

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: PROYECTO DE UN NUEVO DISEÑO  
ENERGÉTICO PARA UNA COLUMNA DE  
ABSORCIÓN

Autor: Juan Pablo CALLEALTA MARTÍN

Fecha: Junio 2006







## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### 1.- Objetivos

- 1.1.- Presentación del proyecto
- 1.2.- Planteamiento del proyecto

### 2.- Justificación del proyecto

- 2.1.- Objeto del proyecto
- 2.2.- Condiciones de operación de la columna
- 2.3.- Ubicación en planta
  - 2.3.1.- Esquema general
  - 2.3.2.- Distribución espacial de las unidades
  - 2.3.3.- Localización y esquema del objeto del proyecto
- 2.4.- Explicación detallada del proceso
  - 2.4.1.- Objetivos del proceso
    - 2.4.1.1.- Unifining
    - 2.4.1.2.- Molex
    - 2.4.1.3.- Pacol
    - 2.4.1.4.- Define
    - 2.4.1.5.- Alquileración
    - 2.4.1.6.- LAS
  - 2.4.2.- Diagramas de flujo en planta
  - 2.4.3.- Configuración energética de la planta
- 2.5.- Relación necesidad-proyecto

## ANEXO A LA MEMORIA

### 1.- DOCUMENTOS DE PARTIDA

### 2.- ANEXO DE CÁLCULOS

2.1.- Justificación de la configuración energética actual

2.2.- Justificación de la configuración energética futura

2.3.- Diseño del nuevo intercambiador

3.1.- Estimación de los parámetros del cambiador

3.2.- Apreciación al servicio del nuevo  
intercambiador

2.4.- Diseño mecánico del nuevo cambiador

2.5.- Justificación del ahorro en el proceso

2.5.1.- Ahorro energético

2.5.2.- Ahorro económico

### 3.- OTROS DOCUMENTOS

3.1.- Material gráfico para el cálculo del proyecto.

3.2.- Abreviaturas del proyecto

### 4.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



## **PLANOS**

Plano 1.- Configuración energética actual de la columna objeto del proyecto

Plano 2.- Configuración energética futura de la columna objeto del proyecto

Plano 3.- Cambiador de calor H-E2013

Plano 4.- Detalle de las cunas del cambiador H-E2013

Plano 5.- Detalle de los fondos del cambiador H-E2013

Plano 6.- Detalle de la tubuladura del cambiador H-E2013

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

Capítulo 1.- Definición y alcance del pliego

Capítulo 2.- Condiciones Generales

I.- Condiciones Generales Facultativas

1.1.- Dirección Facultativa

1.2.- Obligaciones y derechos del contratista

1.3.- Trabajos, materiales y medios auxiliares

1.4.- Recepción provisional, plazo de garantía y

Recepción definitiva.

II.- Condiciones Generales Económicas

2.1.- Base fundamental

- 2.2.- Garantías de cumplimiento y fianzas.
- 2.3.- Penalizaciones
- 2.4.- Precios y revisiones
- 2.5.- Medición, valoración y abono de las unidades de obra

### III.- Condiciones Generales Legales

- 3.1.- Arbitrio y jurisdicción
- 3.2.- Responsabilidades legales del contratista
- 3.3.- Subcontratas
- 3.5.- Causas de rescisión del contrato

## Capítulo 3.- Pliego de Condiciones Técnicas Particulares

### Generalidades

- .- Medición y valoración de las unidades de obra
- .- Condiciones Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo

### Apartado 1: Comienzo de las obras

- 1.1.- Replanteo
- 1.2.- Limpieza del terreno

### Apartado 2: Movimiento de tierras

- 2.1.- Excavaciones
- 2.2.- Drenaje

2.3.- Vaciado de tierras

2.4.- Entibaciones

2.5.- Rellenos

### Apartado 3: Cimentaciones

3.1.- Hormigones

3.2.- Fabricación y puesta en obra del hormigón

3.3.- Cimentaciones

3.4.- Obras de madera

3.5.- Armaduras

### Apartado 4: Estructuras de acero

4.1.- Estructuras de acero

4.2.- Protección de la estructura

4.3.- Carpintería metálica

### Apartado 5: Albañilería

5.1.- Solados

### Apartado 6: Seguridad y Salud en la obra

6.1.- Objeto del presente capítulo

6.2.- Condiciones técnicas

6.3.- Protecciones personales

6.4.- Condiciones facultativas

6.5.- Condiciones económicas



## **PRESUPUESTO**

Estado de mediciones.....	1
Presupuesto.....	6
Presupuesto General y Resumen.....	8

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### 1.- Objetivos

- 1.1.- Presentación del proyecto
- 1.2.- Planteamiento del proyecto

### 2.- Justificación del proyecto

- 2.1.- Objeto del proyecto
- 2.2.- Condiciones de operación de la columna
- 2.3.- Ubicación en planta
  - 2.3.1.- Esquema general
  - 2.3.2.- Distribución espacial de las unidades
  - 2.3.3.- Localización y esquema del objeto del proyecto
- 2.4.- Explicación detallada del proceso
  - 2.4.1.- Objetivos del proceso
    - 2.4.1.1.- Unifining
    - 2.4.1.2.- Molex
    - 2.4.1.3.- Pacol
    - 2.4.1.4.- Define
    - 2.4.1.5.- Alquileración
    - 2.4.1.6.- LAS
  - 2.4.2.- Diagramas de flujo en planta
  - 2.4.3.- Configuración energética de la planta
- 2.5.- Relación necesidad-proyecto

## 1.- OBJETIVOS

### 1.1 Presentación del proyecto

Según el diccionario de la R.A.E, *proyecto* es “el conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de constar una obra de arquitectura o de ingeniería”. Definiciones menos concretas, pero aun así más globales, pueden ser “la materialización de una idea” o “combinación de todos los recursos necesarios para, reunidos en una organización temporal, transformar una idea en una realidad”.

Con esto, quiero decir que un proyecto no es sólo un conjunto de documentos más o menos ordenados que son necesarios para planificar, ordenar y ejecutar los pasos de las construcciones de arquitectura o ingeniería, sino que es un concepto más abierto y plural donde tienen cabida otro tipo de trabajos como el que les expongo.

En él, trato de presentar una alternativa, un nuevo *diseño*, a la configuración actual existente en una de las columnas de una unidad de operación en una petroquímica a través de un pormenorizado estudio de todas las variables de la configuración actual, la futura, el ahorro..., así como el diseño de los elementos que fueran necesarios para que tuviera sentido y aplicabilidad la nueva configuración planteada.

En los sucesivos apartados, intentaré justificar con los cálculos y las consideraciones oportunas, cada uno de los elementos que componen el proyecto, así como darles la visión más concreta del proyecto, sin que ninguna duda pueda asaltarle durante la lectura del mismo.



## 1.2 Planteamiento del proyecto

Como se definió en el apartado anterior así como viene reflejado en el título del proyecto, el objetivo de este trabajo es el de plantear un nuevo diseño alternativo a la configuración energética actual de una columna de absorción en una petroquímica.

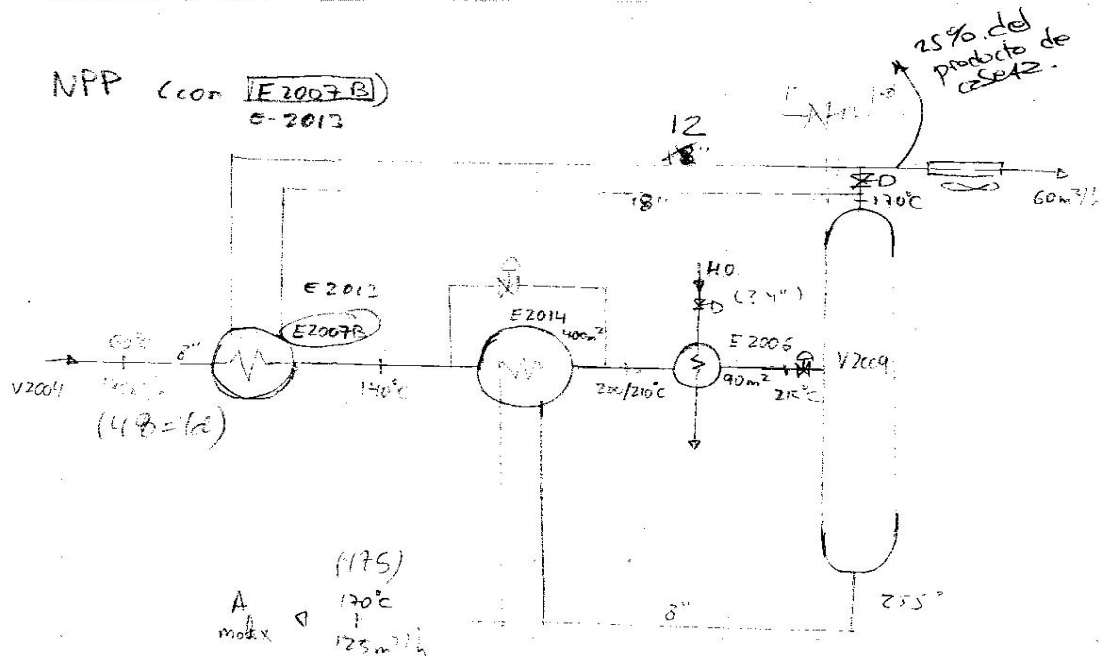
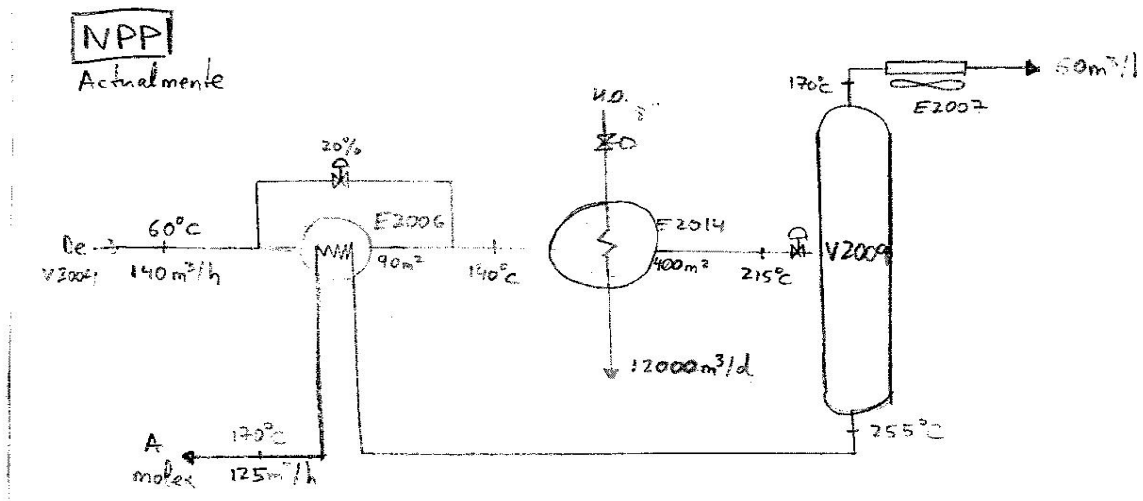
El proyecto nace realmente como un ejercicio práctico llevado a cabo durante la realización de las prácticas de empresa durante el curso 2004/2005. En dicho ejercicio, se me expuso el mismo problema práctico, es decir, plantear una configuración energética de la columna disyuntiva con la actual, y que presentara una mejora en términos de ahorro, energético y económico, sobre la misma.

Para ello se me suministraron una serie de datos necesarios, bibliografía, así como todo el material logístico que me pudiera ser de utilidad, contando también con la inestimable ayuda de mi tutor de prácticas, a la vez cotutor de este proyecto. Trabaje en ello durante el mes y medio de prácticas y el resultado de dicho trabajo, bastante más elaborado en el documento final que les propongo, es este proyecto el cuál, sin duda, presenta una dote de veracidad extra al estar basado en cálculos reales, cotejado con la solución real del problema, así como visualizado en planta para su mejor comprensión.

## 2.- INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

### 2.1 Objeto del proyecto

El problema base de este proyecto se me presento del siguiente modo:



- Area necesaria interc. alimentación/fondo (simulacri) ~ 260m<sup>2</sup>
- E2014 válida como interc. alim/fondo
- E2006 necesita modificaciones para trabajar con H.O. (?)
- obra civil necesaria únicamente para área E2007 B (en altura)

Como se observa en el diagrama<sup>1</sup>, el proyecto se centra en una de las columnas de absorción de la planta, ubicada dentro de la unidad de Unifining (más tarde se explicará con detalle cuales son las operaciones que se llevan a cabo en cada una de las unidades de las que consta la planta). Dicha columna recibe una corriente de hidrocarburos proveniente del patio de tanques (por tanto, a la temperatura de almacenamiento) siendo precalentada por la fracción proveniente de la cola de dicha columna hasta una temperatura intermedia de 140 °C siendo luego elevada su temperatura a unos 215 °C, la cuál corresponde a la temperatura de operación, es decir, de entrada a la columna, por un fluido térmico, en este caso, aceite. Una vez que se produce la absorción en la columna, la fracción del destilado es llevada a unos aerorrefrigeradores donde se atempera a la temperatura adecuada para la siguiente operación, mientras que la fracción de cola, como se ha comentado anteriormente, se destina en el proceso a un uso de aprovechamiento térmico para precalentar la corriente de entrada de hidrocarburos siendo luego destinada a la unidad de Molex. Las temperaturas de salida de ambas corrientes son:

- ✚ Para la corriente de destilado, 170 °C
- ✚ Para la corriente de cola, 255 °C a la salida de la columna y 170 una vez que se ha empleado para precalentar la alimentación.

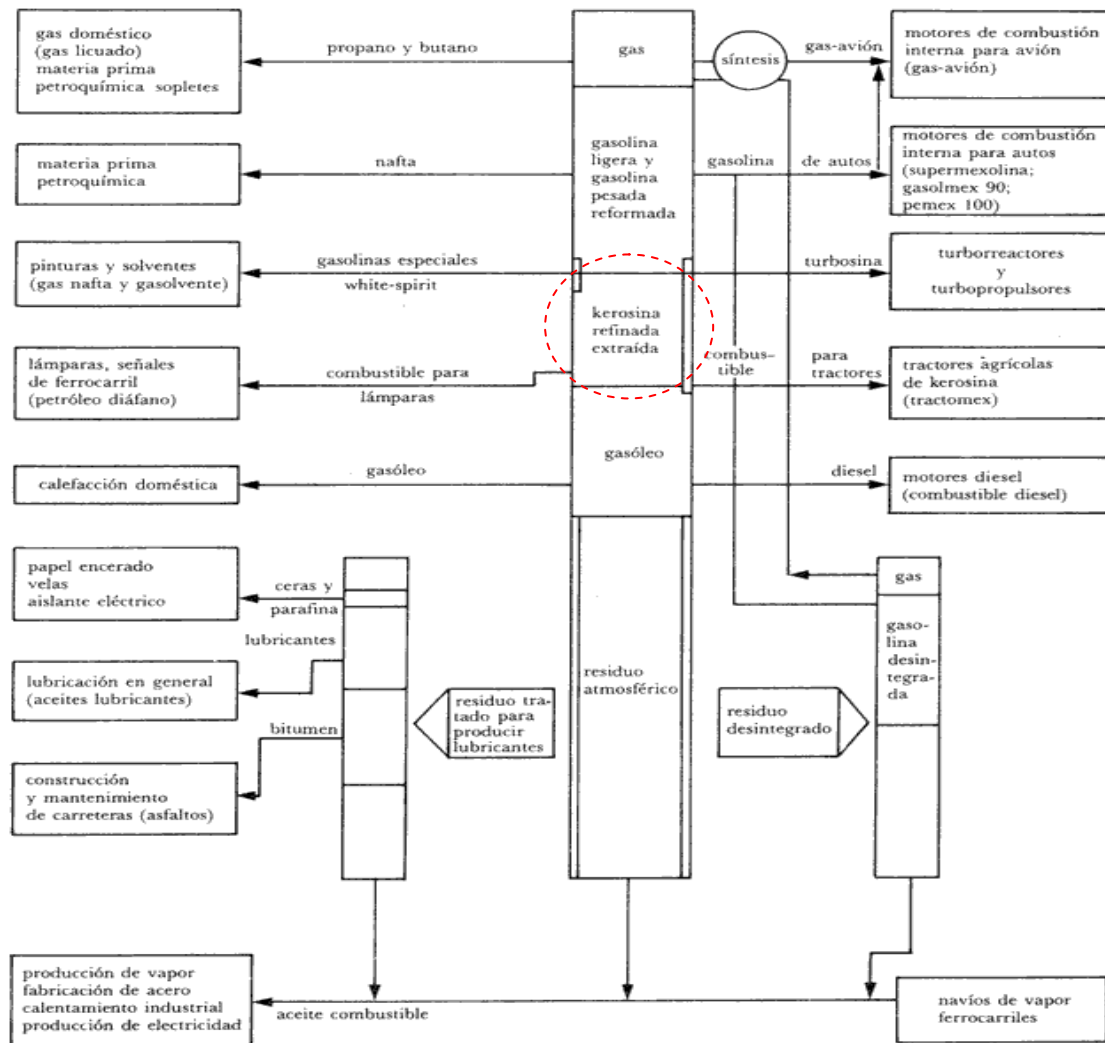
---

<sup>1</sup> NOTA: Los distintos equipos que aparecen en el diagrama están numerados siguiendo el código empleado por la empresa para el cifrado de dichos elementos. De esta forma, cada aparato se nombra empezando por una letra alusiva al tipo de equipo (E: cambiador, H: horno, V: depósito) seguido de un número que indica el orden de adquisición y, en equipos más nuevos, el año de su diseño.



## 2.2 Condiciones de operación de la columna

La corriente de alimentación de la columna, esta formada por un flujo de queroseno proveniente de la refinería donde se obtienen, por destilación, las distintas fracciones del petróleo.



El queroseno es un constituyente del gas natural y de petróleo crudo. Es una mezcla de hidrocarburos constituido principalmente por propano en una proporción superior al 90% en volumen líquido y que, en condiciones normales, es gaseosa y al comprimirla cambia a estado líquido. Es un constituyente de la materia prima en síntesis orgánica así como componente de combustible industrial y doméstico.

Se emplea en la elaboración de etileno, solvente y refrigerante. También se emplea como propelente en los aerosoles, combustible de celdas para desalinización del agua, así como también es empleado en procesos metalúrgicos de alta calidad, en procesos de elaboración de espuma de polietileno y como combustible para vehículos.

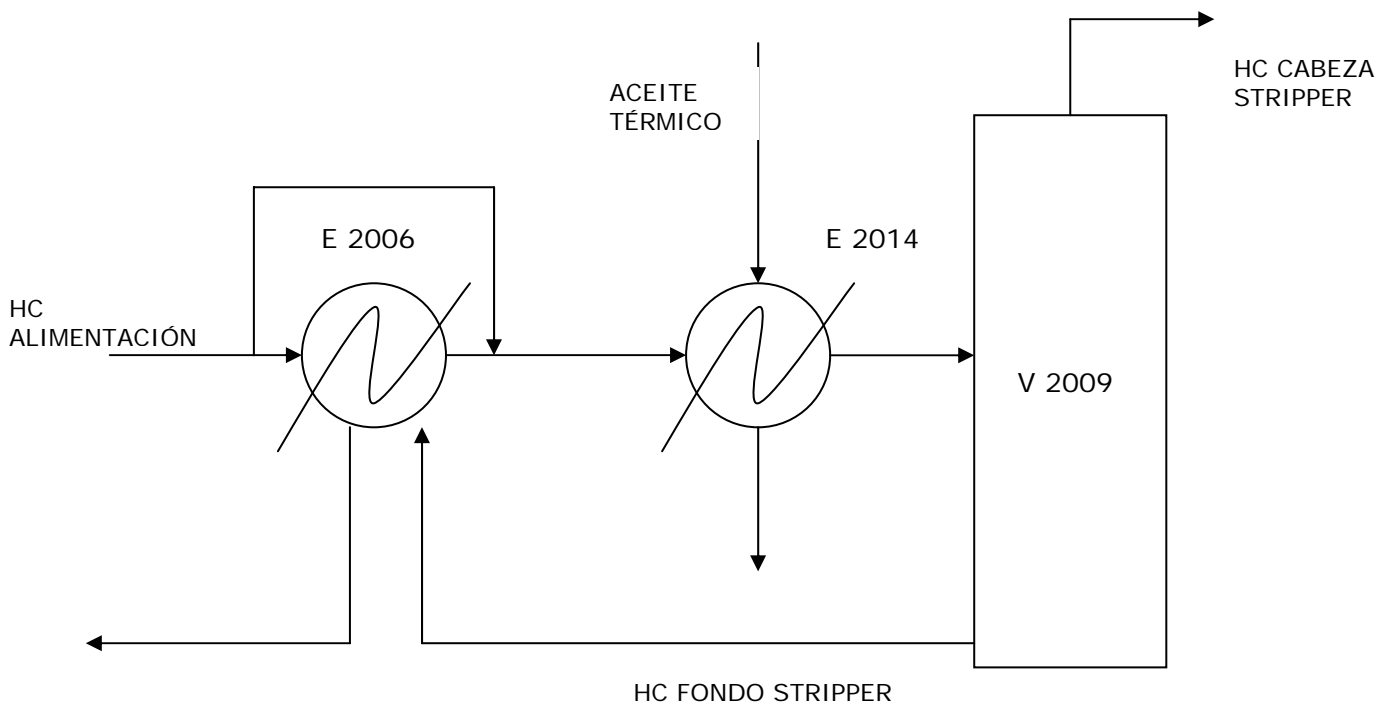
Las características físico-químicas del queroseno vienen recogidas en la siguiente lista:

DATOS FÍSICO-QUÍMICOS	
INFLAMABLE:	SI
OXIDANTE:	NO
CORROSIVO:	NO
EXPLOSIVO:	NO
TOXICO:	SI
ASFIXIANTE:	NO
IRRITANTE:	SI
RADIOACTIVO:	NO
APARIENCIA Y COLOR:	Líquido acetoso amarillo pálido con olor a petróleo
SOLUBILIDAD EN AGUA (% PESO):	Ninguna. Soluble en alcohol y otros solventes orgánicos.
PUNTO DE EBULLICION (760 mm Hg):	157 - 325°C
PRESION DEL VAPOR:	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	0.85
PUNTO DE CONGELACION:	< -43
DENSIDAD DEL VAPOR (aire = 1):	4.7
REACTIVIDAD	
ESTABLE:	SI
CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE:	Es estable en recipientes cerrados y en temperatura ambiente para largos periodos de almacenamiento. Calor, llamas y fuentes de ignición.
INCOMPATIBILIDADES (material para evitar):	Con agentes oxidantes fuertes, cloro, ácido clorhídrico y peróxidos
PRODUCTOS PELIGROSOS POR DESCOMPOSICION:	Oxidos de carbono.
POLIMERIZACION PELIGROSA:	NO OCURRIRA
DATOS SOBRE RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSION	
PUNTO DE INFLAMACION (Método utilizado):	38°C (100°F)
PUNTO DE AUTOIGNICION:	228.9 °C (444°F)
LIMITES DE INFLAMABILIDAD (% volumen):	INFERIOR (LEL): 1.2 SUPERIOR (UEL): 6.0
MEDIO EXTINGUIDOR:	Clase B; dióxido de carbono, químico seco, espuma, agua en forma de rocío o niebla. Utilice agua en atomizador para enfriar los recipientes expuestos al fuego
PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA COMBATE DE INCENDIOS:	Los bomberos deben utilizar equipo de respiración autocontenido o de suministro de aire para fuegos en áreas encerradas
RIESGOS ESPECIALES POR FUEGO Y EXPLOSION:	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Presenta riesgos de explosión y fuego moderado cuando se calienta

En concreto, el queroseno que se usa como materia prima, proviene de la refinería adjunta, en la cuál se obtiene por destilación fraccionada del crudo, siendo transportado a la petroquímica por un sistema de tuberías, para almacenarse posteriormente en una serie de tanques diseñados para tal efecto. Estos tanques están conectados

con la planta a través de un sistema de tuberías que distribuyen el queroseno almacenado a las unidades necesarias así como recogen los productos formados para su almacenamiento en los respectivos tanques.

El proyecto se centra en una de las columnas de absorción donde el queroseno proveniente de refinería es desulfurado para evitar el desgaste (corrosión) producido en las tuberías y equipos por los derivados del azufre. Un esquema simplificado del diagrama de flujo en la columna citada, sería el siguiente:



Esta es la configuración energética inicial con la que se diseñó la columna de absorción V 2009 de la planta de tal forma que el hidrocarburo de alimentación (queroseno principalmente) se precalienta en el cambiador E 2006 aprovechando el calor proveniente de la corriente de colas de la columna. Acto seguido, esta corriente es nuevamente calentada por medio de un fluido térmico, aceite térmico en este caso, hasta alcanzar la temperatura de operación necesaria a la entrada de la columna.

Las condiciones de operación que se alcanzan en cada uno de los intercambiadores representados son las siguientes, reflejadas tanto a la temperatura de entrada como de salida de los mismos.

CAMBIADOR DE CALOR E 2006 <sup>2</sup>												
PROPIEDADES	CAUDAL MÁSIKO (Kg/h)	TEMPERATURA °C		PRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD Kg/cm <sup>3</sup>		COND.TÉRMIC A Kcal/h m °C		CALOR ESPECIF. Kcal/kg °C		VISCOSIDAD cP	
		Entrada	Salida		Ent	Sal	Entr	Sal	Ent	Sal	Ent	Sal
HC ALIMENTACIÓN	148830	48	113,8	8,6	756	701	0,102	0,089	0,486	0,554	0,698	0,339
HC FONDO STRIPPER	108722	247,6	175	1,8	596	671	0,065	0,079	0,686	0,607	0,174	0,285

CAMBIADOR DE CALOR E 2014												
PROPIEDADES	CAUDAL MÁSIKO (Kg/h)	TEMPERATURA °C		PRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD Kg/cm <sup>3</sup>		COND. TÉRMICA Kcal/h m °C		CALOR ESPECIF. Kcal/kg °C		VISCOSIDAD cP	
		Entrada	Salida		Ent	Sal	Entr	Sal	Ent	Sal	Ent	Sal
HC ALIMENTACIÓN	148830	113,5	215	7,9	701	594	0,089	0,069	0,554	0,664	0,340	0,163
HC FONDO STRIPPER	185142	305	220	6,1	803	870	0,081	0,088	0,618	0,547	0,505	0,722

<sup>2</sup> Los datos que aparecen reflejados en las siguientes tablas fueron proporcionados como datos, parte del ejercicio práctico propuesto durante las prácticas de empresa y su obtención se debe a cálculos a través de datos experimentales sobre el proceso así como medidas de campo a través de los distintos sensores (presión, temperatura, caudal...).

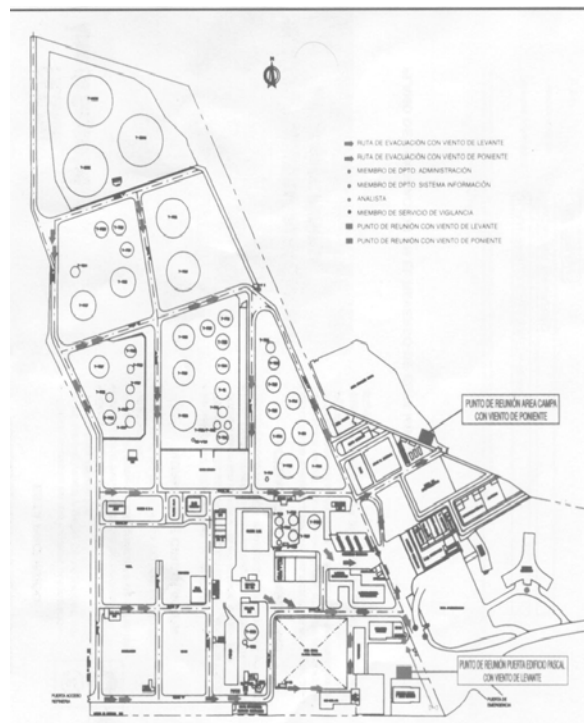
### 2.3 Ubicación en planta

#### 2.3.1 Esquema general

La planta está situada en un polígono industrial a las afueras del núcleo urbano. Las características productivas de la planta pueden recogerse en el siguiente cuadro resumen.

Características productivas de la planta	
Producto	Producción (TM/año)
n-Parafinas	400000
LAB	220000
HLAS	80000

La distribución de los equipos es más o menos lógica dentro de la planta, situándose estos en zonas próximas a la unidad en la que están involucrados o bien, como en el caso de las bombas, en zonas aisladas a la planta donde se aglutinan todos los dispositivos del mismo tipo para su mejor supervisión y control. Las tuberías están recogidas sobre suelo de tal forma que discurren por la planta agrupadas según la unidad a la que se dirijan. Esto impide que existan molestias al tránsito por la planta y permitir controlar posibles problemas en el flujo, si los hubiera.



La disposición de la planta también se adecua a las normas de seguridad recogidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) de tal modo que:

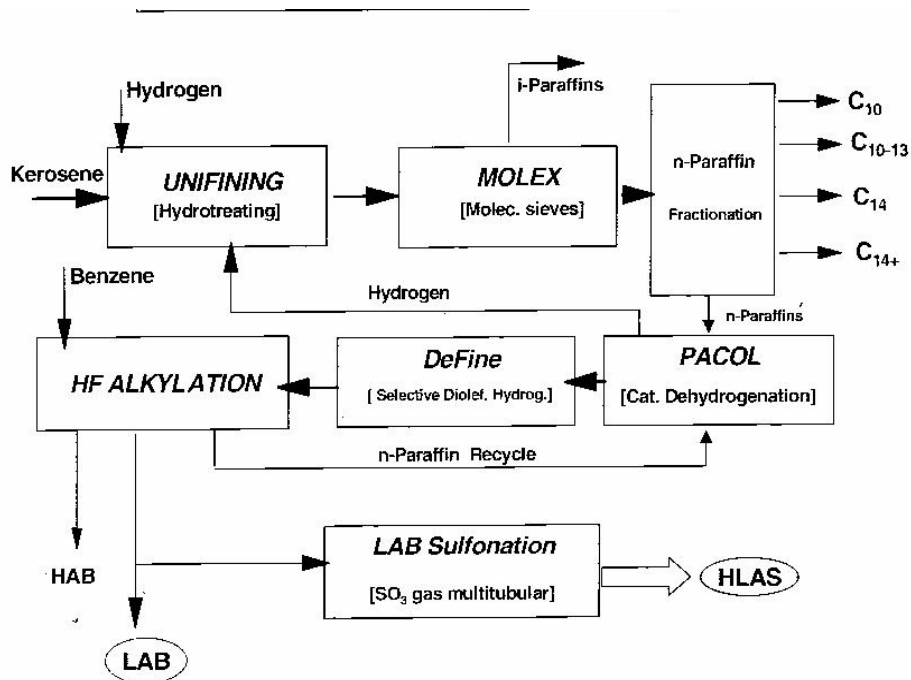
1º-) El terreno donde se asienta la planta, dispone de una cierta inclinación con respecto al circundante con el doble objetivo, por una parte, de desahogar al mar los posibles vertidos que pudieran producirse en el interior de la planta y, por otra, de servir como cortafuegos al avance de algún posible incendio hacia terreno interior facilitando así su salida hacia la costa.

2º-) Debido a la singularidad de los vientos que soplan en la zona donde se asienta la planta (coincidiendo en este lugar los vientos que vienen del este con los del oeste) se ha diseñado un plan de evacuación en caso de que se produzca el escape de algún gas, del tal forma que, dependiendo de la dirección del viento, el punto de recogida o encuentro está en uno u otro lugar de la planta. Por otra parte, la fábrica posee un sistema de alarmas con distintos protocolos de advertencia, por si se trata de un incendio, un escape, etc.

3º-) Además de esto, la planta cuenta con todas las medidas de seguridad básicas como se comentará en el apartado correspondiente de la memoria.

### 2.3.2 Distribución espacial de las unidades

El proceso químico de transformación llevado a cabo en la factoría es el mostrado por la figura más abajo.



El proceso se explicará con detenimiento en el apartado 2.4 del presente capítulo de la memoria pero, grosso modo, consta de las siguientes etapas.

Inicialmente, se recibe el queroseno proveniente de la refinería (junto con el benceno, hidrógeno y azufre también necesarios para el proceso) y es tratado en la unidad de **UNIFINING** en donde se le trata con hidrógeno (hidrogenación) para eliminar el azufre que contiene (generalmente, un 0,2 % como máximo). De aquí, la corriente es pasada a la unidad de **MOLEX** donde se separan las iso-parafinas de las normales-parafinas (el producto de interés del queroseno) a través de tamices moleculares. Una vez separadas, la corriente de n-parafinas es introducida en la unidad de **PACOL** donde



se deshidrogenan para dar lugar a las monoolefinas. El siguiente paso es la unidad de **DEFINE** donde la corriente es tratada nuevamente con hidrógeno y con un proceso de mayor selectividad para obtener las olefinas que van a la unidad de **ALQUILACIÓN** donde son tratadas con benceno (usando ácido fluorhídrico como catalizador) para, en la unidad de **LAS**, volver a ser tratadas con ácido sulfónico para obtener el producto final.

Como se puede deducir de la explicación anterior, el proceso es totalmente continuo, así que las corrientes de producto que salen de cada unidad trasiegan hacia la unidad siguiente incesantemente de tal forma que el tiempo de parada en su flujo será el de residencia estimado en cada unidad para obtener la conversión estimada. Por esto, es necesario que la distancia relativa entre unidades sea lo más pequeña posible (además, por supuesto, de para evitar incrementar los costes de transporte) considerando la existencia de elementos intermedios necesarios como puede ser tuberías, puestos de control, carriles para el tránsito de elevadores, etc.

Teniendo en cuenta todo lo dicho, la configuración espacial de la planta es la siguiente:

- En el extrarradio de la planta se sitúan los patios de tanques y de bombas donde se acopian la mayor parte de las bombas y todos los tanques de recepción y almacenamiento para un mayor desahogo de la planta.
- En una zona interior de la planta, pero apartada del proceso, se aglomeran los soplantes y compresores necesarios en el proceso.
- Las tuberías discurren por la planta agrupadas según la unidad de procedencia y destino, diferenciadas unas de otras por medio de distintos colores.
- El conjunto de aerorrefrigeradores se encuentran perfectamente localizado y agrupados en una zona elevada de

la planta para evitar su interferencia con otros equipos de la planta.

### 2.3.3 Localización y esquema del objeto del proyecto

Toda vez que se ha descrito con detenimiento la estructuración general de la planta, indicando la localización de los equipos más relevantes describiremos con detenimiento en el siguiente apartado la localización y el esquema del objeto del proyecto.

Como ya se ha comentado, la columna objeto del proyecto se encuentra ubicada en una de las primeras unidades del proceso, la de Unifining. Debido a un incremento de producción en la planta, la unidad original de Unifining se amplió en la obra de lo que actualmente se conoce como Nueva Planta de Parafinas (NPP), módulo en el cual se encuentra ubicada el objeto del proyecto. Específicamente, se trata de la columna V2009, que recibe la alimentación de la otrora columna V2004. La corriente de salida por cabeza de columna es destinada al aerorrefrigerante E2007, mientras que la corriente de colas, tras su aprovechamiento térmico, es destinada a la unida de Molex.

En el documento PLANOS del proyecto, se muestra un P&I<sup>3</sup> (designado como PLANO 1) de esta columna, con todas las conexiones, líneas de flujo, instrumentación, etc... presentes. La configuración energética que presenta este esquema es la de diseño, es decir, aquella para la cual se calculó esta columna y cuya optimización y mejora de rendimiento es objeto de este proyecto.

---

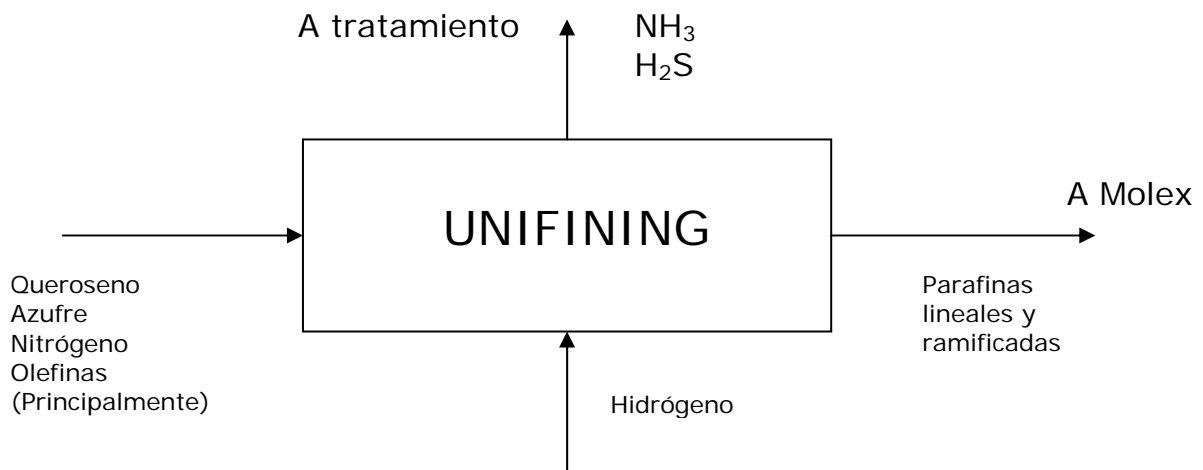
<sup>3</sup> P&I : Son las siglas inglesas de Diagrama de Instrumentación y Tuberías (Pipe and Instrumentation) muy usado en las empresas para designar el esquema en el que se recogen las líneas de operación junto con la instrumentación asociada de una parte del proceso.

## 2.4 Explicación detallada del proceso

Una vez que se ha alcanzado una visión completa del objeto del proyecto, cabe la necesidad de ubicar la unidad a la que nos referiremos a lo largo de todo el trabajo dentro del proceso global. Este análisis tampoco será demasiado exhaustivo puesto que no se trata de un trabajo bibliográfico del mismo sino de, como se ha dicho, mostrar una visión más cercana al proceso llevado a cabo en la planta donde se desarrolla la actividad en la que se incluye el proyecto.

### 2.4.1 Unidad de UNIFINING

La materia prima principal de todo el proceso es la corriente de queroseno proveniente de la refinería con la que estás asociada la planta. Este queroseno matriz, tiene un cierto contenido en azufre (del 0,1% como máximo), indeseable desde el punto de vista operacional puesto que la deposición de dicho azufre (ya sea en su forma reducida o como  $H_2S$ ) en los equipos provoca su rápida corrosión siendo perjudicial también para el propio proceso. Además de este, también existe la necesidad de eliminar del queroseno inicial otra serie de compuestos inanes al proceso como el nitrógeno y olefinas, los cuales serán tratados en esta unidad.



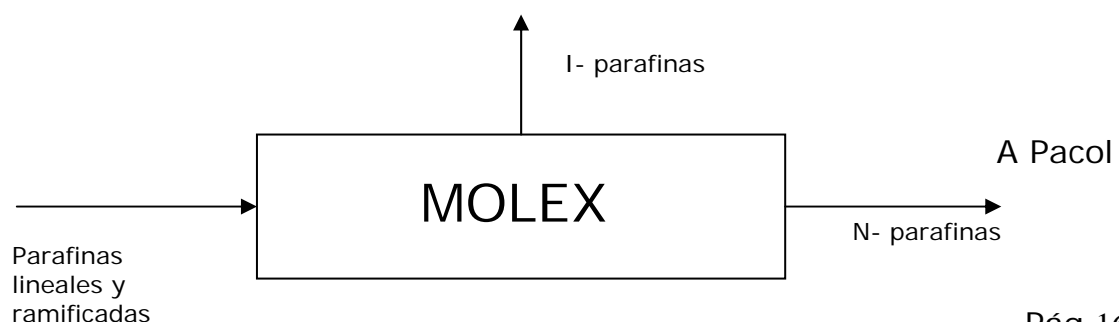
La unidad de Unifining consiste básicamente en un hidrotratamiento (tratamiento con  $H_2$ ) con hidrógeno a elevada presión del queroseno inicial para eliminar los contaminantes e impurezas que trae en su composición. A parte de esto, también es necesario este tratamiento puesto que en la composición del queroseno tenemos una cierta cantidad olefinas (hidrocarburos poliinsaturados) que debemos hidrogenar puesto que la materia prima de la siguiente unidad son las parafinas (hidrocarburos saturados) y no estas.

#### 2.4.2 Unidad de MOLEX

De la unidad anterior obtenemos una corriente limpia de impurezas que en su mayoría se compone de parafinas (puesto que las olefinas se han hidrogenado debidamente), aromáticos y naftenos principalmente. Dentro de estas parafinas podemos distinguir dos grupos:

- 1) Parafinas lineales o normales- parafinas (*en adelante n-parafinas*)
- 2) Parafinas ramificadas o iso- parafinas (*en adelante i-parafinas*)

De estos dos grupos, las deseables para el proceso son las n-parafinas puesto que dan lugar a detergentes biodegradables, característica importante en los mismos para la preservación del medio ambiente. Por tanto, se hace necesario antes de introducirnos en el proceso de obtención del tensioactivo propiamente dicho la separación previa de estos componentes.



Para hacer efectiva la separación de las fracciones indicadas, se emplea un tamiz molecular<sup>4</sup> selectivo. Esto, no es más que una arena finamente dividida de un tamaño de poro adecuado de tal forma que la distancia entre los granos es tal que permite el trasiego de las moléculas de n-parafinas mientras que retiene en cada poro a las moléculas ramificadas al presentar un volumen demasiado grande en relación al diámetro del poro. Con ello, se consigue una selectividad de hasta el 98% obteniéndose como producto de interés una corriente, mezcla de distintas fracciones, de parafinas desde C<sub>10</sub>-C<sub>14+</sub>, que es secuencialmente fraccionada en varios cortes dependiendo de la extensión alifática que queramos obtener en el producto final.

Las i-parafinas así retenidas en el tamiz molecular son desorbidas por una corriente de isobutano y n-pentano pudiendo tener dos usos principales en este proceso.

- 1) Utilización directa como componente del combustible ATK (queroseno para aviación), compuesto de interés para su comercialización por la refinería.
- 2) Se introduce en la Unidad de **HDA** donde esta corriente sufre un proceso de desaromatización (es decir, eliminación de los compuestos aromáticos y naftenos que pudieran venir en dicha corriente) para emplearse finalmente como DISOLVENTE.

