigentes, establecidas por el Decreto Ley 2/1964 de 4 de febrero (B.O.E. de 6-II-64), especialmente en lo que a su artículo 4º se refiere.

29.2.- En el pliego particular de condiciones de la obra, se establecerá la fórmula o fórmulas polinómicas a emplear, adoptando de entre todas las reseñadas en el Decreto Ley 3650/1970 de 19 de diciembre (B.O.E. 29-XII-70) la que más se ajuste a la característica de la obra contratada.

Si éstas características así lo aconsejan, la propiedad se reserva el derecho de establecer en dicho pliego nuevas fórmulas, modificando los coeficientes o las variables de las mismas.

29.3.- Para los valores actualizados de las variables que inciden en la fórmula, se tomarán cada mes los que faciliten el Ministerio de Hacienda una vez publicado en el B.O.E. Los valores iniciales corresponderán a los del mes de la fecha de contrato.

29.4.- Una vez obtenido el índice de revisión mensual, se aplicará al importe total de la certificación correspondiente al mes de que se trate, siempre y cuando la obra realizada durante dicho periodo, lo haya sido dentro del programa de trabajo establecido.

En el caso de que las obras se desarrollen con retraso respecto a dicho programa, las certificaciones mensuales producidas dentro del plazo se revisarán por los correspondientes índices de revisión hasta el mes previsto para la terminación de los trabajos. En este momento, dejarán de actualizarse dicho índice y todas las certificaciones posteriores que puedan producirse, se revisarán con este índice constante.

29.5.- Los aumentos de presupuesto originados por las revisiones de precios oficiales, no se computarán a efectos de lo establecido en el artículo 35, "modificaciones del proyecto".

29.6.- Si las obras a realizar fuesen de corta duración, la propiedad podrá prescindir de la cláusula de revisión de precios, debiéndolo hacer constar así expresamente en las bases del concurso.

Art. 30º.- REGIMEN DE INTERVENCION

30.1.- Cuando a el contratista no de cumplimiento, sea por las obligaciones o disposiciones del contrato, sea por las ordenes de servicios que le sean dadas por la propiedad, ésta le requiera cumplir este requisito de ordenes en un plazo determinado, que, salvo en caso de urgencia, no será nunca menor de diez días a partir de la notificación de requerimiento.

30.2.- Pasado este plazo, si el contratista no ha ejecutado las disposiciones dadas, la propiedad podrá ordenar a titulo provisional el establecimiento de un régimen de intervención general o parcial por cuenta del contratista.

30.3.- Se procederá inmediatamente, en presencia del contratista, o habiéndole convocado debidamente, a la comprobación de las obras ejecutadas, de los materiales acopiados así como al inventario descriptivo del material del contratista, y a la devolución a este de la parte de materiales que no utilizara la propiedad para la terminación de los trabajos.

30.4.- La propiedad tiene por otra parte, la facultad, sea de ordenar la convocatoria de un nuevo concurso, en principio sobre petición de ofertas, por cuenta y riesgo del contratista incumplidor, sea de ejercitar el derecho de rescisión pura y simple del contrato, sea de prescribir la continuación de la intervención.

30.5.- Durante el periodo de régimen de intervención, el contratista podrá conocer la marcha de los trabajos, sin que pueda, de ninguna manera, entorpecer o dificultar las ordenes de la propiedad.

30.6.- El contratista podrá, por otra parte, ser liberado del régimen de intervención si justifica su capacidad para volver a hacerse cargo de los trabajos y llevarlos a buen fin.

30.7.- Los excedentes de gastos que resulte de la intervención o del nuevo contrato serán deducidos de las sumas, que puedan ser debidas al contratista, sin perjuicios de los derechos a ejercer contra él en caso de ser insuficientes.

30.8.- Si la intervención o el nuevo contrato supone, por el contrario una disminución de gastos, el contratista no podrá pretender beneficiarse en ninguna parte de la diferencia, que quedara a favor de la propiedad.

Art. 31º.- RESCISION DEL CONTRATO

31.1.- Cuando a juicio de la propiedad el incumplimiento por parte del contratista de alguna de las cláusulas del contrato, pudiera ocasionar graves trastornos en la realización de las obras, en el cumplimiento de los plazos o en su aspecto económico, la propiedad podrá decidir la resolución del contrato, con las penalidades a que hubiera lugar. Así mismo, podrá proceder la resolución con pérdida de fianza y garantía suplementaria si la hubiera, de producirse alguno de los supuestos siguientes.

31.1.1.- Cuando no se hubiese efectuado el montaje de las instalaciones y medios auxiliares o no se hubiera aportado la maquinaria relacionada en la oferta o su equivalente en potencia o capacidad en los plazos previstos incrementados en un veinticinco por ciento, o si el contratista hubiese sustituido dicha maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la propiedad.

31.1.2.- Cuando durante un periodo de tres meses consecutivos y considerados conjuntamente, no se alcanzase un ritmo de ejecución del cincuenta por ciento del programa aprobado para la obra característica.

31.1.3.- Cuando se cumpla el plazo final de las obras y falte por ejecutar mas del veinte por ciento del presupuesto de obra característica tal como se define en el artículo 7.3. La imposición de las multas establecidas por los retrasos sobre dicho plazo, no obligara a la propiedad a la prorroga del mismo, siendo potestativo por su parte elegir entre la resolución o continuidad del contrato.

31.2.- Será a si mismo causa suficiente para la rescisión, alguno de los hechos siguientes:

31.2.1.- La quiebra, fallecimiento o incapacidad del contratista. En este caso, la propiedad podrá optar por la resolución del contrato, o por que se subroguen en el lugar del contratista los síndicos de la quiebra, sus causas habitantes o sus representantes.

31.2.2.- La disolución, por cualquier causa, de la sociedad, si el contratista fuera una persona jurídica.

31.2.3.- Si el contratista es una agrupación temporal de empresas y alguna de las integrantes se encuentra incluida en alguno de los supuestos previstos en alguno de los apartados 31.2. la propiedad estará facultada para exigir el cumplimiento de las obligaciones pendientes del contrato a las restantes empresas que constituyen la agrupación temporal o para acordar la resolución del contrato. Si la propiedad optara en ese momento por la rescisión, esta no producirá perdida de la fianza, salvo que concurriera alguna otra causa suficiente para declarar tal perdida.

31.3.- Procederá así mismo la rescisión, sin perdida de fianza por el contratista, cuando se suspenda la obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista, no sea posible dar comienzo a la obra adjudicada, dentro del plazo de tres meses, a partir de la fecha de adjudicación.

31.4.- En el caso de que se incurriese en las causas de resolución del contrato conforme a las cláusulas de este pliego general de condiciones,

o del particular de la obra, la propiedad se hará cargo de las obras en la situación en que se encuentren, sin otro requisito que el del levantamiento de un acta notarial o simple, si ambas partes prestan su conformidad, que refleje la situación de la obra, así como de acopios de materiales, maquinaria y medios auxiliares que el contratista tuviese en ese momento en el emplazamiento de los trabajos. Con este acto de la propiedad el contratista no podrá poner interdicto ni ninguna otra acción judicial, a la que renuncie expresamente.

31.5.- Siempre y cuando el motivo de la rescisión sea imputable al contratista, este se obliga a dejar a disposición de la propiedad hasta la total terminación de los trabajos, la maquinaria y medios auxiliares existentes en la obra que la propiedad estime necesario, pudiendo el contratista retirar los restantes.

La propiedad abonará por los medios, instalaciones y maquinas que decida deben continuar en obra, un alquiler igual al estipulado en el baremo para trabajos por administración, pero descontando los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

31.6.- El contratista se compromete como obligación subsidiaria de la cláusula anterior, a conservar la propiedad de las instalaciones, medios auxiliares y maquinaria seleccionada por la propiedad o reconocer como obligación preferente frente a terceros, la derivada de dicha condición.

31.7.- La propiedad comunicará al contratista, con treinta días de anticipación, la fecha en que desea reintegrar los elementos que venía utilizando, los cuales dejará de devengar interés alguno a partir de su devolución, o a los treinta días de la notificación, si el contratista no se hubiese hecho cargo de ellos. En todo caso, la devolución se realizará siempre a pie de obra, siendo por cuenta del contratista los gastos de su traslado definitivo.

31.8.- En los contratos rescindidos, se procederá a efectos de garantías, fianzas, etc. a efectuar las recepciones provisionales y definitivas de todos los trabajos ejecutados por el contratista hasta la fecha de la rescisión.

Art. 32º.- PROPIEDAD INDUSTRIAL Y COMERCIAL

32.1.- Al suscribir el contrato, el contratista garantiza a la propiedad contra toda clase de reivindicaciones que se refieran a suministros y materiales, procedimientos y medios utilizados para la ejecución de las obras y que procedan de titulares de patentes, licencias, planos, modelos, marcas de fabricas o comercio.

En el caso de que fuera necesario, corresponde al contratista la obtención de las licencias o utilizations precisas y soportar la carga de los derechos e indemnizaciones correspondiente.

32.2.- En caso de acciones dirigidas contra la propiedad por terceros titulares de licencias, autorizaciones, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio utilizadas por el contratista para la ejecución de los trabajos, el contratista responderá ante la propiedad del resultado de dichas acciones estando obligado además a prestarle su plena ayuda en el ejercicio de las excepciones que competan a la propiedad.

Art. 33º.- DISPOSICIONES LEGALES

- Ley de Contratos del Estado, aprobado por Decreto 923/65 de 8 de Abril.
- Reglamento General de Contratación para la aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3354/67 de 28 de diciembre.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, vigente, del M.O.P.U.
- Normas Básicas (NBE) y Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Instrucción EH-91 para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Métodos y normas de ensayos de Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.

- Resolución General de Instrucciones para la Construcción, de 31 de Octubre de 1966.
- Real Decreto 2117/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96: condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- Reglamento (CE) nº 1493/1999 del Consejo.
- Reglamento (CE) nº 1622/2000 de la Comisión.
- Reglamento (CE) nº 1623/2000 de la Comisión.
- Directiva (CEE) Nº 590/1980, sobre el símbolo que debe acompañar a los materiales y objetos destinados a estar en contacto con los alimentos.
- Real Decreto 782/1998, de desarrollo de la Ley 11/1997.
- Ley 10/1998, de Residuos.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, sobre los trabajadores.

- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas de protección de los trabajadores contra el riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Convenio 119 de la OIT, relativo a la protección de la maquinaria.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre. Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, de modificación del anterior.
- Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de las actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de la normalización y homologación. Modificaciones posteriores.

- Real Decreto 1407/1987, de 13 de noviembre, regulando las entidades de inspección y control reglamentario en materia de seguridad de los productos, equipos e instalaciones industriales.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, que aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial. Modificaciones.
- Reglamento (CEE) nº 1836/1993 del Consejo, de 29 de junio, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoria medioambientales.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación.
- Real Decreto 668/1980, de 8 de febrero, sobre almacenamiento de productos químicos.
- Real Decreto 3485/1983, de 14 de diciembre, que modifica al anterior.
- ITC-MIE-APQ-006 sobre Almacenamiento de Líquidos Corrosivos.
- Real Decreto 988/1998, de 22 de mayo, por el que se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-006.
- Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre, sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 2486/1994, de modificación del anterior.
- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión, y modificaciones posteriores.
- ITC-MIE-AP5 referente a extintores de incendios, y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

- Real Decreto 1942/1993, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios. Corrección de errores. Modificaciones y ampliaciones.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-III-71).
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71 de 11-III-71).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-V-52).
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresas (O.M. 21-XI-59).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-VIII-70).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M. 20-IX-73).
- Normas para Señalización de Obras en las Carreteras (O.M. 14-III-60).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción y Estatuto de los Trabajadores.
- Obligatoriedad de la inclusión de un estudio de seguridad e higiene en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas (R.D. 555/1986 de 21-II-86).
- Cuantas disposiciones legales de carácter social, de protección a la industria nacional, etc., rijan en la fecha en que se ejecute las obras.
- Viene también obligado al cumplimiento de cuanto la dirección de obra le dicte encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y de la obra en general. En ningún caso dicho cumplimiento eximirá de responsabilidad al contratista.

Art. 34º.- TRIBUNALES

El contratista renuncia al fuero de su propio domicilio y se compromete a sustanciar cuantas reclamaciones origine el contrato ante los tribunales.

**CAPITULO III. DESARROLLO DE LAS OBRAS,
CONDICIONES TECNICO-ECONOMICAS****Art. 35º.- MODIFICACIONES DEL PROYECTO**

35.1.- La propiedad podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se hayan previstos en el proyecto y siempre que no varíen las características principales de las obras. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las unidades de obra marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en el contrato.

Cuando se trate de aclarar o interpretar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o dibujos, las órdenes o instrucciones se comunicarán exclusivamente por escrito al contratista, estando obligado este a su vez a devolver una copia suscribiendo con su firma el enterado.

35.2.- Todas estas modificaciones serán obligatorias para el contratista, y siempre que, a los precios del contrato, sin ulteriores omisiones, no alteren el presupuesto total de ejecución material contratado en más de un treinta y cinco por ciento, tanto en más como en menos, el contratista

no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ninguna clase.

Si la cuantía total de la certificación final, correspondiente a la obra ejecutada por el contratista, fuese a causa de las modificaciones del proyecto, inferior al presupuesto total de ejecución material del contrato en un porcentaje superior al treinta y cinco por ciento, el contratista tendrá derecho a indemnizaciones.

Para fijar su cuantía, el contratista deberá presentar a la propiedad en el plazo máximo de dos meses a partir de la fecha de dicha certificación final, una petición de indemnización con las justificaciones necesarias debido a los posibles aumentos de los gastos generales e insuficiente amortización de equipos e instalaciones, y en la que se valore el perjuicio que le resulte de las modificaciones introducidas en las previsiones del proyecto. Al efectuar esta valoración el contratista deberá tener en cuenta que el primer treinta y cinco por ciento de reducción no tendrá repercusión a estos efectos.

Si por el contrario, la cuantía de la certificación final, correspondiente a la obra ejecutada por el contratista, fuese, a causa de las modificaciones del proyecto, superior al presupuesto total de ejecución material del contrato y cualquiera que fuere el porcentaje de aumento, no procederá el pago de ninguna indemnización ni revisión de precios por este concepto.

35.3.- No se admitirán mejoras de obra más que en el caso de que la dirección de la obra haya ordenado por escrito, la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, o salvo que la dirección de obra, ordene también por escrito la ampliación de las contratadas. Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando se quieran introducir innovaciones que supongan una reducción apreciable en las unidades de obra contratadas.

Art. 36º.- MODIFICACIONES DE LOS PLANOS

36.1.- Los planos de construcción podrán modificar a los provisionales de concurso, respetando los principios esenciales y el contratista no puede por ello hacer reclamación alguna a la propiedad.

36.2.- El carácter complejo y los plazos limitados de que se dispone en la ejecución de un proyecto, obligan a una simultaneidad entre las entregas de las especificaciones técnicas de los suministradores de equipos y la elaboración de planos definitivos de proyecto.

Esta simultaneidad implica la entrega de planos de detalle de obra civil, relacionada directamente con la implantación de los equipos, durante todo el plazo de ejecución de la obra.

La propiedad tomará las medidas necesarias para que estas modificaciones no alteren los planos de trabajo del contratista entregando los planos con la suficiente antelación para que la preparación y ejecución de estos trabajos se realice de acuerdo con el programa previsto.

El contratista por su parte no podrá alegar desconocimiento de estas definiciones de detalle, no incluidas en el proyecto base, y que quedará obligado a su ejecución dentro de las prescripciones generales del contrato.

36.3.- El contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, debiendo informar por escrito a la propiedad en el plazo máximo de quince días y antes de proceder a su ejecución, de cualquier contradicción, error u omisión que lo exigiera técnicamente incorrectos.

Art. 37º.- REPLANTEO DE LAS OBRAS

37.1.- La propiedad entregará al contratista los hitos de triangulación y referencias de nivel establecidos por ella en la zona de obras a realizar.