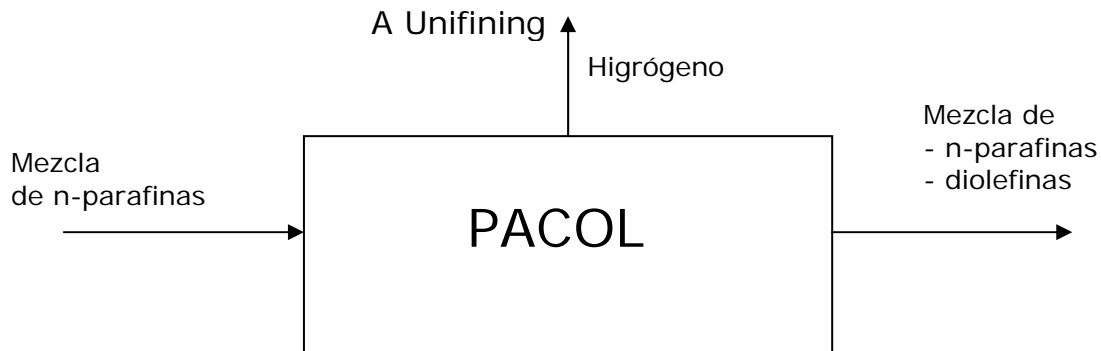
Siguiendo la corriente principal, una vez fraccionada en las cadenas alifáticas de interés se pasa a la siguiente unidad.

---

<sup>4</sup> El sistema de tamiz molecular empleado en esta empresa, consiste en un complejo sistema compuesto de una válvula rotatoria y una serie de lechos por donde discurren ordenadamente las corrientes implicadas de forma continua.

### 2.4.3 Unidad de PACOL<sup>5</sup>

Como su propio nombre indica, la misión principal de esta unidad es la de convertir las n-parafinas (saturadas) obtenidas en la etapa anterior en olefinas (hidrocarburos lineales insaturados).



En esta unidad, tiene lugar un proceso de deshidrogenación catalítica con una conversión del 12% de las n-parafinas aproximadamente, obteniéndose una mezcla de mono-olefinas (con el doble enlace distribuido aleatoriamente) y n-parafinas no deshidrogenadas (el resto, 88%). También se produce, pero en una parte casi insignificante, reacciones de isomerización y aromatización produciendo pequeñas cantidades (menores del 1%) de di-olefinas y aromáticos.

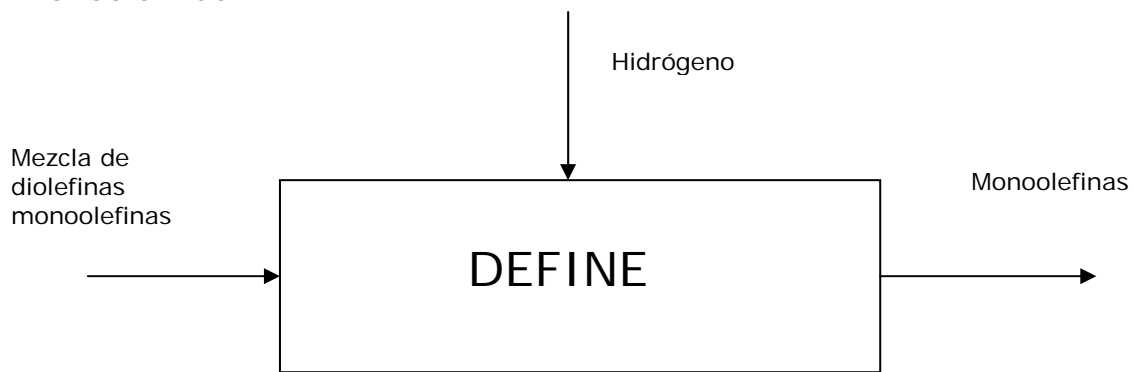
Llama la atención la conversión tan baja que se acepta para este proceso. Esto es provocado principalmente porque el proceso es poco selectivo de tal forma que para obtener la monoolefinación de las n-parafinas debemos tener una gran cantidad de reactivos. De este modo, si aumentamos la conversión, aumentaría por tanto también el número de dobles enlaces (diolefinas, triolefinas, etc...) que no pueden eliminarse bien en la siguiente etapa.

---

<sup>5</sup> Pacol son las siglas apocadas de PArafina Conversión OLefina

#### 2.4.4 Unidad de DEFINE

Una vez superada la unidad de Pacol, la mezcla obtenida se hace pasar por la unidad de Define donde, principalmente, las diolefinas formadas en la etapa anterior son convertidas en monoolefinas.



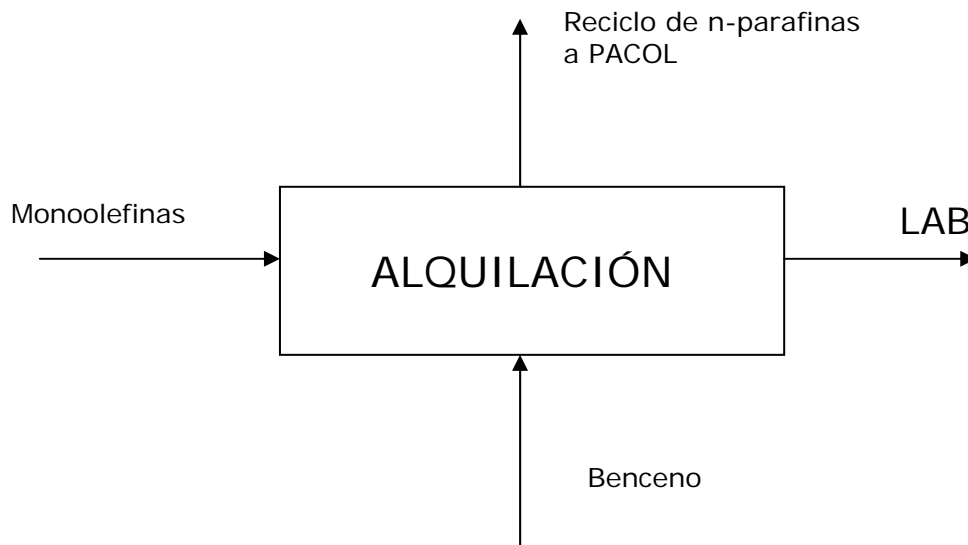
Este proceso se lleva a cabo a través de una hidrogenación selectiva. Para ello, se usa un catalizador peor que para la deshidrogenación, y se realiza en un reactor más pequeño con una mayor presión de hidrógeno. Cuanto menor tiempo y peor catalizador mayor es la selectividad, de tal forma que las moléculas con dobles enlaces son más afines al catalizador y la cantidad de monoolefinas es mayor en el producto final de esta unidad.

La reacción no es selectiva en cuanto a la posición del doble enlace así como tampoco es posible controlar las cantidades de monoolefinas que podemos obtener de cada tipo. Por ello, en la corriente final, tendremos una mezcla de todos los posibles isómeros que pudieran producirse sin ningún tipo de separación posterior.



### 2.4.5 Unidad de ALQUILACIÓN

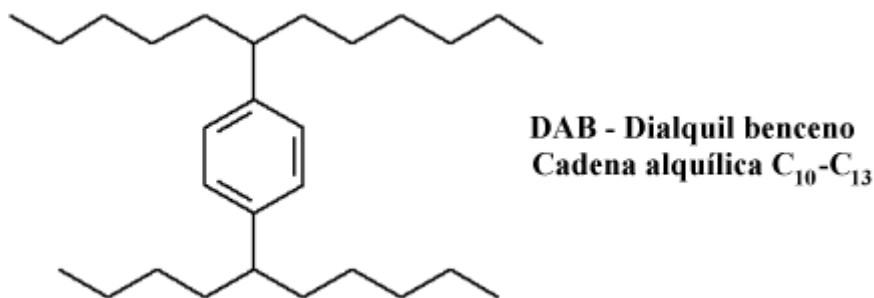
Una vez alcanzada la unidad de alquilación, va a tener lugar uno de los procesos mas importantes de todos los comentados para la obtención del producto final. Las monoolefinas obtenidas reaccionan con el benceno para dar lugar al alquilbenceno.



En esta unidad. se produce la alquilación , como se a dicho, de las monoolefinas presentas en el efluente de PACOI con una corriente de benceno en exceso. La reacción tiene lugar a baja temperatura (menos de 60 °C) y en presencia de ácido fluorhídrico como catalizador. Los productos finales que se obtienen son benceno, n-parafinas, LAB y alquilatos pesados (dialquilbencenos).

Usando un sistema altamente eficiente de fraccionamiento a vacío, el benceno es recuperado y vuelto a conducir a la entrada de esta unidad, las n-parafinas son separadas y recicladas a la unidad de PACOL y el LAB y los alquilatos pesados son separados y almacenados.

El exceso de benceno necesario para llevar a cabo la alquilación se debe únicamente al interés por evitar que durante la reacción se de lugar a la formación de dialquilbencenos que, sin dejar



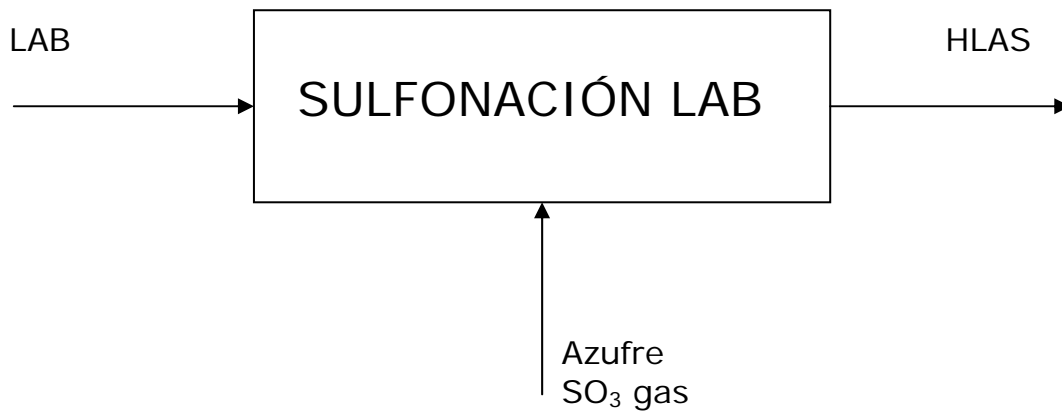
de ser un producto interesante, no es el compuesto principal que se busca obtener en el proceso (se obtiene en un proporción aproximadamente del 5 al 7% en el proceso). El alquilato pesado es un aceite amarillo y de baja viscosidad pudiendo emplearse principalmente como aceite ártico, aceite térmico, así como aceite de corte, taladrina o vehículo para emulsiones de productos agrícolas.

También interesa que el producto esté diluido porque las olefinas tienden a reaccionar con otras olefinas no sólo para dar alquilbencenos sino que también pueden dar lugar a reacciones de polimerización de las olefinas.

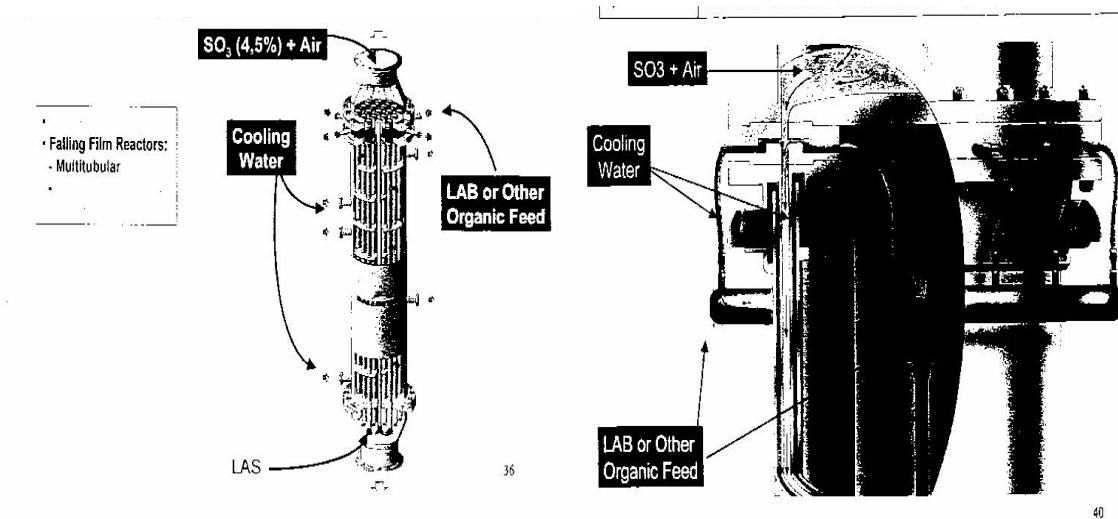
Puesto que, de la etapa anterior, obteníamos una mezcla de olefinas con el doble enlace en cualquier posición en la cadena alifática, obtendremos por tanto aquí una mezcla de productos donde el resto bencénico puede estar situado en cualquier lugar, lo que en principio no afecta a la calidad del producto final ni a sus propiedades tensioactivas.

2.4.6 Unidad de SULFONACIÓN LAB

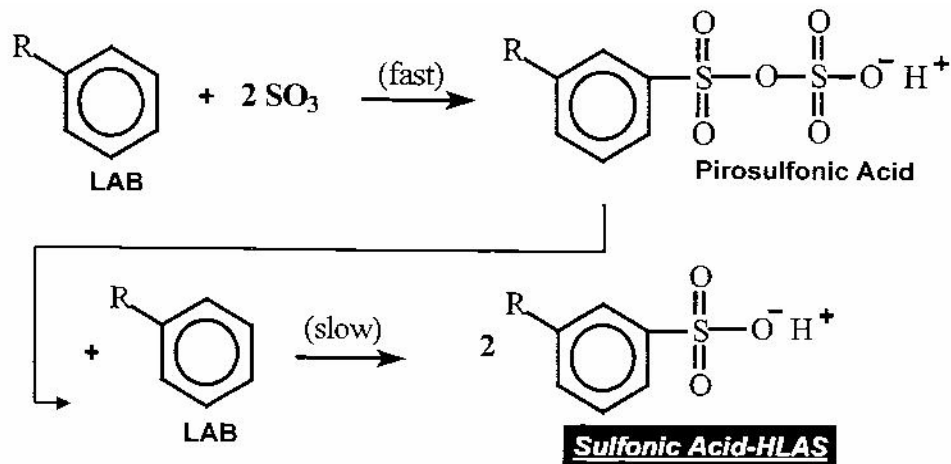
Es la última unidad del proceso. En ella se lleva a cabo el proceso de sulfonación del LAB para obtener el correspondiente ácido sulfónico.



Los reactores empleados en esta unidad son de tipo multitubulares en cascada, diseñados de forma que la superficie



de contacto entre las fases reaccionantes (el LAB y el sulfónico) sea la máxima para así mejorar la transferencia de materia. En ellos tiene lugar la siguiente reacción química



donde parte de LAB obtenido de la etapa anterior se hace reaccionar con el sulfónico para dar el ácido sulfónico HLAS. En este caso, no existe problemas de polisulfonación del resto bencénico puesto que aunque el anillo tenga carácter activante en la sustitución, el grupo sulfónico es desactivante al mismo tiempo, lo cual hace imposible la entrada en el anillo de un nuevo grupo sulfónico.

Este ha sido, en líneas generales, un resumen de todo el proceso productivo llevado a cabo en la planta, el cual será necesario para poder entender el proyecto puesto que durante el mismo se hará mención a alguna de estas unidades, sus productos y, al mismo tiempo, nos ayuda a situarlo dentro de todo el proceso.

## 2.5 Relación necesidad- proyecto. Nuevo diseño

Como se ha podido observar en el apartado anterior, todas las columnas de la planta están configuradas con un determinado diseño energético, lo cual no exime al proyectista u operador de modificarlo siempre que sea necesario y dicho cambio conlleve una mejora energética y económica del proceso. Estos cambios irán dirigidos principalmente al mejor aprovechamiento térmico de las corrientes del proceso (para calentar o enfriar según sea el caso) lo cual, sin duda, reduce el consumo de combustibles o de fluidos térmicos para alcanzar las temperaturas adecuadas, toda vez que estas corrientes son inherentes al proceso, y su empleo no puede ser más que beneficioso para el mismo.

En el título del proyecto, se ambiciona la creación de un diseño para la columna objeto de estudio. Puesto que se trata de un diseño energético, las mejoras que pudieran proponerse deben aprovechar más óptimamente el calor puesto en juego. Examinando el diagrama del proceso (plano 1) nos damos cuenta de que en el único elemento donde podemos optimizar la columna energéticamente es el intercambiador H-2014, donde se eleva la temperatura del queroseno precalentado previamente desde los 140 a los 215 °C de entrada a la columna. Este aumento de temperatura es proporcionado por un flujo de aceite térmico proveniente de los hornos, entrando al cambiador a una temperatura aproximada de 305 °C. Este aceite térmico, junto con todos los provenientes de otras columnas se recogen o recirculan a otros procesos. El ahorro energético, y económico por ende, está en el empleo de la menor cantidad de combustible posible en los hornos puesto que si empleamos el mismo flujo de aceite para proporcionar un menor incremento de temperatura al queroseno la cantidad de calor que deberemos suministrar al aceite en los hornos para que entre al cambiador nuevamente a los 305 °C necesarios será, por tanto, menor y se reducirá el consumo de combustible.

Vista la necesidad, y contemplando todas las posibles opciones para alcanzar lo requerido, concluyo que para conseguir la optimización energética en el cambiador indicado la estrategia más adecuada para llevar a cabo es **precalentar** la alimentación entrante al cambiador H-2006 en la configuración energética actual de la columna. El objeto de este precalentamiento es lograr que el queroseno entre a una mayor temperatura en el cambiador H-2006, consiguiendo con esto que el fluido de colas atempere la alimentación a una temperatura más próxima a la de entrada de la columna, por lo que el salto térmico en el cambiador del aceite será menor, por tanto.

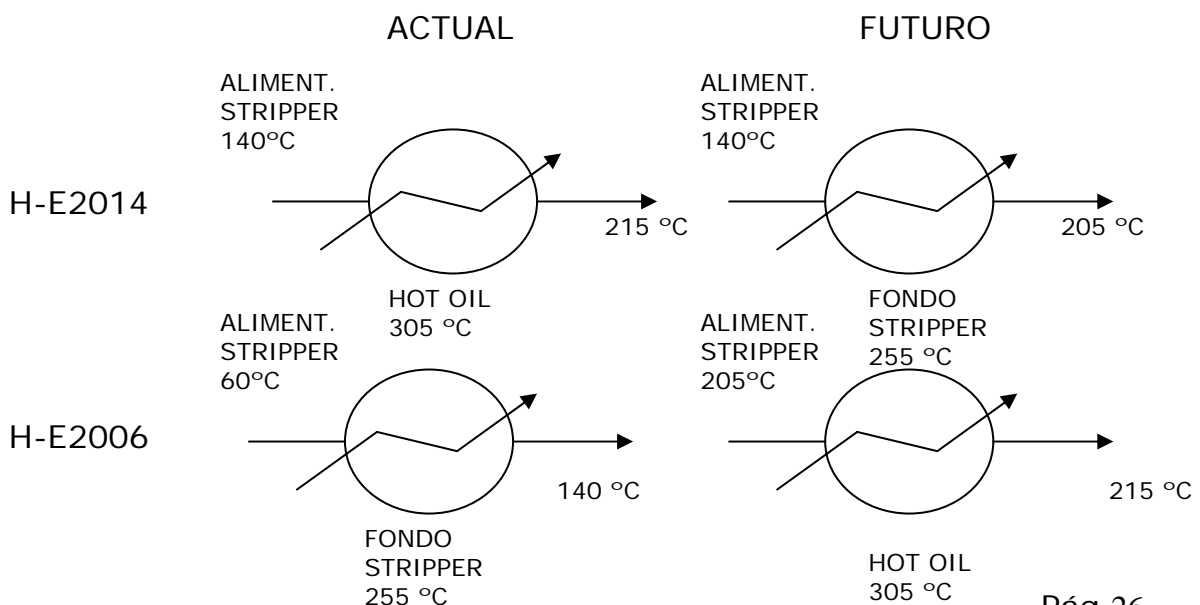
Se descarta la posibilidad de que en el cambiador H-2006 se produzca todo el salto de temperatura necesario desde los 60 °C de entrada hasta los aproximadamente 205 °C requeridos antes del H-2014 puesto que ni el cambiador fue diseñado para tal servicio, ni la corriente calefactante tiene el suficiente poder calorífico para poder llevarlo a cabo.

Por esto, y observando en el diagrama las alternativas de usos térmicos de otras corrientes del proceso, notamos que la corriente de salida por cabeza del stripper (vapores) abandona la columna a una temperatura adecuada para el precalentamiento. Así, aprovechando una fracción de esta corriente, podemos calentar el queroseno a una temperatura intermedia, luego pasar al H-2006, donde calentamos hasta los 205 °C y, finalmente, llegar a los 215 °C a través del aceite térmico. Esta alternativa es, en mucho, más viable que cualquier otra, puesto que se emplea como fluido térmico una corriente del proceso que, además, debe enfriarse para entrar en la siguiente unidad de operación. El único coste adicional achacable es la necesaria construcción, previo diseño, de un nuevo cambiador en el que se aproveche este flujo de calor alternativo.

Concretando la idea, el nuevo diseño contemplaría las siguientes etapas:

- 1) La alimentación es precalentada por una fracción (25 % más o menos) de destilado del stripper desde los 60 °C iniciales hasta una temperatura intermedia de 140 °C.
- 2) Posteriormente, se pone en contacto con la corriente de colas del stripper, alcanzando aquí unos 205 °C.
- 3) Por último, el aceite térmico proporcionaría al queroseno los 215 °C necesarios para su entrada en la columna.

Otro aspecto a tener en cuenta en este planteamiento, es que el perfil de temperaturas en los cambiadores iniciales ha cambiado con el nuevo proyecto, por lo que se hace necesario comprobar si son capaces de cumplir este servicio sometido a condiciones operacionales distintas a las que se emplearon para su diseño. Comprobando los datos en las ecuaciones de diseño (cálculos detallados en el anexo de cálculo) se concluye que solución óptima es la de realizar un cambio de servicio de los cambiadores H-2014 y H-2006, utilizándose el primero, en este caso, con la corriente de colas, mientras que el segundo pasará a usarse con el aceite térmico. Esquemáticamente, la situación final sería:



Con esto, conseguimos que el incremento de temperatura entre una situación y otra, sea:

$\Delta T$	ACTUAL	FUTURO
H-2014	75	<b>65</b>
H-2006	80	<b>10</b>

Lo cual indica, como ya preveíamos, que el aceite térmico en esta nueva configuración tendrá que afrontar un menor salto de temperatura por lo que la cantidad de combustible necesaria para volver a elevar su temperatura a la de entrada al cambiador será menor y el ahorro indicado se hará efectivo.

La situación FUTURA de la columna podemos observarla en el PLANO 2 donde se recogen todas las modificaciones junto con el nuevo cambiador.

En términos numéricos, con la puesta en servicio del nuevo cambiador H-E2013, se recuperan para el proceso 4.5 MM Kcal/h. Esta energía, que anteriormente era enviada a la atmósfera, se utiliza ahora para precalentar la alimentación al Stripper de la Nueva Planta de Parafinas.

Esto supone una reducción de consumo del Gas Natural en los hornos de 5 MM Nm<sup>3</sup> así como una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de 10000 Tm de CO<sub>2</sub> al año, puesto que están relacionados ambos aspectos directamente.

Esta reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> favorece que el proceso sea más amigable con el medio ambiente y, por otra parte, se adecue a las directrices recogidas por la Norma ISO 14000 de Sistemas Gestión Medioambiental en Empresas.



EL ahorro en Gas Natural asciende a 700000 €/año. Así mismo, la reducción de emisiones, reportará en el futuro un ahorro en los derechos de emisión<sup>6</sup> de CO<sub>2</sub> de 150000 €/año.

El proyecto supone una inversión de 450000 €, por lo que el tiempo de retorno de la inversión, sin tener en cuenta el ahorro por derechos de emisión, será aproximadamente de 11 meses.

En las cifras de ahorro y de tiempo de retorno en las que nos movemos planteando el nuevo proyecto podemos asegurar que la opción propuesta es viable y recomendable de llevar a cabo por la empresa.

---

<sup>6</sup> Con la entrada en vigor del protocolo de Kyoto, se limitan las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cada emisor, tiene asignada una cantidad máxima de toneladas de CO<sub>2</sub> a emitir. Para emitir más, hay q pagar; si se ahorran emisiones, o se deja de pagar ese exceso o se "venden derechos de emisión" de toneladas de CO<sub>2</sub>

## ANEXO A LA MEMORIA

### 1.- DOCUMENTOS DE PARTIDA

### 2.- ANEXO DE CÁLCULOS

2.1.- Justificación de la configuración energética actual

2.2.- Justificación de la configuración energética futura

2.3.- Diseño del nuevo intercambiador

3.1.- Estimación de los parámetros del cambiador

3.2.- Apreciación al servicio del nuevo  
intercambiador

2.4.- Diseño mecánico del nuevo cambiador

2.5.- Justificación del ahorro en el proceso

2.5.1.- Ahorro energético

2.5.2.- Ahorro económico

### 3.- OTROS DOCUMENTOS

3.1.- Material gráfico para el cálculo del proyecto.

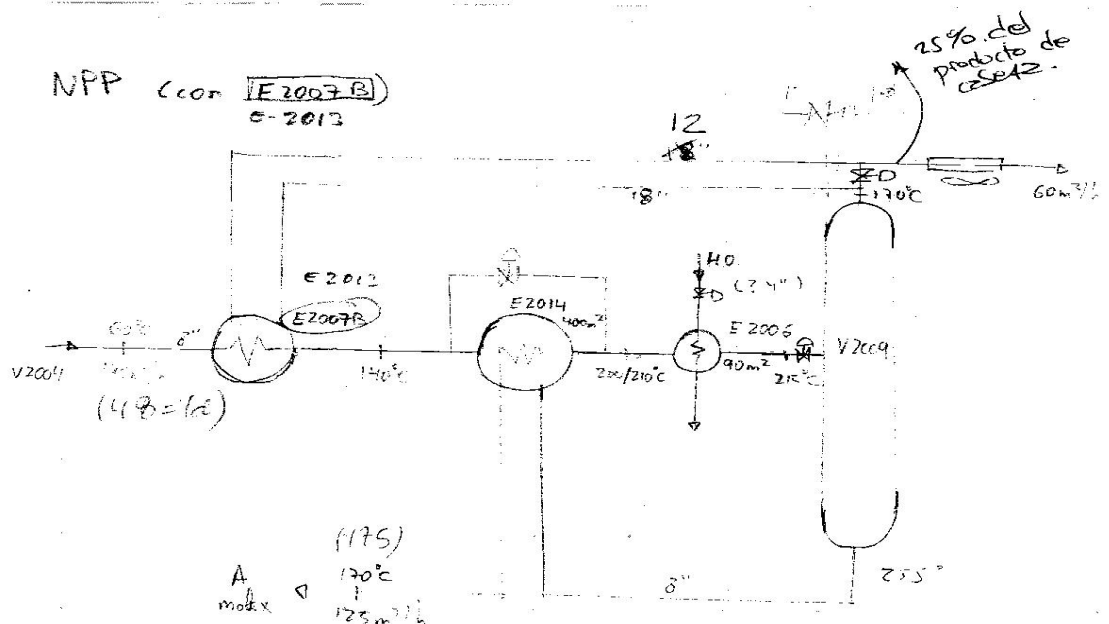
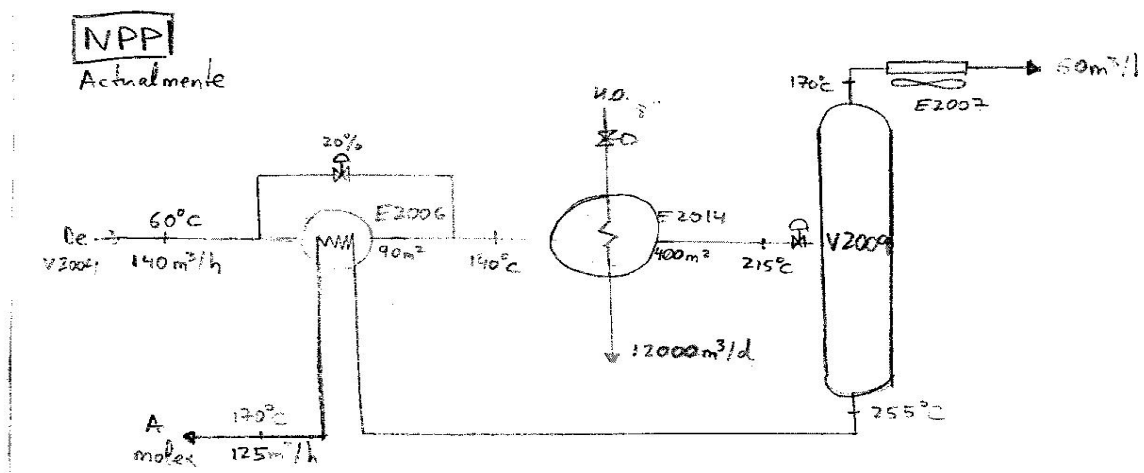
3.2.- Abreviaturas del proyecto

### 4.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 1.- DOCUMENTOS DE PARTIDA

Como se expuso al comienzo de la memoria descriptiva, este proyecto se planteó como un ejercicio práctico durante la realización de las prácticas de empresa en la factoría donde se ubica el mismo. Para ello, se me suministró el material siguiente:



1) Hoja con el boceto del ejercicio práctico:



- Área necesaria interc. alimentación/fondo (simularé) ~ 260m<sup>2</sup>
- E2014 válido como interc. alim/fondo
- E2006 necesita modificaciones para trabajar con H.O. (?)
- Obra civil necesaria únicamente para ... E2007 B (en altura)

2) Hojas de datos suministradas por el fabricante de los cambiadores H-E2006 y H-E2014

HOJA DE DATOS DEL CAMBIADOR H-E2006

		<b>HD-14093-E-03</b> Hoja 1 de 5 Edición 3	
<p><b>DEPARTAMENTO DE MECÁNICA</b></p> <p><b>ESPECIALIDAD DE EQUIPOS ESTATICOS</b></p>   <p><b><u>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</u></b></p>   <p><b><u>EQUIPO Nº H-E2006</u></b></p>			
3	22/06/01	REVISIÓN DONDE SE INDICA	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
2	21/02/01	PARA COMPRA	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>M.A.L.</div> <div>M.T.G.</div> </div>
1	17/11/00	PARA PETICIÓN DE OFERTA	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>M.A.L.</div> <div>M.T.G.</div> </div>
C.C.:	FECHA:	DESCRIPCIÓN:	REALIZADO:

		<b>HD-14093-E-03</b>			
		Hoja 2 de 5			
		Edición 3			
<b>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</b>					
			Edic.		
EQUIPO N°: H-E2006					
O.C. N°:		N° REQUERIDO: 1			
<b>DATOS GENERALES</b>					
Fabricante:		Tipo TEMA: AEU			
Servicio: ALIMENTACION/FONDOS STRIPPER		Horizontal <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/>			
Superf. Efec./Carcas	89 m <sup>2</sup>	Carcasas/Unidad	1 Superf. Total/Unidad: 89 m <sup>2</sup> 2		
Calor intercambiado	5.0972 E+06 kcal/h	MTD o LMTD corregida:	123.4 °C 2		
Coeficiente de Transferencia: Limpio: 899 kcal/hm <sup>2</sup> °C		Servicio: 556.3 kcal/hm <sup>2</sup> °C 2			
<b>FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD</b>					
		<b>LADO CARCASA</b>		<b>LADO TUBOS</b>	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
		ALIMENTACION AL STRIPPER		SALIDA FONDOS DEL STRIPPER	
Caudal total	kg/h	148830		108722 2	
Condición Física (Salido, Líquido, Vapor, Gas)		LIQUIDO		LIQUIDO	
LIQUIDO	kg/h	148830	148830	108722	108722 2
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	755	701	596	671 2
Valor del pH					
Conductividad térmica	kcal/h m °C	0.102	0.089	0.065	0.079 2
Calor específico	kcal/kg °C	0.486	0.554	0.686	0.607 2
Viscosidad	cP	0.698	0.339	0.174	0.285 2
Tensión superficial	dinas/cm				
Punto de ebullición (@ Presión Operación)	°C				
Punto de solidificación	°C				
Entalpia	kcal/kg				
VAPOR / GAS	kg/h				
Peso molecular					
Densidad	kg/m <sup>3</sup>				
Conductividad térmica	kcal/h m °C				
Calor específico	kcal/kg °C				
Viscosidad	cP				
Entalpia	kcal/kg				
Punto de rocío	°C				
INCONDENSABLES	kg/h				
Peso molecular					
VAPOR DE AGUA	kg/h				
AGUA	kg/h				
Temperatura de operación	°C	48	113.8	247.6	175 2
Presión de operación	kg/cm <sup>2</sup> (g)	8.6		1.8 2	
Número de pasos por elemento		1		2	
Pérdida de carga (Admisible/Calculada)	kg/cm <sup>2</sup>	0.7 / 0.48		0.7 / 0.4 2	
Velocidad (Punto medio)	m/s	1.12		2.21 2	
Coeficiente de ensuciamiento	m <sup>2</sup> h °C/kcal	0.0003		0.0003	
Coeficiente de película (medio)	kcal/h m <sup>2</sup> °C				
<b>OBSERVACIONES:</b>					
(1) Salvo indicación en contrario, los datos físicos están referidos a las temperaturas de entrada y salida					

		<b>HD-14093-E-03</b>	
		Hoja 3 de 5	
		Edición 3	
<b>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</b>			
Edic.			
EQUIPO N°: H-E2006			
<b>DISEÑO</b>			
		<b>LADO CARCASA</b>	<b>LADO TUBOS</b>
Presión de diseño	kg/cm <sup>2</sup> (g)	10.5	7.0
Presión de prueba inicial:	kg/cm <sup>2</sup> (g)	18.9	12.6
Presión de prueba periódica (1):	kg/cm <sup>2</sup> (g)	13.125	8.75
Temperatura de diseño	°C	140	280
Tolerancia de corrosión	mm	3	3
Disposición de flujo: Conectado en: paralelo <input type="checkbox"/> serie <input type="checkbox"/>			
Código requerido		TEMA Clase: R	
Sello código:			
<b>CARCASA:</b>			
Diámetro Interior: <input checked="" type="checkbox"/> Exterior <input type="checkbox"/> Nominal <input type="checkbox"/>		545 mm <input type="checkbox"/>	
<b>TUBOS:</b>			
Tipo de tubo:	LISO Núm.: 248	Diám. ext.: 19,05 mm	Expesor min. <input checked="" type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> BWG 14 <input type="checkbox"/> 2
Longitud:	6000 mm	Paso 25,4 mm	Situación: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Tubos en ventana:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Haz de tubos desmontable: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>DEFLECTORES:</b>			
Deflectores transversales: Tipo:		HORIZ. SEGM. Núm.: 18 Espaciamiento: 297 mm 2	
% Corte	30.7	En diámetro <input checked="" type="checkbox"/>	En área <input type="checkbox"/> 2
Posición del corte		Horizontal <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/>	
Deflectores longitudinales:		SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> Tipo de sellado:	
<b>OTROS:</b>			
Junta de expansión:		SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> Tipo:	
Placa de choque:		SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Posición: EN HAZ	
PRECAUCIÓN: Este intercambiador opera:			
- En servicio letal		SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
- En servicio de gas ácido		SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
- En servicio de aguas ácidas		SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
- En servicio de hidrógeno		SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> Presión parcial hidrógeno: _____ kg/cm <sup>2</sup> a	
<b>FABRICACIÓN</b>			
Unión de tubos - placa tubular:		EXPANSIONADO Y SOLDADURA DE SELLADO	
Radiografiado:		POR PUNTOS	
Tratamiento térmico post-soldadura: NO			
Peso en vacío (carcasa y haz):		3031 kg 2	
Peso del haz:		1561 kg 2	
Peso lleno de agua:		4566 kg 2	
Espesor de aislamiento:		Lado carcasa: 50 mm	Lado tubos: 80 mm Tipo H.C. 3
Preparación de la superficie exterior: S/ESPECIFICACIONES ESP.-4206-1 Y E-14093-L-01.			
Pintura de la superficie exterior: S/ESPECIFICACIONES ESP.-4206-1 Y E-14093-L-01.			
Inspección por: INTECSA-UHDE INDUSTRIAL S.A.			
<b>OBSERVACIONES:</b>			
(1) Según ITT MIE AP-6 del R.A.P.			
(2) N° de pleinas de sellado = 2			

		HD-14093-E-03
		Hoja 4 de 5
		Edición 3
HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO		
EQUIPO N°: H-E2006		Edic.
<b>MATERIALES</b>		
PARTE	MATERIAL	
Carcasa		
Fondo fijo carcasa	SA-516 Gr. 60	
Chapas de refuerzo en carcasa	SA-516 Gr. 60	
Bridas de cuerpo carcasa	SA-516 Gr. 60	
Junta de expansión	SA-105 N	
Distribuidor		
Fondo fijo distribuidor	SA-516 Gr. 60	
Tapa desmontable distribuidor		
Chapas de refuerzo en distribuidor	SA-105 N	
Bridas de cuerpo distribuidor	SA-516 Gr. 60	
Tubos	SA-105 N	
Placa tubular estacionaria	SA-179 (Sin soldadura)	
Placa tubular flotante	SA-266 Gr. 2	3
Fondo cabezal flotante		
Brida cabezal flotante		
Contrabrida cabezal flotante		
Deflectores y/o placas soporte		
Tirantes	SA-285 Gr. C	
Espaciadores	SA-36	
Placa de choque	SA-179	3
Chapas de partición	SA-240 Tp. 304	
Pletinas de sellado	SA-516 Gr. 60	
Cuello tubuladuras - lado carcasa	SA-285 Gr. C	
Cuello tubuladuras - lado tubos	SA-106 Gr. B	
Brida tubuladuras - lado carcasa	SA-106 Gr. B	
Brida tubuladuras - lado tubos	SA-105 N	
Tornillería bridas externa :Espárragos	SA-105-N	
(Lado carcasa) :Tuercas	SA-193 Gr. B7	
	SA-194 Gr.2H	
Tornillería bridas externas :Espárragos	SA-193 Gr. B7	
(Lado tubos) :Tuercas	SA-194 Gr. 2H	
Tornillería bridas cabezal flotante :Espárragos		
	:Tuercas	
Juntas - lado carcasa	METALOPLASTICAS	
Juntas - lado tubos	METALOPLASTICAS	
Empaquetadura salida		
Soportes (cunas, ménsulas, etc.)		
Placas de puesta a tierra	SA-285 Gr. C	
Orejetas de izado	SA-240 Tp. 304	
Clips	SA-516 Gr. 60	
	SA-516 Gr. 60	
<b>OBSERVACIONES:</b>		
(1) Denominación de acuerdo con ASME. Sección II, Parte A, ó ASTM.		

		HD-14093-E-03
		Hoja 5 de 5
		Edición 3
HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO		Edic.
EQUIPO N°: H-E2006		
<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>		
<b>1. PLANOS</b>		
X	14093-E-103	
<b>2. ESPECIFICACIONES GENERALES</b>		
<b>A) DE CEPESA</b>		
X	ESP.-0100-1 (Bases de diseño)	
X	ESP.-1105-01 (Diseño de cambiadores de calor Tipo Carcasa y Tubos)	
X	ESP.-4101-4 (Ignifugado)	
X	ESP.-4205-1 (Aislamiento térmico)	
Y	ESP.-4206-1 (Pinturas Industriales)	
<b>B) DE U.O.P.</b>		
X	4-11-0 (Heat Exchangers Shell and Tube Type)	
X	SPEC 251 (Heat Exchangers)	
<b>C) DE INTECSA-UHDE INDUSTRIAL, S.A.</b>		
X	E-14093-D-01 (Complementaria a la 0100-1)	
X	E-14093-D-07 (Soldadura de equipos estáticos a presión)	
X	E-14093-D-08 (Inspección en la fabricación de equipos estáticos a presión)	
X	E-14093-D-09 (Examen Ultrasonico de Materiales forjados y laminados)	
X	E-14093-D-10 (Instrucciones Técnicas a los Fabricantes)	
X	E-14093-D-11 (Pruebas de Equipos Estáticos a Presión)	
X	E-14093-D-12 (Preparación de equipos estáticos a Presión para Transporte Marítimo o Fluvial)	
X	E-14093-D-13 (Criterios de aceptación de daños en bridas)	
X	E-14093-E-01 (Complementaria a la ESP.-1105-01)	
X	E-14093-E-02 (Prueba de fugas por halógenos)	
X	E-14093-L-01 (Particular Pinturas Industriales)	
<b>3. ESPECIFICACIONES DE SUMINISTRO</b>		
X	E-14093-E-11 (Suministro de Intercambiadores de Calor de Carcasa y Tubos)	
<b>4. PLANOS STANDARD</b>		
<b>A) STANDARS DE CEPESA</b>		
X	STD-E-7 (Tornillos de desbloqueo)	
X	STD-E-9 (Tapones para conexiones roscadas)	
X	STD-E-15 (Tapón sellado taladros ventil. Dren. En placa part.)	
X	STD-E-32 (Placas de características para cambiadores)	
X	STD-RP-050 (Cargas mínimas admisible en conexiones)	
<b>B) STANDARS DE I.U.I.</b>		
X	SE-1 (Cunas para intercambiadores horizontales (4 hojas))	
X	SE-2 (Silletas soporte para interc. Verticales (2 hojas))	
X	SE-4 (Ranurado taladr. Tubos para placas tubulares (2 hojas))	
X	SE-6 (Posición de manguitos en conexiones)	
X	SE-8 (Orejetas de elevación para intercambiadores)	
X	SE-10 (Mecanizado para asiento de tuercas)	
X	SE-13 (Pieza de conexión para anillo partido)	
X	SE-18 (Pernos de ojo para intercambiadores)	
<b>OBSERVACIONES</b>		



HOJA DE DATOS DEL CAMBIADOR H-E2014

				<b>HD-14093-E-05</b>	
				Hoja 1 de 5	
				<b>Edición 3</b>	
<p><u>DEPARTAMENTO DE MECÁNICA</u></p> <p><u>ESPECIALIDAD DE EQUIPOS ESTÁTICOS</u></p>    <p><u>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</u></p>  <p><u>EQUIPO Nº H-E2014.</u></p>					
3	22/06/01	REVISIÓN DONDE SE INDICA			
2	21/02/01	PARA COMPRA		M.A.L.	M.T.G.
1	17/11/00	PARA PETICIÓN DE OFERTA		M.A.L.	M.T.G.
EDIC.	FECHA	DESCRIPCIÓN		REALIZADO	APROBADO

						<b>HD-14093-E-05</b>
						Hoja 2 de 5
						<b>Edición 3</b>
<b>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</b>						
EQUIPO N° H-E2014						Edic.
O.C. N°:		N° REQUERIDO: 1				
<b>DATOS GENERALES</b>						
Fabricante:						Tipo TEMA: AFU
Servicio: ALIMENTACIÓN A STRIPPER		Horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		Vertical <input type="checkbox"/>		
Superf.Efec./Carcasa: 401 m <sup>2</sup>		Carcasas/Unidad: 1		Superf.Total/Unidad: 401		m <sup>2</sup>
Calor intercambiado: 9.179 E+06 kcal/h		MTD o LMTD corregida: 97.1				°C
Coeficiente de Transferencia: Limpio: 445.4 kcal/hm <sup>2</sup> °C		Servicio: 326.9				kcal/hm <sup>2</sup> °C
<b>FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD</b>						
		<b>LADO CARCASA</b>		<b>LADO TUBOS</b>		
		Entrada	Salida	Entrada	Salida	
Fluidos circulantes		ALIMENTACION STRIPPER		HOT-OIL		
Caudal total kg/h		148830		185142		2
Condición Física (Salido, Líquido, Vapor, Gas)		LÍQUIDO + GAS		LÍQUIDO		
<b>LÍQUIDO</b> kg/h		148830	148235	185142	185142	2
Densidad kg/m <sup>3</sup>		701	594	803	870	2
Valor del pH						
Conductividad térmica kcal/h m °C		0.089	0.089	0.081	0.088	2
Calor específico kcal/kg °C		0.554	0.664	0.618	0.547	2
Viscosidad cP		0.340	0.163	0.505	0.722	2
Tensión superficial dinas/cm						
Punto de ebullición (@ Presión Operación) °C						
Punto de solidificación °C						
Entalpia kcal/kg						
<b>VAPOR / GAS</b> kg/h			595			2
Peso molecular						
Densidad kg/m <sup>3</sup>						
Conductividad térmica kcal/h m °C			0.037			2
Calor específico kcal/kg °C			0.579			2
Viscosidad cP			0.012			2
Calor latente kcal/kg			350.6			2
Punto de rocío °C						
<b>INCONDENSABLES</b> kg/h						
Peso molecular						
<b>VAPOR DE AGUA</b> kg/h						
<b>AGUA</b> kg/h						
Temperatura de operación °C		113.8	215	305	220	2
Presión de operación kg/cm <sup>2</sup> (g)			7.9		6.1	3
Número de pasos por elemento			2		2	
Pérdida de carga (Calculada/Admisible) kg/cm <sup>2</sup>			0.7 / 0.54		0.7 / 0.09	2
Velocidad (Punto medio) m/s			0.7		0.63	2
Coeficiente de ensuciamiento m <sup>2</sup> h °C/kcal			0.0003		0.0004	
Coeficiente de película (medio) kcal/h m <sup>2</sup> °C						
<b>OBSERVACIONES:</b>						
(1) Salvo indicación en contrario, los datos físicos están referidos a las temperaturas de entrada y salida						
(2) Se adjunta CURVA DE EVAPORACIÓN						

		<b>HD-14093-E-05</b>	
		Hoja 3 de 5	
		<b>Edición 3</b>	
<b>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</b>			
			Edic.
<b>EQUIPO N° H-E2014</b>			
<b>DISEÑO</b>			
		<b>LADO CARCASA</b>	<b>LADO TUBOS</b>
Presión de diseño	kg/cm <sup>2</sup> (g)	10.5	13.0
Presión de prueba inicial:	kg/cm <sup>2</sup> (g)	13.6	16.9
Presión de prueba periódica (1):	kg/cm <sup>2</sup> (g)	13.125	16.25
Temperatura de diseño	°C	250	340
Tolerancia de corrosión	mm	3.0	3.0
Disposición de flujo:	Conectado en:	paralelo <input type="checkbox"/>	serie <input type="checkbox"/>
Código requerido	TEMA Clase: R		
Sello código:			
<b>CARCASA:</b>			
Diametro Interior:	<input checked="" type="checkbox"/> Exterior <input type="checkbox"/> Nominal <input type="checkbox"/>	1130 mm	
<b>TUBOS:</b>			
Tipo de tub LIS	Num: 1118	Diám. ext: 19,05 mm	Espesor: min <input checked="" type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/>
Longitud:	6000 mm	Paso: 25,4 mm	Situación: <input type="checkbox"/> ← <input checked="" type="checkbox"/> →
			BWG 14
			2
Tubos en ventan:	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Haz de tubos desmontable:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
<b>DEFLECTORES:</b>			
Deflectores transversales:	Tipo: VERT. NTIW	Núm.: 12	Espaciamiento: 441 mm
% Corte	15	En diámetro <input checked="" type="checkbox"/> En área <input type="checkbox"/>	2
Posición del corte	Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical <input checked="" type="checkbox"/>		
Deflectores longitudinales:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Tipo de sellado:	TIPO I S/STD SE-14
<b>OTROS:</b>			
Junta de expansión:	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Tipo:	
Placa de choque:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Posición:	EN HAZ
<b>PRECAUCIÓN:</b> Este intercambiador opera:			
- En servicio letal SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>			
- En servicio de gas ácido SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>			
- En servicio de aguas ácidas SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>			
- En servicio de hidrógeno SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> Presión parcial hidrógeno: _____ kg/cm <sup>2</sup> a			
<b>FABRICACIÓN</b>			
Unión de tubos - placa tubular:	EXPANSIONADO Y SOLDADURA DE SELLADO		
Radiografiado:	POR PUNTOS		
Tratamiento térmico post-soldadura:	NO		
Peso en vacío (carcasa y haz):	12187	kg	2
Peso del haz:	7498	kg	2
Peso lleno de agua:	19257	kg	2
Espesor de aislamiento:	80	mm	Tipo H.C. <span style="float: right;">3</span>
Preparación de la superficie exterior:	S/ESPECIFICACIONES ESP-4206.1 Y E-14093.L.01		
Pintura de la superficie exterior:	S/ESPECIFICACIONES ESP-4206.1 Y E-14093-L.01		
Inspección por:	INTECSA-UHDE INDUSTRIAL, S.A.		
<b>OBSERVACIONES:</b>			
(1) Según ITT MIE AP-6 del R.A.P.			

		<b>HD-14093-E-05</b>
		Hoja 4 de 5
		<b>Edición 3</b>
<b>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</b>		Edic.
EQUIPO N° H-E2014		
<b>MATERIALES</b>		
PARTE	MATERIAL	
Carcasa	SA-516 Gr. 60	
Fondo fijo carcasa	SA-516 Gr. 60	
Chapas de refuerzo en carcasa	SA-516 Gr. 60	
Bridas de cuerpo carcasa	SA-105 N	
Junta de expansión		
Distribuidor	SA-516 Gr. 60	
Fondo fijo distribuidor		
Tapa desmontable distribuidor	SA-105 N	
Chapas de refuerzo en distribuidor	SA-516 Gr. 60	
Bridas de cuerpo distribuidor	SA-105 N	
Tubos	SA-179 (Sin soldadura)	
Placa tubular estacionaria	SA-105 N	
Placa tubular flotante		
Fondo cabezal flotante		
Brida cabezal flotante		
Contrabrida cabezal flotante		
Deflectores y/o placas soporte	SA-285 Gr. C	
Tirantes	SA-36	
Espaciadores	SA-53 Gr. A	
Placa de choque	SA-240 Tp. 304	
Chapas de partición	SA-516 Gr. 60	
Pletinas de sellado	SA-285 Gr. C	
Cuello tubuladuras - lado carcasa	SA-106 Gr. B	
Cuello tubuladuras - lado tubos	SA-106 Gr. B	
Brida tubuladuras - lado carcasa	SA-105 N	
Brida tubuladuras - lado tubos	SA-105 N	
Tornillería bridas externa :Espárragos	SA-193 Gr. B7	
(Lado carcasa) :Tuercas	SA-194 Gr. 2H	
Tornillería bridas externas :Espárragos	SA-193 Gr. B7	
(Lado tubos) :Tuercas	SA-194 Gr. 2H	
Tornillería bridas cabezal flotante :Espárragos		
:Tuercas		
Juntas - lado carcasa	METALOPLASTICAS	
Juntas - lado tubos	METALOPLASTICAS	
Empaquetadura salida		
Soportes (cunas, ménsulas, etc.)	SA-285 Gr. C	
Placas de puesta a tierra	SA-240 Tp. 304	
Orejetas de izado	SA-516 Gr. 60	
Clips	SA-516 Gr. 60	
<b>OBSERVACIONES:</b>		
(1) Denominación de acuerdo con ASME, Sección II, Parte A, ó ASTM.		

		<b>HD-14093-E-05</b>
		Hoja 5 de 5
		Edición 3
<b>HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBO</b>		
EQUIPO N° H-E2014		Edic.
<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>		
<b>1. PLANOS</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	14093-E-105	
<b>2. ESPECIFICACIONES GENERALES</b>		
<b>A) DE CEPESA</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	ESP-0100-1	(Bases de diseño)
<input checked="" type="checkbox"/>	ESP-1105-01	(Diseño de cambiadores de calor Tipo Carcasa y Tubos)
<input checked="" type="checkbox"/>	ESP-4101-4	(Ignífugado)
<input checked="" type="checkbox"/>	ESP-4205-1	(Aislamiento térmico)
<input checked="" type="checkbox"/>	ESP-4206-1	(Pinturas Industriales)
<b>B) DE U.O.P.</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	4-11-0	(Heat Exchangers Shell and Tube Type)
<input checked="" type="checkbox"/>	SPEC 251	(Heat Exchangers)
<b>C) DE INDECSA-UHDE INDUSTRIAL, S.A.</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-01	(Complementaria a la 0100-1)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-07	(Soldadura de equipos estáticos a presión)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-08	(Inspección en la fabricación de equipos estáticos a presión)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-09	(Examen Ultrasonico de Materiales forjados y laminados)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-10	(Instrucciones Técnicas a los Fabricantes)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-11	(Pruebas de Equipos Estáticos a Presión)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-12	(Preparación de equipos estáticos a Presión para Transporte Marítimo o Fluvial)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-D-13	(Criterios de aceptación de daños en bridas)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-E-01	(Complementaria a la ESP-1105-01)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-E-02	(Prueba de fugas por halógenos)
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-L-01	(Particular Pinturas Industriales)
<b>3. ESPECIFICACIONES DE SUMINISTRO</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	E-14093-E-11	(Suministro de Intercambiadores de Calor de Carcasa y Tubos)
<b>4. PLANOS STANDARD</b>		
<b>A) STANDARS DE CEPESA</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	STD-E-7	(Tornillos de desbloqueo)
<input checked="" type="checkbox"/>	STD-E-9	(Tapones para conexiones roscadas)
<input checked="" type="checkbox"/>	STD-E-15	(Tapón sellado taladros ventil. Dren. En placa part.)
<input checked="" type="checkbox"/>	STD-E-32	(Placas de características para cambiadores)
<input checked="" type="checkbox"/>	STD-RP-050	(Cargas mínimas admisible en conexiones)
<b>B) STANDARS DE I.U.I.</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-1	(Cunas para intercambiadores horizontales (4 hojas))
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-2	(Silletas soporte para interc. Verticales (2 hojas))
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-4	(Ranurado taladr. Tubos para placas tubulares (2 hojas))
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-6	(Posición de manguitos en conexiones)
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-8	(Orejetas de elevación para intercambiadores)
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-10	(Mecanizado para asiento de tuercas)
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-14	(Detalle plantinas de sellado para deflector longitudinal)
<input checked="" type="checkbox"/>	SE-18	(Pernos de ojo para intercambiadores)
<b>OBSERVACIONES</b>		

3) Bibliografía básica sobre diseño de intercambiadores (recogida en el apartado de BIBLIOGRAFÍA del proyecto) así como asesoramiento del tutor en el cálculo de determinados aspectos y cuestiones que se me presentaron durante la resolución del problema.

## 2.- ANEXO DE CÁLCULO

### 1.- Justificación de la configuración energética actual

En el PLANO 1 aparece descrita con detalle la configuración energética de la columna antes de presentar la propuesta de este proyecto. Para una mejor comprensión y un mejor cálculo justificativo, se dividirá dicho esquema en los subsiguientes cambiadores que lo componen y se realizará el cálculo de cada uno por separado.

Es conveniente antes de realizar el cálculo indicado anteriormente, reflejar aquí la base teórica sobre la que se apoya el cálculo de los intercambiadores.

Para cualquier que sea el tipo de aparato utilizado, si sólo se consideran las condiciones de entrada y salida de los fluidos, se puede establecer el balance térmico global del aparato escribiendo que la cantidad de calor Q perdida por el fluido caliente es igual a la que gana el fluido frío, si se desprecian las pérdidas térmicas.

$$Q=M(H_1 - H_2)=m(h_2 - h_1)$$

Las letras mayúsculas se reservan para el fluido caliente y las minúsculas para el fluido frío, mientras que los índices 1-2 corresponden respectivamente, a las condiciones de entrada y salida. M y m representan los caudales máscicos horarios de los fluidos; H y h las entalpías de los fluidos en función de sus temperaturas, T y t.

Por otra parte, se puede aplicar la ecuación de Fourier al conjunto del aparato:

$$Q=A \frac{\Delta t_m}{\Sigma R} =U \cdot A \cdot \Delta t_m$$

$A$  = superficie total de intercambio de calor del aparato

$U$  = coeficiente de transmisión global

$\Delta t_m$  = diferencia media de temperatura entre los dos fluidos

$\Sigma R$  = suma de resistencias a la transmisión de calor

$A$ , es una característica geométrica calculable,  $U$  es función de la disposición interna de los tubos, de número de pasos y de las características del movimiento de los fluidos y de los propios fluidos.  $U$  será función de punto, aunque adoptaremos un valor medio para el cálculo del aparato.

La evolución de la temperatura de cada fluido a partir de la temperatura de entrada  $T_1$  y  $t_1$  condiciona directamente el valor medio.  $\Delta t_m$  es función de:

- La naturaleza y caudales respectivos de los dos fluidos
- El sentido del movimiento relativo de los dos fluidos que pueden circular, ya sea a contracorriente pura o a corrientes paralelas, para los aparatos de varios pasos.

El estudio de la diferencia media de temperatura en un aparato se efectuara suponiendo que el coeficiente global de transmisión  $U$  es constante, así como los calores específicos de los fluidos y que no hay cambio de fase.

Existen numerosas configuraciones de flujo de los intercambiadores denominados da carcasa y haz, como los que nos ocupan, dependiendo del número de pasos<sup>1</sup> que presenten. En nuestro caso, el intercambiador H-E2006 es presenta una configuración de flujo 1-2 (un paso por carcasa, dos pasos por tubos) mientras que para el H-E2014 es de 2-2. A efectos de cálculo la configuración 2-2 es algo más compleja puesto que no corresponde a un flujo sencillo (a contracorriente o en paralelo<sup>2</sup>) sino a flujo

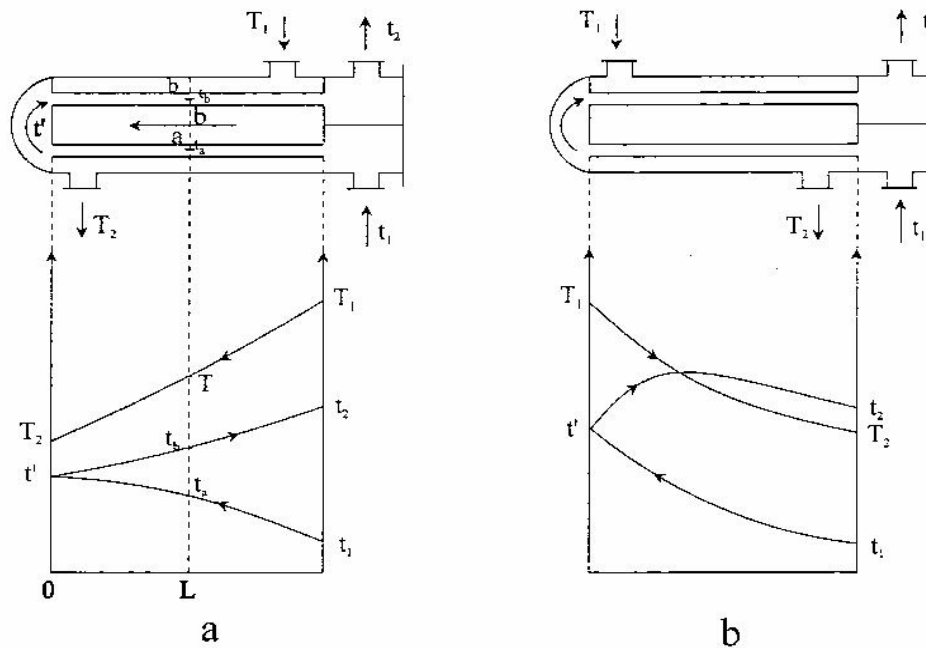
---

<sup>1</sup> Paso es el número de veces que el fluido caliente o frío circula a través de toda la longitud de la carcasa o de los tubos en un sentido u otro.

<sup>2</sup> Contracorriente: los dos fluidos circulan en sentidos de flujo opuestos  
Paralelo: los dos fluidos circulan en el mismo sentido de flujo



cruzado, aunque esta complicación puede simplificarse puesto que los resultados obtenidos en un caso o en otro son similares. Por tanto, trataremos a los cambiadores como si fueran 1-2 ambos. El esquema de estos, sería:



Aplicando el balance térmico global al aparato, nos resulta:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta t_m = M \cdot C (T_1 - T_2) = m \cdot c (t_2 - t_1)$$

puesto que el fluido que va por los tubos realiza dos pasos, este balance debe dividirse en dos: desde 0 a L (primer paso por los tubos) y desde L otra vez hasta el principio del tubo (segundo paso) e integrar las ecuaciones obtenidas Este desarrollo matemático es complejo y no es objeto del proyecto por lo que se mostraran únicamente las ecuaciones finales obtenidas del mismo. Así, la expresión general del balance térmico, quedaría:

$$Q = U \cdot A \cdot F \cdot \Delta T_{ml}$$

El valor de F mide la eficacia del aparato si se compara con contracorriente pura. Es un factor de corriente sobre el calor intercambiado si el intercambiador tuviera una configuración de contracorriente pura. Se aconseja en los cálculos de intercambiadores, no adoptar valores de F inferiores a 0,75-0,8 mientras que el valor de  $\Delta T_{ml}$  se establece a través de la expresión:

$$\Delta T_{ml} = \frac{t_2 - t_1}{\frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)}}$$

En resumen, para el cálculo de los intercambiadores emplearemos las expresiones siguientes:

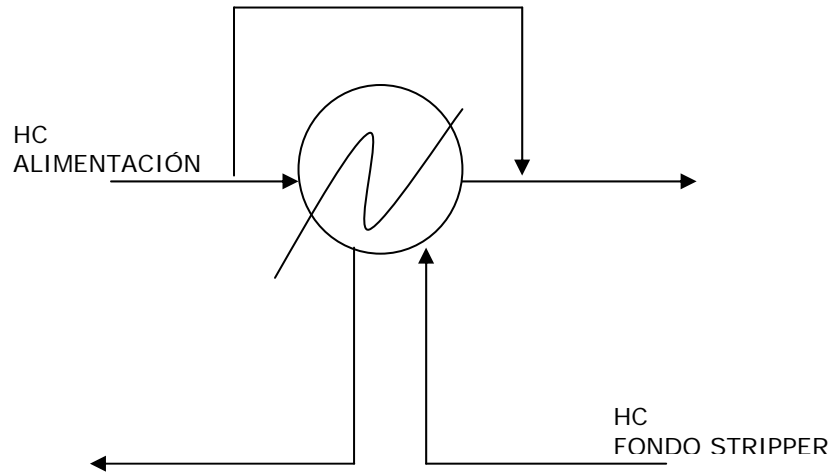
$$Q = U \cdot A \cdot \Delta t_m = M \cdot C \cdot (T_1 - T_2) = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q = U \cdot A \cdot F \cdot \Delta T_{ml}$$

Las propiedades físicas de las sustancias, necesarias para el cálculo se extraerán de las hojas de datos de cada intercambiador mientras que para los coeficientes globales de transmisión de calor, U, se adoptarán los valores estimados por la empresa, recogidos también en la correspondiente hoja de datos.

INTERCAMBIADOR H-E-2006

El esquema de dicho cambiador puede describirse de la siguiente forma:



En la siguiente tabla aparecen reflejadas las condiciones de operación y propiedades más relevantes para el cálculo del cambiador.

CAMBIADOR DE CALOR E-2006												
PROPIEDADES	CAUDAL MÁSIKO (Kg/h)	TEMPERATURA °C <sup>3</sup>		PRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD Kg/cm <sup>3</sup>		COND.TÉRMIC A Kcal/h m °C		CALOR ESPECIF. Kcal/kg °C		VISCOSIDAD cP	
		Entrada	Salida		Ent	Sal	Entr	Sal	Ent	Sal	Ent	Sal
HC ALIMENTACIÓN	148830	48	113,8	8.6	756	701	0,102	0,089	0,486	0,554	0,698	0,339
HC FONDO STRIPPER	108722	247,6	175	1,8	596	671	0,065	0,079	0,686	0,607	0,174	0,285

Seguidamente, deberemos aplicar las ecuaciones de diseño con los datos proporcionados. Para ello, seguiremos un ejemplo de cálculo sobre este cambiador aceptando que los pasos a tener en cuenta en los demás serán idénticos y, por tanto, no necesaria la repetición de los mismos.

Primeramente, calculamos la cantidad de calor transferida por uno de los fluidos. No importa el que escojamos puesto que debe ser la misma para los dos ya que la misma cantidad calor que pierde uno se lo cede al otro y viceversa. Emplearemos la ecuación:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta t_m = M \cdot C \cdot (T_1 - T_2) = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Si la aplicamos con los datos del hidrocarburo de alimentación (fluido frío) la cantidad de calor transferida sería de

$$Q = 148830 \cdot 0,52 \cdot (113,8 - 48) = 5092367,28 \text{ Kcal/h}$$

sustituyendo este resultado en la expresión

$$Q = U \cdot A \cdot F \cdot \Delta T_m$$

despejando, obtenemos un valor de área de intercambio de calor de:

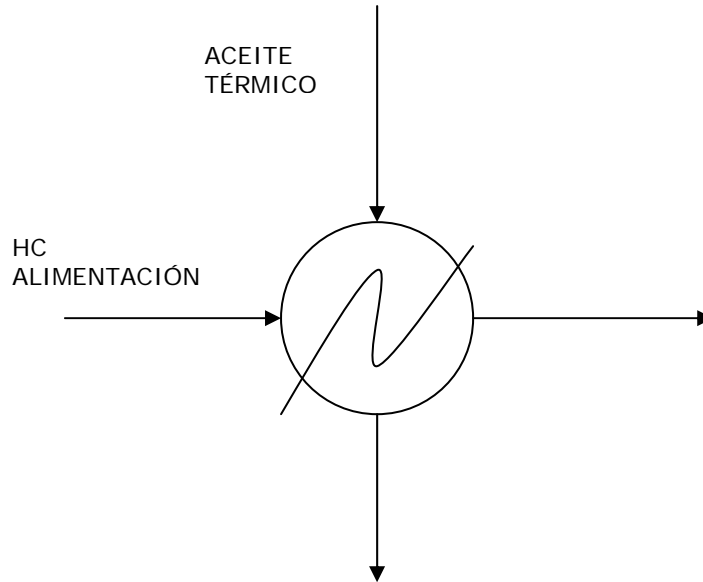
$$A = \frac{5092367,28}{899 \cdot 68,9} = \mathbf{83 \text{ m}^2}$$

$$U^4 = 899 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_m = \frac{(247,6 - 175) - (113,8 - 48)}{2,3 \cdot \text{Log} \frac{(247,6 - 175)}{(113,8 - 48)}} = 68,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

INTERCAMBIADOR DE CALOR H-E2014

El esquema de este cambiador sería:



Las condiciones de operación y propiedades físicas de las sustancias serán las reflejadas en la siguiente tabla:

CAMBIADOR DE CALOR E 2014												
PROPIEDADES	CAUDAL MÁSIICO (Kg/h)	TEMPERATURA °C		PRESIÓN Kg/cm2	DENSIDAD Kg/cm3		COND. TÉRMICA Kcal/h m °C		CALOR ESPECIF. Kcal/kg °C		VISCOSIDAD cP	
		Entrada	Salida		Ent	Sal	Entr	Sal	Ent	Sal	Ent	Sal
HC ALIMENTACIÓN	148830	113,5	215	7,9	701	594	0,089	0,069	0,554	0,664	0,340	0,163
HC FONDO STRIPPER	185142	305	220	6,1	803	870	0,081	0,088	0,618	0,547	0,505	0,722

Omitiendo los cálculos, el resultado final que obtendremos para este caso es el que sigue:

$$Q = 9172511,96 \text{ Kcal/h (para el HC alimentación)}$$

$$A \approx 302 \text{ m}^2$$

para

$$U = 326,9 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}$$

$$\Delta T = 93 \text{ °C}$$

En resumen, las características de los cambiadores serán las recogidas en la siguiente tabla:

	TEMPERATURA		COEFICIENTE TRANSMISIÓN DE CALOR		ÁREA INTER. CALOR <sup>2</sup>	Nº PASOS CARCA SA	Nº PASOS TUBOS
	ENTRADA	SALIDA	LIMPIO	SUCIO			
CAMBIADOR H-E2006	48 <sup>1</sup>	113,8	899	556,3	89	1	2
	247,6	175					
CAMBIADOR H-E2014	113,8	215	445,4	326,9	401	2	2
	305	220					

<sup>1</sup> Para cada cambiador, se indica la temperatura del HC Alimentación en la parte superior mientras que la del fluido térmico se escribe en la parte inferior.

<sup>2</sup> Se estiman como áreas reales de intercambio de calor las que suministra el fabricante en las hojas de datos.

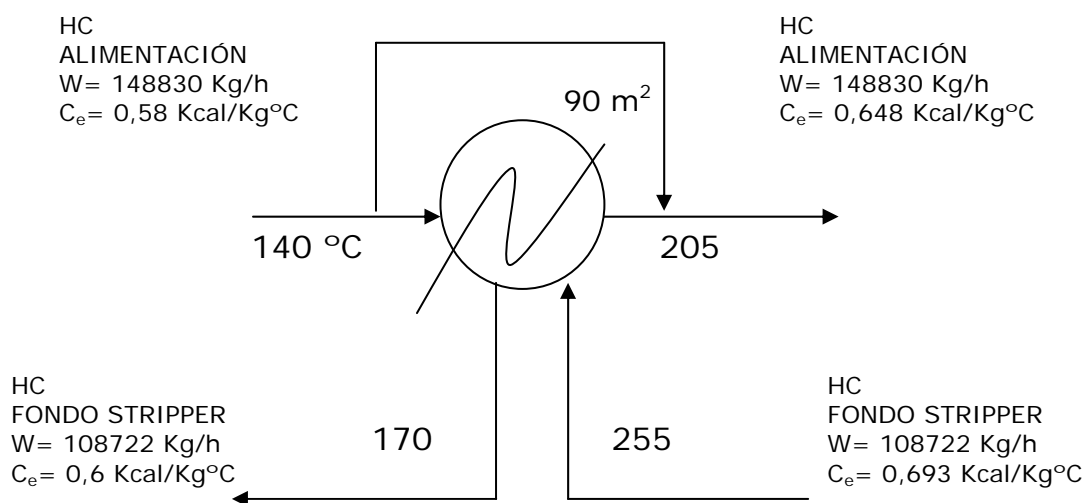
Una vez calculados todos los parámetros de los cambiadores, justificamos la configuración actual notando que el diseño de los mismos es adecuado al servicio que deben llevar a cabo y, además, la configuración energética propuesta economiza el proceso al recuperar para este una importante cantidad de calor que, de no ser porque es suministrada por la corriente de cola del stripper, debería ser proporcionada por un fluido térmico, lo que conllevaría un aumento importante en los costes del proceso.

## 2.- Justificación de la configuración energética futura

Como ya se trató en la memoria, al analizar las posibles alternativas de optimización del proceso, se concluyó que la más viable de todas era la recuperación al proceso de una parte del calor de la corriente que sale por cabeza del stripper de modo que así conseguiríamos emplear un menor consumo de gas natural en los hornos al abandonar el aceite térmico el proceso a una temperatura mayor que en la configuración energética anterior.

Esta modificación daba lugar también a que se produjera un cambio de servicio entre los cambiadores H-E2006 y H-E2014 al estar sometidos a condiciones de proceso distintas a las de su diseño, y de esta forma, se lograba un aprovechamiento más óptimo de ambos.

En la nueva configuración, el cambiador H-E2006 se empleará para el contacto entre el queroseno de alimentación con la corriente del aceite térmico. La justificación de este cambio puede establecerse en base a demostrar que este cambiador no era capaz de soportar las condiciones de servicio a las que fuera sometido en caso de que no se hubiera hecho efectivo el cambio. En esta hipotética situación, el esquema del cambiador H-E2006 sería el siguiente:





La forma de proceder en este caso es análoga a la seguida en los cálculos del apartado anterior, esto es, aplicaremos las ecuaciones de diseño a este cambiador para las nuevas condiciones de operación y así comprobaremos si es apto o no para este servicio.

Tomando como base de cálculo el HC de alimentación, tenemos que:

$$Q = 148830 \cdot 0,614 \cdot (205-140) = 5939805,3 \text{ Kcal/h}$$

sustituyendo en la expresión:

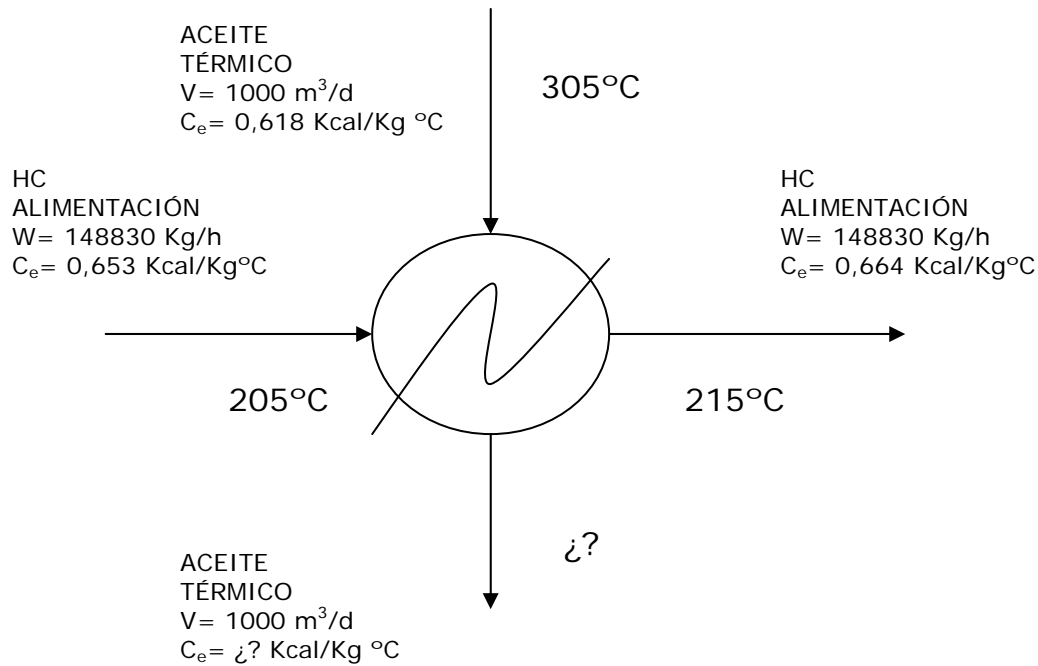
$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml}$$

$$A = \frac{5939805,3}{556 \cdot \frac{(255-170) - (205-140)}{2,3 \cdot \log \frac{255-170}{205-140}}} = 143,13 \text{ m}^2$$

de esta forma, podemos reafirmarnos en que este cambiador no está diseñado para soportar estas condiciones de servicio por lo que deberá permutarse con el H-E2014 en la nueva configuración.

A fin de demostrar que en este nuevo esquema, el cambiador H-E2006 prestará su servicio adecuadamente comprobaremos si con él somos capaces de suministrar el salto térmico necesario para alcanzar las condiciones de operación suficientes para el proceso.

En la nueva configuración, el esquema del H-E2006 sería el siguiente:



Si aplicamos el balance de calor sobre la alimentación, la cantidad de calor transferido entre las corrientes será:

$$Q = 148830 \cdot 0,658 \cdot (215 - 205) = 979301,4 \text{ Kcal/h}$$

puesto que el flujo de calor cedido por una corriente será el mismo que el que absorba la otra se deberá cumplir:

$$979301,4 = 185142 \cdot 0,582 \cdot (T_1 - T_2)$$

despejando de aquí se obtiene que:

$$(T_1 - T_2) = \Delta T \approx 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

De modo que es el salto térmico que debe ser capaz de afrontar el cambiador H-E2006 para poder ser sometidos a las condiciones del nuevo diseño. Para comprobar esta prerrogativa operaremos de un modo similar, teniendo en cuenta lo obtenido en este paso.

El siguiente paso que tenemos que dar en el estudio de la compatibilidad del H-E2006 con la nueva configuración es, una vez calculada el flujo de calor transferido en la unidad, emplear la ecuación de diseño relativa al área y despejar del siguiente modo.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml}$$

$$Q = 979301,4 \text{ Kcal/h}$$

$$U_{\text{servicio}} = 556,3 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$A = 90 \text{ m}^2$$

$$979301,4 = 556,3 \cdot 90 \cdot \Delta T_{ml}$$

$$979301,4 = 556,3 \cdot 90 \cdot \frac{(215 - 205) - \Delta T}{2,3 \cdot \log \frac{(215 - 205)}{\Delta T}}$$

haciendo los cálculos y despejando  $\Delta T$  de la anterior ecuación:

$$\Delta T = 10^{\frac{34,96 + \Delta T}{44,96}}$$

obtenemos esta expresión que podemos resolver por iteración, para ello tomaremos como valor inicial un incremento de temperatura igual a cinco. La tabla de iteración así obtenida sería:

$\Delta T$ supuesto	$\Delta T$ calculado
5	7,74
7,74	8,90
8,90	9,45
9,45	9,72
9,72	9,86
9,86	9,93
9,93	9,96
9,96	9,99
9,99	10
10	10

Con esto, podemos concluir que el cambiador H-E2006 es adecuado para este servicio puesto que, sometido a las condiciones del proceso, es capaz de suministrar al fluido térmico el salto de temperatura estimado.

Este cambio de servicio, según los cálculos, nos asegura que en la alternativa de optimización planteada los dos cambiadores serán "útiles" puesto que enfrentados a unas condiciones distintas a las que fueron diseñados ofrecen su prestación sin ningún tipo de problema. Esto evita tener que cambiar tuberías, válvulas, etc., esto es, aumentar los costes del proceso hasta tal punto que la propuesta formulada deje de ser viable y no tenga sentido planteárnosla. Por eso, el cambio de servicio formulado así, plantea una solución de continuidad frente a la situación anterior de modo que el cambio es únicamente traslacional entre ambos intercambiadores, siempre considerando la necesaria introducción de un nuevo cambiador que es precisamente el que nos permite optimizar el proceso en unas cotas que en la configuración pasada no podía alcanzarse.

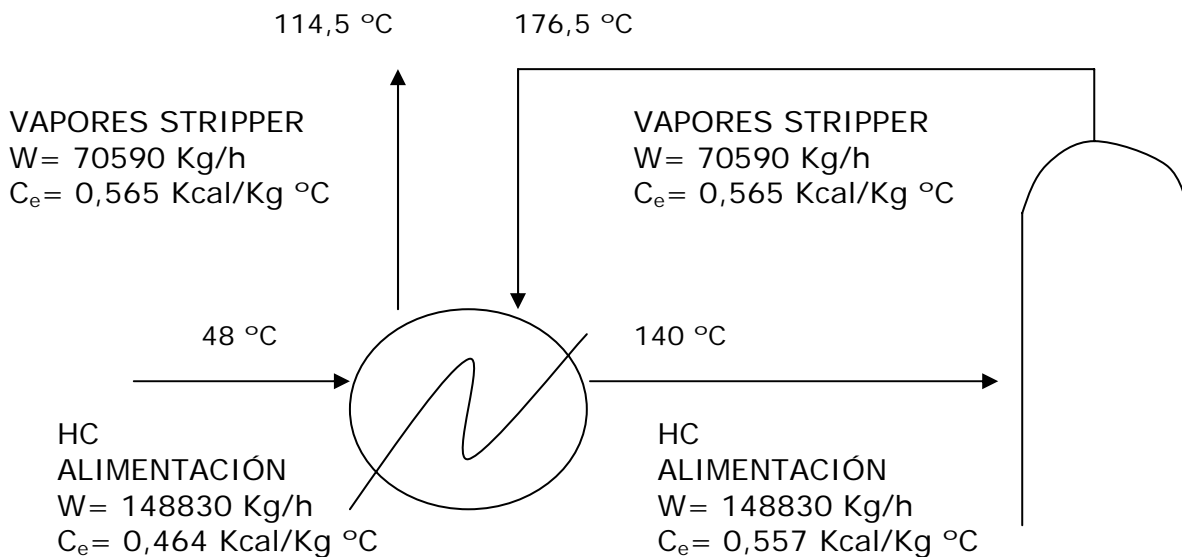
### 3.- Diseño del nuevo cambiador H-E2013

En la memoria descriptiva, nos planteamos las posibilidades de optimizar el proceso como una serie de soluciones entre las que destacaba el hecho de que si queríamos reducir el consumo de gas natural en los hornos para el calentamiento del fluido térmico, el salto de temperatura que se producía en el cambiador H-E2014 (en la configuración actual) debía ser el menor posible. Así, el aceite retornaba a los hornos a una mayor temperatura y la cantidad de calor necesaria que tendríamos que aplicarle para devolverlo a su temperatura de servicio era menor por lo que ahorrábamos combustible de manera significativa. La alternativa con más fuerza, la que hemos tomado en definitiva, es la de aprovechar el calor residual de los vapores de cabeza del stripper reciclándolo al proceso para precalentar la alimentación de tal forma que el perfil de temperatura en los cambiadores haga posible el ahorro enunciado anteriormente.

Esto hace necesario el diseño de un nuevo cambiador que recoja este calor y lo transfiera al queroseno que se calienta de los 48 °C iniciales a unos 140 °C. La ubicación de este equipo, por lógica al realizar un servicio de precalentamiento, será delante de los cambiadores H-E2014 y H-E2006 respectivamente y sus dimensiones y configuración dependerán de la temperatura, caudales y propiedades físicas de los fluidos que pasen por él. En el primer punto de este apartado del anexo, realizaremos una estimación de los parámetros de diseño más relevantes del cambiador de calor basándonos en un método de cálculo mientras que en el segundo punto abordaremos el diseño mecánico del mismo siguiendo el Código ASME VIII, Div. 1 de CÁLCULO DE RECIPIENTES A PRESIÓN.

### 3.1 Estimación de los parámetros del cambiador

Como se dijo anteriormente la estimación de estos parámetros se va a realizar siguiendo el método del cálculo descrito a continuación. En la nueva configuración, el esquema de este cambiador sería:



➤ *Cálculo de  $\Delta T_{ml}$  :*

$$\Delta T_{ml} = \frac{(176,5 - 114,5) - (140 - 48)}{2,3 \cdot \log \frac{176,5 - 114,5}{140 - 48}} = 76,10 \text{ °C}$$

➤ *Cálculo del factor de corrección F:*

$$F = \frac{\sqrt{R^2 + 1} \cdot \log \frac{1 - E}{1 - E \cdot R}}{(R - 1) \cdot \log \frac{2 - E(R + 1 - \sqrt{R^2 + 1})}{2 - E(R + 1 + \sqrt{R^2 + 1})}}$$

donde

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = \frac{176,5 - 114,5}{140 - 48} = 0,67$$

$$E = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = \frac{140 - 48}{176,5 - 48} = 0,48$$

Si sustituimos, obtenemos un valor de

$$F = 0,92$$

El requisito  $F \geq 0,75$  fija  $n_c$  el número de pasos por el lado de la carcasa, es decir, el número de aparatos de un paso por el lado de la carcasa que hay que poner en serie.

Si nos fijamos en la *gráfica 1* para los valores de E y R obtenidos tenemos que la configuración que mejor se adapta al valor de F anterior es la de

1 paso por carcasa y dos pasos por tubo

➤ *Estimación del coeficiente de transmisión sucio  $U_s'$*

Para este cálculo, se emplea el *cuadro 1* donde aparecen una serie de coeficientes relacionados con el tipo de fluido que actúe como fluido frío o caliente. Así, si extraemos nuestro caso tendríamos que:

FLUIDO CALIENTE	FLUIDO FRIO	$U_s$ (Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)
Hidrocarburo ligero	Hidrocarburo ligero	200-370

en cuyo caso el coeficiente de transmisión de calor en servicio, considerándolo en las condiciones más desfavorables, sería:

$$U_s' = 370 \text{ °C}$$

\* Todo el material gráfico, tablas, etc. están recogidas para su consulta en el apartado 3.1 del Anexo.

El siguiente paso en el método de cálculo es la *estimación del área de intercambio de calor*  $A'$  para lo cual, emplearemos la ecuación de diseño del cambiador referida al área de intercambio:

$$A = \frac{Q}{U_s \cdot F \cdot \Delta T_{ml}}$$

$$A = \frac{6989949,78}{370 \cdot 0,92 \cdot \frac{(176,5 - 114,5) - (140 - 48)}{2,3 \cdot \log \frac{176,5 - 114,5}{140 - 48}}} = 270 \text{ m}^2$$

- *Elección de la longitud  $L$ , diámetro de tubo, de los pasos  $P$  y  $B$  y de la disposición de los tubos.*

En este apartado, la elección viene determinada por la frecuencia de uso de unos determinados valores de los parámetros anteriores por la empresa, es decir, que en este caso no existe libertad de cálculo puesto que esos valores son fijos y recomendados para el tipo de proceso que se lleva a cabo en la fábrica. En concreto:

- Diámetro exterior de los tubos .....19,05 mm
- Espesor de los tubos ..... 2,1 mm
- Pitch (distancia entre tubos)..... 25,4 mm
- Longitud de los tubos..... 5000 mm
- Distribución de los tubos ..... 30 °

- *Superficie de intercambio de un tubo*

Se estima a través de la expresión

$$a = \pi \cdot d_o \cdot l \quad \left\{ \begin{array}{l} d_o = \text{diámetro exterior de los tubos} \\ l = \text{longitud de los tubos} \end{array} \right.$$



Sustituyendo, tenemos que:

$$a = \Pi \cdot 19,05 \cdot 5000 \approx 0,3 \text{ m}^2$$

➤ *Estimación del número de tubos por carcasa*

$$N'_t = \frac{A}{a \cdot n_c}$$

tomando un valor de  $n_c$  (nº de pasos por carcasa) igual a 2

$$N'_t = \frac{270}{0,3 \cdot 2} = 450 \text{ tubos}$$

➤ *Elección del aparato*

En este apartado quedará definido el diámetro exterior de la carcasa a partir de los resultados obtenidos del diámetro de los tubos, del número de pasos por tubo y del número de tubos. Para ello, entraremos en el *cuadro 2* con estos datos y estimaremos el valor del diámetro de la carcasa.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tubos ¾" P</li> <li>○ Nº pasos por tubo = 2</li> <li>○ Nº tubos<sup>5</sup> = <math>N_t = 420</math></li> </ul>	}	$D_c = 59,1 \text{ cm}$
--	---	-------------------------

➤ *Elección del fluido por el interior del haz y por carcasa*

En nuestro caso, la elección ya estaba hecha de modo que el fluido que circula por la carcasa es el queroseno mientras que por el haz de tubos circulan los vapores de retorno provenientes de cabeza del stripper.