La posición de estos hitos y sus coordenadas figurarán en un plano general de situación de las obras.

37.2.- Dentro de los quince días siguientes a la fecha de adjudicación el contratista verificará en presencia de los representantes de la propiedad el plano general de replanteo y las coordenadas de los hitos, levantándose el acta correspondiente.

37.3.- La propiedad precisará sobre el plano de replanteo las referencias a estos hitos de los ejes principales de cada una de las obras.

37.4.- El contratista será responsable de la conservación de todos los hitos y referencias que se le entreguen. Si durante la ejecución de los trabajos, se destruyese alguno, deberá reponerlos por su cuenta y bajo su responsabilidad. El contratista establecerá en caso necesario, hitos secundarios y efectuara todos los replanteos precisos para la perfecta definición de las obras a ejecutar, siendo de su responsabilidad los perjuicios que puedan ocasionarse por errores cometidos en dichos replanteos.

Art. 38º.- ACCESO A LAS OBRAS

38.1.- Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos de obra, serán construidos por el contratista por su cuenta y cargo.

38.2.- Para que la propiedad apruebe su construcción en el caso de que afecten a terceros interesados, el contratista habrá debido llegar a un previo acuerdo con estos.

38.3.- Los caminos y accesos estarán situados en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso de que necesariamente hayan de transcurrir por el emplazamiento de obras definitivas, las modificaciones posteriores, necesarias para la ejecución de los trabajos, serán a cargo del contratista.

38.4.- Si los mismos caminos han de ser utilizados por varios contratistas, estos deberán ponerse de acuerdo entre si sobre el reparto de sus gastos de construcción y conservación.

38.5.- La propiedad se reserva el derecho de transitar libremente por todos los caminos y accesos provisionales de la obra, sin que pueda hacerse repercutir sobre ella gasto alguno en concepto de conservación.

Art. 39º.- ORGANIZACION DE LAS OBRAS

39.1.- El contratista tendrá un conocimiento completo de la disposición de conjunto de los terrenos, de la importancia y situación de las obras objeto de contrato, de las zonas reservadas para la obra, de los medios de acceso, así como de las condiciones climáticas de la región, especialmente del régimen de las aguas y de la frecuencia e importancia de las crecidas de los ríos, que puedan afectar a los trabajos.

39.2.- La propiedad pondrá gratuitamente a disposición del contratista, mientras duren los trabajos, todos los terrenos cuya ocupación definitiva sea necesaria para la implantación de las obras objeto del contrato.

39.3.- También pondrá la propiedad gratuitamente a disposición del contratista, los terrenos de su propiedad y que puedan ser adecuados para las obras auxiliares e instalaciones.

39.4.- En el plazo de un mes a partir de la fecha del contrato, se determinarán contradictoriamente los terrenos afectados por los artículos 39.2. y 39.3. que se representarán en el plano de la zona. En caso de desavenencia en esta determinación contradictoria, será vinculante el plano previo incorporado al pliego de condiciones.

39.5.- La obligación de la propiedad en cuanto entrega de los terrenos necesarios queda limitada a los que figuran y se reseñan en el plano de referencia que, al mismo tiempo, definirá lo que se entiende por zona de obras.

39.6.- Si por conveniencia del contratista este deseara disponer de otros terrenos distintos de los figurados y reseñados en el plano antes citado, será de su cargo su adquisición o la obtención de las autorizaciones pertinentes, debiendo el contratista someter previamente a la conformidad

de la propiedad las modalidades de adquisición o de obtención de la autorización respectiva.

Art. 40º.- VIGILANCIA Y POLICIA DE LAS OBRAS

40.1.- El contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto de contrato. Deberá adoptar a este respecto, a su cargo y bajo su responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y con la representación de la propiedad.

40.2.- En caso de conflicto de cualquier clase, que pudiera implicar alteraciones del orden público, corresponde al contratista la obligación de ponerse en contacto con las autoridades competentes y convenir con ellos y disponer las medidas adecuadas para evitar incidentes.

Art. 41º.- UTILIZACION DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES Y EQUIPOS DEL CONTRATISTA

El contratista deberá poder facilitar a la propiedad, todos los medios auxiliares que figuran en el programa o tengan servicio en la obra. Para ello la propiedad comunicara por escrito al contratista las instalaciones o equipos o máquinas que desea utilizar y fecha y duración de la prestación.

Cuando razonablemente no haya inconveniente para ello, no se perturbe la organización y desarrollo de los trabajos, o exista una causa grave de fuerza mayor, el contratista deberá atender la solicitud de la propiedad, abonándose las horas de utilización conforme a los baremos de administración aprobados.

En todo caso, el manejo y entretenimiento de las máquinas e instalaciones será realizado por personal del contratista.

Art. 42º.- EMPLEO DE MATERIALES NUEVOS O DE DEMOLICION PERTENECIENTES A LA PROPIEDAD

Cuando fuera de las previsiones del contrato, la propiedad juzgue conveniente emplear materiales nuevos o de recuperación que le pertenezcan, el contratista no podrá oponerse a ello y las condiciones que regulen este suministro serán establecidas de común acuerdo o, en su defecto, se establecerá mediante arbitraje de derecho privado.

Art. 43º.- USO ANTICIPADO DE LAS INSTALACIONES DEFINITIVAS

43.1.- La propiedad se reserva el derecho de hacer uso de las partes terminadas de la obra contratada, antes de que los trabajos prescritos en el contrato se hayan terminado en su totalidad, bien por necesidades de servicio, bien para permitir la realización de otros trabajos que no forman parte del contrato.

43.2.- Si la propiedad deseara hacer uso del citado derecho, se lo comunicará al contratista con una semana de antelación a la fecha de utilización. El uso de este derecho por parte de la propiedad no implica recepción provisional de la zona afectada.

Art. 44º.- PLANOS DE OBRAS Y MONTAJE

44.1.- Independientemente del plan de trabajos que los contratistas ofertantes deben presentar con sus ofertas, de acuerdo a lo establecido en el artículo 6., el contratista presentará con posterioridad a la firma del contrato, un plan más detallado que el anterior.

En el pliego de condiciones de cada obra, se indicará el plazo máximo a partir de la formalización del contrato, en el que debe presentarlo y tipo de programa exigido. De no indicarse el plazo, se entenderá establecido éste en un mes.

44.2.- Este plan, que deberá ser lo más completo, detallado y razonado posible, respetará obligatoriamente los plazos parciales y finales fijados en el concurso, y deberá venir acompañado del programa de certificaciones mensuales.

Tanto el plan de obra como el programa de certificaciones mensuales, deberán destacar individualmente cada una de las unidades correspondientes a la obra característica.

Las unidades de obra complementaria podrán agruparse tanto en uno como en otro documento, dentro de bloques homogéneos cuya determinación quedará a juicio del contratista. En el caso de que éste, decidiera proponer un adelanto en alguno de los plazos fijados, deberá hacerlo como una variante suplementaria, justificando expresamente en este caso todas las repercusiones económicas a que diese lugar.

44.3.- El plan de obra deberá ser aprobado oficialmente por la propiedad adquiriendo desde este momento el carácter de documento contractual.

No podrá ser modificado sin autorización expresa de la propiedad y el contratista vendrá obligado a respetarlo en el desarrollo de los trabajos.

En caso de desacuerdo sobre el plan de obra, una vez rechazado por la propiedad el tercero consecutivo se someterá la controversia a arbitraje, siendo desempeñado por un solo árbitro, que habrá de ser el profesional competente y habilitado, según la índole del tema considerado, designado por el colegio profesional correspondiente.

44.4.- En este plan, el contratista indicará los medios auxiliares y mano de obra que ofrece emplear en la ejecución de cada una de las unidades de obra característica, con indicación expresa de los rendimientos a obtener. Las unidades de obra complementaria podrán agruparse a estos efectos, en bloques homogéneos, iguales a los indicados en el artículo 44.2.

Los medios ofrecidos, que han de ser como mínimo los de la propuesta inicial, salvo que la propiedad, a la vista del plan de obra, autorice otra cosa, quedarán afectos a la obra y no podrán ser retirados o sustituidos salvo aprobación expresa de la dirección de la misma.

La aceptación del plan y relación de medios auxiliares propuestos por el contratista no implica exención alguna de responsabilidad para el mismo en el caso de incumplimiento de los plazos parciales, o final convenido.

44.5.- Si el desarrollo de los trabajos no se efectuase de acuerdo al plan aprobado y ello pudiera dar lugar al incumplimiento de plazos parciales o final, la propiedad podrá exigir del contratista la actualización del plan vigente, reforzando las plantillas de personal, medios auxiliares e instalaciones necesarias a efectos de mantener los plazos convenidos y sin que el contratista pueda hacer recaer sobre la propiedad las repercusiones económicas que este aumento de medios puede traer consigo. El plan de obra actualizado sustituirá a todos los efectos contractuales al anteriormente vigente, con la salvedad que se indica en el apartado siguiente.

44.6.- En cualquier caso, la aceptación por parte de la propiedad de los planes de obra actualizados que se vayan confeccionando para adecuar el desarrollo real de los trabajos al mantenimiento de los plazos iniciales, no liberará al contratista de las posibles responsabilidades económicas en que incurra por el posible incumplimiento de los plazos convenidos.

44.7.- El desarrollo de todas las obras habrá de subordinarse al montaje de las instalaciones para cuyo servicio se construyen. Esta circunstancia ya se tiene en cuenta al establecer los plazos de cada obra que se fijan en su correspondiente pliego particular, por lo que en ningún caso pueden ser causa de concesión de prórroga las interferencias que al curso de la obra pueda originar el montaje, siempre y cuando el suministro de equipos y el propio montaje se mantengan en líneas generales dentro de los plazos y planes previstos, conforme a lo indicado en los artículos 47 y 50 del presente pliego.

Art. 45º.- PLAZOS DE EJECUCION

45.1.- En el pliego particular de condiciones de cada obra, se establecerán los plazos parciales y plazo final de terminación, a los que el contratista deberá ajustarse obligatoriamente.

45.2.- Los plazos parciales corresponderán a la terminación y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesario para la prosecución de otras fases de la construcción o del montaje.

Estas obras o conjunto de obras que condicionan un plazo parcial, se definirán bien por un estado de dimensiones, bien por la posibilidad de prestar en ese momento y sin restricciones, el uso, servicio o utilización que de ellas se requiere.

45.3.- En consecuencia, y a efectos del cumplimiento del plazo, la terminación de la obra y su puesta a disposición, será independiente del importe de los trabajos realizados a precio de contrato, salvo que el importe de la obra característica realizada supere como mínimo en un diez por ciento el presupuesto asignado para esa parte de la obra.

Para valorar a estos efectos la obra realizada, no se tendrá en cuenta los aumentos del coste producidos por revisiones de precios y sí únicamente los aumentos reales del volumen de obra.

45.4.- En el caso de que el importe de la obra característica realizada supere en un diez por ciento al presupuesto para esa parte de obra, los plazos parciales y finales se prorrogarán en un plazo igual al incremento porcentual que exceda de dicho diez por ciento.

Art. 46º.- RETENCIONES POR RETRASOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

46.1.- Los retrasos sobre el plan de obra y programa de certificaciones imputables al contratista, tendrán como sanción económica para cada mes la retención por la propiedad, con abono a una cuenta especial

denominada "retenciones", del cincuenta por cien de la diferencia entre el noventa por ciento de la obra característica que hasta ese mes debería haberse justificado y la que realmente se haya realizado. Para este cómputo de obra realizada no se tendrá en cuenta la correspondiente a obras complementarias.

46.2.- El contratista que en meses sucesivos realizase obra característica por un valor superior a lo establecido en el plan de trabajos para esos meses, tendrá derecho a recuperar de la cuenta de "retenciones" la parte proporcional que le corresponda.

46.3.- Cuando se alcance el plazo total previsto para la ejecución de la obra con un saldo acreedor en la cuenta de "retenciones" quedará éste bloqueado a disposición de la propiedad para responder de las posibles multas y sanciones correspondientes a una posible rescisión. En el momento de la total terminación y liquidación de la obra contratada, se procederá a saldar esta cuenta abonando al contratista el saldo acreedor si lo hubiere o exigiéndole el deudor si así resultase.

Art. 47º.- INCUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS Y MULTAS

47.1.- En el caso de incumplimiento de los plazos fijados por causas directamente imputables al contratista, satisfará éste las multas que se indiquen en el pliego particular de la obra, con cargo a las certificaciones, fondo de retenciones o fianza definitiva, sucesivamente, sin perjuicio de la responsabilidad por daños.

47.2.- Si el retraso producido en el cumplimiento de los plazos ocasionara a su vez retrasos en otros contratistas, lesionando los intereses de estos, la propiedad podrá hacer repercutir sobre el contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por tales perjuicios.

47.3.- En el caso de que los retrasos se produzcan por causas imputables a la propiedad en los suministros a que venga obligada la empresa, por órdenes expresas de la dirección de obra o por demoras en los montajes de maquinaria o equipos, se prorrogarán los plazos en un tiempo igual al

estimado por la propiedad como retraso producido, de acuerdo con lo establecido en el artículo 50.

Art. 48.- SUPRESIÓN DE LAS MULTAS

Cuando la propiedad advierta la posibilidad de que un retraso en la ejecución de las obras o en el montaje, no va a repercutir en la puesta en marcha de la instalación ni causar perjuicios a terceros, podrá acordar libremente la supresión de multas, o la ampliación de los plazos de ejecución.

En este último caso, la propiedad podrá diferir a la nueva fecha de terminación, y en el supuesto de que ésta tampoco se cumpla, la aplicación de las multas establecidas.

Art. 49.- PREMIOS Y PRIMAS

49.1.- En el pliego particular de condiciones de la obra, la propiedad podrá establecer premios en el caso de cumplimiento de los plazos parciales y totales contratados y/o un sistema de primas para premiar los posibles adelantos sobre dichos plazos de terminación de obras.

En el pliego particular, se especificarán así mismo, las condiciones que deberán concurrir para que el contratista pueda obtener dichos premios y/o primas.

49.2.- La propiedad podrá supeditar el pago de los premios, siempre que así lo indique expresamente, al cumplimiento estricto de los plazos, incluso en el caso de retrasos producidos por causas no imputables al contratista o de fuerza mayor.

Art. 50.- RETRASOS OCASIONADOS POR LA PROPIEDAD

Los retrasos que pudieran ocasionar la falta de planos, demoras en el suministro de materiales que deba ser realizado por la propiedad, o interferencias ocasionadas por otros contratistas, serán valorados en tiempo por la dirección de la obra, después de oír al contratista, prorrogándose los plazos conforme a dicha estimación.

Para efectuar ésta, la dirección tendrá en cuenta la influencia sobre la parte de obra realmente afectada, y la posibilidad de adelantar la ejecución de obras y unidades de obras, cuya realización estuviese prevista para fecha posterior.

Art. 51.- DAÑOS Y AMPLIACIÓN DE PLAZO EN CASO DE FUERZA MAYOR

51.1.- Cuando se produjeran daños en las obras por causa de fuerza mayor, si su prevención o minoración hubiera correspondido a las partes, la que hubiese sido negligente soportará sus consecuencias.

Si fuese por completo ajena a la actuación del contratista el riesgo sobre la obra ejecutada será soportado por la propiedad en cuanto a las unidades de que se hubiese hecho previa medición, según se determina en el artículo 52.

51.2.- Si por causa de fuerza mayor no imputable al contratista hubiese de sufrir demora el curso de la obra, lo pondrá en conocimiento de la propiedad con la prontitud posible, concretando el tiempo en que estima necesario prorrogar los plazos establecidos, la propiedad deberá manifestar su conformidad o reparos a la procedencia y alcance de la prórroga propuesta en un plazo igual al que hubiese mediado entre el hecho originario y la comunicación del contratista.

Art. 52.- MEDICIONES DE LAS UNIDADES DE OBRA

52.1.- Servirán de base para la medición y posterior abono de las obras los datos del replanteo general y los replanteos parciales que haya exigido el curso de la obra; los vencimientos y demás partes ocultas de las obras, tomados durante la ejecución de los trabajos y autorizados con las firmas del contratista y del director de la obra; la medición que se lleve a efecto de las partes descubiertas de las obras de fábrica y accesorias y, en general, los que convengan al procedimiento consignado en el pliego de condiciones, o en los pliegos oficiales que se citen como preceptivos.

52.2.- En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas cuando se hallen en contradicción con las normas establecidas a estos efectos en el pliego particular de la obra, o en su defecto, con las establecidas en el presente pliego de condiciones generales.

52.3.- Las mediciones con los datos recogidos de los elementos cualitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados, constituyen comprobación de un cierto estado de hecho y se recogerán por la propiedad en presencia del contratista. La ausencia del contratista, aún habiendo sido avisado previamente, supone su conformidad a los datos recogidos por la propiedad.

En caso de presencia del contratista las mediciones serán avaladas con la firma de ambas partes.

52.4.- El contratista no podrá dejar de firmar las mediciones. En caso de negarse a hacerlo, podrá levantarse acta notarial a su cargo. Si las firmara con reservas, dispondrá de un plazo de diez días a partir de la fecha de redacción de las mismas para formular por escrito sus observaciones. Pasado ese plazo, las mediciones se suponen aceptadas sin reserva alguna.

En el caso de la firma con reserva, se redactará un acta en la que se hará constar los motivos de disconformidad, acta que se unirá a la correspondiente medición.

52.5.- En el caso de reclamación del contratista las mediciones se tomarán a petición propia o por iniciativa de la propiedad, sin que estas comprobaciones prejuzguen, en ningún caso, el reconocimiento de que las reclamaciones están bien fundamentadas.

52.6.- El contratista está obligado a exigir a su debido tiempo la toma contradictoria de mediciones para los trabajos, prestaciones y suministros que no fueran susceptibles de comprobación o de verificaciones ulteriores, a falta de lo cual, salvo pruebas contrarias que deben proporcionar a su costa, prevalecerán las decisiones de la propiedad con todas sus consecuencias.

Art. 53.- CERTIFICACIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

53.1.- Las unidades de obra se medirán mensualmente sobre las partes realmente ejecutadas con arreglo al proyecto, modificaciones posteriores y órdenes de la dirección de obra, y de acuerdo con los artículos del pliego de condiciones.

La medición de la obra realizada en un mes se llevará a cabo en los ocho primeros días siguientes a la fecha de cierre de certificaciones. Dicha fecha se determinará al comienzo de las obras.

Las valoraciones efectuadas servirán para la redacción de certificaciones mensuales al origen, de las cuales se tendrá el líquido de abono.

Corresponderá a la propiedad en todo caso, la redacción de las certificaciones mensuales.

53.2.- Las certificaciones y abonos de las obras, no suponen aprobación ni recepción de las mismas.

53.3.- Las certificaciones mensuales se deben entender siempre como abonos a buena cuenta, y en consecuencia, las mediciones de unidades de obra y los precios aplicados no tienen el carácter de definitivos,

pudiendo surgir modificaciones en certificaciones posteriores y definitivamente en la liquidación final.

53.4.- Si el contratista rehusase firmar un certificación mensual o lo hiciese con reservas por no estar conforme con ella, deberá exponer por escrito y en el plazo máximo de diez días, a partir de la fecha de que se le requiera para la firma, los motivos que fundamenten su reclamación e importe de la misma. La propiedad considerará esta reclamación y decidirá si procede atenderla.

Los retrasos en el cobro, que pudieran producirse como consecuencia de esta dilación en los trámites de la certificación, no se computarán a efectos de plazo de cobro ni de abono de intereses de demora.

53.5.- Terminado el plazo de diez días, señalado en el epígrafe anterior, o si hubiese variado la obra en forma tal que les fuera imposible recomprobar la medición objeto de discusión, se considerará que la certificación es correcta, no admitiéndose posteriormente reclamación alguna en tal sentido.

53.6.- Tanto en las certificaciones, como en la liquidación final, las obras serán en todo caso abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, o a los precios contradictorios fijados en el transcurso de la obra, de acuerdo con lo provisto en el epígrafe siguiente.

53.7.- Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales, maquinaria y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el director de obra y el contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos.

Estos precios deberán ser presentados por el contratista debidamente descompuestos, conforme a lo establecido en el artículo 7 del presente pliego.

La dirección de obra podrá exigir para su comprobación la presentación de los documentos necesarios que justifique la descomposición del precio presentado por el contratista.

La negociación del precio contradictorio será independiente de la ejecución de la unidad de obra de que se trate, viniendo obligado el

contratista a realizarla, una vez recibida la orden correspondiente. A falta de acuerdo se certificará provisionalmente a base de los precios establecidos por la propiedad.

53.8.- Cuando circunstancias especiales hagan imposible el establecer nuevos precios, o así le convenga a la propiedad, corresponderá exclusivamente a esta sociedad la decisión de abonar estos trabajos en régimen de administración, aplicando los baremos de mano de obra, materiales y maquinaria, aprobados en el contrato.

53.9.- Cuando así lo admita expresamente el pliego de condiciones de la obra, o la propiedad acceda a la petición en este sentido formulada por el contratista, podrá certificarse a cuenta de acopios de materiales en la cuantía que determine dicho pliego, o en su defecto la que estime oportuno la dirección de obra.

Las cantidades abonadas a cuenta por este concepto se deducirán de la certificación de la unidad de obra correspondiente, cuando dichos materiales pasen a formar parte de la obra ejecutada.

En la liquidación final no podrán existir abonos por acopios, ya que los excesos de materiales serán siempre por cuenta del contratista.

El abono de cantidades a cuenta en concepto de acopio de materiales no presupondrá, en ningún caso, la aceptación en cuanto a la calidad y demás especificaciones técnicas de dicho material, cuya comprobación se realizará en el momento de su puesta en obra.

53.10.- Del importe de la certificación se retraerá el porcentaje fijado en el artículo 18.3. para la constitución del fondo de garantía.

53.11.- Las certificaciones por revisión de precios, se redactarán independientemente de las certificaciones mensuales de obra ejecutada, ajustándose a las normas establecidas en el artículo 29.

53.12.- El abono de cada certificación tendrá lugar dentro de los 120 días siguientes de la fecha en que quede firmada por ambas partes la certificación y que obligatoriamente deberá figurar en la antefirma de la misma. El pago se efectuará mediante transferencia bancaria, no

admitiéndose en ningún caso el giro de efectos bancarios por parte del contratista.

Si el pago de una certificación no se efectúa dentro del plazo indicado, se devengarán al contratista, a petición escrita del mismo, intereses de demora. Estos intereses se devengarán por el periodo transcurrido del último día del plazo tope marcado (120 días) y la fecha real de pago, siendo el tipo de interés, el fijado por el Banco de España, como tipo de descuento comercial para ese periodo.

Art. 54.- ABONO DE UNIDADES INCOMPLETAS O DEFECTUOSAS

54.1.- La dirección de obra, determinará si las unidades que han sido realizadas en forma incompleta o defectuosa, deben rehacerse o no. Caso de rehacerse el contratista vendrá obligado a ejecutarlas, siendo de su cuenta y cargo dicha reparación, en el caso de que ya le hubiesen sido abonadas.

De no haberlo sido, se certificará la obra como realizada una sola vez.

54.2. Cuando existan obras defectuosas o incompletas que la propiedad considere, que a pesar de ello puedan ser aceptables para el fin previsto, se abonarán teniendo en cuenta la depreciación correspondiente a las deficiencias observadas. En el pliego de condiciones particulares se fijan resistencias, densidades, grados de acabado, tolerancias en dimensiones, etc. Se podrá hacer una proporcionalidad con las obtenidas, siempre que sean admisibles, o bien fijar de entrada una depreciación en los precios de un diez por cien para obras defectuosas pero aceptables.

Art. 55.- RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS

55.1.- A partir del momento en que todas las obras que le han sido encomendadas, hayan sido terminadas, el contratista lo pondrá en conocimiento de la propiedad, mediante carta certificada con acuso de recibo.

La propiedad procederá entonces a la recepción provisional de esas obras, habiendo convocado previamente al contratista por escrito, al menos con quince días de anticipación.

Si el contratista no acude a la convocatoria, se hará mención de su ausencia en el acta de recepción.

55.2.- Del resultado del reconocimiento de las obras, se levantará un acta de recepción en la que se hará constar el estado final de las obras y las deficiencias que pudieran observarse.

El acta será firmada conjuntamente por el contratista y la dirección de la obra.

55.3.- Si el reconocimiento de las obras fuera satisfactorio se recibirán provisionalmente las obras, empezando a contar desde esta fecha el plazo de garantía.

Si por el contrario se observara deficiencias y no procediese efectuar la recepción provisional, se concederá al contratista un plazo breve para que corrija los defectos observados, transcurrido el cual deberá procederse a un nuevo reconocimiento.

Si transcurrido el plazo concedido al contratista, no se hubieran subsanado dichos defectos, la propiedad podrá proceder a su realización, bien directamente, bien por medio de otros contratistas, con cargo al fondo de garantía y si este no bastase, con cargo a la fianza definitiva.

Una vez terminados los trabajos de reparación, se procederá a recibir provisionalmente las obras.

Art. 56.- PLAZO DE GARANTÍA

Una vez terminadas las obras, se efectuará la recepción provisional de las mismas, tal como se indica en el artículo 55., a partir de cuyo momento comenzará a contar el plazo de garantía, al final del cual se llevará a cabo la recepción definitiva.

El plazo de garantía se determinará en cada caso en el pliego particular de condiciones de la obra.

Durante este plazo, será de cuenta del contratista la conservación y separación de las obras, así como todos los desperfectos que pudiesen ocurrir en las mismas, desde la terminación de estas, hasta que se efectúe la recepción definitiva, excepción hecha de los daños que se deriven del mal trato o uso inadecuado de las obras por parte de la propiedad.

Si el contratista incumpliese lo estipulado en el párrafo anterior, la propiedad podrá encargar a terceros la realización de dichos trabajos o ejecutarlos directamente por administración, deduciendo su importe del fondo de garantía y si no bastase, de la fianza definitiva, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad en el caso de que el monto del fondo de garantía y de la fianza no bastasen para cubrir el importe de los gastos realizados en dichos trabajos de reparación.

Art. 57.- RECEPCIÓN DEFINITIVA DE OBRAS

57.1.- Una vez transcurrido el plazo de garantía fijado en el pliego particular de condiciones se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras de un modo análogo al indicado en el artículo 55. para la recepción provisional.

57.2.- En el caso de que hubiese sido necesario conceder un plazo para subsanar los defectos hallados, el contratista no tendrá derecho a cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, debiendo continuar encargado de la conservación de las obras durante esa ampliación.

57.3.- Si la obra se arruinase con posterioridad a la recepción definitiva por vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del

contrato por parte del contratista, responderá éste de los daños y perjuicios en el término de quince años.

Transcurrido este plazo, quedará totalmente extinguida la responsabilidad del contratista.

Art. 58.- LIQUIDACIÓN DE LA OBRAS

Una vez efectuada la recepción provisional se procederá a la medición general de las obras que han de servir de base para la valoración de las mismas.

La liquidación de las obras se llevará a cabo después de la recepción definitiva, saldando las diferencias existentes por los abonos a cuenta y descontando el importe de las reparaciones u obras de conservación que haya habido necesidad de efectuar durante el plazo de garantía, en el caso de que el contratista no las haya realizado por su cuenta.

Después de realizada la liquidación, se saldarán el fondo de garantía y la fianza definitiva, tanto si ésta última se ha constituido aval bancario.

También se liquidará, si existe, la cuenta especial de retenciones por retrasos durante la ejecución de las obras.

C. PARTICULARES

Capitulo I. GENERALIDADES

Art. 1º.- INTERPRETACION Y VALIDEZ DEL PLIEGO

El presente pliego de prescripciones técnicas particulares contiene aquellas normas, que salvo autorización escrita de la dirección facultativa se aplicarán en la presente obra.

En lo especificado en este pliego regirán las disposiciones indicadas en el vigente pliego de condiciones, en lo que sea de aplicación, siempre que no contradiga las estipulaciones del contrato para la ejecución de las obras o el presente texto.

Art. 2º.- FORMA GENERAL DE INTERPRETACION DE LOS TRABAJOS

El orden de prelación de documentos del proyecto, de mayor a menor, queda fijado de la siguiente forma:

Planos, Mediciones y Presupuesto, Pliego de Condiciones y Memoria.

Si por cualquier circunstancia fuese necesario ejecutar alguna variación en las obras a realizar, se redactará el correspondiente proyecto reformado, el cual desde el día de la fecha que se redacte, se considerará parte integrante del proyecto primitivo y, por tanto, sujeto a las mismas especificaciones de todos y cada uno de los documentos de éste en cuanto no se le opongan explícitamente.

Art. 3º.- CONDICIONES GENERALES DE LA MANO DE OBRA

Con independencia de las estipulaciones contenidas en los pliegos generales facultativos y legales, será exigible a todo el personal a admitir en la obra, las siguientes condiciones:

3.1.- Profesionales.

Con excepción del peonaje no cualificado, todo el personal deberá acreditar los conocimientos técnicos por las corporaciones sindicales y gremiales para la definición de las diversas categorías laborales.

3.2.- Asistenciales.

Estar debidamente asegurados de acuerdo con la legislación vigente.

Art. 4º.- CONDICIONES GENERALES QUE DEBERAN SATISFACER LOS MATERIALES

4.1.- Introducción.

En el artículo 7º de este pliego se concretan las condiciones para los materiales más usuales en la construcción, a los cuales se hará referencia cuando estén incluidos en distintas unidades de obra o trabajos a realizar. En cada uno de estos casos, se concretarán las condiciones que difieran de las generales.

Para los materiales no incluidos en el artículo 7º, se anunciarán de igual modo, las condiciones generales y particulares que sean necesarias. Para los materiales, en lo no especificado en el articulado de este pliego, regirá la normativa existente, en lo que sea de aplicación.

4.2.- Control de ensayos.

Se especificarán los distintos controles y ensayos (según la normativa vigente) a que serán sometidos los distintos materiales utilizados.

Antes de proceder al empleo de los materiales serán examinados y aceptados por la dirección, quien podrá disponer, si así lo considera,

todas las pruebas, análisis, ensayos, etc., hasta su definitiva aprobación. Los gastos de dicho ensayo, serán del exclusivo cargo del contratista.

Los ensayos concretos a realizar sobre el hormigón y el acero se describen en 7.1.2 y 7.5.3. respectivamente.

4.3.- Otros.

El contratista podrá proveerse de materiales y aparatos a utilizar en las obras objeto de este pliego, en los puntos que le parezcan convenientes, siempre que reúnan las especificaciones técnicas exigidas en el proyecto.

4.4.- Responsabilidades.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obras ejecutadas, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan acarrear, debido a la mala ejecución o la deficiente calidad de los materiales empleados, sin que le otorgue justificación alguna la circunstancia de que ni la dirección ni sus subalternos le hayan llamado la atención, e incluso, aunque hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de obra.

Art. 5º.- ACOPIOS

Las superficies utilizadas deberán acondicionarse para ello, y una vez finalizado el acopio, se deberán restituir a su natural estado. Todos los gastos e indemnizaciones, en su caso, que se deriven de la utilización de superficies para acopios serán de cuenta del contratista.

Art. 6º.- PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

6.1.- Drenaje.

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje.

6.2.- Heladas.

Si existe temor de que se produzcan heladas, el contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por sus efectos. Las partes de obras dañadas se levantarán y reconstruirán a su costa, de acuerdo con lo que se señale en este pliego.

6.3.- Incendios.

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que figuren en el presente pliego.

En todo caso adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

Art. 7º.- CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES

7.1.- Hormigones.

7.1.1.- Características.