➤ *Determinación de  $U_s$  del aparato*

$$U_s = U'_s \frac{N'_t}{N_t} = 370 \frac{450}{420} = 396,43 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

➤ *Estimación de las temperaturas calóricas de los fluidos*

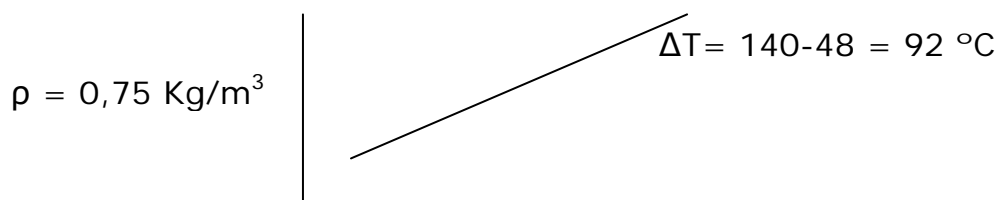
El valor de la temperatura calórica para los dos fluidos se estima a través de las expresiones:

$$T_c = T_2 + F_c \cdot (T_1 - T_2) \quad \text{para el fluido caliente}$$

$$t_c = t_1 + F_c \cdot (t_2 - t_1) \quad \text{para el fluido frío}$$

Suponiendo que uno de los fluidos, en este caso el queroseno, es bastante más denso que el otro, el valor del parámetro  $F_c$  se estima del siguiente modo.

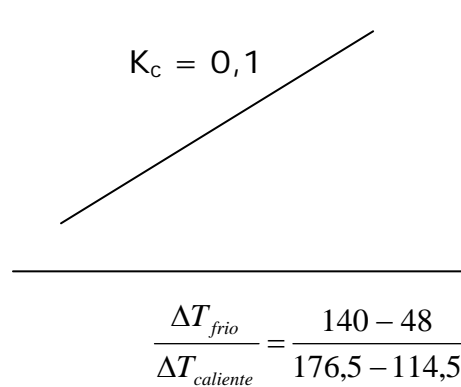
- 1) Tomando el incremento de temperatura y la gravedad API del fluido más denso (queroseno en nuestro caso) estimamos según la *gráfica 2* el valor de  $K_c$  según el cuadro que aparece arriba a la izquierda.



Se obtiene un valor de  $K_c$  de 0,1

- 2) Calculamos el valor de  $F_c$  a través del valor de  $K_c$  anterior y

del cociente  $\frac{\Delta T_{\text{frío}}}{\Delta T_{\text{caliente}}}$



$$K_c = 0,1$$

$$\frac{\Delta T_{frio}}{\Delta T_{caliente}} = \frac{140 - 48}{176,5 - 114,5} = 1,48$$

Para lo cual se obtiene un valor de  $F_c = 0,53$

Una vez obtenido el valor de  $F_c$  podemos calcular las temperaturas calóricas

$$T_c = 114,5 + 0,53 \cdot (176,5 - 114,5) = 147,36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_c = 48 + 0,53 \cdot (140 - 48) = 96,76 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En la hoja siguiente, se aprecia un cuadro resumen con las características más relevantes estimadas en este método de cálculo. Es importante resaltar que los parámetros una cierta coincidencia de estos parámetros con los reflejados en la hoja de datos suministrada por el fabricante y que, para mayor comprensión y comparación, se muestra conjuntamente al susodicho cuadro en la siguiente hoja. Las diferencias que pudieran encontrarse entre unos valores y otros se deben fundamentalmente a la estandarización de los parámetros calculados (diámetro de carcasa, de tubos...) lo cual impide construir un equipo con idénticas dimensiones con las que fue diseñado (se emplean aquellas que están en los catálogos) y, por otra parte, por la mayoración de todas las dimensiones por efectos de seguridad en el proceso (nunca es conveniente construir un recipiente con las mismas dimensiones con las que fue calculado, se debe mayorar).

$\Delta T$	Factor de corrección F	Configuración de paso	$U_s$ Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	Área de intercambio A (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Diámetro de los tubos (m)	
7610	0,92	1 paso por carcasa 2 pasos por tubo	396,43	270	5000	0,019	
Distancia entre tubos (m)	Disposición de los tubos	Número de tubos $N_t$	Diámetro de carcasa $D_c$ (m)	Fluido por haz y carcasa		Temper. Calóricas (°C)	Área intercam. Tubos (m <sup>2</sup> )
0,0254	Triangular	450	0,591	Haz	Carcasa	$T_c = 147,36$	0,3
				Queroseno	Vapores cabeza	$T_c = 96,76$	

Cuadro resumen del cambiador H-E2013

4	TAMAÑO: 935-5000	TIPO: AFU	HORIZONTAL / VERTICAL		SUPERFICIE EFECTIVA / UNIDAD m <sup>2</sup>	309
5	Nº DE UNIDADES: UNA	CARCASAS / UNIDAD: UNA	CONECTADAS EN: SERIE / PARALELO			
6	<b>FUNCIONAMIENTO DE UNA UNIDAD</b>					
7			LADO ENVOLVENTE		LADO TUBO	
8	FLUIDO		entrada	salida	entrada	salida
9	TOTAL FLUJO	Kg / h	148 830		70 590	
10	vapor	Kg / h			2258	
11	líquido	Kg / h	148 830	148 830	68 332	
12	agua	Kg / h				
13	vapor de agua	Kg / h				
14	no condensables	Kg / h				
16	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	48	140	176,5	114,5
17	PESO MOLECULAR DEL VAPOR	-			118,5	47,4
18	DENSIDAD (liq/vap)	kg / m <sup>3</sup>	783,8/-	709,1/-	-8,6	639,4/3,7
19	FACTOR CARACTERÍSTICO WATSON K	-				
20	LIQUID.	VISCOSIDAD cp	0,975	0,368	0,236	
21		CALOR ESPECÍFICO kcal / kg °C	0,464	0,557	0,804	
22		CONDUCTIVIDAD TÉRMICA kcal / h m °C	0,102	0,087	0,089	
23		TENSION SUPERFICIAL dynes / cm				
24		ENTALPIA kcal / kg				
25		PUNTO DE EBULLICIÓN °C				
26	VAPOR	VISCOSIDAD cp			0,009	0,011
27		CALOR ESPECÍFICO kcal/kg°C			0,565	0,525
28		CONDUCTIVIDAD TÉRMICA kcal/hm°C			0,022	0,038
29		ENTALPIA kcal / kg				
30		PUNTO DE CONDENSACIÓN °C				
31	CALOR LATENTE	kcal / kg				
32	PRESIÓN DE OPERACIÓN	kg / cm <sup>2</sup> (a)	9,6		2,5	
33	VELOCIDAD	m / seg	0,6		10,9	
34	PÉRDIDA DE CARGA (admisible / calculada)	kg / cm <sup>2</sup>	0,35 / 0,25		0,30 / 0,30	
35	FACTOR DE ENSUCIAMIENTO	m <sup>2</sup> h °C / kcal	0,0003		0,0003	
36	CALOR INTERCAMBIADO	6 988 000	kcal / h		MTD corregido 55,6° C	
37	COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN	Limpo: 591,2	Servicio: 420,8		kca / h m <sup>2</sup> °C	
38	<b>CONSTRUCCIÓN DE UNA CARCASA</b>					
39		ENVOLVENTE	TUBOS			
40	PRESIÓN DE DISEÑO	kg/cm <sup>2</sup> (G)	10,8 y V.T. a 150°C	10,6 y V.T. a 150°C		
41	TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	190	220		
42	PRESIÓN DE PRUEBA	kg/cm <sup>2</sup> (G)	Código	Código		
43	Nº DE PASOS	-	2	2		
44	CORROSIÓN ADMISIBLE	mm	3,0	3,0		
45	TUBULADURAS (tamaño / rango / forma)	entrada	8" / 150# / RF	18" / 150# / RF		
46		salida	8" / 150# / RF	12" / 150# / RF		
47		interconexión	--	--		
48	TUBOS	Nº: 525 U's D.E.: 19,05 mm	Esp: 2,1 mm	Pitch: 25,4 mm	Longitud: 5000 mm	Distribuc: 30 °
49		Tipo: Liso	Material: SA-179			
50	ENVOLVENTE	SA-516-60 / D.I. 935 mm	DISTRIBUIDOR o FONDO		SA-516-60	
51	TAPA ENVOLVENTE:	SA-516-60	INTEGRAL / DESMONTABLE	TAPA DISTRIBUIDOR:		SA-516-60

Resumen de hoja de datos del cambiador H-E2013

### 3.2 Apreciación al servicio del cambiador H-E2013

Cuando todas las ecuaciones existentes se usan para calcular la adaptabilidad de un intercambiador existente para ciertas condiciones de proceso, esta investigación se llama *apreciación* de un intercambiador. En nuestro caso, tiene sentido la aplicación de este análisis para comprobar que el nuevo cambiador es adecuado para las condiciones de servicio impuestas. Hay tres puntos de significación en la apreciación de la adaptabilidad de un intercambiador para un nuevo uso.

- 1) ¿Qué coeficiente  $U_c$  puede “lograrse” para los dos fluidos como resultado de su flujo y sus coeficientes de película individuales  $h_{i0}$  y  $h_o$  ¿
- 2) Del balance de calor  $Q = W \cdot C \cdot (T_1 - T_2) = w \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$ , del área conocida  $A$ , y de la diferencia verdadera de temperatura para las temperaturas del proceso, se obtiene un valor de diseño o coeficiente de obstrucción  $U_D$ .  $U_c$  debe exceder a  $U_D$  suficientemente, de manera que el factor de obstrucción, que es una medida del exceso de superficie, permita la operación del intercambiador por un periodo de servicio razonable.
- 3) La caída de presión permitida para las dos corrientes no debe excederse.

Cuando estas condiciones han sido alcanzadas, el intercambiador en existencia es apropiado para las condiciones del proceso, para las que ha sido apreciado.

Seguiremos un método de cálculo dividido en una serie de pasos ordenados donde, a través de la estimación de una serie de parámetros, podremos comprobar si se cumplen o no las circunstancias anteriores.

El método de cálculo<sup>6</sup> consta de las siguientes etapas:

(1) Balance de calor

Queroseno;  $Q = 148830 \cdot 0,5105 \cdot (140-48) = 6,9 \cdot 10^6 \text{ J}$

Vapores stripper:  $Q = 70590 \cdot 0,236 \cdot (176,5-114,5) = 6,8 \cdot 10^6 \text{ J}$

(2) Diferencia verdadera de temperatura  $\Delta T$

Debemos completar la siguiente tabla:

ENVOLVENTE		TUBOS	DIFERENCIA
HC Alimentación Queroseno		HC Retorno cabeza stripper	
30*	° API	80**	
284 (140)	Alta temperatura °F (°C)	349,7 (176,5)	65,7
118,4 (48)	Baja temperatura	238,1 (114,5)	119,7
165,6	Diferencia	111,6	-54

$(t_2-t_1)$

$(T_1-T_2)$

$(\Delta t_2-\Delta t_1)$

\* Este dato es una propiedad característica del queroseno, obtenido tras consulta.

\*\* Este dato se obtuvo de la *gráfica 2* a partir del valor de gravedad específica de la corriente de retorno obtenido a su temperatura.

12) Para mayor claridad, las magnitudes empleadas se nominarán por su abreviatura, quedando todas ellas recogidas en el apartado 3.2 de este Anexo para su mejor comprensión.

El valor de  $\Delta T$  lo estimamos a partir de la expresión:

$$\Delta t = \Delta T_{ml} \cdot F_T$$

$F_T$  es el factor de corrección de la temperatura que se calcula a través de la *gráfica 1* conociendo los valores de R y S

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = 0,67 \qquad S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = 0,48$$

Consultando en la gráfica arrojamos un valor de  $F = 0,92$  que junto con el  $\Delta T_{ml}$  :

$$\Delta T_{ml} = \frac{(\Delta t_2 - \Delta t_1)}{2,3 \cdot \log \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}} = 136,98 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Por lo que obtenemos

$$\Delta t = 0,92 \cdot 136,98 = 126 \text{ } ^\circ\text{F}$$

### (3) Estimación de las temperaturas calóricas $T_c$ y $t_c$

El procedimiento de cálculo empleado en este apartado es totalmente análogo al empleado en el apartado 3.1 sobre estimación de parámetros del nuevo cambiador porque lo que adoptaremos los valores allí obtenidos para los cálculos necesarios.

$$T_c = 147,36 \text{ } ^\circ\text{C} = 297 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_c = 96,76 \text{ } ^\circ\text{C} = 205,34 \text{ } ^\circ\text{F}$$

A partir de este apartado, el método de cálculo se escinde en dos partes para el cálculo por un lado de parámetros del fluido que circula

por la carcasa y del que circula por los tubos para unirse luego en la estimación de parámetros globales del cambiador.

### FLUIDO FRÍO: LADO DE LA CORAZA

(4´) Área de flujo

$$a_s = \frac{D_{\text{int}} \cdot C' \cdot B}{144 \cdot P_T} = 0,015 \text{ ft}^2$$

$$\begin{aligned} D_{\text{int}} &= 3,07 \text{ ft} \\ C' &= 0,052 \text{ ft} \\ B &= 1,11 \text{ ft} \\ P_T &= 0,083 \text{ ft} \end{aligned}$$

(5´) Velocidad másica

$$G_s = \frac{W}{a_s} = 2,19 \cdot 10^7 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{h}$$

$$\begin{aligned} W &= 328108,04 \text{ lb/h} \\ a_s &= 0,015 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

(6´) Diámetro equivalente ( $D_e$ )

$$D_e = \frac{4 \cdot (P_T^2 - \pi \frac{d_0^2}{4})}{\pi \cdot d_0} = 0,078 \text{ ft}$$

$$d_0 = 0,75 \text{ "}$$

$$\text{Re} = \frac{D_e \cdot G_s}{\mu} = 1,1 \cdot 10^6$$

$$\begin{aligned} D_e &= 0,078 \text{ ft} \\ G_s &= 2,19 \cdot 10^7 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{h} \\ \mu (205,34 \text{ °F}) &= 1,584 \text{ lb/ft} \cdot \text{h} \end{aligned}$$



(7´) Cálculo de la función  $J_h$

Se obtiene de la *gráfica 3* con el valor del Reynolds antes estimado.

En nuestro caso

$$J_h = 700$$

(8´) Cálculo del valor del término  $\left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}}$

$$\left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} = 2,35$$

$C (205,31 \text{ } ^\circ\text{F}) = 0,922 \text{ BTU/lb} \cdot ^\circ\text{F}$   
 $\mu (205,31) = 1,584 \text{ lb/ft} \cdot \text{h}$   
 $k (205,31) = 0,1125 \text{ BTU/h} \cdot \text{ft}^2(^\circ\text{F/ft}^2)$

(9´) Despejando de la expresión:

$$h_0 = J_h \frac{k}{D_e} \left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} \phi_s$$

$$\frac{h_0}{\phi_s} = 700 \frac{0,1125}{0,078} 2,35 = 2372,6$$

A partir de este punto, empieza el cálculo para el fluido que circula por los tubos:

### FLUIDO CALIENTE: LADO DE LOS TUBOS

(4) Área de flujo  $a_t$

$$a_t = \frac{N_t \cdot a_t'}{144 \cdot n} = 0,77 \text{ ft}^2$$

$N_t = 450 \text{ tubos}$ $a_t' = 0,268 \text{ in}^2 (*)$ $n = 2 \text{ pasos}$
---

(\*) El valor de  $a_t'$  está calculado para el diámetro exterior de los tubos y su espesor de pared.

(5) Velocidad másica,  $G_s$

$$G_s = \frac{w}{a_t} = 202106 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{h}$$

$w = 155621,7 \text{ lb/h}$ $a_t = 0,77 \text{ ft}^2$
--

(6) Reynolds del lado de los tubos,  $Re_t$

$$Re_t = \frac{D \cdot G_t}{\mu} = 467837,96$$

$D = 0,0625 \text{ ft}$ $G_t = 202106 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{h}$ $\mu (297 \text{ }^\circ\text{F}) = 0,027 \text{ lb/ft} \cdot \text{h}$
---

(7) Igual que en el correspondiente apartado del fluido que circula por la coraza, obtenemos el valor de la función  $J_h$  con el Reynolds estimado junto con el cociente  $L/D = 262,5$  en nuestro caso

$$J_h = 850$$

(8) Computamos el valor del término  $\left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}}$  para las condiciones del fluido que circula por los tubos ( $c$ ,  $\mu$  y  $k$  a la temperatura calórica de este fluido).

$$\left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} = 0,902$$

a 297 °F  
 $c = 0,98 \text{ BTU/lb} \cdot \text{°F}$   
 $\mu = 0,011 \text{ lb/ft} \cdot \text{h}$   
 $k = 0,036 \text{ BTU/h} \cdot \text{ft}^2(\text{°F/ft})$

(9) Estimamos los valores de los coeficientes:

$$h_i = J_h \left(\frac{k}{D}\right) \left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} \phi_t$$

$$\frac{h_i}{\phi_t} = 850 \left(\frac{0,036}{0,0625}\right) 0,902 = 441,62$$

(10) y sustituimos en la expresión

$$\frac{h_{i0}}{\phi_t} = \frac{h_i}{\phi_t} \frac{DI}{DE} = 343,87$$

En este punto, recopilamos los valores de obtenidos en el apartado (10) del fluido que circula por los tubos y del (9´) del fluido que circula por la coraza, para estimar la temperatura de la pared de los tubos  $t_w$  del siguiente modo:

(10´) Temperatura de la pared del tubo

$$t_w = t_c + \frac{h_0 / \phi_s}{h_{i0} / \phi_t + h_0 / \phi_s} (T_c - t_c) = 213 \text{ °F}$$

En los sucesivos apartados, se determinarán una serie de magnitudes para los dos fluidos, necesarias para los siguientes cálculos.

## LADO CORAZA

$$(11 \text{ '}) \quad a_{t_w} = 213 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\mu_w = 1,515 \text{ lb/ft}\cdot\text{h}$$

$$\phi'_s = \left( \frac{\mu_c}{\mu_w} \right)^{0,14} = 1,006$$

(12) Coeficiente corregido

$$h_0 = \frac{h_0}{\phi'_s} \phi'_s = 2387 \text{ BTU/h}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}$$

(13) Coeficiente de transferencia de calor total limpio,  $U_c$

$$U_c = \frac{h_{i0} \cdot h_{0i}}{h_{i0} + h_0} = 302 \text{ BTU/h}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}$$

(14) Coeficiente total de diseño,  $U_D$

Para ello, obtenemos primeramente  $a''$ , siendo el área de transferencia de calor estimada a través de la siguiente fórmula:

$$A = a'' \cdot L \cdot N_t = 2652,7 \text{ ft}^2$$

$a'' = 0,1962 \text{ ft}^2$ $L = 16,4 \text{ ft}$ $N_t = 450 \text{ tubos}$
---

Y el coeficiente de transmisión de calor total se calcularía:

$$U_D = \frac{Q}{A \cdot \Delta T} = 221,3 \text{ BTU/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned} Q &= 27742360 \text{ BTU/h} \\ A &= 2652,7 \text{ ft}^2 \\ \Delta t &= 126 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

(15) Factor de obstrucción,  $R_D$

Uno de los requisitos del método de cálculo para la apreciación del intercambiador, es que su factor de obstrucción no supere un valor determinado. Este factor está relacionado con el periodo de mantenimiento del cambiador y su valor más común para el servicio requerido en este caso es de 0,003. Con nuestros datos, obtenemos un factor de obstrucción igual a:

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c \cdot U_D} = 0,0012 \text{ h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}/\text{BTU}$$

con lo que se comprueba que

$$R_d \text{ calculado} < R_d \text{ requerido} \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto, se cumple el requisito de mantenimiento del cambiador sometido a las condiciones de servicio indicadas.

### Caída de Presión

Otro requisito importante en la apreciación al servicio del cambiador es que ni en el caso del fluido que circula por la coraza ni en el caso del que circula por los tubos se exceda un determinado valor de caída de presión permitida. Esto es así por muchas cuestiones, entre ellas la de asegurar el correcto funcionamiento del cambiador en su servicio y la de evitar pérdidas energéticas en el proceso derivadas de

una elevada caída de presión. Para ello, igual que antes, se sigue un método de cálculo donde se estiman los valores de caída de presión en el lado de la coraza y en el de los tubos y se comparan con los permitidos que, en nuestro caso, son de 10 lb/ft<sup>2</sup> en ambos casos.

## LADO CORAZA

(1´) Para  $Re_s = 1,1 \cdot 10^6$  calculado se estima factor de fricción  $f$  por la *gráfica 4*

$$f = 0,0009 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

estimamos también la gravedad específica ( $s$ ), en la *gráfica 6*

$$s = 0,85$$

$$D_s = 3,07 \text{ ft}$$

(2´) N° de cruces,  $N+1 = 12 \frac{L}{B}$

$$N+1 = 179$$

(3´)

$$\Delta P_s = \frac{f \cdot G_s^2 \cdot D_s \cdot (N+1)}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot D_e \cdot s \cdot \phi_s} = 6,9 \text{ lb/in}^2$$

## LADO TUBOS

(1´) Para  $Re_t = 470000$  se estima el factor  $f$  por la *gráfica 5*

$$f = 0,0001$$

$$s = 0,531$$

$$(2) \Delta P_T = \Delta P_t + \Delta P_r$$

$$\Delta P_t = \frac{f \cdot G_t^2 \cdot L \cdot n}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot D \cdot s \cdot \phi_t} = 0,077 \text{ lb/in}^2$$

$$(3) \Delta P_r = \frac{4 \cdot n}{s} \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

El término  $\frac{V^2}{2 \cdot g}$  se calcula

a partir del valor de  $G_t$  en la *gráfica 7* siendo 0,0054

$$\Delta P_r = \frac{4 \cdot n}{s} \frac{V^2}{2 \cdot g} = 0,081$$

$$\Delta P_T = \Delta P_t + \Delta P_r = 0,077 + 0,081 = 0,16 \text{ lb/in}^2$$

Como se comprueba, en ninguno de los dos casos se sobrepasa el valor límite de 10 lb/in<sup>2</sup> impuestos para la caída de presión.

Entonces, una vez superados los requisitos de mantenimiento y de caída de presión para el cambiador estamos en disposición de afirmar que éste, es satisfactorio para el servicio y los parámetros de diseño, por tanto, son correctos.

## 2.4 Diseño mecánico del cambiador H-E2013

El Código A.S.M.E trata sobre el diseño de distintos equipos de la industria proporcionando métodos de fabricación, registros e informes de datos de diseño. Se subdivide en 11 secciones en las que se tratan diversos aspectos industriales de diseño, clasificaciones, ensayos de materiales... En concreto, los cambiadores se clasifican dentro de este código como RECIPIENTES A PRESIÓN, siendo la Sección VIII División 1 del mismo la que los considera. En esta parte del código se establecen los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación e inspección y para obtener la certificación autorizada de ASME para los recipientes a presión. Esta división es bastante extensa conteniendo numerosas definiciones y clasificaciones innecesarias para el proyecto por lo que comenzaremos por el apartado de DISEÑO Y CÁLCULO MECÁNICO DE ELEMENTOS.

### DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

#### 1) Presión de diseño

Esta presión debe ser en todo caso mayor a la máxima de operación o servicio. Como en nuestro caso se desconoce la presión máxima de operación se estimará la de diseño siguiendo la siguiente tabla del código:

<u>OPERACIÓN</u>	<u>DISEÑO</u>
0-1.5	3,5 Kg/cm <sup>2</sup> Manométrico
1.6-13.5	2 Kg/cm <sup>2</sup> + P.O. (Presión de Operación normal)
13.6-20	115% de P.O.
20.1-25	3 Kg/cm <sup>2</sup> + P.O.
≥ 25.1	112% de P.O.



La presión de operación en la columna es de  $9,6 \text{ kg/cm}^2$  por lo que, según la tabla, la presión de diseño debe ser de:

$$P_{\text{diseño}} = 9,6 + 2 = 11,6 \text{ kg/cm}^2$$

## 2) Temperatura de diseño

Al igual que en el apartado anterior, debe ser superior a la máxima que se produzca durante la operación, siendo habitual (a no ser que se especifique otro valor en las hojas de datos de los recipientes) adoptar como temperatura de diseño el valor de;

$$T = \text{Máxima Temperatura de operación} + 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Puesto que lo que se calcula es la envolvente del cambiador, tomaremos como valor máximo de temperatura la mayor que alcance el fluido que circula por ella, en este caso,  $140 \text{ }^\circ\text{C}$

$$T_{\text{diseño}} = 140 + 20 = 160 \text{ }^\circ\text{C}$$

## 3) Espesor mínimo de pared

Bien por norma o requerimiento de transporte, etc se debe fijar un valor mínimo del espesor de la envolvente. Como guía práctica, el espesor mínimo, excluido el sobreespesor por corrosión admisible de las envolventes y fondos, será el mayor de los siguientes valores:

- Exigido por el código ASME Sección VIII División 1:

$$t_{\text{min}} = 2,5 + c \text{ (mm)} \quad c: \text{ corrosión admisible}$$

➤ Según la fórmula:

$$t_{\min} = \frac{D_0}{1000} + 2,54 + c(mm) \quad D_0 : \text{diámetro interior pared}$$

$$t_{\min} = 5 + c(mm) \quad \text{Para aceros al carbono}$$

$$t_{\min} = 3mm \quad \text{Para aceros inoxidables}$$

Estimamos ambos valores

I)  $t_{\min} = 2,5 + 3 = 5,5 \text{ mm}$   
suponiendo un valor de 3 mm para la corrosión mínima admisible

II)  $t_{\min} = \frac{D_0}{1000} + 2,54 + c(mm) = 6,45 \text{ mm}$

Aceptamos, por tanto, el valor obtenido en el apartado II) obtenido según la fórmula.

#### 4) Tensiones máximas admisibles

Los recipientes a presión se calculan con unos espesores de pared capaces de soportar la presión a la que se verán sometidos. Es decir, que la presión a la que trabaja el material sea inferior a la máxima tensión admisible del mismo.

Esta tensión máxima admisible depende de las características del material y del coeficiente de seguridad que se adopte, variando con la temperatura de trabajo. Cada norma o código obtiene el valor de la tensión máxima admisible de forma diferente, aunque en general las variables que se barajan son casi siempre las mismas

Particularmente, para los materiales ASTM-ASME, el código ASME VIII, Div. 1, contiene unas tablas (Tabla UCS-23) que muestran las tensiones máximas admisibles para cada material a las diferentes temperaturas.

En este caso, el material que tomaremos será el impuesto de = referencia por la empresa al ser el que ellos emplean usualmente para el diseño y construcción de los equipos.

- o Tubos: SA – 179
- o Carcasa : SA-516-60

Consultando la tabla anteriormente citada, se obtiene que para el material que constituye a las carcasas el valor de la tensión máxima admisible a la temperatura de diseño es:

$$S_{\text{max. admisible}} = 14000 \text{ kg/cm}^2$$

#### 5) Eficiencia de la soldadura

La unión entre las chapas se realiza, normalmente, por medio de soldadura, y ésta representa una discontinuidad dentro del trazado de chapa que puede producir una intensificación local de las tensiones a las que se encuentra sometido el material. Esta razón, junto con la posibilidad de producirse defectos en la realización de la soldadura y el calentamiento y rápido enfriamiento al que está sometida la zona próxima a la soldadura, dan pie a considerar la zona de la soldadura como debilitada.

Teniendo en cuenta este hecho, en el cálculo de los recipientes se introduce una reducción en la tensión máxima admisible multiplicando ésta por un coeficiente denominado *eficiencia de la soldadura (E)*, cuyo valor varía según las normas o códigos, y de acuerdo a la soldadura y los controles efectuados sobre ella.

En nuestro caso, la soldadura de la envolvente presenta los siguientes parámetros:

- o Examen radiográfico..... Radiografiado completo (100%)
- o Tratamiento ..... Tratamiento térmico

Consultando la *Cuadro 3* obtenemos que para los parámetros anteriores el coeficiente E vale:

$$E = 1,0$$

CÁLCULO DEL RECIPIENTE SEGÚN ALGORÍTMO DE CÁLCULO DE RECIPIENTES SOPORTADOS POR CUNAS, SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN ESP-1101-01 DE CEPESA

En este apartado del anexo abordaremos el diseño mecánico del cambiador H-E2013 tratándolo como un recipiente a presión soportado por cunas siguiendo el método de cálculo cuyos pasos se describen a continuación

#### DATOS DEL RECIPIENTE

- o Longitud (L) ..... 5000 mm
- o Diámetro interior ( $D_i$ ) ..... 935 mm
- o Densidad del fluido por carcasa ( $\rho_f$ ) ..... 0,746 Kg/dm<sup>3</sup>
- o Presión de diseño ( $P_D$ ) ..... 10,6 Kg/cm<sup>2</sup>
- o Temperatura de diseño ( $T_D$ ) ..... 190 °C
- o Corrosión máxima admisible (c) ..... 3 mm
- o Tensión máxima admisible ( $S_{max.}$ ) ..... 14000 Kg/cm<sup>2</sup>
- o Eficiencia de la soldadura (E) ..... 1

I) Espesor mínimo de la envolvente

Se tomará el de mayor valor de los obtenidos según las siguientes expresiones:

$$t_{\sigma_s} = \frac{P \cdot R_r}{2 \cdot SE + 0,4P} = 0,165 \text{ mm}$$

$$t_{\sigma_g} = \frac{P(D + 2c)}{2 \cdot SE - 1,2P} = 3,33 \text{ mm}$$

Por lo tanto, adoptamos como espesor de la envolvente

$$t_e = 3,33 \text{ mm}$$

II) Espesor mínimo del fondo

Los fondos del cambiador son las "tapas" que cierran la envolvente al exterior. Puede ser de varios tipos, con diferentes configuraciones geométricas siendo los mas empleados los tipo "Klopper" y tipo "Korbbogen". La elección entre un tipo u otro no es significativa puesto que sus prestaciones mecánicas son muy similares. Elegiremos para el proyecto un fondo tipo "Korbbogen".

El espesor de los fondos se estima a través de la expresión

$$t_{\delta_g} = \frac{1,32P(L + c)}{2 \cdot SE - 0,2P} = 3,35 \text{ mm} ; \quad t_f = 3,35 \text{ mm}$$

III) Cálculo de los pesos

En este apartado se obtendrán todos los pesos que a la postre actuarán sobre las cunas de soporte del cambiador y con los que, por tanto, podremos dimensionar las mismas.

- o Peso de la envolvente

$$P_1 = \frac{\pi(D_0^2 - D^2)}{4} \cdot L \cdot \rho_f \cdot 10^{-6} \dots\dots\dots P_1 = 18,72 \text{ Kg}$$

- o Pesos de los fondos

Tipo fondo.....Korboggen

Peso por mm espesor<sup>7</sup> ..... 3,41 Kg/mm espesor

P<sub>2</sub> = kg /mm espesor · t<sub>f</sub> .... 28,17 Kg

Dos fondos ..... P<sub>2</sub> = 56,34 Kg

- o Peso del volumen de líquido almacenado en envolvente

$$V = \pi \frac{D^2}{4} L = 3,43 \text{ m}^2$$

P<sub>3</sub> = 1000 · V · δ<sub>f</sub> ..... P<sub>3</sub> = 2558,8 Kg

- o Peso del volumen de líquido almacenado en fondos

V<sub>fondo</sub> (según tabla de nota 14)= 0,1059 m<sup>3</sup>

P<sub>4</sub> = 1000 · V · δ<sub>f</sub> = 79 Kg

Dos fondos ..... P<sub>4</sub> = 158 Kg

PESO TOTAL ..... P<sub>T</sub>= 2791,86 Kg = 2Q

PESO SOBRE UNA CUNA ..... Q= 1395,93 Kg

---

13) Se obtiene de la consulta de las hojas de dimensiones para cada tipo de fondo recogidas en el Anexo 3.1 (Cuadro 4)

IV) Dimensiones de las cunas

Se estiman a través de un cuadro recogido en el método de cálculo en el cual a partir del diámetro exterior de la envolvente, se fijan los valores de estas dimensiones.

Considerando el diámetro exterior del cambiador H-E2013

$$D_0 = 935 + 3 = 938 \text{ mm}$$

Tenemos las dimensiones de las cunas<sup>8</sup> siguientes:

A	B	C	D	E	F	G	H	Ø pernos	Ø agujeros
980*	710	10	12	330	100	150	40	¾	25

\* Todas las dimensiones están medidas en mm menos el diámetro de los pernos que está en pulgadas.

V) Cálculo de tensiones debidas a la flexión longitudinal

Este cálculo se dividirá en dos apartados

1º) Tensiones sobre la envolvente en la zona de apoyo

$$\sigma_1 = \pm \frac{100 \cdot Q \cdot A \left( 1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{R^2 - H^2}{2 \cdot A \cdot L}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right)}{k_1 \cdot R^2 \cdot (t - c)} = \pm 74,15 \text{ Kg/cm}^2$$

14) Para mayor comprensión se remite al esquema del Anexo 3.1 de la Memoria donde aparecen estas dimensiones sobre un esquema del cambiador (Esquema 1)

2 °) Tensiones sobre la envolvente en la zona del centro del vano

$$\sigma_2 = \pm \frac{100 \cdot Q \cdot L \left( \frac{1 + 2 \frac{R^2 - H^2}{L^2}}{1 + \frac{4H}{3L}} - \frac{4 \cdot A}{L} \right)}{4\pi \cdot R^2 (t - c)} = \pm 48,09 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde

L: longitud entre líneas de tangencia.....	5000 mm
H: profundidad del fondo.....	se obtiene de la tabla para fondo tipo "korbbogen" consultada anteriormente
R: radio de la envolvente.....	467,5 mm
t: espesor total de la envolvente.....	3,33 mm
c: corrosión admisible.....	3 mm
A: dimensión de la cuna.....	600 mm
K <sub>1</sub> : constante de valor estimado igual a 1	
Q: carga sobre una cuna.....	1395,93 Kg

VI) Cálculo de las tensiones sobre la envolvente debidas e la presión interior

D: diámetro interior.....	935 mm
P: presión de diseño .....	10,6 Kg/cm <sup>2</sup>
E: eficiencia de soldadura .....	100 %
S <sub>max.</sub> : tensión máxima admisible .....	14000 Kg/cm <sup>2</sup>

Como en el apartado anterior, este, también se divide en:



## 1º) Cálculo por tensión circunferencial

$$\sigma_{PC} = \frac{P(D + 2c) + 1,2P(t - c)}{2 \cdot E(t - c)} = 1497,06 \text{ Kg/cm}^2$$

Para que el espesor de la envolvente sea correcto, se debe cumplir:

$$\sigma_{PC} \leq S_{\max.}$$

En este caso se cumple, por lo que, según este criterio, el espesor de la envolvente es CORRECTO.

## 2º) Cálculo por tensión longitudinal

$$\sigma_{PL} = \frac{P(D + 2c)}{4(t - c)} = 7556,51 \text{ Kg/cm}^2$$

VII) Cálculo de tensiones combinadas debidas a la presión interna y la flexión longitudinal

$E_I$  = módulo de elasticidad del material .....  $1,99 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_F$  = límite de elasticidad del material .....  $2250 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_1$  = tensión en envol. en zona de apoyos .....  $74,15 \text{ Kg/cm}^2$ .

$\sigma_2$  = tensión en envol. en zona del vano .....  $48,09 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_{PL}$  = tensión en envol. debido a pres. longit .....  $7556,51 \text{ Kg/cm}^2$

En este caso, la combinación de las tensiones se calcula:

## 1º) A tracción

Para que el espesor de la envolvente sea correcto, se debe cumplir:

$$\sigma + \sigma_{PL} \leq S \cdot E$$

$\sigma$  : se toma el mayor valor entre  $\sigma_1$  o  $\sigma_2$

$$\sigma = 74,15 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma + \sigma_{PL} = 7630,66 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S \cdot E = 14000 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto, según este criterio, para las condiciones de tensiones combinadas a tracción especificadas, el espesor de la envolvente es CORRECTO.

2º) A compresión

Para que el espesor de la envolvente sea correcto se debe cumplir:

$$\sigma \leq \frac{1}{2} \sigma_F$$

$$\sigma \leq x$$

donde:

$$x = \frac{E_l}{29} \frac{t-c}{R} \left( 2 - \frac{200}{3} \frac{t-c}{R} \right) = 94,6 \text{ Kg/cm}^2$$

de esta forma, podemos comprobar si se cumplen las imposiciones anteriores

$$74,15 \leq \frac{1}{2} 2250$$

$$74,15 \leq 94,6$$

Por lo tanto, según este criterio, para las condiciones de tensiones combinadas a compresión especificadas, el espesor de la envolvente es CORRECTO.

### VIII) Cálculo de tensiones en envolvente debidas a los esfuerzos cortantes

Para este cálculo tenemos, según el protocolo del código, tres supuestos de rigidización de la envolvente:

- 1º) Envolvente rigidizada por un anillo en el plano de la cuna
- 2º) Envolvente no rigidizada, con las cunas lejos de los fondos  
 $A/R > 0,5$
- 3º) Envolvente rigidizada por los fondos  $A/R \leq 0,5$

En este caso, seleccionaremos el supuesto 2º) por ajustarse mejor a las condiciones del cambiador objeto del cálculo.

Para ello, antes, tendremos que realizar una estimación previa. En este apartado y en los sucesivos aparecen distintos valores de la constante K los cuales obtendremos para el proyecto de la siguiente forma.

Suponiendo un ángulo de contacto entre la envolvente y las cunas de  $120^\circ$  (comúnmente empleado para estos cálculos) podemos estimar el valor de una serie de estas constantes según el *cuadro 5* de la cual se muestra abajo un extracto para el ángulo de contacto mencionado

Ángulo de contacto	$K_1$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_8$	$K_9$
120	0,335	0,319	1,171	0,880	0,401	0,760

En la misma hoja donde aparece la tabla anterior también podemos estimar el valor de la constante  $K_7$  obtenida según el ángulo de contacto y el cociente  $A/R$  que para el proyecto es de 0,65. Para esto, se obtiene:

$$K_7 = 0,053$$

Para el supuesto admitido se calcula:

$$\sigma_4 = 100 \cdot K_4 \cdot \frac{Q}{R(t-c)} \cdot \frac{L-2A-H}{L+H} = 435,91 \text{ Kg/cm}^2$$

Debiéndose cumplir que:

$$\begin{aligned} \sigma_4 &\leq 0,8 \cdot S_{\max.} \\ 435,91 &\leq 0,8 \cdot 14000 \end{aligned}$$

Por lo tanto, según este criterio, para las tensiones debido a los esfuerzos cortantes especificados, el espesor de la envolvente es CORRECTO.

IX) Cálculo de tensiones en fondos (tipo Korbogen) debidas a la presión interior.

L = Radio interior de la corona =  $0,8 \cdot D$  ..... 748 mm

$L_0$  = Radio exterior de la corona =  $L + t_f$  ..... 751,35 mm

El valor de estas tensiones será el obtenido por la expresión:

$$\sigma_{PCF} = \frac{1,32 \cdot P \cdot L_0 - 1,12 \cdot P(t_F - c)}{2 \cdot E(t_F - c)} = 16429 \text{ Kg/m}^2$$

X) Cálculo de tensiones en los fondos debidas a los esfuerzos cortantes

Se calcula en el caso en que la envolvente está rigidizada por los fondos, es decir,  $A/R \leq 0,5$ , como es el caso del proyecto.

Estas tensiones necesitan comprobarse en dos supuestos:

1º) Esfuerzos cortantes tangenciales:

$$\sigma_s = 100 \cdot K_s \cdot \frac{Q}{R(t_F - c)} = 375,38 \text{ Kg/cm}^2$$

Debiéndose cumplir:

$$\sigma \leq 0,8 \cdot S_{\max}$$

$$750,75 \leq 0,8 \cdot 14000$$

Por tanto, según este criterio, para las tensiones debidas a los esfuerzos cortantes tangenciales especificadas el espesor de la envolvente es CORRECTO.

2º) Esfuerzos cortantes horizontales combinados con los debidos a la presión interior.

$$\sigma_8 = 100 \cdot K_8 \cdot \frac{Q}{R(t_F - c)} = 342,1 \text{ Kg/cm}^2$$

Siendo la restricción impuesta para estas tensiones:

$$\sigma_8 + \sigma_{\text{PFC}} \leq 1,25 \cdot S_{\max}$$

$$16834,1 \leq 17500$$

Por tanto, según este criterio, para las tensiones debidas a los esfuerzos cortantes horizontales combinados con los debidos a la presión interior, el espesor de la envolvente es CORRECTO.

XI) Cálculo de tensiones circunferenciales en el extremo de la cuna

Este apartado puede calcularse bajo dos supuestos prácticos:

1º) Para  $L/R \geq 8$

2º) Para  $L/R < 8$

En el caso del proyecto,  $L/R = 10,7$  por lo que tendremos que seguir el cálculo a través del primer supuesto.

b = ancho de la cuna ..... 150 mm

$$\sigma_7 = -100 \frac{Q}{4(t-c)[b + 1,56\sqrt{R(t-c)}]} - 100K_7 \frac{3Q}{2(t-c)^2} = -10253,1 \text{ Kg/cm}^2$$

Debiéndose cumplir que:

$$\begin{aligned} \sigma_7 &\leq 1,25 \cdot S_{mzx}. \\ -10253,1 &\leq 17500 \end{aligned}$$

Por tanto, según este criterio, para las tensiones circunferenciales en el extremo de la cuna, el espesor de la envolvente es CORRECTO.