- El hormigón de la estructura tendrá resistencia característica de 250 kg./cm² y el de la cimentación de 200 kg./cm². El hormigón de limpieza de zapatas y zanjas tendrá una resistencia característica de 125 kg./cm².
- Los valores de la resistencia a compresión a alcanzar en los tiempos se indican en el siguiente cuadro:

HORMIGON	TIEMPO (días)		
	3	7	28
125	50	83	125
200	80	130	200
250	100	160	250

Todas las cifras expresadas en kg/cm².

- En todo caso, los hormigones se consolidarán por vibración y los vibradores serán aprobados previamente por la dirección. Se admite, como norma general, los vibradores de superficie utilizados para la ejecución de elementos con encofrados por una sola cara. Se aplicarán corriéndolos de tal modo que la superficie vaya quedando uniformemente húmeda, con una velocidad de 0,8 a 1,5 metros por minuto, según la potencia del vibrador y la consistencia del hormigón. Los vibradores de penetración deben sumergirse rápidamente en la masa, mantenerse de 5 a 15 segundos y retirarlos con lentitud y velocidad constante. Se introducirá la punta del vibrador hasta que penetre algunos centímetros en la tongada anteriormente compactada, manteniendo el aparato vertical o ligeramente inclinado. La distancia del vibrador al encofrado no será superior a 0,10 m. para evitar la formación de coqueas, y se tendrá especial cuidado de no tocar las armaduras, con el fin de evitar que éstas puedan despegarse de elementos inferiores ya fraguados. La distancia entre los puntos de inmersión será la adecuada para producir en la superficie del hormigón una humectación brillante, y en general no excederá de 0,5 metros. Es preferible la inmersión en un gran número de puntos a aumentar el tiempo del vibrador en puntos más distanciados. El vibrador no deberá actuar sobre las armaduras ya que la acción sobre éstas reduce notablemente su adherencia al hormigón.
- En todo caso, el hormigón cumplirá con lo especificado en los correspondientes artículos de la EH-91, tanto en sus propiedades como en su dosificación, fabricación, transporte, consolidación y curado.
- Para el hormigonado en tiempo frío o caluroso se seguirá lo indicado en dicha norma. Se dejará de hormigonar si la temperatura desciende por debajo de los 4º C.
- La comprobación de calidad del hormigón se hará de acuerdo con las disposiciones de la norma EH-91.

- La consistencia del hormigón fresco se medirá en la obra según la norma UNE 7.013. Es preceptivo que en toda la obra de elementos estructurales de hormigón, haya un cono de Abrams, ajustado a dicha norma y que con la periodicidad que indique el aparejador, se compruebe que la consistencia del hormigón que se fabrica se mantiene dentro de los límites establecidos, con objeto de asegurar que el contenido de agua del hormigón no rebase la cantidad máxima aceptable para conseguir las propiedades adecuadas. Tampoco se debe sobrepasar la cantidad mínima, que haría difícil su puesta en obra.
- Antes de comenzar la obra se establecerá experimentalmente la dosificación de cada tipo de hormigón, de modo que alcance la resistencia a la compresión exigida.

Durante la ejecución de los trabajos, con la periodicidad que establece la dirección se realizarán preceptivamente ensayos de control de resistencia a la compresión, o encargando a un laboratorio el ensayo de la probeta. A menos que se disponga de personal adiestrado y de moldes normales, conviene encargar también al laboratorio la toma de muestras y la ejecución de las probetas en obra. Los ensayos de control y las decisiones que hayan de tomarse de acuerdo con los resultados obtenidos, se llevarán a efecto de acuerdo con la EH-91.

7.1.2.- Ensayos.

Los hormigones usados para la realización de la obra a la que se refiere este pliego de prescripciones técnicas, serán objeto de los ensayos siguientes:

- .- UNE 7240 (Fabricación de probetas).
- .- UNE 7242 (Resistencia a compresión).
- .- UNE 7102 y UNE 7103 (Consistencia).

El control se realizará mediante la determinación de resistencia de amasados. Se realizará un control normal. Se tomarán tres probetas por cada lote como se indica en las memorias correspondientes. Las probetas

serán cilíndricas de 15 cm x 30 cm. Su rotura se realizará según determina la EH-91 en sus artículos 69.3.2, 69.4 y 10. Las características de sus componentes serán las especificadas por EH-91. Además, las características del mortero atenderán a las especificaciones de los artículos 3.2.3. (Plasticidad) de la M.V. 201/72.

En todo caso, la determinación de las cantidades o proporciones en que deben entrar los distintos componentes para la formación de morteros, será fijado en cada caso por la dirección de obras, y una vez establecidas dichas cantidades, no podrán ser variadas en ningún caso por el contratista. Al efecto, debe existir en la obra, una báscula, cajones y medidas para la arena en los que se pueda comprobar en cualquier instante las proporciones de áridos, aglomerantes y aguas empleados.

7.2.- Morteros.

7.2.1.- Características.

Las condiciones de amasado del mortero, se realizarán según los artículos 3.3. y 6.2.2. de la M.V. 201/72. El tiempo de utilización del mortero y el apagado de la cal se llevarán a efecto respectivamente, como se determina en los artículos 3.4 y 6.2.1. de la misma norma. En todo caso, el aparejador fijará para cada clase de mortero, los plazos máximos, e incluso mínimos si se juzga necesario, dentro de los cuales habrá de verificarse su empleo, contando siempre a partir del momento en que se agregó agua a la mezcla. Si el mortero adquiere cierta dureza durante su empleo, puede ser debido a la falta de agua o a un principio de fraguado; en este último caso debe ser desechado. Si la dureza es debida a la falta de agua, puede ablandarse la mezcla añadiendo una nueva cantidad y sometiéndola a un batido fuerte.

7.2.2.- Ensayos.

Los ensayos que se consideren necesarios realizar a este material se harán de acuerdo con:

- Para los componentes del mortero: como se especifica en sus respectivas fichas.
- Para los morteros: UNE 7270 (para resistencias).

- Cono de Abrams (para plasticidad y amasado).

7.3.- Agua para hormigones.

7.3.1.- Características.

El agua usada para la fabricación de los hormigones cumplirá las especificaciones del artículo 6º de la EH-91. Asimismo, se tendrá en cuenta las especificaciones del artículo 20º, para curado del hormigón. Otras especificaciones que sean función del conglomerado usado (cementos, cales, yesos, etc...), se encuentran anotadas en los apartados correspondientes a dichos conglomerados.

7.3.2.- Ensayos.

Cuando en caso de duda deban realizarse ensayos para determinar las características del agua usada para fabricar el hormigón, estos ensayos se harán según los métodos siguientes:

- UNE 7235 (para aceites y grasas)
- UNE 7236 (para toma de muestras)
- UNE 7234 (para acidez)
- UNE 7130 (para sustancias disueltas)
- UNE 7131 (para sulfatos)
- UNE 7178 (para cloruros)
- UNE 7132 (para hidratos de carbono)

7.4.- Agua para mortero y pasta de cemento.

7.4.1.- Características.

El agua para amasado de morteros y pastas de cementos cumplirá las especificaciones de la norma MV-201 artículo 3.1.4. Se tendrá especial cuidado al usar aguas selenitosas ricas en $\text{Ca}(\text{SO}_4)$ ya que éste combina con el sulfoaluminato cálcico dando la sal de Candlot, disminuyendo alarmantemente la resistencia de la pasta resultante. Efectos iguales al anterior producen las aguas magnésicas con cargas de MgSO .

7.4.2.- Ensayos.

Cuando se tengan que utilizar ensayos, se llevarán a efecto de acuerdo con las especificaciones del artículo 3.1.4. de la MV-201. Se aconseja la realización de estos ensayos cuando se usen aguas industriales, que

normalmente poseen altos porcentajes de grasa, hidratos de carbono, ácidos, amónicas, etc...

7.5.- Aceros para hormigones.

7.5.1.- Características.

Los aceros utilizados para armar los hormigones cumplirán las especificaciones de forma (\emptyset y sección) especificados en el artículo 9.1. de la EH-91. Las barras corrugadas y mallas electro soldadas verificarán las características que respectivamente se enuncian en los artículos 9.2 y 9.4 de la EH-91. El diagrama tensión-deformación, la resistencia de cálculo (f_{yd}) y el diagrama de cálculo tensión-deformación del acero, son tres características del acero que cumplirán lo dicho en la EH-91. En Caso de ser preciso usar aceros de más de una marca, se recabará la autorización de la dirección y en ningún caso se permitirá hacerlo en aceros del mismo diámetro.

7.5.2.- Ejecución.

Las siguientes operaciones se ejecutarán de la forma que a continuación se indica:

- doblado de armaduras (según Art. 12 EH-91)
- colocación de armaduras (según Art. 13 EH-91)
- distancia entre barras de armaduras principales (Art. 13.2 EH-91)
- distancia a los paramentos (Art. 13.3 EH-91)

7.5.3.- Ensayos.

Los ensayos se realizarán de acuerdo con las normas:

-UNE 36097 (para condiciones exigidas a las barras lisas)

-UNE 36088 (para condiciones exigidas a las barras corrugadas)

-UNE 7262 (diagramas tensión-deformación)

-ANEJO 5, cap. I y II de la EH-91 (adherencia en las barras corrugadas)

-EH-91, en los artículos dedicados a límite elástico, doblado, y desdoblado de los aceros y corrosión de las armaduras.

La calidad del acero se controlará a nivel normal. Para ello se tomarán dos probetas por cada diámetro y partida de 20 t. o fracción, y sobre ellas

se realizarán los ensayos descritos en el artículo 71.3. de EH-91, según las normas antes citadas.

7.6.- Áridos naturales para hormigón.

7.6.1.- Características.

Todo árido usado para la fabricación de los hormigones cumplirá las especificaciones de la EH-91, artículo 7., referentes a su naturaleza y limitaciones de tamaño en función de las armaduras y espesores de las piezas. Las características de la arena utilizada cumplirán el artículo 7.3 de la EH-91. Las características de la grava se especificarán en el artículo 7.4 de la EH-91. Para estructuras vistas (muro hormigón visto), nunca se utilizará árido de tamaño superior a 20 mm. En el resto de estructuras se puede llegar hasta 35 mm. Para los hormigones en masa (de limpieza) se permitirá hasta 40 mm. Cuando el contenido de arcilla, materia orgánica o partículas blandas sea superior a lo permitido en dicha norma se ordenará un lavado enérgico de los áridos, el cual habrá de hacerse en cribas, lavadoras, u otros dispositivos previamente aprobados por la dirección. No se entenderá por lavado el hecho de que se rieguen con mangas los montones de acopio o el contenido de los camiones a su llegada a la obra.

7.6.2.- Ensayos.

Cuando se considere necesario la realización de ensayos, para determinar la características de los áridos usados, éstos se llevarán a cabo según las normas:

- UNE 7133 (terrones de arcilla)
- UNE 7135 (finos)
- UNE 7137 (para reactividad)
- UNE 7244 (contenido de partículas \varnothing 0,063)
- UNE 7245 (contenido de silicatos inestables y compuestos ferrosos si el árido es escoria siderúrgica)
- UNE 7136 (para pérdida de peso)
- UNE 7082 (para contenido de materia orgánica en arenas)
- UNE 7134 (contenido en partículas blandas en gravas)

- UNE 7238 (coeficiente de forma del árido grueso)

7.7.- Áridos para morteros.

7.7.1.- Características.

Las arenas usadas para la fabricación de morteros, cumplirán las especificaciones de la norma MV-201/72 en lo referente a:

- forma de las arenas (nunca lascas o aciculares)
- tamaño máximo de los granos (1/3 del espesor del tendel y 5 mm.)
- contenido de finos (máximo del 15% del peso total)
- granulometría.
- contenido de materia orgánica.
- contenido de otras impurezas (29)
- cuidadosa limpieza.

A efectos orientativos se pueden considerar válidas las arenas en las características que define la NTE/RPE:

- contenido de impurezas 20%
- tamaño máximo de grano 2,5 mm.
- volumen de huecos 35%

7.7.2.- Ejecución.

En lo referente a la recepción en obra de la arena, ésta se llevará a cabo según especifica la MV-201/72 en el artículo 6.1.2.

7.7.3.- Ensayos.

Cuando sea necesaria la realización de ensayos, éstos se llevarán a cabo según las normas:

- UNE 7050 (para contenido de fino, tamizados y granulometría)
- UNE 7082 (para contenido de materia orgánica)

7.8.- Cales.

7.8.1.- Características.

Las cales que se utilizan para la confección de morteros cumplirán lo especificado en la norma UNE 41067. Los fabricantes indicarán el tipo de cal que suministran.

7.9.- Aditivos.

Condiciones generales de uso:

El contratista para conseguir la modificación favorable de una o más condiciones en determinado tipo de hormigón, puede proponer el uso de un aditivo no estipulado en las especificaciones técnicas de la obra, indicando la proporción y las condiciones de empleo.

Para ello, justificará mediante los pertinentes certificados de ensayo que produce el efecto deseado y que las modificaciones que puede ejercer en las restantes propiedades no es perturbadora, ni su empleo representa peligro para las armaduras, si existen; para emplearlo, se requiere autorización escrita del aparejador.

En ningún caso se permitirá la adición de cloruro potásico.

7.10.- Ladrillos.

Los ladrillos empleados en las distintas fábricas deberán cumplir las condiciones de bondad que se indican en la norma FL-90. Deberán ser uniformes en sus medidas, no presentar grietas, tener cochura correcta y no tener "caliches". Antes de su utilización se procederá a sumergirlos en agua para evitar la absorción del agua de amasado de los morteros.

7.11.- Encofrados y cimbras.

- Será perceptivo lo que se indique en la norma EH-91 tanto para la disposición de encofrados como para el desencofrado y descimbramiento.
- Al desencofrar, debe dejarse el hormigón visto, y sin parchear, o picar ni ninguna otra operación que impida observar el estado de los paramentos. Si la dirección comprueba que se han empleado tales recursos, u otros que enmascaren y dificulten apreciar la calidad del hormigón, ordenará que extraigan testigos de obra mediante sonda u otro medio apropiado. El costo de dicha operación y de los ensayos a que tales probetas se sometan, serán por cuenta del Contratista.

Cuando el defecto sea exclusivamente superficial y no afecte de modo importante a la seguridad del conjunto, se podrá autorizar un

enérgico picado y nuevo vertido de una capa superficial de hormigón. En caso contrario, la dirección procederá a ordenar la demolición de la pieza y rehacerla, a expensas del contratista.

El jefe de equipo de encofrados recibirá del encargado los esquemas de encofrado, realizado bajo la dirección del jefe de obra y con la aprobación del aparejador, con todas las indicaciones precisas para que los encofrados se ajusten a los planos y especificaciones técnicas de la obra.

7.12.- Cementos.

El cemento será de la clase especificada en la documentación técnica de la obra, que habrá sido elegido de acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos RC-88. Si en algún caso faltase la especificación de la clase de cemento, dirección de la obra, decidirá el tipo, clase y categoría del cemento que debe ser utilizado. Para el almacenamiento del conglomerado se seguirán las normas marcadas en la EH-91.

7.13.- Conservación de los materiales.

El cemento estará en todo momento en la obra a cubierto y en sus sacos, abriéndose estos conforme se vayan utilizando y en sitio seco; respecto a los áridos se mantendrán adecuadamente separadas las distintas fracciones según tamaño; respecto a la grava, ésta puede estar a la intemperie mientras que la arena deberá protegerse para evitar su humedecimiento y consiguiente aumento de volumen.

7.14.- Perfiles metálicos.

7.14.1.- Materiales laminados.

Se emplearán aceros comunes al carbono, o aceros de baja aleación fabricados por cualquiera de los procedimientos usuales.

Los productos laminados serán homogéneos, estarán correctamente laminados y estarán exentos de defectos presentando una superficie lisa.

Se emplearán aceros A-42b utilizables en construcciones soldadas ordinarias.

En la cristalera se utilizarán perfiles de acero patinable, con un límite elástico de 355 N/mm², y acabado liso, el cual, con el tiempo, generará una pátina que le servirá de protección, además de ofrecer la textura final deseada.

7.14.2.- Recepción de los materiales laminados.

Todo producto laminado llevará las siglas del fabricante y el símbolo de la clase de acero a que corresponde.

El fabricante garantizará la composición química y características mecánicas de los productos que suministra, de acuerdo con lo especificado anteriormente.

El Aparejador podrá exigir la comprobación de las características del material entregado, ordenando que se realicen los correspondientes ensayos de recepción. Para ello se dividirá cada partida en lotes de productos de la misma serie y clase, tales que sus espesores en el lugar de la muestra para el ensayo de tracción estén dentro de uno de los siguientes grupos:

Hasta 16 mm.

Mayor de 16 mm. Hasta 40 mm.

Mayor de 40 mm. Hasta 63 mm.

Mayor de 63 mm.

El peso de cada lote no será mayor de 20 t. para perfiles de acero menor que 144 cm², y 30 t. para perfiles de mayor sección. En chapas, el lote no será mayor de 20 t. con un máximo de 50 chapas cuando el espesor sea menor de 10 mm., y 25 chapas, cuando sea igual o mayor de 10 mm. Las muestras para la preparación de probetas se tomarán de productos del lote sacados al azar. La toma de muestras será realizada por personal especializado del laboratorio que ha de realizar la comprobación. Los resultados de los ensayos realizados de acuerdo con las normas UNE 7010, 7051, 7056, 7029,7019, se reflejarán en un acta o documento que especifique los resultados de éstos de la siguiente forma:

Ensayo de tracción.- Se determinarán las características siguientes: límite de fluencia F, resistencia a tracción R y alargamiento de rotura.

Ensayo de doblado.- Se comprobará la no aparición de grietas.

Resistencia.- Se comprobará su valor.

Análisis químico.- Se determinarán los contenidos de carbono, fósforo y azufre.

Si los resultados expresados en el acta cumplen lo prescrito, el lote será aceptable. Si algún resultado no cumple lo previsto, por observarse alguna anomalía en la realización del ensayo no imputable al material, se analizarán correctamente sobre nueva probeta. Si algún resultado no cumple lo prescrito, habiéndose realizado correctamente el ensayo, se realizarán dos nuevos ensayos sobre probetas tomadas de dos unidades distintas del lote que se analiza. Si los dos resultados cumplen lo prescrito, el lote es aceptable; en caso contrario, es rechazable.

7.15.- Piedra artificial.

Los materiales para estos revestimientos se ejecutarán con ingredientes de primera calidad y con arreglo a los procedimientos más perfectos de fabricación, consiguiéndose que estos elementos posean y presenten la misma capacidad, resistencia, aspecto, coloración y finura de aristas que se exigen a las piedras naturales.

7.16.- Material cerámico vidriado.

El soporte del azulejo reunirá todas las condiciones del buen baldosín cerámico, debiendo presentar buena porosidad y adherencia, estando limpios de vidriados sus cantos y la cara posterior deberá ser de fácil rotura, para permitir el escafilado en buenas condiciones.

Tendrá caras planas y un pequeño bisel en sus cuatro lados, para lo cual no deberá estar excesivamente cocido.

Si el material de soporte es de arcilla, no se admitirán aquellas piezas en que el color modifique por transparencia el vidriado; a ser posible, se emplearán azulejos con soportes o baldosín de pasta blanca.

Sólo se considerarán azulejos de 1ª calidad aquellos que cumpliendo todas las condiciones y consideraciones generales anteriormente expuestas, no presenten defecto alguno y tengan perfectamente cubierto los bordes.

7.17.- Pavimentos.

7.17.1.- Pavimentos de piedra artificial.

Una vez terminados deben presentar una superficie uniforme en color, con un perfecto pulimentado y abrillantado, libre de manchas y sin resaltes, todas las partes vistas.

La colocación se hará de acuerdo con las órdenes dadas por la dirección.

7.17.2.- Pavimentos cerámicos.

Se realizarán con baldosas cerámicas vidriadas o no, en tamaños normales de mercado. Se recibirán con mortero de cemento 1:6 y, según el caso, se realizarán juntas o no. Si se realizan juntas, éstas serán de 5 mm. como máximo y se tomarán con mezcla de cal y una mínima parte de cemento y arena muy fina. Una vez colocadas se dejarán totalmente limpias de manchas de mortero, yeso o similares.

7.18.- Pinturas.

Las puertas serán pintadas con pintura muy fluida y secante y carecerán de azulado. La cantidad de pintura a emplear no será inferior a ciento cincuenta gramos (150) por metro cuadrado para el minio y a ochenta y cinco (85) gramos por metro cuadrado para la pintura definitiva en primera mano, y a setenta (70) en la segunda. Las capas serán de diferente color de modo que no se pasará a la siguiente capa hasta que no haya desaparecido totalmente el color anterior. La última capa será la del color que señale el Director Técnico. En caso de emplearse varios tipos de pinturas, habrán de ser aprobados previamente por la dirección.

La pintura al temple estará constituida por materiales de primera calidad.

Todos los materiales a que este artículo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Todas las sustancias de uso general en pintura, deberán ser de excelente calidad.

Art. 8º.- MEDICIONES

8.1.- Mediciones.

En lo que no esté reglamentado de un modo oficial, la forma de medir las unidades de obra, será, de acuerdo con los usos y costumbres de la región. Sin que la forma de medir unidades en las mediciones del proyecto, prejuzgue que esta es la forma en que se ha de medir para hacer las liquidaciones de obra. En caso de discrepancia entre la dirección y el contratista, la medición se hará por tercera persona designada por el propietario y el resultado dado por ella se considerará válido, y por tanto, aceptado sin opción a reclamación alguna por este concepto.

8.2.- Mediciones de los componentes del hormigón.

El cemento se medirá preceptivamente en peso. Los áridos pueden medirse en peso o en volumen, aunque este último sistema no es aconsejable por las fuertes dispersiones a que da lugar. El agua se medirá con suficiente presión en volumen o en peso, recomendando comprobar sistemáticamente el contenido de humedad de los áridos para corregir la cantidad de agua amasado.

Los aditivos, si existen, se medirán cuidadosamente, según el método indicado para su tipo.

Capitulo II. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Art. 1º.- TRABAJOS PREVIOS

1.1.- Descripción.

El contratista realizará el cerramiento de la obra, instalaciones, acometidas provisionales diversas, apuntalamiento y, si fuesen necesarios, acodalados.

1.2.- Condiciones generales.

Todos los elementos (materiales, maquinarias, etc..) y obras incluidos dentro de este artículo, los ejecutará obligatoriamente el contratista, con

arreglo a las "buenas normas de la construcción" y a las instrucciones que al efecto recibiese de la dirección.

Estará el contratista obligado a utilizar materiales de primera calidad y tantos apartados, maquinaria y medios auxiliares como el ritmo de estos trabajos necesiten.

Art. 2º.- DEMOLICIONES

No son necesarias.

Art. 3º.- REPLANTEO

3.1.- Replanteo general.

Ejecutadas las instalaciones previstas de la obra, tales como casetas, vallas, etc. de acuerdo con lo que se estipula en el artículo correspondiente a estos extremos en el presente pliego de condiciones, y una vez limpias las zonas de actuación, deberá procederse, al replanteo general con arreglo a los planos de la obra y a los datos u órdenes que se facilitan por la dirección.

El contratista está obligado a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para estas operaciones, con inclusión de clavos y estacas. También correrá por su cuenta el personal necesario para los mismos. El contratista vigilará, conservará y responderá de las estacas y señales, haciéndose directamente responsable de cualquier modificación y desaparición de estos elementos.

Se señalará, finalmente, una línea de nivel invariable que marcará el plano horizontal de referencia para las obras de movimientos de tierras, excavaciones y apertura de zanjas.

3.2.- Bases de replanteo.

El replanteo de los elementos que integran la edificación será hecho de acuerdo con lo que se indica en los planos; para ello, se situará sobre el terreno el inicio de replanteo marcado en la correspondiente

documentación gráfica, mediante un golpe de punzón practicado en el tope de la cabilla de hierro, que se clavará verticalmente en el terreno y se afianzará con un dado de hormigón, de tal forma que resulte inamovible durante la realización de los trabajos de construcción. Este punto quedará visible hasta el fin de la obra.

Igualmente, se situarán las dos líneas básicas que serán consideradas como referencia para el replanteo de pilares y de muros de la edificación. También permanecerán fijas hasta la finalización de la obra.

3.3.- Modo de ejecutar el replanteo.

Todas las alineaciones de los elementos estructurales deberán marcarse mediante cordeles de replanteo, que se fijarán en clavos fijos en las correspondientes camillas colocadas, a su vez, en los extremos de la alineación y a prudencial distancia de los límites de la edificación, o en forma tal que no se muevan durante la ejecución de la obra. Las distancias se tomarán con cinta métrica metálica y los ángulos con aparatos topográficos.

3.4.- Pruebas de terreno.

Cuando la dirección así lo exija, se harán pruebas del terreno de la clase y en la cantidad que estime necesarias para verificar la resistencia del suelo, la estabilidad de los taludes u otras características.

Si se hallase un terreno distinto del supuesto en los cálculos se modificarán las secciones de nuevo, según las instrucciones pertinentes de la dirección técnica. Igualmente podrán ser objeto de modificaciones las alineaciones y forma de los muros, si así lo aconsejasen las circunstancias.

Art. 4º.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

4.1. Descripción.

Se distinguen dos grupos; por un lado, el que comprende los movimientos de tierras, trabajos y servicios que se derivan de la preparación previa del

terreno y su urbanización, y por otro, el que comprende las excavaciones y rellenos que han de realizarse para el edificio y la estructura concreta.

4.2.- Reconocimiento del suelo.

Tendrán lugar cuantas exploraciones se estime necesarias realizar para comprobar las características del terreno a excavar y la capacidad de carga del terreno de cimentación.

4.3.- Excavación y explanación general.

Se harán conforme a los límites definidos en los planos u órdenes de la dirección.

Incluirá el transporte de las tierras extraídas a vertedero. De las últimas tierras extraídas se dejará, en un lugar adecuado que no entorpezca el resto de trabajos, un volumen igual al necesario para los posteriores rellenos. Esto es posible hacerlo así dado que el volumen de relleno a realizar es muy pequeño.

Las excavaciones en exceso que realicen por errores de replanteo, u otras razones, que no sean órdenes concretas de la dirección, serán de abono a cargo del contratista. Además, para salvar este posible exceso de excavación, está obligado a rellenarlo y compactarlo con los materiales y en la forma que indique la dirección si ésta lo considera necesario. Estas excavaciones quedarían convenientemente refinadas estando incluido el costo del refine en el precio de las unidades de excavación. La excavación de tierras en la explanación, se realizará con máquina pesada adecuada esta labor.

4.4.- Excavación en zanja y pozo.

Las excavaciones de zanjas y pozos se harán de las dimensiones que se indican en los planos, salvo en aquellos casos en los que por la mala calidad de los terrenos sea preciso profundizar para hallar el firme, o ensanchar la cimentación. En ese caso, la dirección técnica será quién dé las indicaciones precisas.

En las excavaciones que hubiera penetrado agua superficial o de lluvias, se extraerá ésta lo más pronto posible y se profundizará el lecho de fundación hasta quitar la capa reblandecida que se reemplazará con

hormigón igual al que se emplee para las fundaciones, a menos que se prescriba particularmente otro.

Del mismo modo, se rellenará con hormigón toda la cavidad imprevista (huecos provenientes de piedra extraídas, etc.), que resulten en el lecho de fundación.

Las paredes de las zanjas deberán quedar verticalmente y limpias para evitar que caigan piedras en el hormigón de relleno. Sus fondos y lechos de fundación quedarán bien limpios, apisonados y perfectamente horizontales. Antes de proceder al relleno de hormigón deberán ser examinadas y aprobadas por dirección.

4.5.- Relleno de tierras por compactado.

Las tierras que se destinen a relleno de zonas sujetas a pavimentación deberán estar exentas de basuras, escombros y materias orgánicas, así como de piedras de tamaño mayor de 6 cm. y en proporción que no excedan del 40% en volumen.

Por su naturaleza deberán ser susceptibles de admitir la compactación prescrita y no serán admitidas, por tanto, arcillas en estado plástico, con exceso de humedad, barro, lodos, etc. Si se emplean arenas, éstas deberán estar exentas de terrones de otras tierras y serán colocadas en seco. Los rellenos deberán tener la extensión y profundidad indicada en los planos y serán compactados por capas no mayores de 20 cm. de altura previamente humedecidas si fuera necesario. Deberán alcanzar un grado de compactación mínimo del 95% proctor en aquellos puntos en que haya de recibirse un pavimento, y un 98% en las que quedan tras los muros. Se realizará una prueba proctor por cada 10 m² de superficie y 40 cm. de altura. De no resultar satisfactoriamente se levantarán las partes defectuosas y se realizará de nuevo el trabajo a expensas del contratista.

4.6.- Agotamiento y drenaje.

Se considera excavación con agotamiento aquella que se realice en pozos donde dos hombres con cubos no puedan mantener razonablemente seco el pozo, dedicando a esta operación tres horas al día.

Si en las operaciones aparecieran afloramientos de agua corriente que fuera imposible agotar, debido a su continuidad, o abundancia, se deberá dar cuenta inmediata a la dirección, quien ordenará las medidas que sean precisas para salvar esta anomalía.

El contratista deberá tener en todo momento en la obra una bomba de suficiente potencia en perfectas condiciones de uso para emplearla en el achique del agua que se deposite en las zanjas, tanto si procede de afloramientos como si se debe a la lluvia o avenida.

4.7.- Precaución en tiempo de lluvia.

Si amenazase lluvia, se deberán tomar las siguientes precauciones:

- Cavar con el pico en el terreno natural una cuneta de menos de 15 cm. de profundidad, junto al borde de la excavación, y cerrarla con la cresta del talud, si la configuración de tal terreno tuviera tendencia a introducir las lluvias.
- Dicha cuneta deberá tener salida para el desvío del agua a zonas en las que no perjudique. Si no es posible la cuneta deberá hacerse a pala, un canalón de tierra de no menos de 10 cm. de altura, cuya función es la misma que la cuneta. Si por la configuración del terreno se teme una avenida de agua en cantidad importante, se aumentará las dimensiones de la cuneta o canalón, e incluso se formarán ambos con una sola defensa.

4.8.- Tolerancia.

En las explanadas terminadas para recibir el afirmado, la variación máxima será de ± 4 cm.

Con regla de tres metros las elevaciones o baches no serán superiores a diez milímetros.

En explanadas secundarias, taludes de desmontes o terraplenes y rellenos, se admiten tolerancias de hasta treinta milímetros con regla de tres metros.

4.9.- Mediciones.

En todos los casos la excavación se medirá en perfiles con los taludes y forma del proyecto, o los reales en obra, si la cubicación resultante de esta medición fuese inferior a la primera.

La excavación en pozos se determinará midiendo la profundidad real del mismo y calculando el volumen del cuerpo geométrico definido en los planos del proyecto, o la que realmente se haya ejecutado, si siendo ésta menor, fue aceptada previamente por la dirección.

La excavación en zanjas se cubicará mediante la determinación de los perfiles de obra si éstos tienen menor sección que la señalada en los planos; en caso contrario, se adaptará como volumen el que se deduzca de los planos del proyecto, salvo que el exceso obedezca a soluciones constructivas o modificaciones ordenadas por la dirección. Los rellenos y terraplenes compactados se cubicarán midiendo las unidades de obra terminada.

El volumen de las tierras que hayan de transportarse a vertederos, se determinará deduciendo del volumen de las excavaciones medidas según se indica anteriormente, el de los rellenos efectuados con tierras procedentes de excavación. A esta cantidad se le incrementará un 30 % por el concepto de esponjamiento.