XII) Cálculo de tensiones de compresión debidas a la reacción de la cuna

Para este apartado, supondremos que el cambiador no necesita placa de refuerzo.

$$\sigma_9 = 100 \cdot K_9 \frac{Q}{(t-c) \left[ b + 1,56 \sqrt{R(t-c)} \right]} = 1979,34 \text{ Kg/cm}^2$$

Siendo el criterio en este caso:

$$\sigma_9 \geq \frac{1}{2} \sigma_F$$

$$1979,34 > 1125$$

Por tanto, según este criterio, para las tensiones de compresión debidas a la reacción de la cuna, el espesor de la envolvente es CORRECTO y NO necesita placa de refuerzo.

Una vez concluidas todas las etapas del método de cálculo, se puede apreciar que el cambiador cumple todos los requisitos de diseño impuestos por el código ASME para recipientes a presión, superando satisfactoriamente los espesores de la envolvente y los fondos todas las pruebas de resistencia a las tensiones que pudieran producirse durante el servicio del mismo.

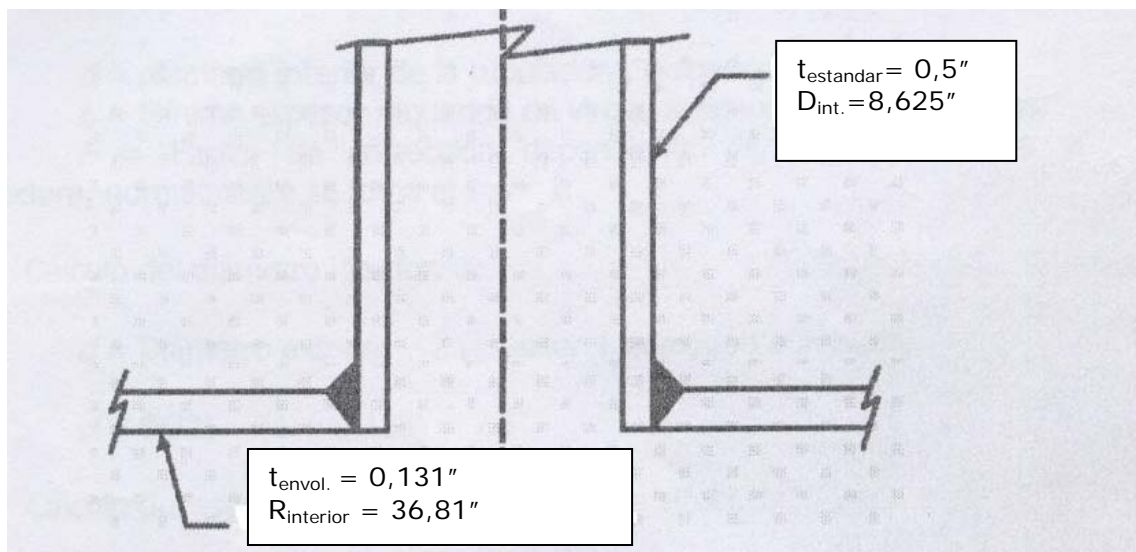
**Como resumen, en el apartado de PLANOS del proyecto, se ha recogido un plano del intercambiador con todas las medidas obtenidas siguiendo el método de cálculo.**

## DISEÑO DE LAS TUBULADURAS

Las tubuladuras son porciones de tuberías que se insertan en los equipos con distintas finalidades:

- 1) Favorecer la introducción de aparatos de medida en el equipo
- 2) Servir de "ventana" para observar el interior del equipo.
- 3) etc

Un esquema típico de una tubuladura sería el representado en la siguiente figura:



El cambiador calculado, también dispondrá de estas tubuladuras, las cuales, necesitan de un cálculo previo antes de su montaje.

### DATOS DE DISEÑO

Presión de diseño =  $11,6 \text{ Kg/cm}^2$

Temperatura de diseño =  $160 \text{ }^\circ\text{C}$

Corrosión admisible =  $3 \text{ mm} = 0,118''$

### MATERIALES



Virolas = SA- 518-Gr. 80<sup>9</sup>

Tubuladura = SA-53-Gr.B

Radiografiado 100% de todas las juntas de soldadura.

NOTAS: Las tubuladuras no traspasan dentro del recipiente.

En este apartado, se pretende comprobar si las tubuladura representada necesita refuerzo; dicho estudio se llevará a cabo conforme al Código ASME VIII-1.

#### Paso n° 1. Cálculo del área extraída

$$A = d \cdot t_r \cdot F$$

Donde:

d = diámetro interior de la tubuladura

t<sub>r</sub> = mínimo espesor requerido de virola, aplicando una eficiencia de soldadura, E=1

F = factor de corrección dependiente de la ubicación de la Tubuladura; normalmente se toma una valor de 1

Cálculo del diámetro interior, d:

d = Diámetro exterior- 2(espesor + corrosión)

$$d = 8,625 - 2 \cdot (0,5 + 0,118) = 7,389''$$

$$t_r = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0,6P} = 0,014''$$

$$F = 1$$

Sustituyendo en la fórmula anterior:

$$\mathbf{A = 0,103 \text{ in}^2}$$

Paso nº 2: Cálculo del área de refuerzo por sobreespesores en la virola,  $A_1$

Se tomará el mayor valor de las siguientes fórmulas:

$$A_{11} = (E_1 \cdot t - F \cdot t_r) \cdot d$$

$$A_{12} = 2 \cdot (E_1 \cdot t - F \cdot t_r) \cdot (t + t_n)$$

Siendo:

$E_1 = 1$ ; eficiencia de la soldadura según ASME

$F = 1$

$t_n$  = espesor nominal de la tubuladura considerada corroída

$$(t_{\text{tub.}-c}) = 0,5 - 0,118 = 0,382''$$

$t$  = espesor nominal de la virola considerada corroída

$$(t_{\text{envol.}-c}) = 0,131 - 0,118 = 0,015''$$

Sustituyendo en las fórmulas anteriores:

$$A_{11} = 7,389 \cdot 10^{-3} \text{ in}^2$$

$$A_{12} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ in}^2$$

$$A_{11} > A_{12}$$

Por lo que  $\mathbf{A_1 = 7,389 \cdot 10^{-3} \text{ in}}$

Paso n° 3 Cálculo del área de refuerzo por sobreespesores en la  
tubuladura,  $A_2$

Se tomará el valor menor de las siguientes fórmulas:

$$A_{21} = (t_n - t_m) \cdot 5 \cdot t$$

$$A_{22} = 2 \cdot (t_n - t_m) \cdot (2,5 \cdot t_n + t_e)$$

Donde:

$T_{rn}$  = espesor mínimo requerido de tubuladura

$r$  = radio de la tubuladura

$t_e$  = espesor del pad de refuerzo; como en este caso no está instalado,  $t_e = 0$

Cálculo del espesor mínimo requerido de la tubuladura,  $t_{rn} =$

$$t_m = \frac{P \cdot r}{S \cdot E - 0,6 \cdot P} = 0,0029''$$

Sustituyendo en las fórmulas

$$A_{21} = 0,028 \text{ in}^2$$

$$A_{22} = 0,72 \text{ in}^2$$

$$A_{22} > A_{21}$$

Por lo que:  **$A_2 = 0,724 \text{ in}^2$**

Paso n° 4: Determinar el área de refuerzo total,  $A_T$  y comparar con el área requerida o sustraída.

$$A_T = A_1 + A_2 = 0,731 \text{ in}^2$$

Por tanto  $A_T > A$

Se comprueba, por tanto, que la tubuladura está suficientemente reforzada por lo que no será necesario el PAD DE REFUERZO.

**Para completar la comprensión de estos cálculos, en el apartado de PLANOS de esta memoria, se indica un plano con la tubuladura y todas sus dimensiones finales.**

## 2.5.- Justificación del ahorro en el proceso.

El objetivo final de toda la mejora planteada a lo largo del proyecto, como se comentó en la memoria, es el de proporcionar una alternativa energética al diseño actual de la columna que recuperara al proceso una parte del calor perdido, es decir, que fuera energéticamente más óptima. Esta solución puede valorarse tratando el problema desde el siguiente punto de vista.

Al recuperar una parte del calor emitido antes a la atmósfera para el proceso, conseguimos que la cantidad de combustible empleada en los hornos para calentar el aceite térmico sea menor; a su vez, la combustión de una menor cantidad de combustible está totalmente relacionada con las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera lo cual se relaciona también con el gasto por derechos de emisión.

### 2.5.1.- Ahorro energético

Con la mejora planteada, se recuperan para el proceso 4,5 MM Kcal/h. Esta energía que antes era enviada a la atmósfera, se utiliza ahora para precalentar la alimentación a la columna objeto del proyecto.

### 2.5.2.- Ahorro económico

Las reducciones económicas antes mencionadas pueden cuantificarse del siguiente modo:

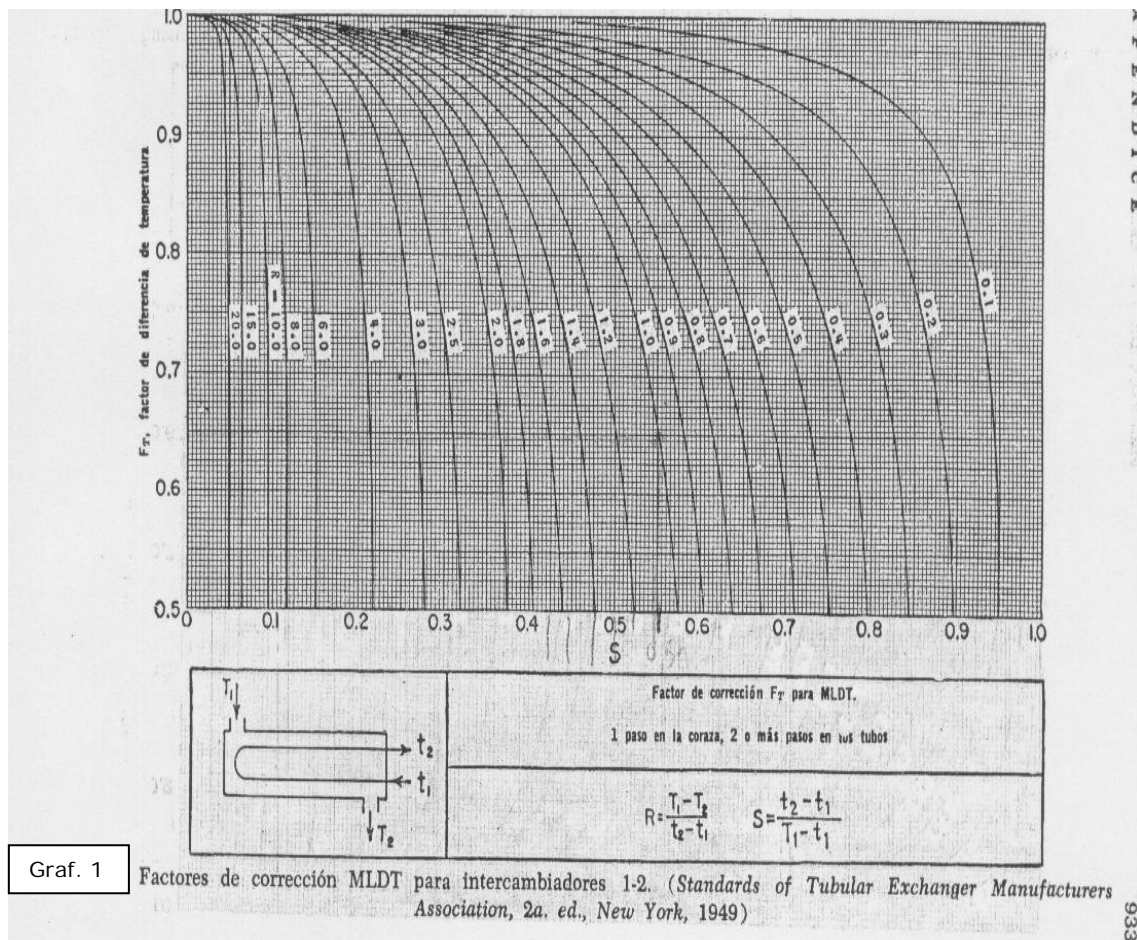
Concepto de Ahorro	Ahorro económico (€/año)
5 MM Nm <sup>3</sup> Gas Natural	700000
10000 Tm de CO <sub>2</sub>	150000
TOTAL	850000

OTROS DOCUMENTOS

**3.1.- Material gráfico para el cálculo del proyecto.**

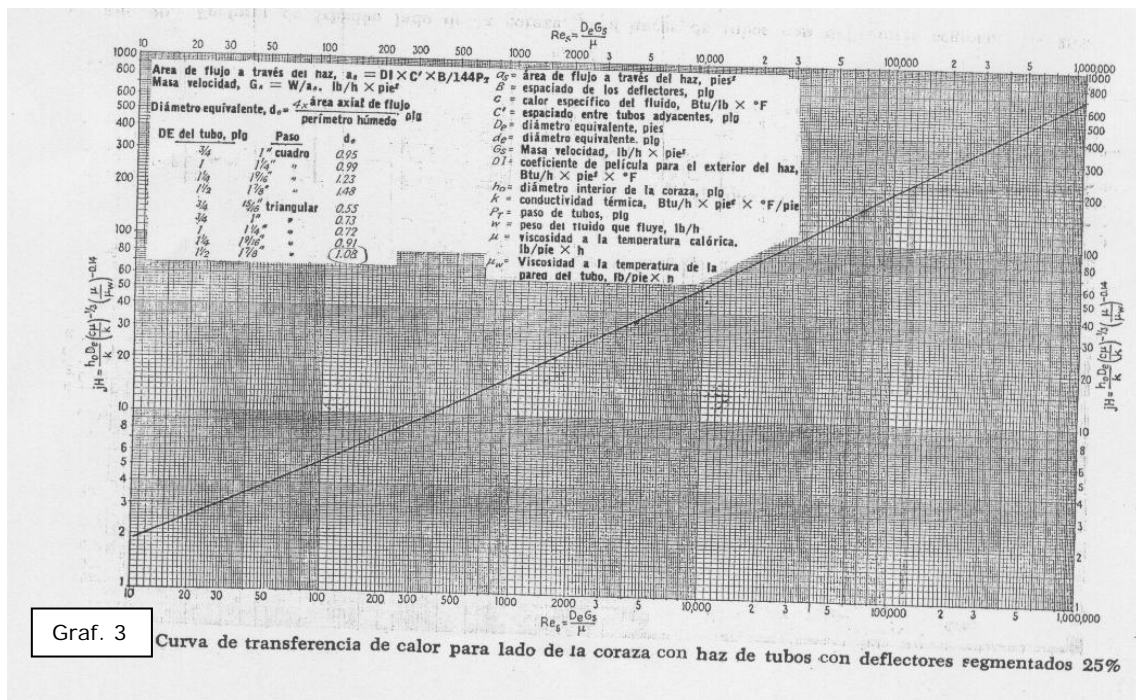
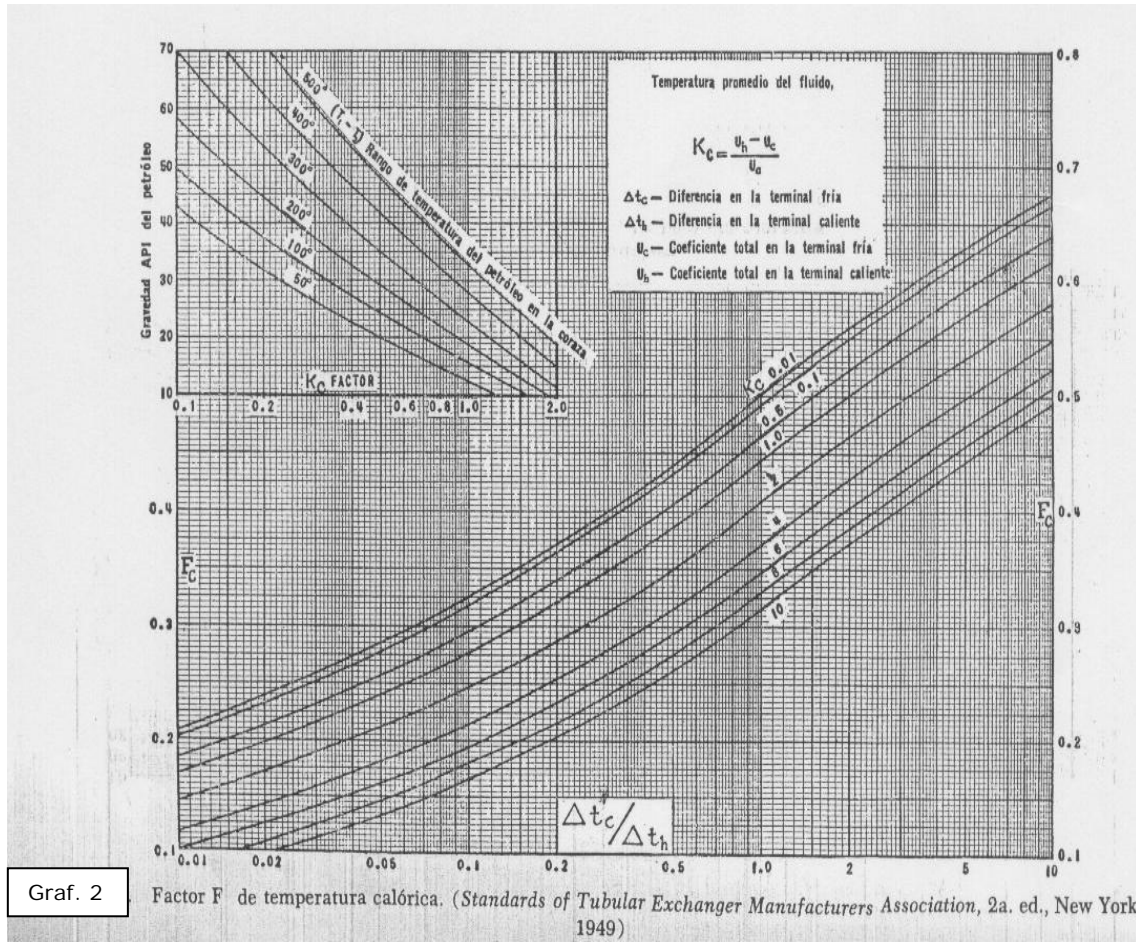
En este anexo, se recogen todas las tablas y gráficas necesarias para todos los cálculos reflejados en el anexo de cálculo. Para mayor facilidad y destreza en su uso, el material gráfico se ha ordenado temáticamente en TABLAS y GRÁFICAS numeradas cardinalmente según el orden de aparición en la memoria.

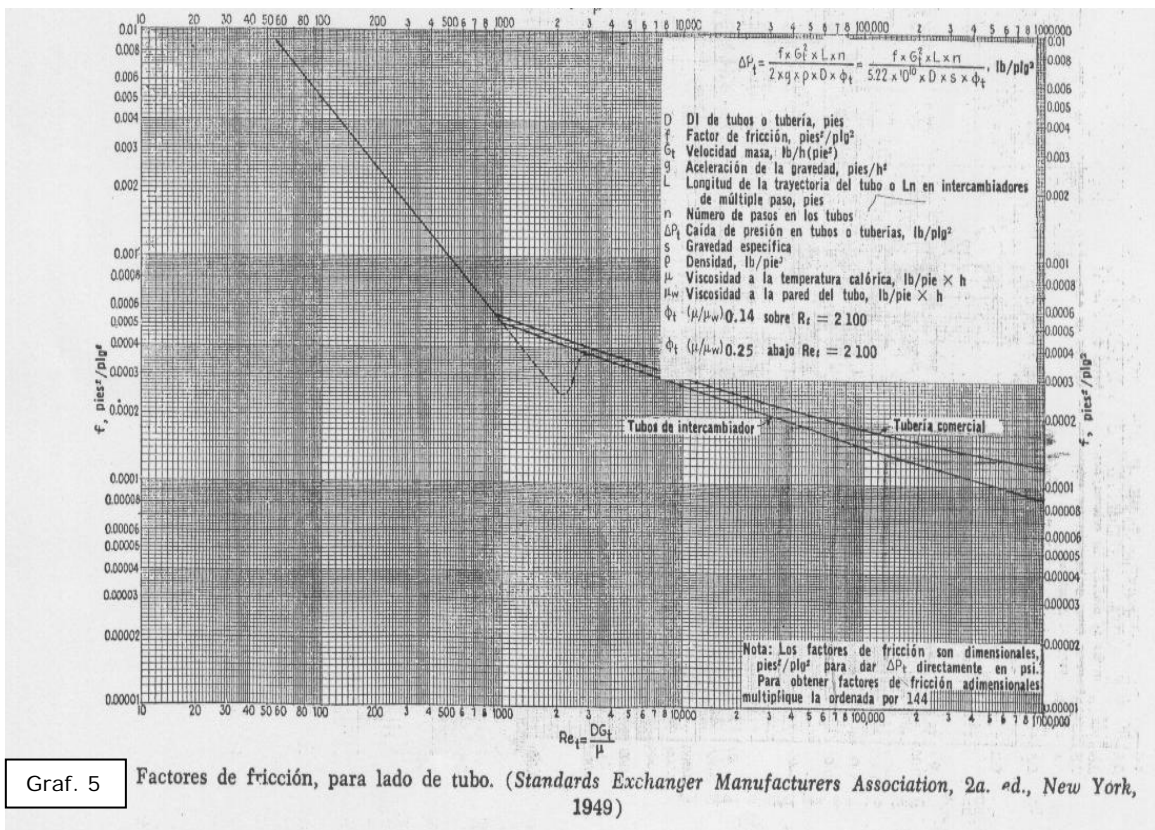
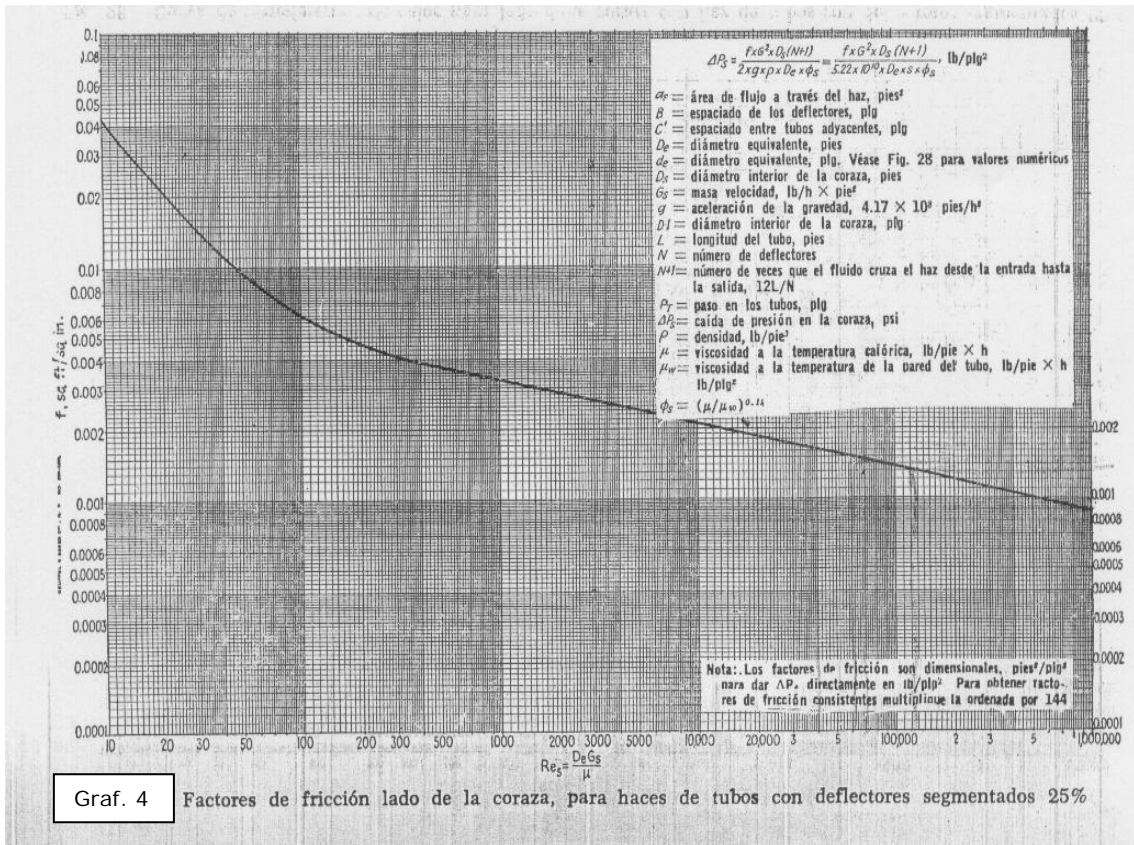
GRÁFICAS



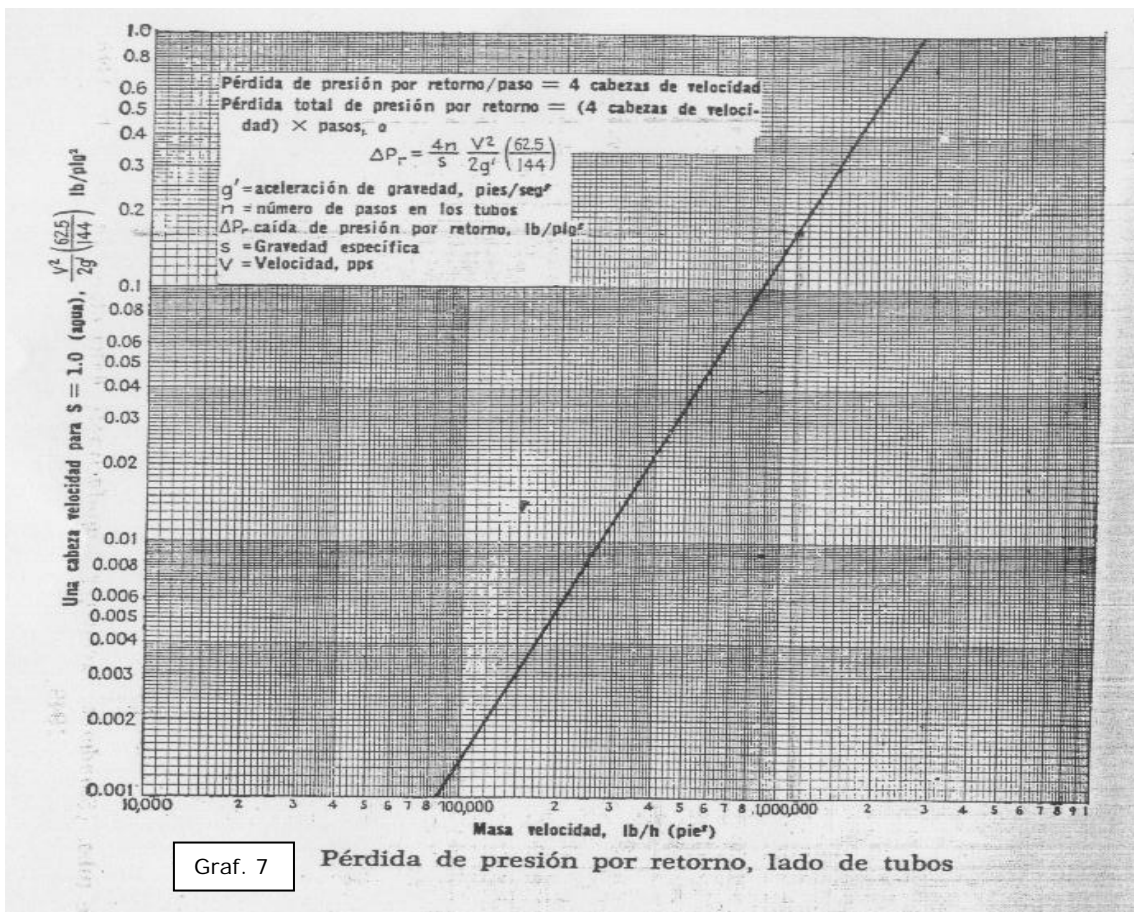
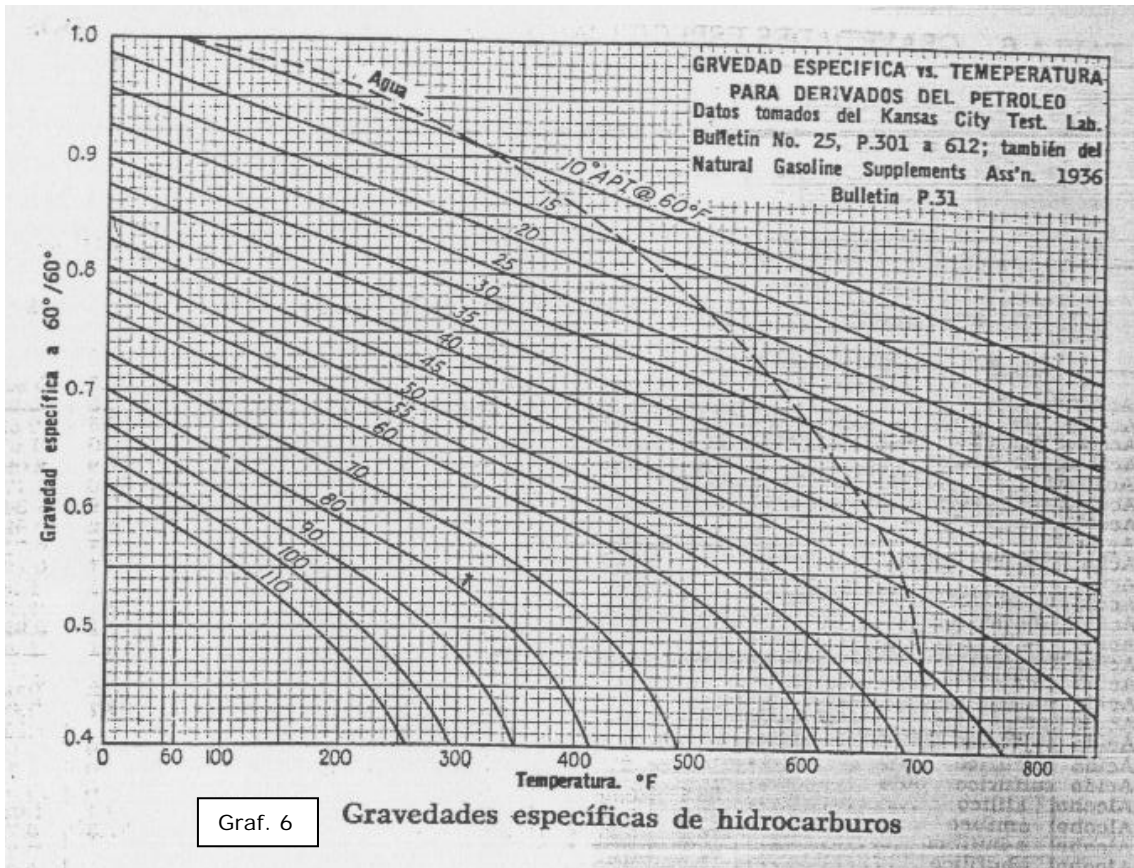
Graf. 1

Factores de corrección MLDT para intercambiadores 1-2. (Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association, 2a. ed., New York, 1949)









**CUADROS**

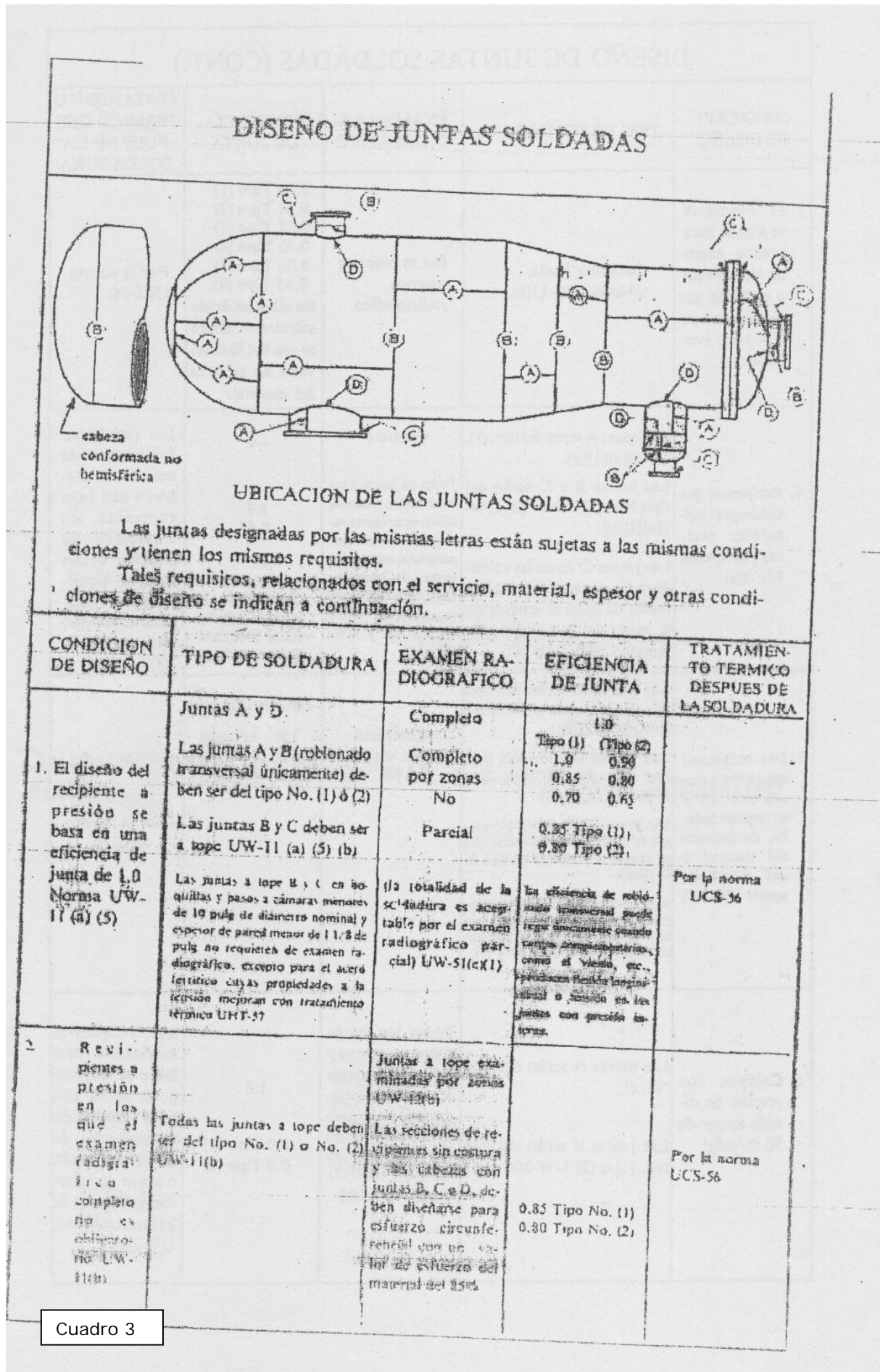
Intercambiadores		U <sub>s</sub>	
Fluido Caliente	Fluido Frio	kcal / h.m <sup>2</sup> °C	BTU / hr.ft <sup>2</sup> °F
Agua	Agua	1.250 - 2.500	250 - 500
Soluciones acuosas	Soluciones acuosas	1.250 - 2.500	250 - 500
Hidrocarburos ligeros <sup>1.-</sup>	Hidrocarburos ligeros	200 - 370	40 - 75
Hidrocarburos medios	Hidrocarburos medios	100 - 300	20 - 60
Hidrocarburos pesados	Hidrocarburos pesados	50 - 200	10 - 40
Hidrocarburos pesados	Hidrocarburos ligeros	150 - 300	30 - 60
Hidrocarburos ligeros	Hidrocarburos pesados	50 - 200	10 - 40
Refrigerantes			
Agua, metanol, amoniaco y soluciones acuosas	Agua	1.250 - 2.500	250 - 500
Hidrocarburos ligeros	Agua	370 - 730	75 - 150
Hidrocarburos medios	Agua	250 - 610	50 - 125
Hidrocarburos pesados	Agua	25 - 730	5 - 75
Gas	Agua	10 - 250	2 - 50
Agua	Salmuera	500 - 1.000	100 - 200
Hidrocarburos ligeros	Salmuera	200 - 500	40 - 100
Recalentadores			
Vapor de agua	Agua, metanol, amoniaco	1.000 - 3.400	200 - 700
Vapor de agua	Solución acuosa: $\mu < 2$ cPo	1.000 - 3.400	200 - 700
	$\mu > 2$ cPo	500 - 2.500	100 - 500
Vapor de agua	Hidrocarburos ligeros	500 - 1.000	100 - 200
Vapor de agua	Hidrocarburos medios	250 - 500	50 - 100
Vapor de agua	Hidrocarburos pesados	30 - 300	6 - 60
Vapor de agua	Gas	25 - 250	5 - 50
Dowtherm	Gas	20 - 200	4 - 40
Dowtherm	Hidrocarburos pesados	30 - 300	6 - 60

<sup>1.-</sup> Hidrocarburos ligeros :  $\mu < 0,5$  cPo ( junto un: benceno, tolueno, acetona, etanol, MEK )  
 Hidrocarburos medios :  $0,5 < \mu < 1$  cPo ( queroseno, gasoil caliente, aceite de absorción, crudos ligeros)  
 Hidrocarburos pesados:  $\mu > 1$  cPo ( gasoil frio, aceites, fueloil, crudo reducido, asfalto )

**Cuadro 1** - Coeficientes de transmisión sucios U<sub>s</sub><sup>1.-</sup>

D <sub>c</sub> carcasa		Tubos: 3/4" P = 15/16"				Tubos: 3/4" P = 1"				Tubos: 1" P = 1 1/4"			
		número de pasos: n <sub>t</sub>				número de pasos: n <sub>t</sub>				número de pasos: n <sub>t</sub>			
(in)	(cm)	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
8	20,3	32	26	24	18	30	24	24		16	16	14	
10	25,4	56	47	42	36	52	40	36		32	26	24	
12	30,5	98	86	82	78	82	76	74	70	52	48	46	44
13 1/4	33,7	114	96	90	86	106	86	82	74	66	58	54	50
15 1/4	38,7	160	140	136	128	138	122	118	110	86	80	74	72
17 1/4	43,9	224	194	188	178	196	178	172	166	118	106	104	94
19 1/4	48,9	282	252	244	234	250	226	216	210	152	140	136	128
21 1/4	54,0	342	314	306	290	302	278	272	260	188	170	164	160
23 1/4	59,1	420	386	378	364	376	352	342	328	232	212	212	202
25	63,5	506	468	446	434	452	422	394	382	282	256	252	242
27	68,6	602	550	536	524	534	488	474	464	334	302	296	286
29	73,7	692	640	620	594	604	556	538	508	376	338	334	316
31	78,8	822	766	722	720	728	678	666	640	454	430	424	400
33	83,8	938	878	852	826	830	774	760	732	522	486	470	454
35	88,9	1068	1004	988	958	938	882	864	848	592	562	546	532
37	94,0	1200	1144	1104	1072	1044	1012	986	870	664	632	614	598
39	99,0	1330	1258	1248	1212	1176	1128	1100	1078	736	700	688	672

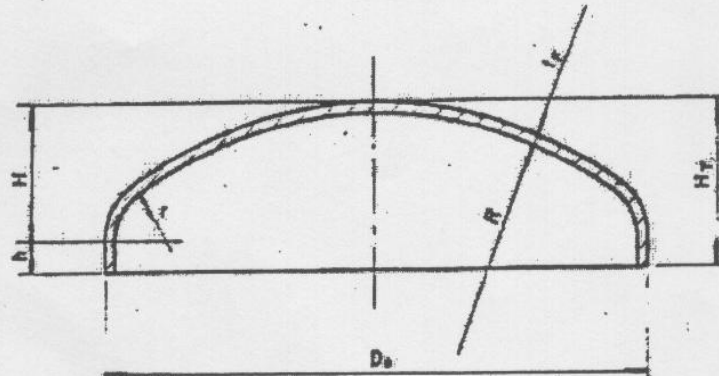
**Cuadro 2** - Disposición de los tubos en triángulo



Cuadro 3



REVISION	FECHA	APROBADO	<b>FONDO TORIESFERICO</b> - TIPO KORBBOGEN -	<b>STD-RP-008</b>
0	17.7.74			
			HOJA 1 DE 2	



**CARACTERISTICAS TECNICAS**

- $R = 0,8 D_0$  ,  $r = 0,154 D_0$
- $H = 0,26 D_0$  ,  $h = 3,5 r$
- DIAMETRO DEL DISCO  $D_d = 1,174 D_0 + 1,7h$   
(SI  $h=0$ : + 40)

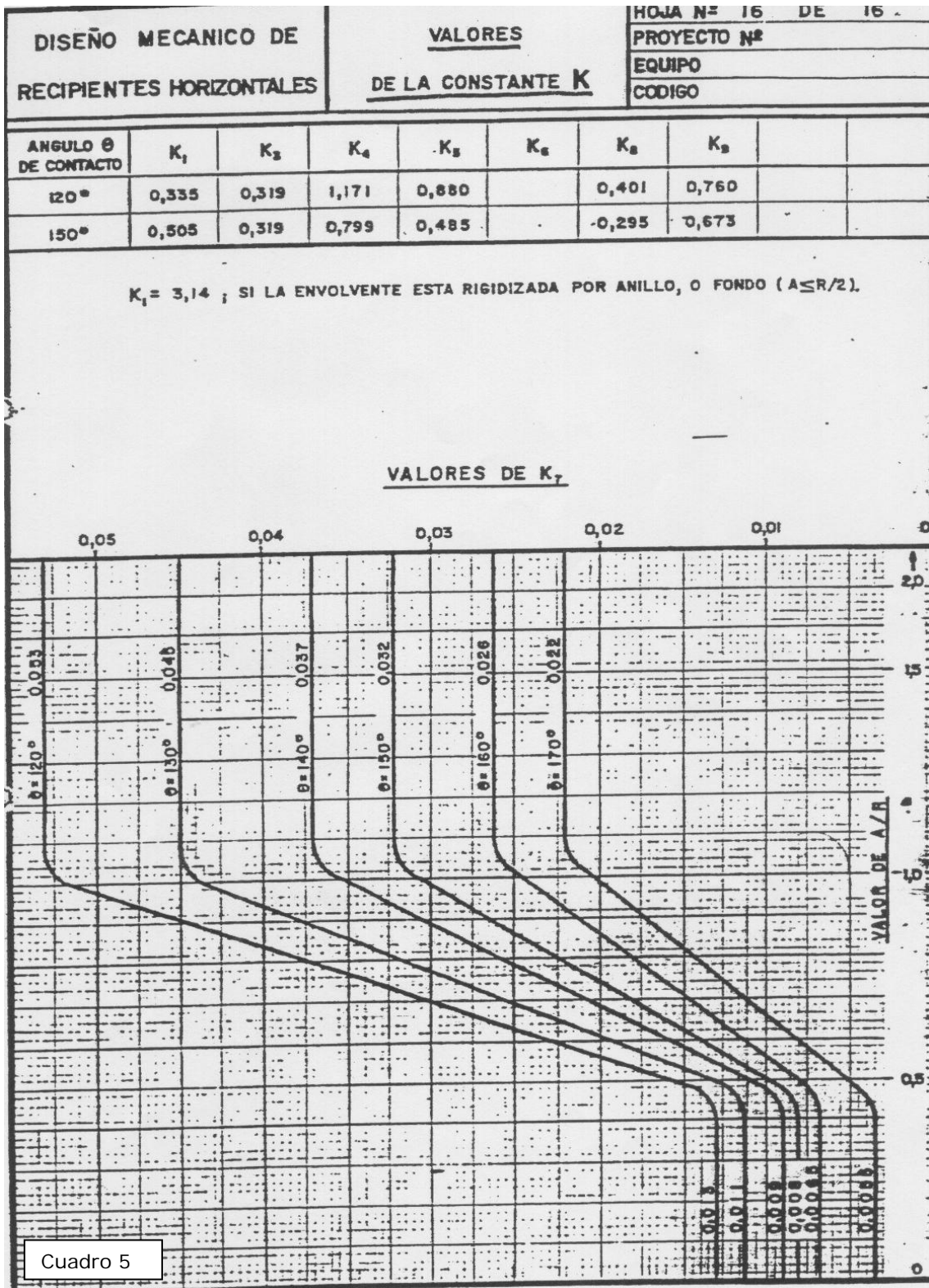
LOS DIAMETROS DE DISCO ESTAN PROMEDIADOS EN LA TABLA.