Las entibaciones se medirán por m² de superficie entibada, entendiéndose como tal cuando el forrado de la entibación es igual o superior al 75%. Cuando la superficie de forrado está comprendida entre el 20 y el 75%, a la medición se le efectuaría una reducción del 50%. Las superficies forradas con superficies inferior al 20% deben tener incluido su precio en el de la excavación.

Los agotamientos se abonarán por administración. No serán de abono los agotamientos que se produzcan por causas de lluvias de intensidad no mayor que la observada en los últimos veinte años por el observatorio meteorológico más próximo. Tampoco serán de abono los aumentos de excavación que como consecuencia de desprendimientos originen estas lluvias, ni cualquier otra clase de daño.

Art. 5º.- CIMENTACION

5.1.- Obras a ejecutar.

- Explanado general y desbroce del terreno por medios mecánicos.
- Excavación hasta la cota indicada en planimetría.
- Replanteo ejecución y descabezado de pilotes
- Apertura de zanjas y pozos con medios mecánicos.
- Encofrado en las zonas en que sea necesario.
- Colocación del hormigón de regulación y limpieza.
- Colocación de armaduras y esperas.
- Hormigonado y vibrado.

5.2.- Ejecución de la cimentación.

Se realizará a base de encepados de distinto número de pilotes, atadas en las dos direcciones mediante riostras o centradoras, según los planos correspondientes.

5.3.- Condiciones de los materiales.

Las condiciones que han de satisfacer los materiales utilizados en la ejecución de la cimentación, serán los señalados en el capítulo 1, artículo 7º.

Hormigón.

Resistencia característica 200 Kp/cm², compactación por vibrado, consistencia plástica (4 cm. asiento) y tamaño máximo de áridos 40 mm. Diagramas tensión-deformación del hormigón, coeficientes de retracción, de Poisson y de dilatación térmica: los definidos en el artículo 26 de la EH-91.

Acero.

AEH-400N, de dureza natural y límite 4.100 Kp/cm², con las características mecánicas del artículo 9.3. de la EH-91. Diagrama tensión-deformación del acero definido en el artículo 25º de la EH-91.

Las demás condiciones que han de satisfacer los materiales utilizados en la ejecución de la cimentación, serán las señaladas en el capítulo 1 artículo 7º.

Art. 6º.- ESTRUCTURAS

6.1.- Obras a ejecutar de hormigón armado.

- 1.- Trabajos previos (esperas, limpieza, etc..).
- 2.- Colocación de armaduras de pilares y muros.
- 3.- Encofrados de pilares y muros.
- 4.- Hormigonado y vibrado de pilares y muros.
- 5.- Desencofrado y curado de pilares y muros.
- 6.- Apeo y encofrado de vigas.
- 7.- Colocación de armaduras en vigas y nervios.
- 8.- Hormigonado de vigas, nervios y muros de carga - cerramiento.
- 9.- Desencofrado y curado de vigas, nervios y muros de carga-cerramiento.
- 10.-Montaje de forjados (placas prefabricadas pretensadas)
- 11.-Ejecución de escaleras.

6.2.- Ejecución.

Las obras que se contienen en este apartado son todas aquellas en cuya construcción se utilizará el hormigón como material básico y que integran generalmente la estructura y otros elementos resistentes.

Se construirán con arreglo a sus especificaciones particulares (detalladas a continuación) y a las generales para el hormigón (ya dadas).

Se entiende que para la obtención del hormigón adecuado a cada elemento, el contratista se atenderá a los mínimos de resistencia a la compresión que se indican para cada uno de ellos en este pliego. La definición de las cantidades de cemento por m³ de hormigón son sólo a título de información y su utilización no eximirá al contratista de la obligación de obtener las resistencias mínimas. Estas resistencias deberán ser comprobadas mediante los oportunos ensayos de laboratorios, los cuales se realizarán, como mínimo, a razón de 2 por cada 20 m³ o fracción de cada clase de hormigón que se fabrique, y aquellas que solicite expresamente la dirección. A estos efectos el

contratista deberá tener en la obra el número suficiente de moldes para formar las probetas cilíndricas. Los dos ensayos prescritos de resistencia del hormigón a la rotura se realizarán respectivamente a los 7 y 28 días de su fabricación.

Queda expresamente prohibido realizar trabajos y parcheos, revocos, enyesados, etc... que puedan ocultar los vicios en las obras que por error u omisión del contratista no hayan sido realizadas correctamente, tengan faltas por mala ejecución, afectando directamente a la seguridad de la construcción, hasta que la dirección no las haya examinado y tomado las medidas oportunas, las cuales serán efectuadas de inmediato y a expensas del contratista. Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en dirección se ejecutarán lo más normal posible a la de las tensiones de compresión y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas con dicho fin, de la zona en que la armadura está sometida a fuertes tracciones.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se destruirá la parte del hormigón que sea necesaria eliminar para dar a la superficie la dirección adecuada. Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad de mortero, dejando los áridos al descubierto; para ello se aconseja utilizar cepillo de alambre o chorro de arena y aire. Expresamente se prohíbe el uso de productos corrosivos en la limpieza de las juntas.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter de nuevo hormigón.

6.2.1.- Encofrado.

Los límites máximos que pueden alcanzar los movimientos de los encofrados se fijan en 5 mm. para los movimientos locales y la milésima parte de la luz para los de conjunto.

Las grietas deberán rellenarse y hacerse estancas para evitar la acumulación de suciedad y la penetración de la lechada.

No se utilizarán encofrados de madera que esté verde o demasiado seca.

Los productos desencofrantes no contendrán sustancias perjudiciales para el hormigón, debiendo comunicarse al aparejador de la dirección las marcas a utilizar.

Antes de comenzar el desmoldeo de los moldes recuperables se procederá al desencofrado y limpieza de la zona a montar. El desmontaje de los moldes se realizarán manualmente, evitando el romper los cantos inferiores de los nervios de hormigón al apalancarlos con la herramienta de desmoldeo.

Terminado el desmoldeo se procederá a la limpieza de los moldes y a su almacenamiento para su posterior utilización.

6.2.2.- Colocación de armadura.

Las armaduras se colocarán atendiendo a las prescripciones siguientes:

- Los calzos y apoyos provisionales de las armaduras serán de mortero plástico.
- Las barras que deban doblarse se ajustarán a los planos e instrucciones del proyecto. La operación de doblado se hará en frío por medios mecánicos, y a velocidad moderada.
- La sujeción de unas barras a otras se hará mediante atado con alambre.
- Las armaduras se colocarán exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.
- Las armaduras se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, sujetas entre sí y al encofrado de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón, y permita a éste envolverlas sin dejar coqueras, asegurándose los recubrimientos especificados en el proyecto.
- Se contemplarán las pertinentes prescripciones de los Arts. 12 y 13 de la EH-91.
- Deberán ser revisados por el aparejador antes de comenzar el hormigonado de cada zona, siendo el jefe de obra responsable de avisarle con antelación suficiente para evitar demoras en la marcha de la obra.

6.2.3.- Hormigonado.

No se comenzará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad del aparejador de la dirección y, una vez revisadas las armaduras colocadas en la posición definitiva.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado, o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. La compactación se realizará mediante vibrador de aguja. Cuando se prevea que dentro de las 48 horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los 0° o supera los 40° sobre cero, se suspenderán las labores de hormigonado, salvo que previa autorización expresa del aparejador se adopten medidas especiales.

En caso de hormigón preamasado no se admitirán camiones que lleguen a obra después de 1 h. 1/2 de salida de la planta de hormigonado, o después de 1 h. si la temperatura es igual o superior a 35° C. sobre cero.

6.2.4.- Desencofrado y curado.

En cuanto al tiempo de desencofrado se podrán quitar los encofrados laterales (excepto los del muro) a los 7 días del hormigonado, así como el aflojamiento de puntales. El desencofrado de elementos horizontales se realizará a los 27 días.

El curado se realizará mediante riego diario durante la primera semana o, atendiendo a la D.F., estableciendo turnos especiales para regarlo a la caída de la tarde y cuando las máximas temperaturas superen los 35°.

6.2.5.- Criterio de rechazo de elementos.

- **DEFORMACIONES GEOMETRICAS.-** Están íntimamente relacionadas con el desplome; no se admitirá un desplome superior a 1/500 luz.
- En cuanto a la torsión que se puede producir no se admitirán alabeos que produzcan una distorsión en el plano superior a 0,5 cms.

- COQUERAS.- No se admitirán profundidades mayores a la mitad del recubrimiento, y sus superficies no serán superiores a un círculo de diámetro 3 cms.
- FISURACION.- En general no se admitirán fisuraciones con profundidad superior a 3 cm., anchura superior a 0,5 mm., procediendo a resanar la zona a criterio de la dirección según la posible repercusión a la seguridad de la estructura.

No se admitirán, en ningún caso, que sean tapadas fisuras o coqueras sin conocimiento de la dirección.

6.3.- Obras a ejecutar en estructura metálica

6.3.1.- Ejecución.

En todo lo referente a la ejecución de taller y montaje en obra de la estructura, o de los elementos estructurales, de acero laminado y patinable, se seguirán las prescripciones de la MV-104 1966, en sus capítulos 1, 3 (por ser las uniones soldadas), 4, 5 y 6.

Los empalmes de perfiles que deban realizarse para constituir viga continua, se realizarán siempre a 1/3 de la luz del tramo y según un plano que forme 45 grados con la directriz de la viga, siendo la soldadura a tope.

Se exigirá en los trabajos de soldeo, que sean ejecutados por operarios especializados según norma UNE 1410.

6.3.2.- Protecciones.

Las superficies que hayan de soldarse no estarán pintadas ni imprimidas en una zona de anchura mínima de 100 mm. desde el borde de la soldadura. Si se precisa una protección temporal; se pintará con pintura fácilmente eliminable y se procederá a una cuidadosa eliminación antes del soldeo.

Los perfiles de acero patinable y las chapas del mismo no llevarán protección en ningún momento, siendo el propio material quien genere con el tiempo la pátina que le protegerá.

Las superficies contiguas al terreno deben quedar embebidas en hormigón para evitar la corrosión. No se pintarán estos elementos, y para

evitar la oxidación antes de su hormigonado, si han de permanecer algún tiempo a la intemperie, se recomienda su protección con lechada de cemento.

Art. 7º.- ALBAÑILERIA

7.1.- Obras a ejecutar.

- Tabiquería y distribución interior.
- Trabajos complementarios:
 - Formación de peldaños.
 - Dinteles.
 - Recrecido de suelos.

7.2.- Tabicados.

Se contemplarán las disposiciones de la NTE-FFL y NBE-FL-90.

Las fábricas se construirán con los aparejos que para cada caso establezca el director de obra o la persona delegada por él.

Los gruesos de tendeles y llagas serán los que marque la dirección facultativa después de aprobar las muestras realizadas en obra.

Para la construcción de las fábricas se deberá mojar el ladrillo antes de su empleo.

Las obras de fábrica de ladrillo se ejecutarán con el mayor esmero, subiéndose todos los muros a nivel, y a un tiempo cuando esto sea posible, conservándose perfectamente los aplomos, niveles y cuerdas de cada hilada y los generales de cada fábrica entre sí y el conjunto de la misma.

Cuando por cualquier motivo haya que suspender los trabajos de un muro o fábrica, se dejará ésta con las diferentes hiladas formando entrantes y salientes (adarajas y endejas), a manera de pendientes para que al continuar la fábrica se pueda conseguir una perfecta trabazón de la nueva con la antigua.

Para proceder a la construcción de tabiques y tabicones se sujetarán los reglones, bien aplomados, en uno y otro extremo de la posición que ocupará el tabique o tabicón.

En estos renglones se marcarán las anchuras de cada hilada con un cordel que irá subiendo al mismo tiempo que las hiladas, montándolas sobre la base del tabique, que previamente se habrá limpiado y nivelado. Las hiladas se efectuarán de tal manera que las juntas verticales no se correspondan en dos hiladas sucesivas; para conseguirlo, la segunda hilada se empezará con un ladrillo partido a la mitad.

Las rozas para empotrar tubos o cajas de las instalaciones, se realizarán sin degollar el tabique, o tabicón, tomándose para ello, las precauciones necesarias.

7.3.- Mediciones.

Los distintos tabiques y tabicones se medirán por m².

7.4.- Condiciones de los materiales.

Todos los materiales utilizados verificarán las características definidas en los artículos correspondientes en este pliego.

Las dimensiones y calidades de los ladrillos serán las marcadas en el estado de mediciones, debiendo reunir las condiciones de homogeneidad, dimensiones y ejecución que permitan la realización de los distintos tipos de fábricas proyectadas, y mereciendo la aprobación de la dirección. Estarán formados con buena arcilla, bien trabajados, correctamente cortados y bien cocidos. Tendrán sonido metálico al golpeo. Soportarán a compresión una presión no inferior a 100 Kg./cm². La colocación será uniforme. No contendrán materias que por descomposición puedan modificar posteriormente su aspecto y resistencia. Tendrán superficie adherente a los morteros. Carecerán de caliches y eflorescencias.

Para el almacenaje de los ladrillo, se aplicarán enrejales para evitar roturas y desportillamientos, prohibiéndose la descarga de los ladrillos por vuelco de la caja del vehículo que los transporte.

Art. 8º.- ELECTRICIDAD

8.1.- Obras a efectuar.

Las obras que comprende este proyecto y que se efectuarán de acuerdo con las condiciones señaladas en este pliego, serán las siguientes:

- Suministro, montaje e instalación de luminarias y regletas.
- Suministro y montaje de instalación interior de cada habitación.
- Pruebas y puesta a punto de la instalación.

8.2.- Condiciones de los materiales.

Todos los materiales que se emplearán en las obras, aunque no se haya expresado mención de ellos en este pliego, deberán ser de la mejor calidad dentro de su clase.

No se procederá al empleo de materiales sin que éstos sean examinados y aceptados por los términos que se prescriben en las respectivas condiciones estipuladas para cada material.

Esta misión será efectuada por la persona en que, expresamente y por escrito, delegue la dirección, sin cuya aprobación no serán admitidos; los desechados se retirarán automáticamente.

Este reconocimiento previo no constituye la aprobación definitiva, pudiendo la dirección. rechazarlo, aún después de aprobado, si no cumpliera con las condiciones verificadas en las pruebas o análisis, debiendo ser reemplazados, por parte de la contrata, por otros que cumplan las condiciones debidas.

Se realizarán cuantos análisis mecánicos, físicos, y químicos, ensayos y pruebas por la dirección, siendo los gastos por cuenta del contratista.

Aislantes.

Responderán a las exigencias que se indiquen y no ejercerán acción corrosiva sobre los conductores y demás materiales de plástico a base de cloruro de polivinilo u otra composición análoga. Se comprobarán sus resistencias ante la humedad, así como a las temperaturas comprendidas entre los 50° y 60°, sin que se observen deterioros de ninguna naturaleza.

El cloruro de polivinilo tendrá la densidad comprendida entre 1,6 y 1,7. La rigidez dieléctrica y su corta duración, para un espesor de 3,17 ml., será de 13,5 kilovatios.

La hidroporosidad en 24 horas de inmersión, será inferior al 0,1%. La velocidad de combustión será nula y la acción de luz sobre su coloración será débil.

Cables subterráneos.

Serán de tipo termoplástico y estarán constituidos por un aislante a base de cloruro de polivinilo (PVC) que posea un grado apropiado de termoplasticidad que permita funcionar en servicio permanente a temperatura en el cobre de 75 a 80 grados sin presentar, en ningún caso, autocalentamiento.

Conductores, canalizaciones en tubería de acero.

Estarán formadas por uno o varios hilos de cobre, aislados por una capa de polietileno y recubierto de una capa de PVC en colores distintos en cada fase.

Serán aptos para una tensión de prueba de hasta 3000 V. entre fases.

Otros conductores.

Los conductores a instalar dentro de paramentos, serán de tipo antihumedad y estarán compuestos por uno o varios hilos de cobre, aislados, en color distinto para cada fase. Estos conductores estarán cableados y ocluidos en una masa de relleno, de gran resistencia a la humedad en grado de alta plastificación.

La cubierta exterior, será gris brillante de polivinilo resistente a grasas, aceites y ácidos.

Serán aptos para una tensión de servicio de hasta 1.000 V. y un tensión de prueba de 3.000 V. entre fases.

Materiales auxiliares.

Todos los materiales accesorios serán de primera calidad y marcas de reconocida solvencia dentro del mercado nacional.

8.3.- Mediciones.

Los distintos elementos utilizados se medirán:

- Acometida y diversas líneas en ml.
- Centralización de contadores, cuadro de distribución, interruptores, punto de luz, enchufes, timbres, etc. en Uds.

Art. 9º.- OTROS

9.1.- Otros.

Los aparatos y máquinas a emplear, tanto para confección y colocación de materiales como de medios auxiliares, serán los necesarios para el perfecto funcionamiento de la obra, estando contratista en la obligación de poner tantos aparatos y máquinas como el ritmo de la obra necesite.

9.2.- Obras no especificadas en éste pliego.

Las obras que figurando en el proyecto no se especifiquen en el presente pliego, así como las que en el curso de los trabajos fuese necesarias, las ejecutará obligatoriamente el contratista con arreglo a las buenas normas de la construcción, y a las instrucciones que al efecto recibiesen de la dirección de las obra, sin tener derecho a reclamación alguna por las órdenes que recibiese.

Capitulo III. TÉCNICAS

Art. 1º.- EXTRACTOR

El extractor debe estar fabricado en acero inoxidable ASTM AISI - 316 L. Debe tener una altura de 1750 mm., 1500 mm. de ancho y de largo 2000 milímetros. El espesor de carcasa de 10 mm.. Todas las partes serán soldadas.

El sistema de difusión de disolvente estará compuesto por cuatro bocas de entradas de $\frac{3}{4}$ pulgadas de diámetro nominal (9.52 mm.),

repartidas equitativamente a lo largo de la longitud del extractor, es decir a 40, 80, 120 y 160 centímetros desde cualquiera de una de sus dos caras laterales, no longitudinales, tomando como referencia el centro de la circunferencia que forma la boca de entrada. Y todas a 85 cm. desde la cara superior del extractor. Del mismo modo se dispondrá la salida de disolvente, con la excepción de que irán colocadas en el lado opuesto y dispuestas a 95 cm. desde la parte superior del equipo extractor.

En el interior del extractor, el fondo será cilíndrico y de malla fabricada en acero inoxidable y con una luz de paso que no permita el trasiego de granos de soja hasta un doble fondo 20 cm. por debajo del primero y concéntrico con el mismo. El doble fondo será del mismo acero que el resto del extractor. La luz de malla del primero será de 6 mm de diámetro. El objeto de éste doble fondo, es el de albergar, los transductores ultrasónicos que favorecerán la extracción, y tanto las resistencias eléctricas, como los medidores de temperatura, termómetros de resistencia, con un rango desde -80 a 320 °C, que se ocuparán de mantener la temperatura alrededor de los 60 °C, estando en contacto con el líquido y no con el sólido.

Los transductores ultrasónicos a utilizar, serán 4, con una potencia de 2 Kw cada uno. Con posibilidad de controlar la amplitud de 50 a 100 %. Y frecuencia de ciclos desde 0.1 a 1 ciclo al segundo. El diámetro será de 114.3 mm y la altura de 400 mm. El diámetro de la sonda es de 10 cm. La frecuencia de operación es de 20 KHz. (mod. UIP2000 Hielscher).

Las resistencias eléctricas, estarán conectadas a unos sensores de temperaturas existentes también en la cavidad creada entre ambos fondos, serán los RTD 120 V Ni. Los dos sensores de temperatura a instalar se situarán a la entrada y salida de disolvente. Las resistencias,

serán cuatro, autoajustables, según los datos que reciban de los RTD, y de 5000 vatios cada una.

El depósito, posee dos válvulas auxiliares, una en la cara superior para conectarlo a un sistema extractor de gases y vapores. La segunda válvula en la parte inferior para proceder a su vaciado cuando correspondiera.

El extractor contiene dos compuertas “boca de hombre”, para permitir el acceso al interior en casos de limpieza, mantenimiento o reparación. Cada compuerta irá situada en cada una de las caras laterales longitudinales, por encima al sistema de difusión y salida de disolvente. Sus dimensiones serán de 410 x 510 mm. y del mismo material que el extractor.

En su cara superior, dispondrá de la entrada de materia prima sólida, es decir, granos de soja. El orificio tendrá 23 cm. de diámetro. Ya en el interior, la disposición de unas regletas distribuidoras, repartirán el sólido homogéneamente. Éstos canales de forma rectangular, tendrán el lado superior abierto con el fin de evitar obstrucciones, Las dimensiones de éstos son de 10.4 x 10 cm. (base x altura).

El aislante será un plástico orgánico celular, el poliuretano, con una conductividad para éstas condiciones de unos 0.083 (KJ / h m °C), de dos centímetros de espesor, recubierto por una chapa de acero.

Dentro del extractor, tres palas agujereadas con luz de malla 6 mm., empujarán los sólidos y los levantarán, hasta que con la ayuda de la fuerza de la gravedad, éstos precipiten hacia la parte inferior de cada aleta y de ahí pasen a través de un hueco en el cilindro portador de palas, a un medio de transporte. Éste vaciado recorre longitudinalmente dicho cilindro desde 10 cm. de cada extremo. El hueco precede a la pala en 2

cm. y continúa en 55°. El transporte de los sólidos utilizados al exterior se realizará por medio de un tornillo sin fin de hélices continua en horizontal, que se encuentra en el interior del cilindro que soporta las palas. Las dimensiones de dicho tornillo son: diámetro de las paletas 0.23 m., diámetro tubería 0.0635 m., paletas de ¼ pulgadas o 6.35 mm., 50.8 mm. de diámetro en ejes. Su velocidad será de 8 rpm. Y la longitud total del tornillo transportador es de 4 metros, con lo que la potencia del motor con que funcionará será de 0.45 CV.

Art. 2º.- EVAPORADOR

El evaporador será de tubos largos verticales (LTV), película ascendente, y circulación natural, con una unidad de recirculación, que mejorará el rendimiento del proceso.

Fabricado en acero inoxidable ASTM AISI-316 L, posee un cambiador tubular para vapor de agua en el lado de la carcasa, mientras que la disolución de disolvente con isoflavonas que se desea concentrar en el interior de los tubos, un separador o espacio para separar el líquido arrastrado por el vapor; una unidad de circulación, y otra de recirculación para el líquido desde el separador hasta el fondo del cambiador.

Serán tubos de calefacción comerciales de 1 pulgada de diámetro nominal, según la norma ASTM (2.54 cm.), mientras que su longitud medirá 3 pies (0.915 m).

Art. 3º.- AEROREFRIGERADOR

El refrigerante de aire será un condensador de tiro forzado, fabricado, como el resto de equipos, en acero inoxidable ASTM AISI-316 L, por la casa LU-VE CONTARDO, modelo SHVS Ø330 (2.1 mm) 6P (8/2).

El aire es el fluido receptor de calor, circula por el exterior de los tubos, en lo que se denomina cámara impelente. Mientras, el dador, es el disolvente recirculado, que transita por el interior de los tubos.

El enfriador o aerorefrigerador, funciona como un cambiador de calor común, con una superficie útil de intercambio de 0.64 m^2 , y posee 12 pasos de tubo. Los tubos serán, igualmente, del mismo acero, con un diámetro nominal de $\frac{3}{4}$ pulgadas y número de schedule 5S. Por tanto el diámetro exterior será de 2.67 cm. y el interno de 2.096 cm, con un espesor de pared de 0.277 cm.. La longitud de los tubos es de 3.5 pies, o sea, 1.085 m. y su disposición será de forma regular y ocupando vértices de un triángulo equilátero, es decir con un paso triangular de 65 mm. Y éstos estarán provistos de aletas helicoidales que aumenten el rendimiento del refrigerador por aire. Éstas aletas, con un diámetro de 57 mm. y un espesor de 0.4 mm., se encontrarán en una proporción de siete por pulgada de tubo. La unión de la aleta al tubo se realiza enrollada bajo tensión, o como se denomina comúnmente, tubo con aleta "L".

Los cabezales del aerorefrigerador serán soldados con tapones. La cámara de aire será de tipo panel, mientras que los ventiladores son de flujo axial de resina de poliéster reforzadas con fibra de vidrio y regulación de ataque de las palas autovariante; y el motor con un consumo de 130 vatios y con una intensidad de corriente de 0.6 amperios.

Art. 4º.- RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO

Tendrá una relación H/D de 2.73 y se fabricará en acero inoxidable ASTM AISI-316 L, la carcasa del depósito tendrá un espesor de 4.76 mm. y el fondo de 6.35 mm. Tendrá una altura de 1.83 metros y el cuerpo medirá de diámetro 0.67 m.. El techo del tanque de almacenamiento se ha proyectado con geometría plana, y de espesor igual a el de la carcasa.

Techo y fondo estarán soldados a la carcasa.

El volumen del depósito, es por tanto, de 0.645 m^3 . Dispondrá de un tubo indicador de nivel, de material PVC transparente, para que permita la lectura del volumen almacenado.

Además de una válvula para la toma de muestras, tendrá una compuerta “boca de hombre”, ovalada, en la carcasa, para permitir la inspección interior del tanque por diferentes motivos, de dimensiones 410 x 510 mm, también en acero inoxidable.

Contendrá también una toma a tierra que evite la acumulación de electricidad estática, debido al riesgo de incendio y explosión.

Art. 5º.- RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE DISOLVENTE

Tendrá una relación H/D de 2.05 y se fabricará en acero inoxidable ASTM AISI-316 L, la carcasa del depósito tendrá un espesor de 4.76 mm. y el fondo de 6.35 mm. Tendrá una altura de 2.44 metros y el cuerpo medirá de diámetro 1.19 m.. El techo del tanque de almacenamiento se ha proyectado con geometría cónica, con una pendiente igual a 1/6 (9.5°) y un espesor igual al de la carcasa. Techo y fondo estarán soldados a la carcasa.

El volumen del depósito, es por tanto, de 2.71 m^3 . Dispondrá de un tubo indicador de nivel, de material PVC transparente, para que permita la lectura del volumen almacenado.

Además de una válvula para la toma de muestras, tendrá una compuerta “boca de hombre”, ovalada, en la carcasa, para permitir la inspección interior del tanque por diferentes motivos, de dimensiones 410 x 510 mm, también en acero inoxidable.

Se construirá en el interior de un recinto, habilitado por tabiques de contención, suficientemente fuertes como para ser capaces de albergar todo el volumen de disolvente y así evitar su derrame fuera del mismo, en caso de fuga.

Art. 6º.- BALSAS DE CONTENCIÓN

Se construirán dos de hormigón armado, capaces de almacenar, en caso de rotura, una 650 y otra 2800 litros. En el primero de los casos, estaremos evitando el derrame más allá de la balsa del producto final, con más de un 36 % en volumen de disolvente. En el segundo, se evita la inundación de la planta con 2800 litros de etanol, en el peor de los casos, disminuyendo por tanto riesgos de accidentes.

En ambas balsas de aislamiento, la profundidad será de 0.5 metros, sobresaliendo las paredes 20 cm del suelo, para así evitar también la entrada de otros derrames. En el de menor volumen, la planta será un cuadrado de 1.14 metros de lado. En el mayor, 2.36 metros de lado, también de forma cuadrangular.

Art. 7º.- TOLVA DE RECEPCIÓN MATERIA PRIMA SÓLIDA

Se construye toda ella de hormigón en masa o ligeramente armado. Es un diedro por cuya arista se mueve un tornillo “sin fin” destinado a transportar los granos de soja hacia otro “sin fin”, situado en un extremo, que se dirige al extractor. Éste tornillo de hélices continua y en horizontal deberá tener las siguientes características: 0.23 m. en el diámetro de aletas, siendo el de la tubería de 0.0635 m. Las paletas serán de un cuarto de pulgada, y el diámetro de los ejes de 2 (0.0508 m.). Los centros de barras de suspensión, han de medir 3.05 metros, para un

tamaño máximo de terrones de 0.04 m. cuando sean menos del 10 %. La velocidad, 8 rpm, la potencia del motor, 0.56 CV. Y la longitud total de tornillo, 11 metros, terminan de configurar, las características principales. También será en acero inoxidable, ASTM AISI-316 L

Las paredes sobresaldrán del suelo 25 o 30 cm. para evitar la entrada de fluidos que discurran por el pavimento colindante. Las caras del diedro tendrán pendientes desiguales, al existir un solo sin fin, así se evita la formación de bóveda y el posterior funcionamiento en vacío del tornillo.

Las paredes tendrán una inclinación de 30 y 45 grados. La longitud de la tolva será de 10 metros. El ancho de la pared de 30 °, es de 2.28 m. mientras que la de 45 ° es de 7.78 m.. La profundidad total del depósito es de 1.2 metros.

Para facilitar el deslizamiento de los granos, se bruñirán los planos o se alicatarán. El conjunto se cubrirá con tejados cuyos soportes se situarán de modo que no obstaculicen la descarga de vehículos.

El empleo de la tolva exige que la descarga se realice con vehículos de transporte autovasculantes.

Art. 8º.- TOLVA ELEVADA DE RECIRCULACIÓN DE SÓLIDOS

Con el fin de almacenar el sólido que ha sido utilizado, hasta su posterior reutilización, si procede; se diseña una tolva elevada, cercana al equipo de extracción, capaz de almacenar 667 kilogramos. Incrementando éste último valor un 5 % de seguridad, para evitar desbordamientos, la masa de granos de soja a almacenar será de 700 kg.

Por tanto, el volumen a albergar por el depósito será de 0.83 m³. Teniendo en cuenta que el silo de almacenamiento provisional tiene forma

cilíndrico – troncocónica (depósito y tolva), las dimensiones de partida a tener en cuenta serán,

- Radio cilíndrico, 0.514 metros
- Altura cilíndrica, 1.5 metros
- Radio mayor cuerpo troncocónico, 0.514 metros
- Radio menor cuerpo troncocónico, 0.152 metros
- Ángulo de inclinación lateral cuerpo troncocónico, 59°

El material con el que estará conformado el depósito, será acero inoxidable ASTM AISI-316 L.

La altura a la que estará dispuesto sobre el nivel del terreno, mediante estructura metálica, y tomando como referencia la boca de descarga, será, 2.5 metros.

Art. 9º.- APILAMIENTO DE SUBPRODUCTO

A la salida del tornillo “sin fin”, procedente del extractor, se construirá, un sistema de tabiques de contención de hormigón armado, con una altura de 1.5 metros. Y un ancho de 0.5 metros capaz de soportar el empuje de la masa de granos de soja utilizados en la extracción y almacenados en pila o montón para su posterior venta.

La planta del sistema de tabicaje estará formada por un muro de extensión, 10 metros, franqueado por otros dos en los extremos, formando un ángulo con el primero de noventa grados, y de 5 metros de longitud.

Art. 10.- TRANSPORTE DE SÓLIDOS

En general, el transporte de los granos de soja durante todo el proceso se realizará, mediante la utilización de tornillos “sin fin”.

Un total de cuatro, excluidos los pertenecientes a la tolva de recepción y al extractor, con sus respectivas características, formarán el sistema de circulación de sólidos. Para todos ellos, existen unas mismas dimensiones y conceptos, a saber,

- Tornillos “sin fin” de hélices continuas
- Acero inoxidable ASTM AISI-316 L
- Diámetro de paletas, 0.23 m.
- Diámetro de tubería, 0.0653 m.
- Paletas de 6.35 mm.
- Diámetro de ejes, 50.8 mm.
- Centros de barras de suspensión, 3.05 m.
- Velocidad 8 rpm.
- Capacidad de torsión máx., 87.6 kg m.
- Diámetro de sección de alimentación, 0.152 m.