**DATOS UTILES**

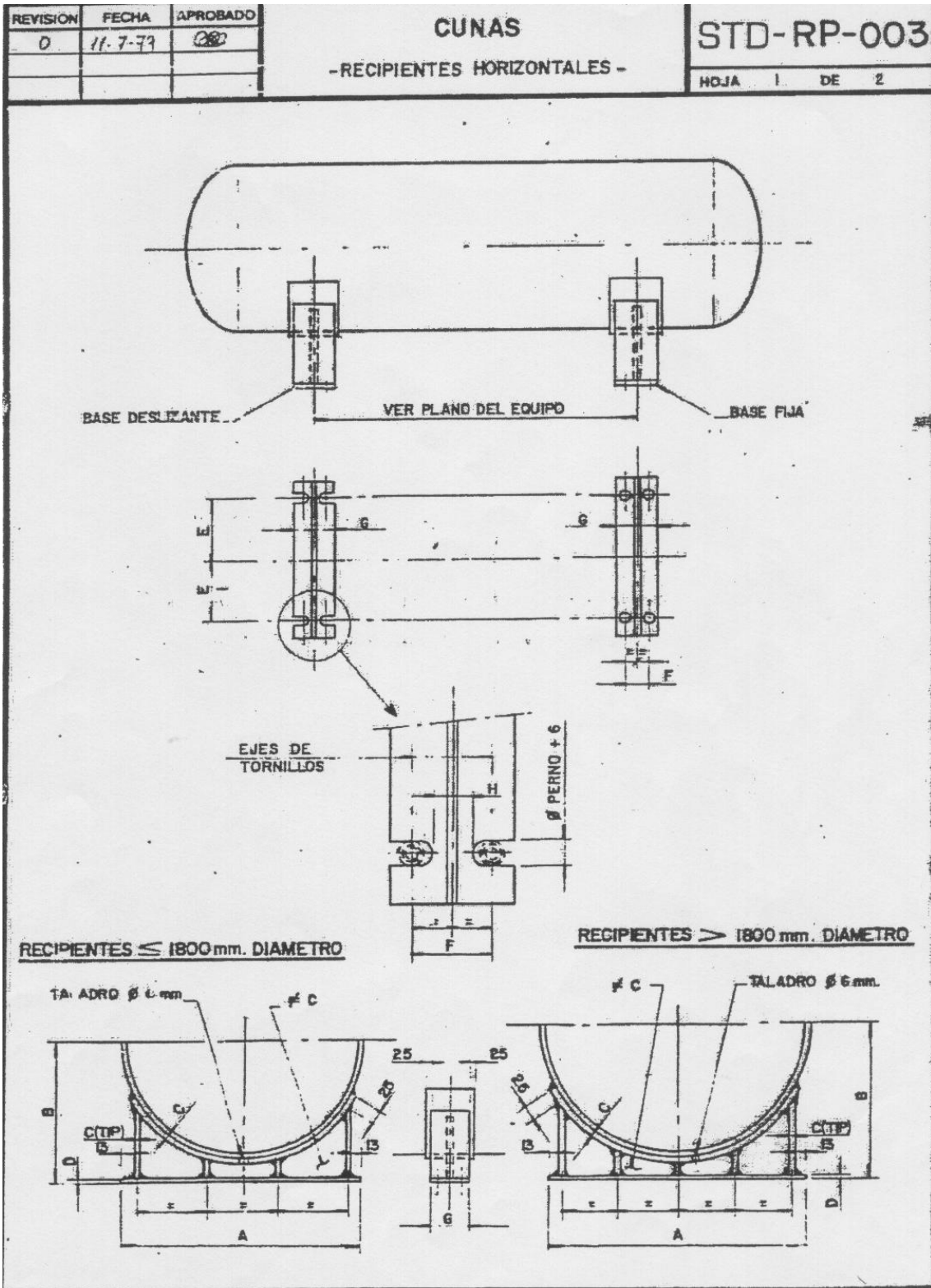
- CAPACIDAD:  $V = 0,13 D^3$  ( SIN h Y CONSIDERANDO  $D_0 = D$  )
- PESO NETO:  $\frac{\pi}{4} D_0^2 \cdot 8 \cdot t_p$  ( $D_0$  EN m. ,  $t_p$  EN mm.)

$D_0$ (mm)	$t_F$ (mm) MIN-MAX	$D_d$ (mm)	H (mm)	PESO(Kg) POR mm DE ESPESOR	VOLUMEN PARTE BOMBEO. $m^3$	$D_0$ (mm)	$t_F$ (mm) MIN-MAX	$D_d$ (mm)	H (mm)	PESO(Kg) POR mm DE ESPESOR	VOLUMEN PARTE BOMBEO. $m^3$
300	3-30	400	78	1,0	0,0035	1550	5-60	1890	405	22,5	0,483
350	3-30	456	91	1,3	0,0056	1600	5-60	1950	416	23,9	0,532
400	3-30	520	104	1,7	0,0083	1650	5-60	2010	429	25,4	0,585
450	3-30	580	117	2,1	0,0118	1700	5-60	2070	442	27,0	0,640
500	3-30	640	130	2,6	0,0161	1750	5-60	2130	455	28,5	0,700
550	3-60	700	143	3,1	0,0216	1800	5-60	2190	468	30,0	0,760
600	3-60	760	156	3,6	0,0280	1850	5-60	2250	481	31,5	0,825
650	4-60	820	169	4,2	0,0360	1900	5-60	2300	494	33,0	0,890
700	4-60	875	182	4,8	0,0445	1950	5-60	2360	507	35,0	0,965
750	4-60	935	195	5,5	0,0545	2000	5-60	2420	520	37,0	1,040
800	4-60	995	208	6,2	0,0665	2050	5-60	2480	533	38,5	1,120
850	4-60	1055	221	7,0	0,0795	2100	5-60	2540	546	40,5	1,200
900	4-60	1115	234	7,8	0,094	2150	5-60	2600	559	42,5	1,290
950	4-60	1170	247	8,6	0,111	2200	5-60	2660	572	44,5	1,380
1000	5-60	1230	260	9,5	0,130	2250	5-60	2720	585	46,5	1,480
1050	5-60	1290	273	10,4	0,150	2300	5-60	2780	598	48,5	1,580
1100	5-60	1350	286	11,1	0,173	2350	5-60	2840	611	51,0	1,690
1150	5-60	1410	299	12,5	0,198	2400	5-60	2900	624	53,0	1,800
1200	5-60	1470	312	13,6	0,225	2450	5-60	2960	637	55,0	1,910
1250	5-60	1530	325	14,7	0,254	2500	5-60	3020	650	57,0	2,030
1300	5-60	1590	338	15,9	0,285	2550	5-60	3080	663	59,0	2,150
1350	5-60	1650	351	17,1	0,320	2600	5-60	3140	676	62,0	2,280
1400	5-60	1710	364	18,4	0,356	2650	5-60	3190	690	64,0	2,410
1450	5-60	1770	377	19,7	0,395	2700	5-60	3250	700	65,5	2,550
1500	5-60	1830	390	21,0	0,438	2750	5-60	3310	715	69,0	2,700

Cuadro 4



ESQUEMAS



### 3.2.- Abreviaturas del proyecto

En este anexo de la memoria se recogerán todas las abreviaturas que han podido aparecer durante todo el proyecto con objeto de proporcionar una mayor comprensión del mismo. Éstas, se ordenarán alfabéticamente, para mejor búsqueda, expresando el significado de las mismas a continuación.

A .....	Área
F .....	Factor de corrección
G .....	Velocidad másica
J .....	Flujo de transmisión de calor
k .....	Conductividad
$h_i$ .....	Coef. local transm. de calor
H, h .....	Entalpía
L .....	Longitud del cambiador
M,m .....	Caudal másico
$\mu$ .....	Viscosidad
P .....	Distancia entre agujeros
Q .....	Calor
R .....	Resistencia
$t_w$ .....	Temperatura de la pared
U .....	Coeficiente de transmisión calor

## **4.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1.- OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO**

#### **1.1.- Objeto del presente estudio de seguridad y salud:**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud (E.S.S.) tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

#### **1.2.- Establecimiento posterior de un plan de seguridad y salud en la obra:**

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este E.S.S.

### **2.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS:**

#### **2.1.- Protecciones colectivas:**



- Generales:
- Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

A) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

B) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

C) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

D) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

- Tipos de señales:

a) En forma de panel:

Señales de advertencia

Forma: Triangular

Color de fondo: Amarillo

Color de contraste: Negro

Color de Símbolo: Negro

Señales de prohibición:

Forma: Redonda

Color de fondo: Blanco

Color de contraste: Rojo

Color de Símbolo: Negro

Señales de obligación:

Forma: Redonda

Color de fondo: Azul

Color de Símbolo: Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

Forma: Rectangular o cuadrada:

Color de fondo: Rojo

Color de Símbolo: Blanco

Señales de salvamento o socorro:

Forma: Rectangular o cuadrada:

Color de fondo: Verde

Color de Símbolo: Blanco

· Cinta de señalización

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída

de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los anteriores paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

· Cinta de delimitación de zona de trabajo

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

· Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97)

Zonas o partes del lugar de trabajo. Nivel mínimo de iluminación (lux)

Zonas donde se ejecuten tareas con:

1º Baja exigencia visual 100

2º Exigencia visual moderada 200

3ª Exigencia visual alta 500

4º Exigencia visual muy alta 1.000

Áreas o locales de uso ocasional 25

Áreas o locales de uso habitual 100

Vías de circulación de uso ocasional 25

Vías de circulación de uso habitual 50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

a) En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.

b) En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.

a) Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

b) Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

Señales óptico-acústicas de vehículos de obra:

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.

- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.

- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destelleante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.

- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.

- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destelleantes, etc.).

- Protecciones colectivas particulares a cada fase de obra:

**ALBAÑILERIA:****Protección contra caídas de altura de personas u objetos**

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

**Barandillas de protección:**

Se utilizarán como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m; estarán constituidas por balaustre, rodapié de 20 cm de alzada, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 90 cm. de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí y serán lo suficientemente resistentes.

**Escaleras portátiles:**

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estará dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

**Cuerda de retenida:**

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido,

constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

Sirgas:

Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

## COMPACTACION Y CONSOLIDACION DE TERRENOS

Cabina de la maquinaria de movimiento de tierras:

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deben satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97):

Estar bien diseñados y contruidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos:

Mantenerse en buen estado de funcionamiento

Utilizarse correctamente

Los conductores han de recibir formación especial

Adoptarse las medidas oportunas para evitar su caída en excavaciones o en el agua

Cuando sea adecuado, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además dispondrán de una puerta a cada lado.

Condiciones generales en trabajos de excavación y ataluzado:

Los trabajos con riesgos de sepultamiento o hundimiento son considerados especiales por el R.D. 1627/97 (Anexo II) y por ello debe constar en este Estudio de Seguridad y Salud el catálogo de medidas preventivas específicas:

- Topes para vehículos en el perímetro de la excavación:

Se dispondrá de los mismos a fin de evitar la caída de los vehículos al interior de las zanjas o por las laderas.

- Ataluzado natural de las paredes de excavación:

Como criterio general se podrán seguir las siguientes directrices en la realización de taludes con bermas horizontales por cada 1,50 m de profundidad y con la siguiente inclinación:

Roca dura 80°.

Arena fina o arcillosa 20°.

La inclinación del talud se ajustará a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por Documentación Técnica complementaria.

El aumento de la inclinación y el drenado de las aguas que puedan afectar a la estabilidad del talud y a las capas de superficie del mismo garantizan su comportamiento.

Se evitará, a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación, en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.

En taludes de alturas de más de 1,50 m se deberán colocar bermas horizontales de 50 ó 80 cm de ancho, para la defensa y detención de eventuales caídas de materiales desprendidos desde cotas superiores, además de permitir la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de la obra.

La coronación del talud debe tratarse como una berma, dejando expedito el paso o incluso disponiendo tableros de madera para facilitarlos.

En taludes de grandes dimensiones se habrá previsto en proyecto la realización en su base de cunetones rellenos de grava suelta o canto de río de diámetro homogéneo, para retención de rebotes de materiales desprendidos, o alternativamente si, por cuestión del espacio disponible, no pudieran realizarse aquellos, se apantallará la parábola teórica

de los rebotes o se dispondrá un túnel isostático de defensa.

- Barandillas de protección:

En huecos verticales de coronación de taludes, con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2 m, se dispondrán barandillas de seguridad completas empotradas sobre el terreno, constituidas por balaustre vertical homologado o certificado por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, pasamanos superior situado a 90 cm. sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 cm.) y rodapié o plinto de 20 cm sobre el nivel del suelo, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, y de resistencia suficiente.

Los taludes de más de 1,50 m de profundidad estarán provistos de escaleras, preferentemente excavadas en el terreno o prefabricadas portátiles, que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo una escalera por cada 30 m de talud abierto o fracción de este valor.

Las bocas de los pozos y arquetas, deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para la puesta en obra de dichos elementos.

## EJECUCION DE TRABAJOS PARA LA INSTALACION DE MAQUINARIA

- Plataformas de trabajo

Las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características mínimas :

Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho).

La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.

Escuadra de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm sí se trata de abeto).

Longitud máxima entre apoyos de tablonos 2,50 m.

Los elementos de madera no pueden montar entre sí formando escalones ni sobresalir en forma de llantas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.

No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm).

Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidos con barandillas de 90 cm. de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, de construcción segura y suficientemente resistente.

La distancia entre el paramento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el paramento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 1,80 m.

Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 1,80 m

Cuando se utilicen andamios móviles sobre ruedas, se usarán dispositivos de seguridad que eviten cualquier movimiento, bloqueando adecuadamente las ruedas; para evitar la caída de andamios, se fijarán a la fachada o pavimento con suficientes puntos de amarre que garanticen su estabilidad. Nunca se amarrarán a tubos de gas o a otro material. No se sobrecargarán las plataformas más de lo previsto en el cálculo.



## EXCAVACIÓN MECÁNICA – ZANJAS

- Prevención de incendios, orden y limpieza:

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizado por la retirada de objetos en el fondo de zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 m de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente de aluminio, que rebasen 1 m sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 m de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg. de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 cm

El acopio y estabilidad de los escudos metálicos de entibación deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en

superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para este tipo de entibados.

La madera de entibar estará clasificada según usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada.

Altura máxima de la pila (tablones estacados y arriostrados lateralmente) : 1 m.

#### SANEAMIENTOS

##### - Entibación:

La entibación de los laterales de la excavación de profundidad igual o superior a 1,30 m (en profundidades menores se dispondrá simplemente de un cabecero) conforme a cálculo del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra o de la Dirección Facultativa y normas al uso de la zona, que podrá ser :

La tradicional de madera

Paneles de entibación de acero (escudos con o sin guías de deslizamiento)

Máquina de entibación por presión hidráulica

Tablestacado

Entibación "blanda" geotextil

La altura máxima sin entibar, en fondo de zanja no superará los 0,70 m o sustitutivamente se bajará el paramento de entibado y contención de tierras hasta clavarse en el fondo de la zanja, utilizando pequeñas correas auxiliares con sus codales correspondientes. En el entibado de pozos o zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superiores a un metro.

La anchura mínima aconsejable de las excavaciones será :

0,65 m hasta 1,50 m de profundidad.

0,75 m hasta 2,00 m de profundidad.

0,80 m hasta 3,00 m de profundidad.

0,90 m hasta 4,00 m de profundidad.

1,00 m para > 4,00 m de profundidad.

En cualquier caso, los codales de madera pueden ser sustituidos ventajosamente por metálicos (roscados o hidráulicos) provistos de extensores que se adapten a diversas anchuras de zanja y permitan una seguridad mayor. Para el entibado "blando" con tejido de poliamida de alta tenacidad (Dupont) para zanjas de canalización, los largueros serán los de aluminio, emplazados con la cadencia prevista por el fabricante en función del tipo de terreno y profundidad de la zanja; los codales serán hidráulicos en este caso particular.

## **2.2.- Equipos de protección individual (EPIS):**

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

- Quemaduras físicas y químicas.

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

Guantes de protección frente a calor

Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

- Ambiente pulvígeno.

Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Ambientes pobres de oxígeno.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

- Aplastamientos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Atmósferas tóxicas, irritantes.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Impermeables, trajes de agua

Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Atrapamientos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Guantes de protección frente a abrasión

- Caída de objetos y/o de máquinas.

Bolsa portaherramientas

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Caída ó colapso de andamios.

Cinturón de seguridad anticaídas

Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

- Caídas de personas a distinto nivel.

Cinturón de seguridad anticaídas

Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

- Caídas de personas al mismo nivel.

Bolsa portaherramientas

Calzado de protección sin suela antiperforante

- Contactos eléctricos directos.

Calzado con protección contra descargas eléctricas

Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos

Gafas de seguridad contra arco eléctrico

Guantes dieléctricos

- Contactos eléctricos indirectos.

Botas de agua

- Cuerpos extraños en ojos.

Gafas de seguridad contra proyección de líquidos

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.

Gafas de oxicorte

Gafas de seguridad contra arco eléctrico

Gafas de seguridad contra radiaciones

Mandil de cuero

Manguitos

Pantalla facial para soldadura eléctrica con arnés de sujeción sobre

la cabeza y cristales con visor oscuro inactínico

Pantalla para soldador de oxicorte

Polainas de soldador cobre-calzado

Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

- Golpe por rotura de cable.

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Bolsa portaherramientas

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores

Guantes de protección frente a abrasión

- Pisada sobre objetos punzantes.

Bolsa portaherramientas

Calzado de protección con suela antiperforante

- Incendios.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

- Inhalación de sustancias tóxicas.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura

- Inundaciones.

Botas de agua

Impermeables, trajes de agua

- Vibraciones.

Cinturón de protección lumbar

- Sobreesfuerzos.

Cinturón de protección lumbar

- Ruido.

Protectores auditivos

- Caída de personas de altura.

Cinturón de seguridad anticaídas

### **2.3.- Protecciones especiales:**

#### **GENERALES**

Circulación y accesos en obra:

Se estará a lo indicado en el artículo 11 A del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97 respecto a vías de circulación y zonas peligrosas.

Los accesos de vehículos deben ser distintos de los del personal, en el caso de que se utilicen los mismos se debe dejar un pasillo para el paso de personas protegido mediante vallas.

En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactados y nivelados, si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel. Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento. Si existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 Km./h. y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.

Las maniobras de camiones y hormigoneras deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

El grado de iluminación natural será suficiente y en caso de luz artificial (durante la noche o cuando no sea suficiente la luz natural) la intensidad será la adecuada, citada en otro lugar de este estudio.

En su caso se utilizarán portátiles con protección antichoques. Las luminarias estarán colocadas de manera que no supongan riesgo de accidentes para los trabajadores (art. 9).

Si los trabajadores estuvieran especialmente a riesgos en caso de avería eléctrica, se dispondrá iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

- Protecciones y resguardos en máquinas:

Toda la maquinaria utilizada durante la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles,

especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso involuntario de personas u objetos a dichos mecanismos, para evitar el riesgo de atrapamiento.

-

#### COMPACTACION Y CONSOLIDACION DE TERRENOS

- Condiciones generales del centro de trabajo en el ataluzado de terrenos:

Se estará a lo señalado por el artículo 9 C del Anexo IV del R. D. 1627/97, en lo que respecta a movimiento de tierras y excavaciones, fundamentalmente en lo relativo a detección de cables subterráneos y sistemas de distribución, en lo relativo a evitar el riesgo de sepultamiento y el de inundaciones por irrupción accidental del agua.

Las zonas en las que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente. Los árboles postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jabalcones. Si fuera preciso, habría que establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.

En verano proceder al regado previo de las zonas de trabajo que puedan originar polvareda durante su remoción.

Los elementos estructurales inestables que puedan aparecer en el subsuelo deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente, especialmente si se trata de construcciones de fábrica, mampuestos y argamasa o mortero u hormigón en masa.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de ataluzado

y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.



Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

No se dañarán las raíces críticas de las plantas, arbustos, árboles que hay que tener en cuenta para su conservación, protección y/o mantenimiento posterior.

Se mantendrán las zonas de paso para personas y vehículos así como los acopios de materiales de excavación dentro de las distancias adecuadas, indicadas más adelante.

#### CUBIERTAS CON PLACAS

- Acopio de botellas de gases licuados de butano o propano:

Los acopios de botellas que contengan gases combustibles a presión se hará de forma que estén protegidas de los rayos del sol y de la humedad, su presencia se señalará con rótulos de "NO FUMAR" y "PELIGRO: MATERIAL INFLAMABLE", disponiendo de extintores de CO<sub>2</sub>, en sus inmediaciones.

Estarán en dependencias separadas de materiales combustibles, oxidantes y reductores (maderas, gasolina, disolventes, etc.).

- Acopio de sopandas y rastreles:

Los perfiles metálicos acopiados se colocarán acuñados para evitar desplazamientos laterales.

Para las operaciones de carga y descarga de perfiles, el personal responsable de las mismas, habrá recibido la formación adecuada para utilizar los medios de izado y transporte de manera correcta, realizar el embragado y el control del mantenimiento y utilización de las eslingas sin improvisaciones.

Cuando los paquetes de perfiles, por su longitud, no tengan rigidez suficiente, se emplearán balancines o eslingas con varios puntos de enganche y longitudes de brazos diferentes.

El acopio se hará lejos del perímetro del forjado o cubierta.

#### EJECUCIÓN DE TRABAJOS PARA LA INSTALACIÓN DE MAQUINARIA

- Condiciones preventivas del entorno:

Los elementos y/o máquinas de estructura se acopiarán de forma correcta. El acopio de elementos y/o máquinas deberá estar planificado, de forma que cada elemento y/o máquina que vaya a ser transportado por la grúa, no sea estorbado por ningún otro.

En las inmediaciones de zonas eléctricas en tensión se mantendrán las distancias de seguridad: Alta tensión: 5 m y Baja tensión: 3 m

#### HORMIGONADO DE CIMIENTOS POR VERTIDO DIRECTO

- Condiciones preventivas durante el hormigonado de cimientos por vertido directo:

En invierno establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo, disponiendo arena y sal gorda sobre los charcos susceptibles de heladas.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de hormigonado y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

Estarán debidamente señalizadas las zonas de paso de los vehículos que deban acceder a la obra, tales como camiones hormigonera y maquinaria de mantenimiento o servicio de la misma.

Los huecos horizontales que puedan quedar al descubierto sobre el terreno a causa de los trabajos de hormigonado cuyas dimensiones puedan permitir la caída de personas a su interior,

deberán ser condenados al nivel de la cota de trabajo, instalando si es preciso pasarelas completas y reglamentarias para los viandantes o personal de obra.

Esta norma deberá cumplirse cuando existan esperas de armaduras posicionadas verticalmente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable para el que el operario que ayuda al transportista del camión hormigonera, disponga de una provisión suficiente de palas, rastrillos, escobas de brezo, azadores, picos, tablones, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico etc., para garantizar la limpieza de las inmediaciones a la canal de derrame así como los accesos a la obra.

Todo el material, así como las herramientas que se tengan que utilizar, se encontrarán perfectamente almacenadas en lugares preestablecidos y confinadas en zonas destinadas para ese fin, bajo el control de persona/s responsable/s.

Se comprobará que están bien colocadas, y sólidamente afianzadas todas las protecciones colectivas contra caídas de altura que puedan afectar al tajo: barandillas, redes, mallazo de retención, ménsulas y toldos.

La zona de trabajo se encontrará limpia de puntas, armaduras, maderas y escombros.

#### **2.4.- Normativa a aplicar en las fases del estudio:**

##### **NORMATIVA GENERAL**

Exige el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre la realización de este Estudio de Seguridad y Salud que debe contener una descripción de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas preventivas adecuadas; relación de aquellos otros que no han podido evitarse conforme a lo señalado anteriormente, indicando las protecciones técnicas tendentes a reducir los y las medidas preventivas

que los controlen. Han de tenerse en cuenta, sigue el R.D., la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de usarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Tal es lo que se manifiesta en el Proyecto de Obra al que acompaña este Estudio de Seguridad y Salud. Sobre la base de lo establecido en este estudio, se elaborará el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (art. 7 del citado R.D.) por el Contratista en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra o realización de las instalaciones a que se refiere este Proyecto. En dicho plan se recogerán las propuestas de medidas de prevención alternativas que el contratista crea oportunas siempre que se justifiquen técnicamente y que tales cambios no impliquen la disminución de los niveles de prevención previstos. Dicho plan deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras (o por la Dirección Facultativa sino fuere precisa la Coordinación citada).

A tales personas compete la comprobación, a pie de obra, de los siguientes aspectos técnicos previos:

- Revisión de los planos de la obra o proyecto de instalaciones
- Replanteo
- Maquinaria y herramientas adecuadas
- Medios de transporte adecuados al proyecto
- Elementos auxiliares precisos
- Materiales, fuentes de energía a utilizar
- Protecciones colectivas necesarias, etc.

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir

adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

El comienzo de los trabajos sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su asentamiento y delimitación definida de las zonas de influencia durante las maniobras, suministro de materiales así como el radio de actuación de los equipos en condiciones de seguridad para las personas y los restantes equipos.

Se establecerá un planning para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.

Ante la presencia de líneas de alta tensión tanto la grúa como el resto de la maquinaria que se utilice durante la ejecución de los trabajos guardarán la distancia de seguridad de acuerdo con lo indicado en el presente estudio.

Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.

Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

Como se indica en el art. 8 del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que recoge el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los diferentes trabajos y al

estimar la duración prevista de los mismos. El Coordinador en materia de seguridad y salud en fase de proyecto será el que coordine estas cuestiones.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u observarse vacíos al respecto a la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

Cita el art. 10 del R.D. 1627/97 la aplicación de los principios de acción preventiva en las siguientes tareas o actividades:

a) Mantenimiento de las obras en buen estado de orden y limpieza

b) Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de vías de paso y circulación.

c) La manipulación de los diferentes materiales y medios auxiliares.

d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios con el objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular los peligrosos.

f) La recogida de materiales peligrosos utilizados.

g) El almacenamiento y la eliminación de residuos y escombros.

h) La adaptación de los diferentes tiempos efectivos a dedicar a las distintas fases del trabajo.

i) La cooperación entre Contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

j) Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se desarrolle de manera próxima.

- Protecciones personales:

Cuando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello -CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de paliar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D. 773/97 de 30 de Mayo.

En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado según (de sujeción o antiácidas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

- Manipulación manual de cargas:

No se manipularán manualmente por un solo trabajador más de 25 Kg.

Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.

Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.

Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.

El esfuerzo de levantar el peso lo debe realizar los músculos de las piernas.

Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiendo evitarse los giros de la cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.

Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.

Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.

Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.

Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.

Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo.

Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

- Manipulación de cargas con la grúa:

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.

Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.



Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.

Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.

De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.

Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán palonniers o vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.

El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera. Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata al la Dirección Técnica de la obra.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS DE TIPO GENERAL

Las disposiciones mínimas que a continuación figuran son las que indica el RD 1627/97 en su anexo IV. El proyectista deberá tomar de él lo que considere preciso para su estudio o dejarlo en su totalidad, en este caso debe borrar solamente este párrafo.

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras

#### **PARTE A**

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.

Observación preliminar: las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicaran siempre que lo exijan las

características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

A.- Ámbito de aplicación de la parte A:

La presente parte del anexo será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

B.- Estabilidad y solidez:

1) Deberá procurarse de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

2) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

C.- Instalaciones de suministro y reparto de energía.

1) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

2) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen ningún peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

3) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

D.- Vías y salidas de emergencia:

1) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

2) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.

4) Las vías y salidas específicas deberán señalizarse conforme al R.D. 485/97. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

5) Las vías y salidas de emergencia, así como las de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto para que puedan ser utilizadas sin trabas en ningún momento.

6) En caso de avería del sistema de alumbrado las vías de salida y emergencia deberán disponer de iluminación de seguridad de la suficiente intensidad.

#### E.- Detección y lucha contra incendios:

1) Según las características de la obra y las dimensiones y usos de los locales los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales y del número de personas que pueda hallarse presentes, se dispondrá de un número suficiente de dispositivos contra incendios y, si fuese necesario detectores y sistemas de alarma.

2) Dichos dispositivos deberán revisarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse periódicamente pruebas y ejercicios adecuados.

3) Los dispositivos no automáticos deben ser de fácil acceso y manipulación.

#### F.- Ventilación:

1) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

2) Si se utiliza una instalación de ventilación, se mantendrá en buen estado de funcionamiento y no se expondrá a corrientes de aire a los trabajadores.

G.- Exposición a riesgos particulares:

1) Los trabajadores no estarán expuestos a fuertes niveles de ruido, ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvos).

2) Si algunos trabajadores deben permanecer en zonas cuya atmósfera pueda contener sustancias tóxicas o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, dicha atmósfera deberá ser controlada y deberán adoptarse medidas de seguridad al respecto.

3) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá estar bajo vigilancia permanente desde el exterior para que se le pueda prestar un auxilio eficaz e inmediato.

H.- Temperatura:

Debe ser adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta el método de trabajo y la carga física impuesta.

I.- Iluminación:

1) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación de obras deberán disponer de suficiente iluminación natural (si es posible) y de una iluminación artificial adecuada durante la noche y cuando no sea suficiente la natural.

Se utilizarán portátiles antichoque y el color utilizado no debe alterar la percepción de los colores de las señales o paneles.

2) Las instalaciones de iluminación de los locales, las vías y los puestos de trabajo deberán colocarse de manera que no creen riesgos de accidentes para los trabajadores.

#### J.- Primeros auxilios.

1) Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

2) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

3) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas.

Deberán estar señalizados conforme el Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

4) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

#### K.- Mujeres embarazadas y madres lactantes:

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

#### L.- Trabajadores minusválidos:

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta en su caso, a los trabajadores minusválidos.

#### M.- Disposiciones varias:

1) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

2) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en

cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

3) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

## **PARTE B**

- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

Observación preliminar: las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que los exijan las características de la obra o de la actividad las circunstancias o cualquier riesgo.

A.- Estabilidad y solidez: Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

B.- Temperatura:

1) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, De los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

2) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberá permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

## **PARTE C**

- Disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

Observación preliminar: las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se paliarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad las circunstancias o cualquier riesgo.

#### A.- Estabilidad y solidez:

1) Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

1º.- El número de trabajadores que los ocupen.

2º.- Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.

3º.- Los factores externos que pudieran afectarles.

2) En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberán garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

3) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

#### B.- Caída de objetos:

1) Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales, para ello se utilizarán siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.

2) Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

3) Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

#### C.- Caídas de altura:

1) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

2) Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para el fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad.

Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberán disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

3) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia.

#### D.- Factores atmosféricos:

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

#### E.- Andamios y escaleras:

1) Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

2) Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas tengan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas de ajustará al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

3) Los andamios deberán ir inspeccionados por una persona competente:

1º.- Antes de su puesta en servicio.

2º.- A intervalos regulares en lo sucesivo.



3º.- Después de cualquier modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

4) Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.

5) Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el 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.

F.- Aparatos elevadores:

1) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en la obra, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

2) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado incluido sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclaje y soportes, deberán:

1º.- Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

2º.- Instalarse y utilizarse correctamente.

3º.- Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

3) En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

4) Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

G.- Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales:

1) Los vehículos y maquinaria para movimiento de tierra y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

2) Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

1º.- Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuanto, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º.- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º.- Utilizarse correctamente.

3) Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

4) Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales.

5) Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

H.- Instalaciones, máquinas y equipos:

1) Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de las disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán

satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

2) Las instalaciones, máquinas y equipos incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1º.- Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º.- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º.- Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

4º.- Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

3) Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

I.- Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles:

1) Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

2) En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:

1º.- Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

2º.- Para prevenir la irrupción accidental de agua mediante los sistemas o medidas adecuado.

3º.- Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

4º.- Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

3) Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.

4) Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

#### J.- Instalaciones de distribución de energía:

1) Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.

2) Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

3) Cuando existen líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas.

En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

K.- Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas:

1) Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

2) Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

3) Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

L.- Otros trabajos específicos:

1) Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados

2) En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales.

Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.

3) Los trabajos con explosivos, así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

4) Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provistas de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales.

5) La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo las ataguías

deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

- Evacuación de escombros:

La evacuación de escombros se no se debe realizar nunca por "lanzamientos libres" de los escombros desde niveles superiores hasta el suelo.

Se emplearan cestas, bateas en el caso de realizarse con la grúa, aunque se recomienda el uso de tubos de descarga por su economía e independencia de la grúa.

En la evacuación de escombros mediante tubos de descarga se deben seguir las siguientes medidas precautorias:

- Seguir detalladamente las instrucciones de montaje facilitadas por el fabricante.

- Los trozos de escombros de grandes longitudes se fragmentaran, con objeto de no producir atascos en el tubo.

- En el punto de descarga final se situará un contenedor que facilite la evacuación, y disminuya la dispersión del acopio.

- Las inmediaciones del punto de descarga se delimitará y señalizará el riesgo de caída de objetos.

## COMPACTACION Y CONSOLIDACION DE TERRENOS

La Dirección Facultativa deberá haber previsto tras los estudios geológicos e histórico-urbanísticos del solar y los datos aportados por las compañías suministradoras de servicios urbanos, la existencia de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas industriales de proceso, próximas a la zona afectada por el talud, debiendo tomar las decisiones oportunas en cuanto a comunicación a las compañías de los servicios afectados y mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la realización de

los trabajos. De la misma forma se procederá ante la detección de minas, simas, corrientes subterráneas, pozos, etc.

La determinación de la inclinación en la formación de taludes es también competencia de la Dirección Facultativa y reflejados en la Documentación Técnica, que deberá consensuar con el Contratista ejecutor de los trabajos para fijar el tipo de desnivel más adecuado y medidas adicionales de contención de los terrenos en función de los mismos y de los recursos disponibles, así como de los usos y costumbres de la zona.

La Documentación Técnica deberá haber contemplado los siguientes extremos:

- Características del terreno:

Componentes del suelo.

Granulometría.

Densidad.

Ángulo de rozamiento interno.

Grado de saturación.

Permeabilidad.

Plasticidad.

Consistencia.

Compacidad.

Resistencia a compresión.

Helacidad.

Nivel de la capa freática.

Empuje activo.

Forma de ejecución del talud

Profundidad.

Sección.

Maquinaria a utilizar.

Acopio y acarreo.

Movimiento de maquinaria y vehículos de transporte (señalización).

- Factores internos:
  - Forma y alteraciones de las capas estratigráficas.
  - Zonas plásticas.
  - Agrietamiento.
  - Asentamientos.
  - Tendidos eléctricos subterráneos y conducciones para agua y gas.
  
- Factores externos
  - Sobrecargas
  - Edificaciones próximas.
  - Pavimentación preexistente.
  - Tierras extraídas.
  - Maquinaria y elementos de transporte.
  
- Vibraciones
  - Por maquinaria y transporte interno.
  - Proximidad a calzadas con tráfico.
  - Trabajos de pilotaje próximos.
  
- Climáticos
  - Lluvia.
  - Nieve.
  - Calor.
  - Hielo.
  - Viento.
  
- Afectación de líneas y servicios.
  - Protecciones
  - Ataluzado de paredes:
  - Entibación complementaria.
  
- Apeos y recalces complementarios:
  - Cálculos justificativos.
  - Dimensionamiento de elementos resistentes.



Forma de montaje y desmontaje.

Programa de avance.

- Barandillas

Forma de disposición.

Distancia al borde de la excavación.

Resistencia.

Dimensiones.

- Accesos y evacuación del fondo del talud:

Fijos

Situación.

Número de los mismos.

Dimensionamiento.

Fijaciones.

Inclinación.

- Móviles:

Número de escaleras.

Dimensionado de las escaleras.

- Paso sobre zanjas:

Situación.

Número de los mismos.

Dimensionamiento según su uso.

Protecciones laterales.

- Apeo en los frentes de excavación:

Situación.

Número de los mismos.

Dimensionado.

Forma de ejecución.

- Apeo de edificaciones y construcciones próximas:

Situación.

Número de los mismos.

Los operadores de la maquinaria empleada en las tareas de ejecución y saneo de taludes, deberán estar habilitados por escrito

para ello por su Responsable Técnico superior y conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina, asegurándose igualmente de que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para el trabajo.

En la fase de excavación se habrán neutralizado o protegido las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con la Compañías suministradoras. Se obturará el alcantarillado y se comprobará si se han vaciado todos los depósitos y tuberías de antiguas construcciones.

En el perímetro de las zonas excavadas, al comienzo de los trabajos, y siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte de terreno, se dispondrán vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 m con puntos de luz portátil y grado de protección conforme a norma UNE 20.324. En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos. Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del talud y no menos de 4 m cuando sea preciso la señalización vial de reducción de velocidad.

De forma general, el acopio de materiales y las tierras extraídas en desmontes con taludes de profundidad superior a 1,50 m, se dispondrá a distancia no menor de 2 m del borde del corte.

Los huecos horizontales que puedan quedar al descubierto sobre el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones puedan permitir la caída de personas a su interior, deberán ser condenados al nivel de la cota de trabajo instalando si es preciso pasarelas completas y reglamentarias para los viandantes o personal de obra.

Siempre que exista la posibilidad de caída de altura de operarios que realicen tareas esporádicas a más de 2 m, deberán utilizar cinturón de sujeción amarrados a punto sólido o sirga de desplazamiento.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto en cuanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.

La maquinaria utilizada para los trabajos de excavación y terraplenado estará asentada sobre superficies de trabajo suficientemente sólidas, y a criterio de la Dirección Facultativa, capaz de soportar sobradamente, los pesos propios y las cargas dinámicas añadidas por efecto de las tareas a realizar. Los estabilizadores y elementos de lastrado y asentamiento estable de la maquinaria, estarán emplazados en los lugares previstos por sus respectivos fabricantes.

Durante los trabajos pueden aparecer elementos arquitectónicos o arqueológicos y/o artísticos ignorados, de cuya presencia debe darse cuenta al Ayuntamiento y suspender cautelarmente los trabajos en esa área de la obra.

Los artefactos o ingenios bélicos que pudieran asimismo aparecer, deberán inmediatamente ponerse en conocimiento de la Comandancia más próxima de la Guardia Civil.

La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas de proceso industrial, en el subsuelo, deben ser puestos en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra, para que adopte las órdenes oportunas en lo relativo a mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la reanudación de los trabajos. De igual forma se procederá ante la aparición de minas, simas, corrientes subterráneas, pozos, etc.

Es recomendable que el personal que intervenga en los trabajos, tengan actualizadas y con las dosis de refuerzo preceptivas, las correspondientes vacunas antitetánica y antitífica.

Los taludes, si han de mantenerse durante largo tiempo, en espera de la reforestación, habrán de ser protegidos de la lluvia, utilizando para ello láminas de plástico o plantaciones que contengan

la capa exterior del subsuelo. En cualquier caso, debe establecerse una vigilancia sobre la acción del agua o desecación, o en su caso de la nieve, sobre la influencia en su estabilidad, de la maquinaria pesada o vibratoria que haya en sus inmediaciones y de las cargas estáticas que puedan haberse colocado en sus bordes.

Es buena norma la de dar a los taludes ángulos iguales a los observados para el mismo terreno en sus inmediaciones, siempre que no existan corrientes de agua que puedan socavar el talud a crear. Cuanto más viejo sea el talud modelo, más garantías se tendrá al imitarlo. La orientación del talud, que vamos a copiar, debe ser análoga a la del que vamos a crear, ya que los procesos de congelación o fluxión podrían ser distintos en otras orientaciones.

Son especialmente delicados los taludes con arcillas en presencia de aguas, ya sean de lluvias ya subterráneas, pues pueden llegar a comportarse como auténticos fluidos y tomar pendientes del 10 % o menores.

En los terrenos rocosos es imprescindible analizar el buzamiento de los estratos y vigilar el grado de fisuración. Las materias que puedan existir entre estratos pueden llegar a comportarse como lubricantes facilitando los deslizamientos.

Como ya se ha indicado, debe evitarse a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden llegar a arruinar el talud.

Es una buena técnica crear bermas en taludes de alturas de más de 1,50 m.

Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, descienda la temperatura por debajo de 0 C. o exista viento con una velocidad superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

## EJECUCIÓN DE TRABAJOS PARA LA INSTALACIÓN DE MAQUINARIA.

Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

La Coordinación de seguridad y salud, la Dirección Facultativa conjuntamente con el máximo Responsable Técnico del Contratista a pie de obra deberán comprobar previamente el conjunto de los siguientes aspectos:

- Revisión de los planos del proyecto y de obra.
- Replanteo.
- Maquinaria y herramientas adecuadas.
- Andamios, cimbras y apeos.
- Soldaduras.
- Colocación de elementos auxiliares embebidos en el hormigón.
- Aberturas no incluidas en los planos.
- Condiciones de almacenamiento de los materiales.
- Previsión de las juntas de dilatación.

La Dirección Facultativa informará al constructor de los riesgos y dificultades que, si bien están minimizados, no se han podido solventar en fase de proyecto.

Mediante el Estudio de Seguridad, el constructor debe realizar un Plan de seguridad en el que se prevea, lo más detalladamente posible, como reducir al mínimo estos riesgos.

Procurar que los distintos elementos ensamblables utilizados para realizar las operaciones tradicionales de montaje, así como la plataforma de apoyo y de trabajo del operario, estén a la altura en que se ha de trabajar con ellos. Cada vez que se sube o se baja una pieza o se desplaza un operario para recogerla, existe la posibilidad de evitar una manipulación y/o un desplazamiento.

Acortar en lo posible las distancias a recorrer por el material manipulado evitando estacionamientos intermedios entre el lugar de partida del material de montaje y el emplazamiento definitivo de su puesta en obra.

Se comprobará la situación, estado y requisitos de los medios de transporte, elevación y puesta en obra de los perfiles, y las máquinas, con antelación a su utilización.

Se restringirá el paso de personas bajo las zonas afectadas por el montaje y las soldaduras, colocándose señales y balizas que adviertan del riesgo.

En los trabajos de soldadura sobre lugares situados a más de 2 m de altura, se emplearán, a ser posible, torretas metálicas ligeras, dotadas con barandillas perimetrales reglamentarias, en la plataforma, tendrá escalera de "gato" con aros salvavidas o criolina de seguridad a partir de 2 m de altura sobre el nivel del suelo, y deberá estar debidamente arriostrada de forma que se garantice la estabilidad.

Las plataformas elevadoras de trabajo portátiles son la solución ideal para trabajos en cotas medias (hasta 10 m generalmente).

No se instalarán andamios en las proximidades de líneas en tensión. Se pueden estimar como correctas las siguientes distancias de seguridad: 3 m para líneas de hasta 5.000 V y 5 m por encima de 5.000 V.

En caso de encontrarse con una línea eléctrica no prevista, inicialmente se deberán adoptar algunas de las siguientes medidas preventivas:

- Suspender los trabajos de excavación en las proximidades de la línea.
- Descubrir la línea sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la línea para evitar su deterioro, impedir el acceso de personal a la zona e informar a la compañía suministradora.

Todos los trabajos que se realicen en las proximidades de líneas en tensión, deberán contar la presencia de un Vigilante de la compañía suministradora.

#### NORMATIVA PARTICULAR A CADA MEDIO A UTILIZAR:

- Equipo de soldadura autónoma y oxicorte.

Soldadura oxiacetilénica:

Cuando se utilicen equipos de soldadura autógena y oxicorte, se comprobará que todos los equipos disponen de los siguientes elementos de seguridad:

- Filtro: Dispositivo que evita el paso de impurezas extrañas que puede arrastrar el gas. Este filtro deberá estar situado a la entrada del gas en cada uno de los dispositivos de seguridad.

- Válvula antirretroceso de llama.

Dispositivo que evita el paso del gas en sentido contrario al flujo normal.

- Válvula de cierre de gas.

Dispositivo que se coloca sobre una canalización y que detiene automáticamente la circulación del gas en ciertas condiciones.

Asimismo todos los operarios que utilicen estos equipos deberán ir provistos de gafas y pantallas protectoras homologadas, dotadas del filtro adecuado en función del tipo de radiaciones e intensidad de las mismas y guantes, polainas y mandil de cuero.

Se revisarán el estado de todas las herramientas y medios auxiliares que se utilicen, separando o desechando los que no reúnan las condiciones adecuadas para el uso al que se les destina.

- Botellas de oxiacetileno

Las botellas de oxiacetileno no se colocarán en lugares de paso. Se fijarán bien para evitar su vuelco.

Nunca se dejarán bajo la vertical de la zona de trabajo.

Nunca se tensarán las mangueras. Las caperuzas protectoras de las válvulas de las botellas no deben quitarse.

No deben emplearse sopletes que no dispongan de conexiones normalizadas. Se desechará el uso de manómetros rotos. Todas las uniones de las mangueras deben estar fijadas mediante abrazaderas, para evitar desconexión accidental.

Nunca se dejarán las botellas en sótanos o lugares confinados. No se debe estrangular las mangueras para interrumpir el paso del gas.

En el caso de que fuese preciso la elevación de las botellas, se hará conjuntamente con su porta botellas, o en jaulas adecuadas.

Las botellas no se dejarán caer, ni se permitirá que choque violentamente entre sí, ni contra otras superficies.

Se evitará el arrastre, deslizamiento o rodadura de las botellas en posición horizontal. Estos equipos deberán estar manipulados por personal especializado e instruidos al efecto.

## **2.5.- Directrices generales para la prevención de riesgos dorsolumbares:**

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R.D. 487/97 se tendrán en cuenta, en su caso, los métodos o criterios a que se refiere el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

### 1. Características de la carga.

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande.

Cuando es voluminosa o difícil de sujetar.

Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.



Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.

Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

## 2. Esfuerzo físico necesario.

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

Cuando es demasiado importante.

Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.

Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.

Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.

Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

## 3. Características del medio de trabajo.

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.

Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.

Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.

Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.

Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.

Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.

Cuando la iluminación no sea adecuada.

Cuando exista exposición a vibraciones.

#### 4. Exigencias de la actividad.

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que

intervenga en particular la columna vertebral.

Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.

Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.

Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

#### 5. Factores individuales de riesgo.

Constituyen factores individuales de riesgo:

La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.

La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.

La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.

La existencia previa de patología dorsolumbar.

## **2.6.- Mantenimiento preventivo:**

- Vías de circulación y zonas peligrosas:

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionado y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinada a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

- Mantenimiento de la maquinaria y equipos:

Colocar la máquina en terreno llano.

Bloquear las ruedas o las cadenas.

Apoyar en el terreno el equipo articulado. Si por causa de fuerza

mayor ha de mantenerse levantado, deberá inmovilizarse adecuadamente.

Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.

No permanecer entre las ruedas, sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo.

No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.

No utilizar nunca un mechero o cerillas para iluminar el interior del motor.

Disponer en buen estado de funcionamiento y conocer el manejo del extintor.

Conservar la máquina en un estado de limpieza aceptable.

Mantenimiento de la maquinaria en el taller de obra :

Antes de empezar las reparaciones, es conveniente limpiar la zona a reparar.

No limpiar nunca las piezas con gasolina, salvo en local muy ventilado.

No fumar.

Antes de empezar las reparaciones, quitar la llave de contacto, bloquear la máquina y colocar letreros indicando que no se manipulen los mecanismos.

Si son varios los mecánicos que deban trabajar en la misma máquina, sus trabajos deberán ser coordinados y conocidos entre ellos.

Dejar enfriar el motor antes de retirar el tapón del radiador.

Bajar la presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado, así mismo cuando se realice el vaciado del aceite, comprobar que su temperatura no sea elevada.

Si se tiene que dejar elevado el brazo del equipo, se procederá a su inmovilización mediante tacos, cuñas o cualquier otro sistema eficaz, antes de empezar el trabajo.

Tomar las medidas de conducción forzada para realizar la evacuación de los gases del tubo de escape, directamente al exterior del local.

Cuando deba trabajarse sobre elementos móviles o articulados del motor (p.e. tensión de las correas), éste estará parado.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL

Mantenimiento preventivo:

El articulado y Anexos del R.D. 1215/97 de 18 de Julio indica la obligatoriedad por parte del empresario de adoptar las medidas preventivas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.

Si esto no fuera posible, el empresario adoptará las medidas adecuadas para disminuir esos riesgos al mínimo.

Como mínimo, sólo deberán ser utilizados equipos que satisfagan las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y las condiciones generales previstas en el Anexo I.

Cuando el equipo requiera una utilización de manera o forma determinada se adoptarán las medidas adecuadas que reserven el uso a los trabajadores especialmente designados para ello.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se

conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones tales que satisfagan lo exigido por ambas normas citadas.

Son obligatorias las comprobaciones previas al uso, las previas a la reutilización tras cada montaje, tras el mantenimiento o reparación, tras exposiciones a influencias susceptibles de producir deterioros y tras acontecimientos excepcionales.

Todos los equipos, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95), estarán acompañados de instrucciones adecuadas de funcionamiento y condiciones para las cuales tal funcionamiento es seguro para los trabajadores.

Los artículos 18 y 19 de la citada Ley indican la información y formación adecuadas que los trabajadores deben recibir previamente a la utilización de tales equipos.

El constructor justificará que todas las máquinas, herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, tienen su correspondiente certificación -CE- y que el mantenimiento preventivo, correctivo y la reposición de aquellos elementos que por deterioro o desgaste normal de uso haga desaconsejar su utilización, sea efectivo en todo momento.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere necesario, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulvígenos, y con ello la suciedad acumulada sobre tales elementos.

La instalación eléctrica provisional de obra se revisará periódicamente, por parte de un electricista, se comprobarán las protecciones diferenciales, magnetotérmicos, toma de tierra y los defectos de aislamiento.

En las máquinas eléctrica portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las de mano, deberán:

- 1) Estar bien proyectados y contruidos teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.
- 2) Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- 3) Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- 4) Ser manejados por trabajadores que hayan sido formados adecuadamente.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (mangos agrietados o astillados).

#### COMPACTACION Y CONSOLIDACION DE TERRENOS

Al suspender los trabajos, no deben quedar elementos o cortes del terreno en equilibrio inestable. En caso de imposibilidad material, de asegurar su estabilidad provisional se aislarán mediante obstáculos físicos y se señalará la zona susceptible de desplome. En cortes del terreno es una buena medida preventiva asegurar el mantenimiento de la humedad del propio terreno facilitando su cohesión con una cobertura provisional de plástico polietileno de galga 300.

Realizada la excavación y ataluzado de la misma, se efectuará una revisión general de las lesiones ocasionadas en las construcciones circundantes (edificaciones medianeras, sumideros, arquetas, pozos, colectores, servicios urbanos y líneas afectadas), restituyéndolas al estado previo al inicio de los trabajos.

#### EJECUCION DE TRABAJOS PARA LA INSTALACION DE MAQUINARIA.

Se revisará diariamente el estado del cable de los aparatos de elevación, detectando deshilachados, roturas o cualquier otro

desperfecto que impida el uso de estos cables con entera garantía así como las eslingas.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando.

Realizar el mantenimiento preventivo de la grúa de conformidad a la ITC-AEM2 sobre grúas torre.

Se asegurará de que todos los elementos de la estructura metálica en fase de montaje, están firmemente sujetos antes de abandonar el puesto de trabajo.

Se revisarán diariamente la estabilidad y buena colocación de los andamios, apeos y cables de atirantado, así como el estado de los materiales que lo componen, antes de iniciar los trabajos.

Se inspeccionará periódicamente los cables e interruptores diferenciales de la instalación eléctrica.

Se comprobará siempre antes de su puesta en marcha, el estado del disco de la tronzadora circular y de la esmeriladora manual.

Diariamente, antes de poner en funcionamiento el equipo de soldadura, se revisarán por los usuarios, los cables de alimentación, conexiones, pinzas, y demás elementos del equipo eléctrico.

Diariamente el responsable del tajo, antes de iniciar el trabajo, comprobará la estabilidad de los andamios y sus accesos.

## **2.7.- Instalaciones generales de higiene en la obra:**

Servicios higiénicos:



a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficientes. Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente caliente y fría. Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberán tener lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuese necesario cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre uno y otros deberá ser fácil

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberán preverse una utilización por separado de los mismos.

Locales de descanso o de alojamiento:

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivo de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

c) Cuando no existan estos tipos de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

d) Cuando existan locales de alojamiento, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.

Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

## **2.8.- Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra:**

### VIGILANCIA DE LA SALUD

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 31/95 de 8 de Noviembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de

salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para si mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante lo anterior, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador par el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de

prevención y protección, a fin de que puedan desarrollar correctamente su funciones en materias preventivas.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

La actividad a desarrollar deberá abarcar:

Evaluación inicial de la salud de los trabajadores después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.

Evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores.

Y, finalmente, una vigilancia de la salud a intervalos periódicos. La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté sometido el trabajador. La periodicidad y contenido de los mismos se establecerá por la Administración oídas las sociedades

científicas correspondientes. En cualquier caso incluirán historia clínicolaboral, descripción detallada del puesto de trabajo, tiempo de permanencia en el mismo y riesgos detectados y medidas preventivas adoptadas. Deberá contener, igualmente, descripción de los anteriores puestos de trabajo, riesgos presentes en los mismos y tiempo de permanencia en cada uno de ellos.

El personal sanitario del servicio de prevención deberá conocer las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores y las ausencias al trabajo por motivos de salud para poder identificar cualquier posible relación entre la causa y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.

Este personal prestará los primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el lugar de trabajo.

El art. 14 del Anexo IV A del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1.997 por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, indica las características que debe reunir el lugar adecuado para la práctica de los primeros auxilios que habrán de instalarse en aquellas obras en las que por su tamaño o tipo de actividad así lo requieran.

## **2.9.- Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar los trabajos:**

Formación de los trabajadores:

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe. Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá

adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que van a desarrollar en la Empresa funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.

### **3.- LEGISLACIÓN, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO:**

#### **- LEGISLACIÓN:**

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8/11/95).
- Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/97 de 7/1/97).
- Orden de Desarrollo del R.S.P. (27/6/97).
- Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (R.D.485/97 de 14/4/97).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo (R.D. 486/97 de 14/4/97).

- Disposiciones Mínimas de Seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/97 de 14/4/97).
- Protección de los Trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (R.D. 664/97 de 12/5/97).
- Exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (R.D. 665/97 de 12/5/97).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud Relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual (R.D. 773/97 de 30/5/97).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los equipos de Trabajo (R.D. 1215/97 de 18/7/97).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción (R.D. 1627/97 de 24/10/97).
- Ordenanza Laboral de la Construcción vidrio y cerámica (O.M. de 28/8/70).
- Ordenanza General de Higiene y Seguridad del Trabajo (O.M. de 9/3/71)  
Exclusivamente su Capítulo VI, y Art. 24 y 75 del Capítulo VII.
- Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 31/1/40)  
Exclusivamente su Capítulo VII.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 2413 de 20/9/71).
- O.M. 9/4/86 Sobre Riesgos del Plomo.
- R. Ministerio de Trabajo 11/3/77 sobre el Benceno.
- O.M. 26/7/93 sobre el Amianto.
- R.D. 1316/89 sobre el Ruido.
- R.D. 53/92 sobre Radiaciones Ionizantes.

- **NORMATIVAS:**

**NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN:**

Norma NTE ISA/1973 Alcantarillado

ISB/1973 Basuras

ISH/1974 Humos y gases

ISS/1974 Saneamiento

Norma UNE 81 707 85 Escaleras portátiles de aluminio simples y de extensión.

Norma UNE 81 002 85 Protectores auditivos. Tipos y definiciones.

Norma UNE 81 101 85 Equipos de protección de la visión. Terminología.

Clasificación y uso.

Norma UNE 81 200 77 Equipos de protección personal de las vías respiratorias.

Definición y clasificación.

Norma UNE 81 208 77 Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos.

Norma UNE 81 250 80 Guantes de protección. Definiciones y clasificación.

Norma UNE 81 304 83 Calzado de seguridad. Ensayos de resistencia a la perforación de la suela.

Norma UNE 81 353 80 Cinturones de seguridad. Clase A: Cinturón de sujeción.

Características y ensayos.

Norma UNE 81 650 80 Redes de seguridad. Características y ensayos.

- **CONVENIOS:**

Convenios de la OIT ratificados por España:

- Convenio nº 62 de la OIT de 23/6/37 relativo a prescripciones de seguridad en la



industria de la edificación. Ratificado por Instrumento de 12/6/58. (BOE de 20/8/59).

- Convenio nº 167 de la OIT de 20/6/88 sobre seguridad y salud en la industria de la construcción.

- Convenio nº 119 de la OIT de 25/6/63 sobre protección de maquinaria.

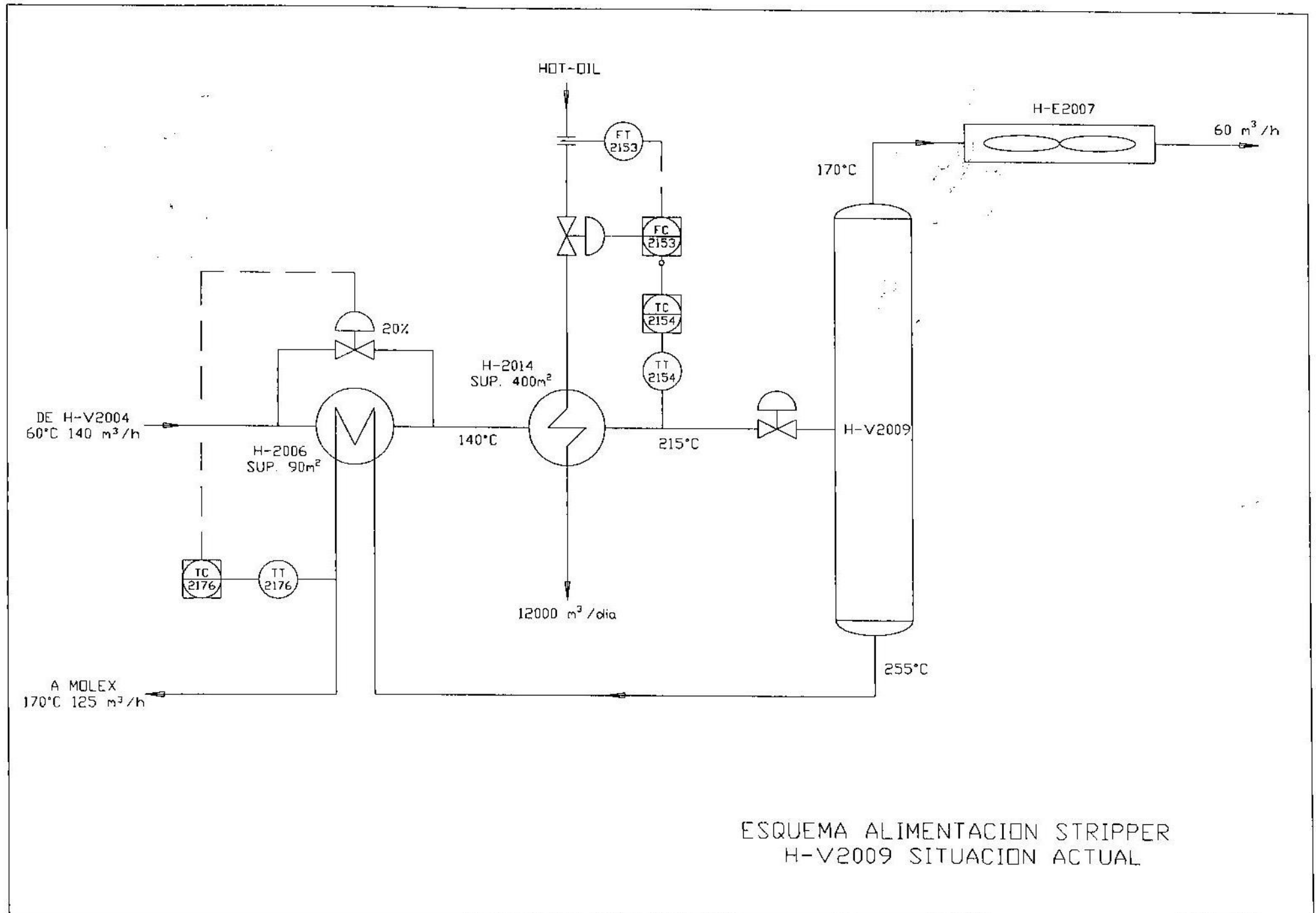
Ratificado por Instrucción de 26/11/71.(BOE de 30/11/72).

- Convenio nº 155 de la OIT de 22/6/81 sobre seguridad y salud de los

trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ratificado por Instrumento publicado en el BOE de 11/11/85.

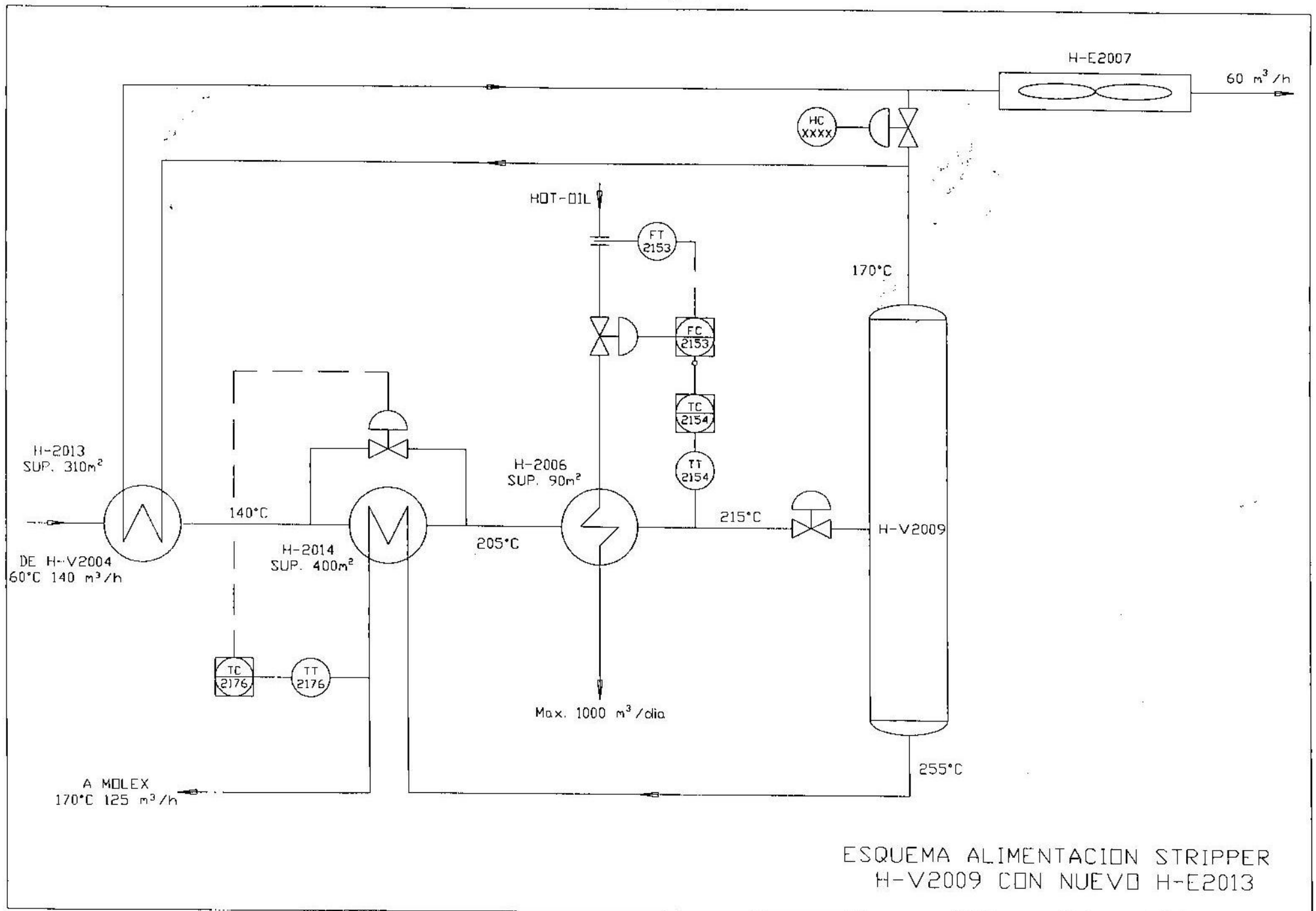
- Convenio nº 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportada por un trabajador. (BOE de 15/10/70).

ACTUAL

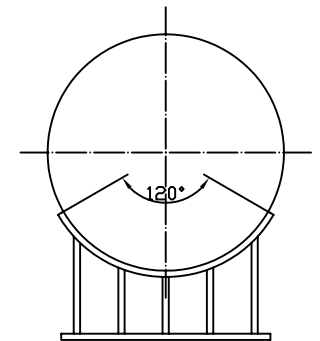
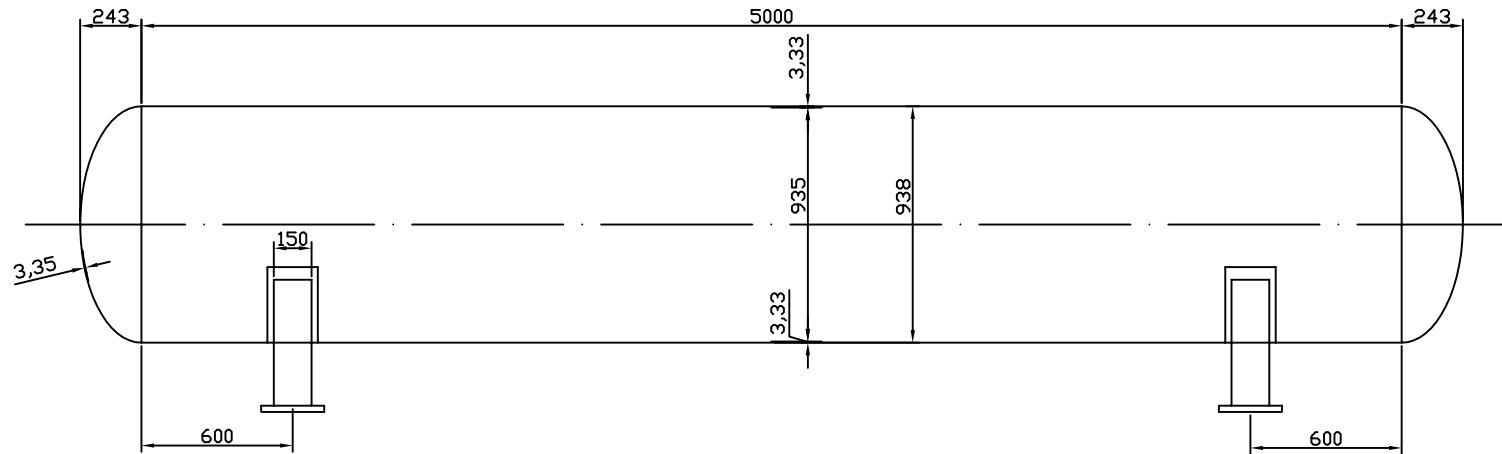


ESQUEMA ALIMENTACION STRIPPER  
H-V2009 SITUACION ACTUAL

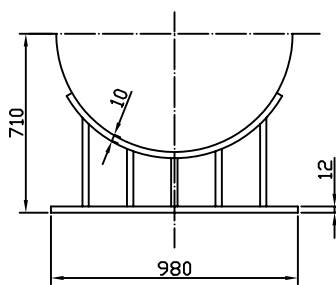
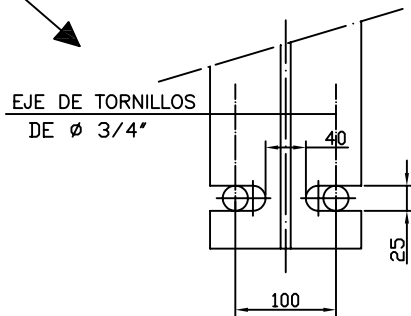
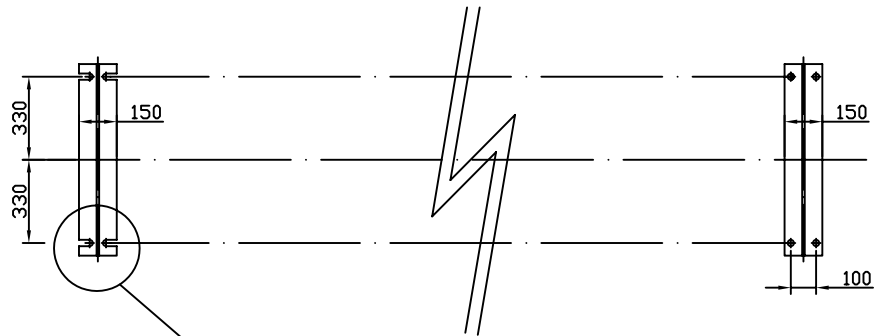
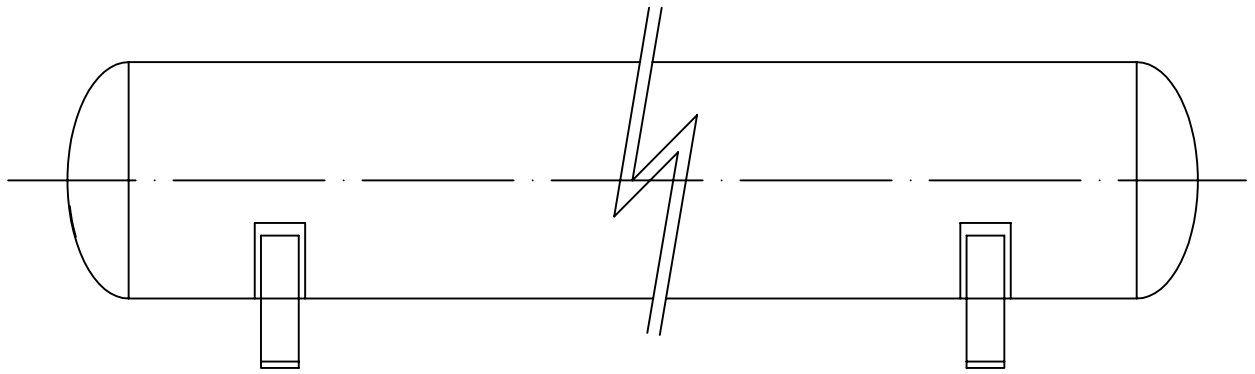
# FUTURO



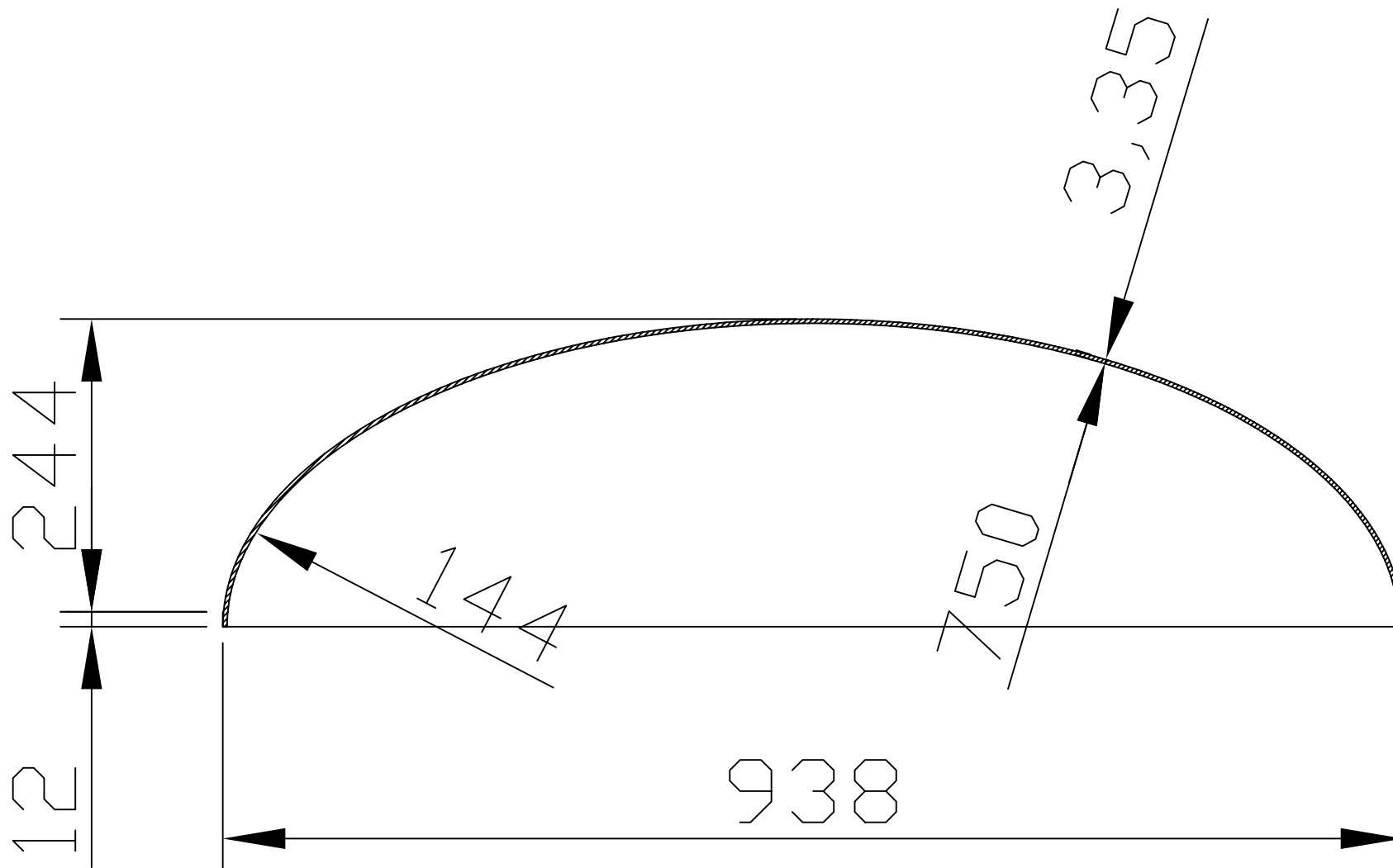
ESQUEMA ALIMENTACION STRIPPER  
H-V2009 CON NUEVO H-E2013



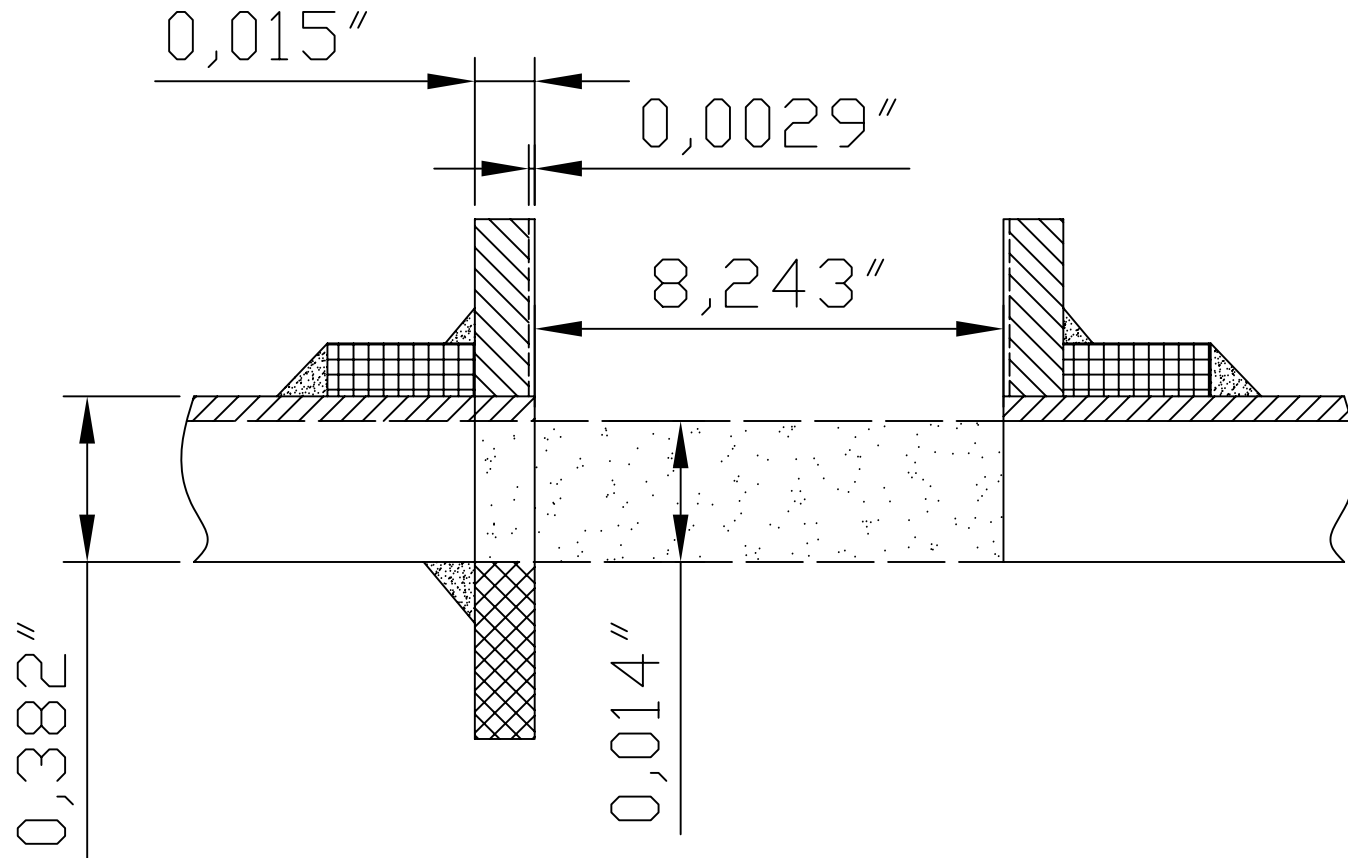
REALIZADO POR:		NUEVO DISEÑO ENERGÉTICO PARA COLUMNA ADSORCIÓN EN UNA PETROQUÍMICA									
Fdo. J.P.Callealta Martín						FECHA					
		CAMBIADOR				REV.	FECHA	POR	Vº Bº	MODIFICACION	
						PROCESOS PETROQUÍMICOS			ESCALA 1/30		
						CODIGO			SUSTITUYE A -		
						PLANO 003		1 DE 1		SUSTITUIDO POR -	
REALIZO	14-06-06	J.P.C.M.	COMPROBO			APROBO		-	-		



REALIZADO POR:		NUEVO DISEÑO ENERGÉTICO PARA COLUMNA ADSORCIÓN EN UNA PETROQUÍMICA							
Fdo. <u>J.P.Calleata Martín</u> FECHA _____				REV.	FECHA	POR	Vº Bº	MODIFICACION	
CUNAS		PROCESOS PETROQUÍMICOS				ESCALA 1/30			
		CODIGO				SUSTITUYE A -			
		PLANO 004		1 DE 1		SUSTITUIDO POR -			
REALIZO	14-06-06	J.P.C.M.	COMPROBO			APROBO	-	-	-



REALIZADO POR:		NUEVO DISEÑO ENERGÉTICO PARA COLUMNA ADSORCIÓN EN UNA PETROQUÍMICA									
Fdo. J.P.Callealta Martín		FECHA _____									
		FONDO				REV.	FECHA	POR	Vº Bº	MODIFICACION	
						PROCESOS PETROQUÍMICOS				ESCALA 1/5	
						CODIGO				SUSTITUYE A -	
						PLANO 005		1 DE 1		SUSTITUIDO POR -	
REALIZO	14-06-06	J.P.C.M.	COMPROBO			APROBO		-	-		



REALIZADO POR:		NUEVO DISEÑO ENERGÉTICO PARA COLUMNA ADSORCIÓN EN UNA PETROQUÍMICA										
Fdo. J.P. Callealta Martín		FECHA				REV.	FECHA	POR	Vº Bº	ERZ	M O D I F I C A C I O N	
		TUBULADURA				PROCESOS PETROQUÍMICOS			ESCALA S/E			
						CODIGO			SUSTITUYE A -			
						PLANO 006			1 DE 1		SUSTITUIDO POR -	
REALIZO	14-06-06	J.P.C.M.	COMPROBO			APROBO		-	-			

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

Capítulo 1.- Definición y alcance del pliego

Capítulo 2.- Condiciones Generales

I.- Condiciones Generales Facultativas

1.1.- Dirección Facultativa

1.2.- Obligaciones y derechos del contratista

1.3.- Trabajos, materiales y medios auxiliares

1.4.- Recepción provisional, plazo de garantía y

Recepción definitiva.

II.- Condiciones Generales Económicas

2.1.- Base fundamental

2.2.- Garantías de cumplimiento y fianzas.

2.3.- Penalizaciones

2.4.- Precios y revisiones

2.5.- Medición, valoración y abono de las unidades

de obra

III.- Condiciones Generales Legales

3.1.- Arbitrio y jurisdicción

3.2.- Responsabilidades legales del contratista

3.3.- Subcontratas

3.5.- Causas de rescisión del contrato



### Capítulo 3.- Pliego de Condiciones Técnicas Particulares

#### Generalidades

- .- Medición y valoración de las unidades de obra
- .- Condiciones Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo

#### Apartado 1: Comienzo de las obras

- 1.1.- Replanteo
- 1.2.- Limpieza del terreno

#### Apartado 2: Movimiento de tierras

- 2.1.- Excavaciones
- 2.2.- Drenaje
- 2.3.- Vaciado de tierras
- 2.4.- Entibaciones
- 2.5.- Rellenos

#### Apartado 3: Cimentaciones

- 3.1.- Hormigones
- 3.2.- Fabricación y puesta en obra del hormigón
- 3.3.- Cimentaciones
- 3.4.- Obras de madera
- 3.5.- Armaduras

#### Apartado 4: Estructuras de acero

- 4.1.- Estructuras de acero
- 4.2.- Protección de la estructura
- 4.3.- Carpintería metálica

Apartado 5: Albañilería

5.1.- Solados

Apartado 6: Seguridad y Salud en la obra

6.1.- Objeto del presente capítulo

6.2.- Condiciones técnicas

6.3.- Protecciones personales

6.4.- Condiciones facultativas

6.5.- Condiciones económicas

## **Capítulo 1º: DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO**

### **- Artículo 1º.- Interpretación del siguiente pliego**

El presente pliego de condiciones tiende a unificar criterios y establecer normas definidas en las obras que se realizarán en el siguiente proyecto. Se establecerán los criterios que se han de aplicar en la ejecución de las obras; también se deben fijar las características y ensayos de los materiales a emplear, las normas que se han de seguir en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para la recepción, las formas de medida y abono de las obras y el plazo de garantía.

### **- Artículo 2º.- Objeto del pliego**

El pliego incluirá las prescripciones técnicas que han de regir en la ejecución de las obras de nuestro proyecto, así como condiciones facultativas, económicas y legales. Serán objeto de estudio todas las obras incluidas en el presupuesto, abarcando todos los oficios y materiales que se emplearán en ella.

### **- Artículo 3º.- Documentos que definen la obra**

Serán cuatro los documentos que definirán la obra:

Memoria, Planos, Pliego de condiciones y Presupuesto.

En la Memoria se describirán con detalles las obras e instalaciones.

En los Planos se definirá la situación de la zona residencial, estructura, detalles constructivos, así como las instalaciones. En el

Pliego de Condiciones se hará una descripción de las obras o extracto de la Memoria Descriptiva. En el Presupuesto se definirán, especificando su número, las unidades de obra completas. El contratista encargado de la realización de las obras estará obligado a seguir estrictamente todo lo especificado en el presente pliego.