Y particularizando en cada uno de los cuatro encontramos,

Tornillo descarga en extractor (S-1001//S1002)

Con una inclinación de 60°, tendrá una longitud total de 11.5 metros y una potencia de 1.07 CV.

Tornillo descarga final (S-1003)

Con una inclinación de 36°, contará con 7 metros de longitud y 0.43 caballos de vapor.

Tornillo de recirculación I (alimentación de silo) (SR-1001)

Inclinado 45°, tendrá una potencia de 0.43 caballos de vapor y una longitud de 4.5 metros.

Tornillo de recirculación II (descarga de silo) (SR-1002)

Horizontal, tendrá una potencia de 0.43 CV. Y una longitud de 3 metros.

Art. 11º.- IMPULSIÓN DE FLUIDOS

Bomba de descarga de tanque de almacén. disolvente (P-1001)

Bomba centrífuga horizontal, no autocebante, multicelular con boca de aspiración axial y boca de descarga radial. De marca Grundfos, y modelo CHIE 2-30^a-W-G BQQV, su código es 44515803, y su número de EAN 5700394462495. Con una velocidad de 2900 rpm., y un caudal nominal de 2.5 m³/h.. Su altura nominal es de 19 metros y con cierre BQQV. Tanto cuerpo como impulsor, son de acero inoxidable 1.4401 DIN W.- Nr. 316 AISI. Con una presión máxima de trabajo de 10 bar.

Su potencia es de 500 vatios, se conecta a red a 230 voltios con una frecuencia de 50 Hz., y una intensidad de corriente que va desde 2.2 a 2.7 A.

La compacta unidad tiene cierre mecánico según DIN 24960 y eje que atraviesa el conjunto motor / bomba.

La bomba y el motor están montados en una bancada común y todos los componentes de la bomba en contacto con el líquido de bombeo son de acero inoxidable.

La bomba lleva un motor MGE monofásico con bridas IEC y convertidor de frecuencia y controlador PI integrados en la caja de conexiones del motor. No es necesaria protección adicional del motor ya que tanto el motor como los componentes electrónicos están protegidos mediante protección incorporada contra sobrecarga y temperatura.

Se puede conectar un sensor externo si se requiere un funcionamiento controlado de la bomba basado por ejemplo en el caudal, presión diferencial o temperatura.

Un panel de control permite ajustar tanto los puntos de ajuste requeridos como la bomba (funcionamiento MÍN, MÁX o Parada). El panel de control tiene luces testigo para indicación de funcionamiento y fallo.

Se puede comunicar con la bomba mediante el control remoto R100 de Grundfos, que permite efectuar más ajustes y también la lectura de parámetros tales como "Valor actual", "Velocidad", "Entrada de potencia" y "Consumo total de energía". La caja de conexiones tiene terminales para la conexión de:

- Arranque / parada de la bomba (contacto de libre potencial),
regulación remota externa del punto de ajuste mediante señal analógica, 0 - 10 V, 0(4) - 20 mA,
- tensión de alimentación 10 V para potenciómetro del punto de ajuste,
Imax = 5 mA,
- Sensor de presión equipado de fábrica.
entrada para control forzado en MÍN, MÁX, fallo externo o Interruptor de caudal (contacto de libre potencial),
- Relé de señal de fallo de libre potencial con contacto de conmutación.
- GENibus RS485 .

Bomba de alimentación del extractor (P-1002)

Bomba dosificadora de membrana con motor sincrónico incorporado. De marca Grundfos, y modelo DMS 2-11, su código es 96437466. Con una capacidad máxima de 2.5 l/h.. Su presión máxima de trabajo de 11 bar. Tanto cuerpo como válvula de bola, son de acero inoxidable 1.4401 y de la junta FKM. Con una presión máxima de trabajo de 10 bar.

Su potencia es de 16 vatios, se conecta a red a 230 voltios con una frecuencia de 50 Hz., y una corriente nominal de 0.1 A.

La bomba está diseñada para el manejo optima del usuario, precisión y fiabilidad y está equipada con un panel de control lógico con botones de contacto, opciones de idiomas y luz de fondo. La capacidad se ajusta directamente en l o ml, lo que aumenta la fiabilidad cuando la bomba ha sido calibrada para la instalación actual por medio de una simple función de calibración. La relación de reducción es de 1:100 con la misma precisión a lo largo de la gama de capacidad.

Modos de funcionamiento:

- Dosificación manual según la cantidad ajustada en ml/hora o l/hora.
Control de impulsos externos desde un controlador externo o caudalímetro con ajuste directo en ml/impulso.
- Control de señal analógica externa 4-20 mA.

Otras características:

- Función de calibración directa para calibrar la bomba a la instalación actual.
- Contadores para número de carreras, horas de funcionamiento y veces que se ha conectado a la alimentación eléctrica.
- 10 opciones de idiomas.
- Control de nivel con entrada para dos señales de nivel.

Bomba de alimentación del evaporador (P-1003)

De las mismas características que la bomba P-1001.

Bomba de descarga de prod. concentrado del evaporador (DP-1001)

De las mismas características que la bomba P-1001.

Bomba de descarga de tanque de almacén. producto (P-1005))

De las mismas características que la bomba P-1001.

Bomba de recirculación (P-1004)

De las mismas características que la bomba P-1001.

Soplante de recirculación (S-1001)

Soplante de canal lateral, capaz de impulsar 1500 litros a la hora de vapor de etanol. La casa fabricante de la soplante será Mapner, el modelo, CL 20 HS, con una potencia de 0.22 Kw.

Art. 12º.- CONDUCCIONES, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Las conducciones deberán estar fabricadas en acero inoxidable ASTM AISI-316 L, y comprenderán distintos diámetros nominales, $\frac{1}{8}$ y $\frac{3}{4}$ de pulgadas. Los tubos serán soldados, por representar menor costo, y mejores ventajas para éste sistema.

Fabricadas también en acero inoxidable ASTM AISI-316 L, las válvulas, incluido el cuerpo, deben poseer actuadores automáticos. Comprenderán fundamentalmente dos tipos, de regulación de caudal y de retención, utilizando en uno válvulas de mariposa, y en otro de clapeta,

respectivamente y teniendo en cuenta que el tamaño de cada una de ellas deberá estar en consonancia con el tamaño nominal y condiciones de operación de la tubería a la que van unidas.

Los accesorios que se utilizan, deben ser de acero inoxidable ASTM AISI-316 L, y serán estándar, tanto codos, bifurcaciones, uniones como ensanches.

Las distintas uniones que se dan se realizarán soldadas por ensamble.

Capitulo IV. SEGURIDAD

Art. 1º.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN LA INSTALACIÓN

Debido a las condiciones de operación, hay que tener en cuenta una serie de medidas de prevención. El disolvente usado es tóxico e inflamable, pudiendo llegar a ocasionar, por tanto, incendios y explosiones, al mezclarse bien con el aire. Luego se deberá prestar especial atención a ésta característica.

Además se utilizan dependiendo de en qué equipo, temperaturas entre 60 y 80 grados centígrados. Para evitar accidentes debido a ésta condición de operación,

- Todos los recipientes y conducciones deben estar claramente identificadas.
- Los recipientes deben ser limpios periódicamente.
- Las válvulas y otros instrumentos de seguridad deben situarse en las posiciones que estén protegidas de salpicaduras, derramamiento o condensación de agua. Si, no obstante, existiera

posibilidad de obstrucción de válvula, por la imposibilidad de evitar ésta situación, la válvula deberá estar equipada con disco de ruptura.

- Las mangueras de trasvase deben ser comprobadas periódicamente. Se prohíbe la realización de empalmes intermedios.
- Al operar sobre éstas zonas calientes, será imprescindible hacerlo con la ayuda de los EPI's (equipos de protección individual).

En caso de incendio, se utilizará para su extinción, sólo o combinado, cualquiera de los cuatro métodos siguientes:

- Enfriamiento
- Desalimentación
- Sofocación
- Inhibición radicalaria

El agua queda excluida como agente de extinción debido a la mayor densidad que presenta respecto al etanol y por existir en el sistema equipos de baja tensión. La espuma también es conductora. Por tanto las agentes de extinción a acopiar y utilizar en éste caso, son,

- Dióxido de carbono
- Polvo químico seco
- Derivados halogenados

Los primeros auxilios a los quemados deben regirse por las siguientes recomendaciones:

- No tocar ni desvestir a la víctima
- No hablarle cara a cara
- Si es posible, cubrir las zonas quemadas con gasas esterilizadas
- Cubrir a la víctima con una manta
- Avisar con inmediatez a los servicios de urgencias

Para evitar en lo posible el riesgo de explosión por deflagración o detonación de vapores o gases, se instalarán detectores de límites elevados de composición de éstos en los espacios de trabajo que presenten dicho riesgo, con el fin de activar la alarma.

En definitiva, será imprescindible contar con un protocolo de actuación ante un accidente de cualquier índole, al igual que con un botiquín que cubra los momentos iniciales de éstas urgencias. En la prevención de los accidentes laborales, la detección y alarma del sistema o de las instalaciones, recortará tiempos de intervención. Los medios portátiles y fijos de extinción, serán de fácil manejo. El contar con una buena protección estructural, y organización en la evacuación ayudará a minimizar los resultados de un accidente.

Art. 2º.- INDICADORES Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD

El recinto estará acotado por un cerramiento metálico de dos metros de altura. Sobre la parte más visible de la cerca se dispondrá claramente las siguientes indicaciones:

- No fumar
- No encender llamas

Las distancias mínimas de seguridad que deben ser respetadas son:

- Locales de trabajo 3 m.
- Sótanos, alcantarillas, galerías de servicio 5 m.
- Depósitos de material inflamable 5 m.
- Vías públicas, carreteras, ferrocarriles 3 m.
- Instalaciones con peligro de incendio 5 m.
- Llamas controladas 5 m.
- Propiedad colindante 1 m.
- Edificios habitables 5 m.

Previamente a la puesta en marcha de la instalación deberán realizarse las siguientes comprobaciones:

- Tensión de alimentación de los equipos eléctricos
- Sentido de giro de los motores.

Se cumplirán además, en el proceso de montaje, puesta en marcha y puesta en servicio, todas las disposiciones generales y particulares, que sean de aplicación, de la Ley de Prevención de RR.LL. (Ley 31/1995 de 8 de noviembre).

Cádiz, Noviembre de 2005

Fdo.: Óscar Sánchez Sousa



Presupuesto

INDICE

1. Depósito y equipos	pag. 1
2. Impulsión de fluidos y sólidos, instrumentación y accesorios	pag. 2
3. Conducciones y accesorios	pag. 4
4. Presupuesto general	pag. 6

1. Deposito y equipos

Concepto	Precio unitario	Unidad	Importe
Deposito de acero inoxidable ASTM AISI-316L de 2710 l.	2174.00	1ud	2174.00€
Deposito de acero inoxidable ASTM AISI-316L de 645 l.	965.00	1ud	965.00€
Deposito extractor de acero inoxidable ASTM AISI-316L de 2620 l, equipado con mecanismos de extracción.	2820.00	1ud	2820.00€
Evaporador de tubos largos verticales de flujo ascendente con recirculación.	4459.00	1ud	4459.00€
Aerorefrigerador de tiro forzado	464.00	1ud	464.00€
Tolva con tornillo "sin fin" de 48 m ³	7200.00	1ud	7200.00€
Tolva – silo de almacenamiento de 1.66 m ³ y cuerpo tronco-cónico de 59°, en acero inoxidable ASTM AISI-316 L	1772.00	1ud	1772.00€
TOTAL DEPOSITOS Y EQUIPOS			19854.00€

2. Impulsión de fluidos y sólidos, instrumentación y accesorios

Concepto	Precio unitario	Unidad	Importe
Bomba centrífuga en acero inoxidable ASTM AISI-316L	452.50	5ud	2262.50€
Bomba dosificadores en acero inoxidable ASTM AISI-316L	1072.65	1ud	1072.65€
Soplante en acero inoxidable ASTM AISI-316L con filtro	324	1ud	324.00€
Resistencia eléctrica calefactora de 5000 w	54.00	4ud	216.00€
Transductor ultrasónico, 2000 w.	2410	4ud	9640.00€
Sensor de temperatura RTD	255.70	4ud	1022.80€
Alarma de temperatura	182.35	3ud	547.05€
Sensor de presión	275.00	1ud	275.00€
Alarma de presión	223.00	1ud	223.00€
Sensor de caudal	115.25	7ud	806.75€
Sistema de autocontrol, computadora y software	6570.00	1ud	6570.00€
Tornillo "sin fin" de 0.24 cm diámetro y 3 m de longitud	1050.00	1ud	1050.00€
Tornillo "sin fin" de 0.24 cm diámetro y 4 m de longitud	1200.00	2ud	2400.00€
Tornillo "sin fin" de 0.24 cm diámetro y 6 m de longitud	1450.00	1ud	1450.00€
Tornillo "sin fin" de 0.24 cm diámetro y 11.5 m de longitud	2770.00	1ud	2770.00€

Concepto	Precio Unitario	Unidad	Importe
Conjunto de accesorios para aerorefrigerados, que incluye: atenuador de vibración, sensor de presión Cableado, cuadro eléctrico y regulador	1078.30	1ud	1078.30€
TOTAL IMPULSION DE FLUIDOS Y SÓLIDOS, INSTRUMENTACION Y ACCESORIOS.			31706.00€

3. Conducciones y accesorios

Concepto	Precio Unitario	Unidad	Importe
Tubo ASTM A 312 Tp 316L, de diámetro nominal de 1/8 " y Schedule 80S	46.88	8.00m	375.03€
Tubo ASTM A 312 Tp 316L, de diámetro nominal de 3/4 " y Schedule 10S	61.90	35.00m	2166.50€
Tubo ASTM A 312 Tp 316L, de diámetro nominal de 3/4 " y Schedule 80S	69.30	5.00m	346.50€
Válvula de regulación de caudal tipo mariposa de 3/4 "	37.50	9ud	337.50€
Válvula de regulación de caudal tipo globo de 1/8 "	15.80	1ud	15.80€
Válvula de retención tipo clapeta de 1/8 "	57.00	1ud	57.00€
Válvula de retención tipo clapeta de 3/4 "	62.50	5ud	312.50€
Salida de deposito de 1/8 "	13.45	1ud	13.45€
Salida de deposito de 3/4 "	18.90	7ud	132.30€
Entrada en deposito de 1/8 "	13.45	1ud	13.45€
Entrada en deposito de 3/4 "	18.90	4ud	75.60€
Ensanche de 3/4 " a 1 "	9.90	1ud	9.90€
Codo 90° STD de 1/8 "	3.65	3ud	10.95€
Codo 90° STD de 3/4 "	4.20	11ud	46.20€
Te igual de 3/4 "	7.10	6ud	42.60€

Concepto	Precio Unitario	Unidad	Importe
Te reductora de $\frac{3}{4}$ " 3/8 "	9.00	1ud	9.00€
Te ampliadora de 3/8 " $\frac{3}{4}$ "	9.00	1ud	9.00€
TOTAL CONDUCCIONES Y ACCESORIOS			3973.28€

4. PRESUPUESTO GENERAL

Concepto	Importes
Depósitos y equipos	19854.00€
Impulsión de fluidos y sólidos, instrumentación y accesorios	31706.00€
Conducciones y accesorios	3973.29€
TOTAL	55533.29€
IVA 16%	8885.33€
MEDIOS AUXILIARES 2%	1110.66€
COSTES INDIRECTOS 5.5%	3054.33€
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	68583.61€
BENEFICIO INDUSTRIAL 15%	8329.99€
<u>PRESUP. TOTAL DE EJECUCION POR CONTRATA</u>	76913.60€

El presupuesto total de ejecución del proyecto “diseño de un sistema de obtención de extractos de soja enriquecidos en isoflavonas” asciende a:

“sesenta y seis mil quinientos sesenta y dos con veinte euros”

Cádiz, noviembre de 2005

Fdo.: Óscar Sánchez Sousa