**- Artículo 4º.- Alcance de la documentación**

Los diversos anexos y documentos del presente proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una obra que venga indicada en los planos y presupuestos y que no venga indicada en los otros documentos, deber ser ejecutada por el contratista sin indemnización alguna por parte del propietario. Lo mismo se entiendo para todos los trabajos accesorios no indicados en planos y documentos, pero generalmente admitidos como necesarios al complemento normal de ejecución de una obra de calidad irreprochable.

**- Artículo 5º.- Descripción general de las obras**

Las obras correspondientes a la instalación del nuevo cambiador H-E2013 y su puesta en servicio son:

- Limpieza y desbroce del terreno
- Excavación de zanjas y pozos
- Cimentación
- Soleras
- Montaje del cambiador
- Revestimientos

En la realización de todas las obras se tendrán en cuenta toda la información dada en todos los documentos del proyecto.

Las obras a realizar comprenden los trabajos de excavaciones, destierre y explanación del solar hasta la cota de edificación; construcción de cimientos, soleras, en general la instalación y puesta en servicio del cambiador; y todo tipo de obras propias de la ejecución de este proyecto, en el que encontraremos en caso de duda toda la información necesaria en todos los documentos del proyecto, principalmente en los Planos.

**Artículo 6º.-** Compatibilidad y prelación entre dichos documentos

Los cuatro documentos que definen este proyecto son compatibles entre sí y además se complementan unos a otros. Se ha de procurar que sólo con la ayuda de los Planos y del Pliego de Condiciones se pueda ejecutar totalmente el proyecto.

En cuanto al orden de prioridad dependerá del aspecto que se considere. Si se mira desde un punto de vista técnico-teórico, el documento más importante es la Memoria y en especial los cálculos, seguido de los Planos. Si se mira desde el punto de vista jurídico-legal, será el Pliego de Condiciones el documento más importante.

**- Artículo 7º.-** Disposiciones a tener en cuenta

El Adjudicatario deberá atenerse en la adjudicación de la obra a las condiciones especiales dadas en los documentos que a continuación se expresan, respecto a condiciones de los materiales y forma de ejecutar los trabajos y ensayos a que deben ser sometidos.

**Estructuras de hormigón (cimentaciones), solados...:**

- Norma NBE AE-88 "Acciones en la Edificación"
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE)
- Instrucción EHE: "Instrucción de Hormigón Estructural"
- Normas de Construcción Sismorresistente: NCSE-94

**Seguridad y Salud:**

- Ley de 31/1995, de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/199, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

**Otros:**

- Reglamento general de contratación, según decreto 3410/75 del 25 de noviembre.

**Capítulo 2º : CONDICIONES GENERALES**

En este capítulo se regulará el desarrollo general de las obras desde el punto de vista facultativo, económico y legal.

**I.- CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS****1.1 Dirección facultativa.****- Artículo 1º.-** Dirección facultativa

La Dirección Facultativa de las obras e instalaciones recaerá en el Ingeniero que suscribe, salvo posterior acuerdo con la Propiedad.

**- Artículo 2º.-** Facultades de la Dirección Facultativa

Además de las facultades particulares que corresponden a la Dirección Facultativa, expresada en los artículos siguientes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que se realicen, con autoridad técnica legal, completa e indiscutible de las personas y cosas situadas en obras y con relación a los trabajos que para la ejecución del contrato se lleven a cabo incluso con causa justificada, recusar en nombre de la propiedad al Contratista, si considera que al adoptar esta solución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

Con este fin, el Contratista se obliga a designar sus representantes de obra, los cuales atenderán en todas las observaciones e indicaciones de la Dirección Facultativa, asimismo el Contratista se obliga a facilitar a la Dirección Facultativa la inspección y vigilancia de todos los trabajos y a proporcionar la información necesaria sobre el cumplimiento de las condiciones de la contrata y el

ritmo de realización de los trabajos, tal como está previsto en el plan de obra.

A todos estos efectos el Adjudicatario estará obligado a tener en la obra durante la ejecución de los trabajos el personal técnico, los capataces y encargados necesarios que a juicio de la Dirección Facultativa sean necesarios para la debida conducción y vigilancia de las obras e instalaciones.

**- Artículo 3º.-** Responsabilidades de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de haber cumplimentado los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos y órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en el que la Contrata, en uso de las facultades que en este artículo se le conceda los haya solicitado por escrito a la Dirección Facultativa y este no los haya entregado. En este único caso, el Contratista estará facultado para recurrir entre los amigables componedores previamente designados, los cuales decidirán de la procedencia o no del requerimiento; en caso afirmativo, la Dirección Facultativa será responsable del retraso sufrido, pero únicamente en las unidades de obra afectadas por el requerimiento del Contratista y las subsiguientes que con ellas estuviesen relacionadas.

**- Artículo 4º.-** Cambio del Director de Obra

Desde que se de inicio a las obras, hasta su recepción provisional, el Contratista designará un jefe de obra como representante suyo autorizado, que cuidará que los trabajos sean llevados con diligencia y competencia. Este jefe estará expresamente autorizado por el Contratista para recibir notificaciones de las órdenes de servicio y de las instrucciones escritas o verbales emitidas por la Dirección Facultativa y para asegurar que dichas órdenes se ejecuten.

Así mismo estará expresamente autorizado para firmar y aceptar las mediciones realizadas por la Dirección Facultativa.

Cualquier cambio que el Contratista desee respecto a su representante y personal cualificado y en especial del jefe de obra deberá comunicarlo a la Dirección Facultativa, no pudiendo producir el relevo hasta la aceptación de la Dirección Facultativa de las personas designadas.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados y empresarios de las obras, y en ausencia de todos ellos, las depositadas en la residencia designada como oficial del Contratista en el contrato de adjudicación, aun en ausencia o negativa del recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

## **1.2.- Obligaciones y derechos del contratista**

### **- Artículo 5º.- Obligaciones y derechos del Contratista**

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la necesidad de someter a control todos los materiales que se han de colocar en las obras, sin que este control previo sea una recepción definitiva de los materiales. Igualmente tiene derecho a recibir tantos catálogos certificados, muestras y ensayos que estime oportuno para asegurarse de la calidad de los materiales.

Una vez adjudicada la obra definitiva y antes de su instalación, el Contratista presentará al encargado los catálogos, muestras, etc., que se relacionen en este pliego según los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de Obra. Si el fabricante no reúne la suficiente garantía a juicio del Director de Obra, antes de instalarse comprobará sus características en un laboratorio oficial donde se realizarán las pruebas necesarias.



El control previo no constituye la recepción definitiva pudiéndose ser rechazado por la Dirección de Obra aún después de colocados si no cumplen con las condiciones exigibles en el siguiente Pliego de Condiciones debiendo ser reemplazados por otros que cumplan con las calidades exigibles y a cargo de la Contrata.

**- Artículo 6º.-** Remisión de solicitud de ofertas.

Por la Dirección Facultativa se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector para la realización de las instalaciones especificadas en el siguiente proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes u ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes. En caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las solicitudes que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

**- Artículo 7º.-** Presencia del Contratista en la obra

El Contratista, por sí o por medio de sus representantes o encargados estarán en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañarán a la Dirección Facultativa en las visitas que hará en la obra durante la jornada laboral.

Por sí, o por medio de sus representantes, asistirá a las reuniones de obra que se convoquen, no pudiendo justificar por motivo de ausencia ninguna reclamación a las órdenes cruzadas por la Dirección Facultativa en el transcurso de las reuniones.

**- Artículo 8º.-** Oficina de obra

El Contratista habilitará una oficina de obra en la que existirá una mesa o tablero adecuado para extender sobre él y consultar los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista una copia autorizada de todos los documentos del proyecto que les hayan sido facilitados por la Dirección Facultativa y el libro de órdenes.

- **Artículo 9º.-** Residencia del Contratista

Desde que se de comienzo las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de la ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento de la Dirección Facultativa y notificándole expresamente la persona que, durante su ausencia, le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la Contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa por parte de los dependientes de la Contrata.

- **Artículo 10º.-** Recusación del Contratista por el personal nombrado por la Dirección Facultativa.

El Contratista no podrá recusar al personal técnico de cualquier índole, dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad, encargado de la vigilancia de las obras, ni pedir por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado con los resultados de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo 12, pero que sin por esta causa pueda interrumpirse la marcha de los trabajos.

**1.3.- Trabajos, materiales y medios auxiliares.**

1.3.1.- Libro de órdenes.

- **Artículo 11º.-** Libro de órdenes.

El Contratista tendrá siempre en la oficina de la obra y a disposición de la Dirección Facultativa un libro de órdenes con sus hojas foliadas por duplicado y visado por el colegio profesional

correspondiente. En el libro se redactarán todas las órdenes que la Dirección Facultativa crea oportunas dar al Contratista para que adopte las medidas de todo género que puedan sufrir los obreros.

Cada orden deberá ser firmada por la Dirección Facultativa y por el Contratista o por su representante en obra; la copia de cada orden quedará en poder de la Dirección Facultativa.

El hecho de que en el libro no figuren redactadas las órdenes que ya preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista de acuerdo con lo establecido en las normas oficiales, no supone atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista, no pudiendo tener en cuenta ningún acontecimiento o documento que no haya sido mencionado en su momento oportuno en el libro de órdenes.

**- Artículo 12º.-** Reclamaciones contra la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes de la Dirección Facultativa sólo podrá presentarlas a través de la misma ante la Propiedad, si ellas son de orden económicos y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo de la Dirección Técnica, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar sus responsabilidades, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida a la Dirección Facultativa el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

**- Artículo 13º.-** Despidos por insubordinación, incapacidad o mala fe.

Por falta de respeto y obediencia a la Dirección Facultativa o al personal encargado de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, o por actos que comprometan o perturben la marcha de

los trabajos, el Contratista tendrá obligación de despedir a sus dependientes y operarios a requerimiento de la Dirección Facultativa.

1.3.2.- Replanteo, comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.

**- Artículo 14°.- Orden de los trabajos.**

El Director de Obra fijará en el orden que haya que seguirse en la realización de las distintas partes que componen este Proyecto, así como las normas a seguir en todo lo no regulado en el presente Proyecto.

En general, la determinación del orden de ejecución de los trabajos será facultad potestativa de la Contrata, salvo aquellos casos en que, por cualquier circunstancia de orden técnico o facultativo, estime conveniente su variación la Dirección.

Estas órdenes deberán comunicarse precisamente por escrito a la Contrata y ésta estará obligada a su estricto cumplimiento siendo responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

**- Artículo 15°.- Replanteo.**

Antes de dar comienzo a las obras, la Dirección Facultativa auxiliada por el personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo, se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes de la Dirección Facultativa, quién realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y el referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

El Contratista esta obligado a satisfacer los gastos de replanteo, tanto en general como parciales, y sucesivas comprobaciones. Asimismo, serán de cuenta del contratista, los que origine el alquiler o adquisición de los terrenos para depósito de maquinaria o materiales, los de protección de materiales y obra contra todo deterioro, daño e incendio, cumpliéndose los requisitos vigentes para el almacenamiento de carburante desde los puntos de vista de seguridad y accidentes, los de limpieza y evacuación de los desperdicios, basuras, escombros, etc., los motivados por desagües, señalización y otros recursos.

También serán de cuenta del Contratista los gastos totales de Dirección Facultativa y desplazamiento de personal y material para la inspección y vigilancia, recepción y liquidación.

**- Artículo 16°.-** Comienzo de las obras.

El Contratista deberá dar comienzo a las obras en el plazo marcado en el contrato de adjudicación de la obra desarrollándose en las formas necesarias para que dentro de los periodos parciales en aquel reseñados, queden ejecutadas las obras correspondientes y que, en consecuencia, la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo exigido por el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir 24 horas de su iniciación. Previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 15.

**- Artículo 17°.-** Plazo de ejecución

Los plazos de ejecuciones totales y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo, que no exceda de 7 días a partir de la fecha de la contrata, y deberán quedar terminadas en el plazo improrrogable de 12 meses, contados a partir del acta de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables. No obstante además de lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa ajena al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra la prórroga estrictamente necesaria.

**- Artículo 18º.-** Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base a la Contrata o a las modificaciones que, previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue la Dirección Facultativa al Contratista siempre que éstas encajen dentro de la cifra a la que ascienden dentro de los presupuestos aprobados.

1.3.3 Trabajos defectuosos y modificación por causa de fuerza mayor

**- Artículo 19º.-** Trabajos defectuosos.

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan con las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnico del Pliego de Condiciones en la edificación y se realizarán todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también según dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los

trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pudiera existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle la excusa o le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que la Dirección Facultativa o alguno de sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Facultativa o su representante en la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los materiales colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en la ejecución del curso de los trabajos o finalizados estos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá con lo establecido en el artículo.

**- Artículo 20º.-** Aclaraciones y modificaciones de los documentos del Proyecto

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones, las órdenes e instrucciones de los planos, las órdenes e instrucciones correspondiente se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a devolver, ya los originales, ya las copias, suscribiendo con su firma al enterado, que figura así mismo en todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto de la Propiedad como de la Dirección Técnica.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuno no hacer el Contratista, habrá de

dirigirla, dentro del plazo de 15 días a la Dirección Facultativa, la cual dará al Contratista el correspondiente recibo si éste lo solicitase.

- **Artículo 21°.-** Ampliación del proyecto por causa de fuera mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independencia de la voluntad del Contratista y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifiquen como la rescisión en el capítulo de condiciones generales de índole general, aquel no pudiese comenzar las obras o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe de la Dirección Facultativa.

Para ello, el Contratista expondrá por escrito dirigido a la Dirección Facultativa, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso de que por ello se originaría en los plazos acordados razonando la prórroga que por dicha causa se solicita.

#### 1.3.4 Obra y vicios ocultos.

- **Artículo 22°.-** Obras ocultas.

De todos los trabajos donde hayan unidades de obra que tienen que quedar ocultos a la terminación del proyecto, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado entregados: uno al Propietario, otro a la Dirección Facultativa y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.



**- Artículo 23°.-** Vicios ocultos

Si la Dirección Facultativa tuviera fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcciones en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción de la obra definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que se suponen defectuosos. Los gastos de demoliciones y reconstrucciones que se ocasionan serán a cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario los gastos correrán a cargo del Propietario.

## 1.3.5. Materiales y medios auxiliares.

**- Artículo 24°.-** Características de los materiales, de los aparatos y su procedencia.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas las clases en los puntos que les parezca convenientes, siempre que reúnan las condiciones exigidas por el contrato, que están perfectamente preparados para el objeto al que se apliquen y sea, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a las condiciones e instrucciones de la Dirección Facultativa.

**- Artículo 25°.-** Empleo de los materiales y aparatos

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y aparatos que no fuesen de la calidad requerida, sin que antes sean examinados y aceptados por la Dirección Facultativa, en los términos que prescriben los Pliegos, depositando el efecto el Contratista las pruebas y modelos necesarios previamente contrastados, para efectuar en ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones vigente en la obra. Los gastos que ocasionen los análisis, ensayos, pruebas, etc antes indicados serán a cargo del Contratista.

**- Artículo 26°.-** Materiales no utilizables.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente en el sitio de la obra en el que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc. que no serán utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones vigente en la obra.

Sino se hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene la Dirección Facultativa, pero acordando previamente con el Contratista la justa tasación de esos materiales y los gastos de su transporte.

**- Artículo 27°.-** Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales no fuesen de la calidad requerida o no estuviesen preparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos de Condiciones o, a falta de éstas, a las órdenes de la Dirección Facultativa. La Dirección Facultativa podrá permitir el empleo de aquellos materiales defectuosos que mejor le parezcan o aceptar el empleo de otros de calidad superior a los que aparecen en los Pliegos; si no le fuese posible al Contratista suministrarlos en el modo requerido por ellos, se descontará en el primer caso la diferencia de precio del material requerido al defectuoso empleado y no teniendo derecho el Contratista a indemnización alguna en el segundo.

**- Artículo 28°.-** Medios auxiliares.

Serán de cuenta del Contratista, los andamiajes, máquina y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesitan, al Propietario la responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras

por insuficiencia de esos medios auxiliares. Todos estos, siempre que no se hay estipulado lo contrario en las condiciones particulares de la obra quedarán a beneficio del Contratista, sin que este pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando estos estén detallados en el presupuesto y consignados por partidaalzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

En caso de rescisión por incumplimiento del contrato por parte del Contratista, los medios auxiliares del Constructor podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la Administración, para la terminación de las obras.

En cualquier caso, todos estos medios auxiliares quedarán en propiedad del Contratista una vez terminadas las obras, pero ningún derecho tendrá a reclamación alguna por parte de los desperfectos que a su uso haya dado lugar.

#### 1.3.6.- Medidas de seguridad

##### - **Artículo 29º.**- Medidas de seguridad.

El Contratista deberá atenerse a las condiciones vigentes en materia de seguridad e higiene en el trabajo, tanto en los que se refiere al personal de la obra como a terceros.

Como elemento primordial de seguridad se prescribirá el establecimiento de señalización necesaria tanto durante el desarrollo de las obras, como durante su explotación, haciendo referencia bien a peligros excitantes o a las limitaciones de las estructuras.

Se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales establecidas por el Ministerio competente, y en su defecto por departamentos nacionales u organismos internacionales.

#### **1.4 Recepción provisional, plazo de garantía y recepción definitiva.**

Tanto en la recepción provisional como definitiva, se observará lo regulado en el artículo 169 del Reglamento de Contratación y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

##### **- Artículo 30º.-** Recepción provisional.

Terminado el plazo de ejecución de las obras y puesta en servicio, se procederá a la recepción provisional de las mismas estando presente la comisión que designe el Contratista y la Dirección de Obra. Se realizarán todas las pruebas que el Director de Obra estime oportunas para el cumplimiento de todo lo especificado en este pliego y buena ejecución y calidad de las mismas, siendo inapelable el fallo de dicho Director, a la vista del resultado de las mismas, de donde sobre la validez o invalidez de las obras ejecutadas.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía señalado en el presente pliego y procediéndose en el plazo más breve posible a su medición general o definitiva, con asistencia del Contratista o su representante.

Cuando las obras no se encuentren en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta especificando las premisas que el Director de Obra debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijando un plazo para ello.

##### **- Artículo 31º.-** Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que las obras no hayan sido ocupadas por el propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería,

limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista la obra, tanto por buena terminación de las obras como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlas desocupadas y limpias en el plazo que la Dirección Facultativa fije.

Después de la recepción provisional de la obra y en el caso de que la conservación de la misma corra a cargo del Contratista, no deberá en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupada o no la obra, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

El Contratista se obliga a destinar a su costa un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

**- Artículo 32º.-** Plazo de garantía.

El plazo de garantía será de un año a contar desde su fecha de recepción provisional. Durante el periodo de garantía todas las reparaciones derivadas de mala construcción imputables al Contratista serán abonadas por éste.

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios en la construcción de las obras ejecutadas, ordenará antes de ser efectuada la recepción definitiva las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos. Los gastos derivados de dichas demoliciones correrán a cargo del Contratista, siempre que existan tales vicios, en caso contrario correrán a cargo de la propiedad.

**- Artículo 33°.-** Recepción definitiva.

Pasado el plazo de garantía, si las obras se encuentran en perfecto estado de uso y conservación, de acuerdo al presente pliego, se darán por recibidas definitivamente.

Una vez recibidas definitivamente, se procederá inmediatamente a su liquidación y resolución de la fianza de la que se retraerán las sanciones o cargas que procedan conforme a lo estipulado en el presente pliego.

En el caso en que las obras no se encuentren en estado para la recepción definitiva, se procederá de igual forma que para la recepción provisional sin que el contratista tenga derecho a percibir cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía.

**1.5.- Casos no previstos en este pliego.**

El Director de Obra dará las normas a seguir en todo aquello que no quede regulado en este Pliego de Condiciones.

**2.- CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS.**

**2.1.- Base fundamental.**

**- Artículo 34°.-** Alcance.

Comprenderán las que afecten al coste y pago de las obras contratadas, al plazo y forma de las entregas, a las fianzas y garantías para el cumplimiento del contrato establecido, a los casos que proceden las mutuas indemnizaciones y todas las que se relacionen con la obligación contraída por el Propietario a satisfacer el importe y la remuneración del trabajo ejecutado, una vez ejecutadas, parcial o totalmente por el Contratista y de acuerdo con las condiciones convenidas, las que le fueran adjudicadas.

**- Artículo 35°.-** Base fundamental.

La base fundamental de estas condiciones es la de que el Contratista debe percibir el importe de todos trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción contratada.

## **2.2.- Garantías de cumplimiento y fianzas.**

### **- Artículo 36°.- Garantías.**

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si les son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

### **- Artículo 37°.- Fianzas.**

Si la obra se adjudica por subasta, el depósito para tomar parte de ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de un 3% como mínimo del total del presupuesto de la contrata.

La persona o entidad a la que se haya adjudicado la ejecución de la obra, deberá depositar en el punto y plazo marcados en el anuncio de la subasta la fianza definitiva de estas y en su defecto, su importe será del 10% de la cantidad por la que se otorgue la adjudicación de la obra.

La fianza que se exigirá al Contratista se convendrá entre el Ingeniero y el Contratista entre una de las siguientes:

- Depósito de valores públicos del Estado por un valor del 10% del total del presupuesto de la obra contratada.
- Depósito en metálico de la misma cuantía indicada en el apartado anterior.
- Depósito previo en metálico de la misma cuantía del 10% del total del presupuesto mediante deducción del

5% efectuadas del importe de cada certificación abonada al Contratista.

- Descuento del 10% efectuado sobre el importe de cada certificación abonada al Contratista.

**- Artículo 38°.-** Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negara por su cuenta ha hacer los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero en nombre y representación del Propietario, los ordenará a ejecutar a un tercero, o directamente por Administración abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

**- Artículo 39°.-** Devolución de la fianza.

La fianza será devuelta al Contratista en un plazo que no exceda en 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado por medio de la certificación del Alcalde al Distrito Municipal en cuyo término se halle emplazada la obra contratada, y no haya reclamación alguna contra aquél por los daños y perjuicios que sean por su cuenta o por deudas de jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes transcurridos en el trabajo.

### **2.3.- Penalizaciones**

**- Artículo 40°.-** Importe de indemnización por retraso no justificado.

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista, por causa de retraso no justificada en el plazo de terminación de las obras contratadas, se fijará entre cualquiera de los siguientes:

- Una cantidad fija durante el tiempo de retraso



- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de la ocupación de la obra, previamente fijados.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso.

La cuantía y el procedimiento a seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se obtendrán expresamente entre ambas partes contratantes, antes de la firma del Contrato; a falta de este previo convenio, la cuantía de la indemnización se entiende que será el abono por el Contratista al Propietario de un interés del 4,5% anual, sobre las sumas totales de las cantidades desembolsadas por el Propietario, debidamente justificadas y durante el plazo de retraso de la entrega de las obras, en las condiciones contratadas.

#### **2.4.- Precios y revisiones.**

##### **- Artículo 41º.- Precios contradictorios.**

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Contratista formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, debe utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección técnica el acta de avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, la Dirección Facultativa propondrá a la Propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Contratista o, en otro caso, la segregación

de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Contratista estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle la Dirección Facultativa y a concluir a satisfacción de éste.

De los precios así acordados se levantarán actas que firmarán por triplicado el Director de Obra, el Propietario y el Contratista o los representantes autorizados a estos efectos por estos últimos.

**- Artículo 42º.-** Revisión de precios.

Si los vigentes precios de jornales, cargas sociales y materiales, en el momento de firmar el Contrato, experimentan una variación oficial en más o menos de 5%, podrá hacerse una revisión de precios a petición de cualquiera de las partes, que se aplicará a la obra que falte por ejecutar. En caso de urgencia podrá autorizarse la adquisición de materiales a precios superiores, siendo el abono de la diferencia con los contratos.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello que en principio no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características de determinadas épocas anormales se admite durante ellas la rescisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en armonía con las oscilaciones de los precios del mercado.

El Contratista puede solicitar la revisión en alza del Propietario en cuanto se produzca cualquier alteración de precio que repercuta aumentando los contratados. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de recontinuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el

mercado y por causas justificadas haya subido, especificándose y acordándose también previamente la fecha a partir de la cual se tendrá en cuenta y cuando proceda, el acopio de materiales en la obra en el caso que estuviese abonado total o parcialmente por el Propietario.

Si el Propietario o el Ingeniero en su representación no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, en cuyo caso se tendrá en cuenta para la revisión, los precios de los materiales adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando entre los documentos aprobados por ambas partes figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

**- Artículo 43º.-** Reclamaciones de aumentos de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que se aprobase para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa, sino en el caso de que la Dirección Facultativa o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la

adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, puesto esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

**- Artículo 44°.-** Normas para la adquisición de los materiales.

Si al Contratista se le autoriza a gestionar y adquirir los materiales, deberá presentar al Propietario los precios y las muestras de los materiales, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Si los materiales fuesen de inferior calidad a las muestras presentadas y aprobadas, el Contratista adquiere la obligación de rechazarlos hasta que se le entreguen otros de las calidades ofrecidas y aceptadas. A falta del cumplimiento de esta obligación, el Contratista indemnizará al Propietario con el importe de los perjuicios que por su incumplimiento se originen, cuya cuantía la evaluará el Ingeniero Director.

**- Artículo 45°.-** Intervención administrativa del Propietario.

Todos los documentos que deben figurar en las cuentas de administración llevarán la conformidad del representante en los partes de jornales, transportes y materiales, firmando su conformidad en cada uno de ellos

**- Artículo 46°.-** Mejora de obras.

No se admitirán mejorar las obras, más que en el caso que el Ingeniero haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo el caso de error en las mediciones del Proyecto, a

menos que el Ingeniero ordene también por escrito la ampliación de las contratadas.

Será condición indispensable que ambas partes contratadas convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales y los aumentos de todas las mejoras.

- **Artículo 47º.-** Unidades de obra no conformes con el Proyecto.

Si el Contratista, por causa justificada a juicio del Ingeniero, propusiera la ejecución de algún trabajo que no esté conforme con las condiciones de la contrata y por causas especiales de excepción la estimase el Ingeniero, éste resolverá dando conocimiento al Propietario y estableciendo contradictoriamente con el Contratista la rebaja del precio.

## **2.5. Medición, valoración y abono de las unidades de obra.**

### 2.5.1.- Generalidades.

- **Artículo 48º.-** Medición, valoración y abono de las unidades de obra.

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de 15 días. El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter provisional a buena cuenta, verificables por la

liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

Serán de abono al Contratista las obras de fábrica ejecutadas con arreglo a condiciones y con sujeción a los planos del Proyecto o a las modificaciones introducidas por el Director Técnico en el replanteo o durante la ejecución de las obras, que constarán en planos de detalle y órdenes escritas. Se abonarán por su volumen o su superficie real de acuerdo con lo que se especifique en los correspondientes precios unitarios que figuran en el cuadro de precios.

**- Artículo 49º.-** Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de lo que se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

2.5.2.- Composición de precios

**- Artículo 50º.-** Composición de los precios unitarios

Los precios unitarios se compondrán preceptivamente de la siguiente forma:

- Mano de obra, por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas intervenidas por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra y los jornales horarios correspondientes.
- Materiales, expresando la cantidad que en cada

unidad de obra se precise de cada uno de ellos y su precio unitario respectivo en origen.

- Transporte de materiales, desde el punto de origen al pie de trabajo.
- Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad.
- Tanto por ciento de gastos generales.
- Tanto por ciento de seguros y cargas sociales.
- Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista.

- **Artículo 51º.-** Composición de los precios por ejecución material.

Se entiende por precio de ejecución material el que importe el coste total de la unidad de obra, es decir, el resultante de la suma de las partidas que importan los conceptos "dos" y "seis", ambos inclusive, del artículo precedente, es decir, será igual a la suma de los cinco primeros conceptos del artículo anterior.

- **Artículo 52º.-** Composición de los precios por contrata.

En el caso de que los trabajos a realizar en la obra y obra aneja, se entiende por precio de contrata el que importe el coste de la unidad de obra total, es decir, el precio de ejecución material más el tanto por ciento sobre éste último precio en concepto de "beneficio industrial del Contratista".

A falta de convenio especial se aplicará el 15%. De acuerdo con lo establecido se entiende por importe de contrata de un edificio u obra aneja, a la suma de su importe de ejecución material más el 15% de beneficio industrial:

- Imprevistos 1%.
- Gastos de administración y dirección práctica de los trabajos 5%.
- Intereses del capital adelantado por el Contratista 3%.

- Beneficio industrial del Contratista 6%.

- **Artículo 53º.**- Composición de los precios por administración.

Se denominan obras por administración aquellas en que las gestiones que se precisen realizar las lleva acabo el Propietario, bien por sí o por un representante suyo, o bien por mediación de su Constructor.

Las obras por administración directa son aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo lleve las gestiones precisas para la ejecución de las obras.

Las obras por administración indirecta son aquellas en las que convienen un Propietario y el Contratista, para que éste por cuenta de aquel y como delegado suyo realice las gestiones y los trabajos que se precisen y así se convengan.

Por parte del Propietario, tiene la obligación de abonar directamente o por mediación del Contratista todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos. Por parte del contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos.

Para la liquidación de los trabajos que se ejecute por administración indirecta, regirán las normas que a tales fines se establece en las Condiciones Particulares de índole Económico vigente en la obra:

- Las facturas de los transportes de materiales entrados en la obra.
- Los documentos justificativos de las partidas abonadas por los seguros y cargas sociales vigentes.
- Las nóminas de los jornales abonados.
- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra.
- A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Contratista se le aplicará un 15%, incluidos los medios auxiliares y los de seguridad.



- **Artículo 54°.-** Precio del material acopiado a pie de obra.

Si el Propietario ordenase por escrito al Contratista el acopio de materiales o aparatos en la obra a los precios contratados y ésta así lo efectuase, los que se hayan acopiado se incluirán en la certificación siguiente a su entrada en la obra.

- **Artículo 55°.-** Precios de las unidades de obra y de las partidas alzadas. En los precios de las distintas unidades de obra, en los de aquellas que hayan de abonarse por partidas alzadas, se entenderán que se comprende el de la adquisición de todos los materiales necesarios, su preparación y mano de obra, transporte, montaje, colocación, pruebas y toda clase de operaciones y gastos que vayan a realizarse, así como riesgos y gravámenes que puedan sufrirse, aún cuando no figuren explícitamente en el cuadro de precios, para dejar la obra completamente terminada, con arreglo a las condiciones, y para conservarla hasta el momento en que se realice la entrega.

Los precios serán invariables, cualquiera que sea la procedencia de los materiales y el medio de transporte, sin más excepción que la expresada en este Pliego.

2.5.3.- Relaciones valoradas y certificaciones.

- **Artículo 56°.-** Relaciones valoradas y certificaciones.

Lo ejecutado por el Contratista se valorará aplicando al resultado de la medición general los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo en cuenta además lo establecido en el presente pliego respecto a mejoras o sustituciones de materiales y a las obras accesorias y especiales.

Al Contratista se lo facilitarán por el Ingeniero los datos de la certificación, acompañándolos de una nota de envío, al objeto, que dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del envío de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su

conformidad, hacer en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el Ingeniero aceptará o rechazará las reclamaciones al Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero en la forma prevenida en los pliegos anteriores.

Cuando por la importancia de la obra, o por la clase y número de documentos, no considere el Contratista suficiente aquel plazo para su examen, podrá el Ingeniero concederle una prórroga. Si transcurrido el plazo de 10 días a la prórroga expresada no hubiese devuelto el Contratista los documentos remitidos, se considerará que está conforme con los referidos datos, y expedirá el Ingeniero la certificación de las obras ejecutadas.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

En el caso de que el Ingeniero lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

**- Artículo 57°.-** Valoración en el caso de rescisión.

Cuando se rescinda la contrata por causas que no sean de la responsabilidad del Contratista, las herramientas y demás útiles que como medios auxiliares de la construcción se hayan estado empleando en las obras con autorización del Ingeniero y la contrata y de no mediar acuerdo, por los amigables componedores de índole legal y facultativa.

A los precios de tasación sin aumento alguno, recibirá el Propietario aquellos de dichos medios auxiliares que señalan en las condiciones de cada contrata, o en su defecto los que se consideren necesarios para terminar las obras y quiera reservar para sí el Contratista, entendiéndose que si no tendrán lugar el abono por este concepto, cuando el importe de los trabajos realizados hasta la rescisión no llegue a los tercios de la obra contratada.

Se abonarán los materiales acopiados al pie de obra si son de recibo y de aplicación para terminar esta, en una cantidad proporcionada a la obra pendiente de ejecución, aplicándose a estos materiales los precios que figuren en el cuadro de precios descompuestos. También se abonarán los materiales acopiados fuera de la obra, siempre que se transporten al pie de ella.

En el caso de rescisión por falta de pago o retraso en el abono o suspensión por plazo superior de un año imputable al Propietario, se concederá al contratista además de las cantidades anteriormente expuestas, una indemnización que fijará el Ingeniero, la cual no podrá exceder del 3% del valor de las obras que falten por ejecutar.

En caso de rescisión por alteración de presupuesto o por cualquiera de las causas reseñadas en las condiciones legales, no procederá más que el reintegro al Contratista de los gastos por custodias de fianza, anuncio de subasta y formalización del contrato, sin que pueda reclamar el abono de los útiles destinados a las obras.

En caso de rescisión por falta de cumplimiento en los plazos de obra, no tendrá derecho el Contratista a reclamar ninguna

indemnización a las obras pero si a que se abonen las ejecutadas, con arreglo a condiciones y los materiales acopiados a pie de obra que sean de recibo.

Si lo incompleto, es la unidad de obra y la parte ejecutada en ella fuera de recibo, entonces se abonará esta parte con arreglo a lo que correspondan según la descomposición del precio que figura en el cuadro del Proyecto, sin que pueda pretender el Contratista que, por ningún motivo se efectúe la descomposición en otra forma que la que en dicho cuadro figura.

Toda unidad compuesta o mixta no especificada en el cuadro de precios, se valorará haciendo la descomposición de la misma y aplicando los precios unitarios de dicho cuadro a cada una de las partes que la integra, quedando en esta suma, así obtenida, comprendidos todos los medios auxiliares.

En general se dará al Contratista un plazo de tiempo que determinará la Dirección de la Obra, dentro de los límites de 20 y 60 días para poner el material en curso de instalaciones de ser aceptado como obra terminada, teniendo en cuenta que las no finalizadas se liquidarán a los precios elementales que figuren en el presupuesto, así como los recibos de los materiales a pie de obra que reúnan las debidas condiciones

Se seguirá por las disposiciones vigentes.

**- Artículo 58º.-** Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte, que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades que las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

#### 2.5.4.- Formas de abono de las obras.

##### - **Artículo 59º.**- Formas de abono de las obras.

El abono de los trabajos efectuados se efectuará por uno de los procedimientos siguientes, convenido por el Ingeniero y el Contratista antes de dar comienzo los trabajos:

- Tipo fijo o a tanto alzado total.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar el número de unidades ejecutadas.
- Tanto variable por unidad de obra según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las ordenes del Ingeniero.
- Por lista de jornales y recibos de materiales autorizados en la forma que el presente pliego determina.
- Por horas de trabajo ejecutado en las condiciones determinadas en el Contrato.

##### - **Artículo 60º.**- Abono de unidades de obra ejecutadas.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado con arreglo y sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la contrata y a las ordenes e instrucciones que por escrito entregue el Ingeniero.

- **Artículo 61º.**- Abono de trabajos presupuestados con partidas alzadas.

Si existen precios contratados para unidades de obras iguales a las presupuestadas mediante partida alzada se abonará previa medición y aplicación del precio establecido.

Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerá, precios contradictorios para las unidades con partidas alzadas, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse en cuyo caso, el Ingeniero director de la obra indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta.

**- Artículo 62º.-** Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos para su abono se procederá así:

- Si los trabajos se realizan y están especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valoradas a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos fueran inferiores a los que rijan en la época de su realización en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de Desperfectos ocasionados por el uso de las obras, por haber sido utilizadas durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, nada se abonará por ellos al Contratista.

- **Artículo 63°.-** Abono de obras incompletas.

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra en forma distinta, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del costo de cualquier elemento que constituye el precio.

Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono cuando esté acopiado en obra la totalidad del material, incluidos accesorios, o realizados en su totalidad las labores u operaciones que determina la definición de la partida, ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideran abonables fases con ejecución terminadas, perdiendo el Adjudicatario todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

2.5.5.- Liquidaciones.

- **Artículo 64°.-** Liquidaciones parciales.

Las liquidaciones se harán por certificaciones mensuales y se hallarán multiplicando las unidades resultantes de las mediciones por el precio asignado de cada unidad en el presupuesto. Se añadirá el % correspondiente al sistema de Contrato, desquitando las rebajas que se obtuvieran en subasta.

- **Artículo 65°.-** Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

La Propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de

jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el Contratista los comprobantes que se exijan.

**- Artículo 66°.-** Liquidación final.

La liquidación general se llevará a cabo una vez terminadas las obras y en ella se hará constar las mediciones y valoraciones de todas las unidades de obra realizadas, las que constituyen modificaciones del proyecto, y los documentos y aumentos que se aplicaron en las liquidaciones parciales, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección técnica con sus precios.

De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Propiedad con el visto bueno del Ingeniero Director.

**- Artículo 67°.-** Liquidación en caso de rescisión.

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

2.5.6.- Pagos.

**- Artículo 68°.-** Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y sus importes corresponderán precisamente al de las certificaciones de obras expedidas por el ingeniero, en virtud de las cuales se verificarán aquellos.

**- Artículo 69°.-** Suspensión o retrasos en el ritmo de los trabajos por retraso en los pagos.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos o ejecutarlos a menor ritmo que el que le corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.



- **Artículo 70°.-** Demora de los pagos.

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 4,5% anual en concepto de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo, tendrá derecho el Contratista a la rescisión del Contrato, procediéndose a la ejecución de la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos reúnan las condiciones preestablecidas y que la cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

Se rechazará toda solicitud de rescisión del Contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra en los materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el Contrato.

2.5.7.- Indemnización de daños causados por fuerza mayor.

- **Artículo 71°.-** Indemnización de daños causados por fuerza mayor.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas ocasionadas en la obra sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los producidos por terremotos o los maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de los ríos, superiores a los que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que por el Contratista se tomarán las medidas posibles

dentro de sus medios para evitar los daños.

- Los que provengan de movimientos del terreno en el que estén construidas las obras.

La indemnización se referirá al abono de las unidades de obra ya ejecutadas con materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares.

### **3.- CONDICIONES GENERALES LEGALES.**

#### **3.1.- Arbitrio y jurisdicción.**

- **Artículo 72º.-** Formalización del Contrato.

Los Contratos se formalizarán mediante documentos privados, que podrán elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Este documento contendrá una cláusula en la que se expresa terminantemente que el Contratista se obliga al cumplimiento exacto del Contrato, conforme a lo previsto en el Pliego General de Condiciones.

El Contratista antes de firmar la escritura habrá firmado también su conformidad al pie del Pliego de Condiciones Particulares que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del Adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne la contrata.

- **Artículo 73º.-** Arbitraje obligatorio.

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por el Propietario, otro por la contrata y tres Ingenieros por el C.O. correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el Director de Obra.

**- Artículo 74°.-** Jurisdicción competente.

En caso de no haberse llegado a un acuerdo por el anterior procedimiento, ambas partes son obligadas a someterse a la discusión de todas las cuestiones que pueden surgir como derivadas de su Contrato, a las autoridades y tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese enclavada la obra.

**3.2.- Responsabilidades legales del contratista.**

**- Artículo 75°.-** Medidas preparatorias.

Antes de comenzar las obras el Contratista tiene la obligación de verificar los documentos y de volver a tomar sobre el terreno todas las medidas y datos que le sean necesarios. Caso de no haber indicado al Director de obra en tiempo útil, los errores que pudieran contener dichos documentos, el Contratista acepta todas las responsabilidades.

**- Artículo 76°.-** Responsabilidad en la ejecución de las obras.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado o reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas las liquidaciones parciales.

**- Artículo 77°.-** Legislación Social.

Habrá de tenerse en cuenta por parte del Contratista la Reglamentación de Trabajo, así como las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, los Accidentes de

Trabajo, Seguridad e Higiene en el Trabajo y demás con carácter social urgentes durante la ejecución de las obras.

El Contratista ha de cumplir lo reglamentado sobre seguridad e higiene en el trabajo, así como la legislación actual en el momento de ejecución de las obras en relación sobre protección a la industria nacional y fomento del consumo de artículos nacionales.

**- Artículo 78º.-** Medidas de seguridad.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo de ejercicios en los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos vigentes en la legislación, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidad en cualquier aspecto.

De los accidentes y perjuicios de todo género que por cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera recaer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya se considera que los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente, dichas disposiciones legales, será preceptivo que el tablón de anuncios de la obra presente artículos del Pliego de Condiciones Generales de índole general, sometido previamente a la firma de la Dirección Facultativa.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes perpetúen para evitar en lo posible accidentes a los obreros y a los andantes no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Se exigirán con especial atención la observación de lo regulado por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.G.S.H.T.).

**- Artículo 79°.-** Vallado y policía de obra.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

**- Artículo 80°.-** Permisos y Licencias.

El adjudicatario estará obligado a tener todos los permisos y licencias, para la ejecución de las obras y posterior puesta en servicio y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de dichos permisos.

**- Artículo 81°.-** Daños a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniese en la edificación donde se efectúan las obras.

Como en las contiguas será, por tanto, de sus cuentas el abono de las indemnizaciones a quien corresponde y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir cuando a ello fuese requerido, el justificante de tal cumplimiento.

**- Artículo 82°.-** Seguro de la obra.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a él, se abone la obra que se construye y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos.

En las obras de reparación o reforma, se fijará la porción de la obra que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se previene, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte de la obra afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza de seguros, las pondrá el Contratista antes de contratadas, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

**- Artículo 83°.-** Suplementos.

El Contratista no puede hacer ningún trabajo que ocasione suplementos de gastos sin autorización escrita del Propietario de la instalación y con el visto bueno del Director de obra.

**- Artículo 84°.-** Conservación y otros.

El Contratista ejecutor de las obras tendrá que conservar a su cargo todos los elementos de las obras civiles y eléctricas desde el comienzo de las obras hasta la recepción definitiva de las mismas. A este respecto, los gastos derivados de la conservación, tales como revisiones periódicas de las instalaciones, vigilancia, reposición de posibles desperfectos causados por terceros, limpieza de aparatos, etc. correrán a cargo del Contratista, no pudiendo éste alegar que la instalación esté o no en servicio.

La sustitución o reparación será decidida por la Dirección de obra, que juzgará a la vista del incidente si el elemento puede ser reparado o totalmente sustituido por uno nuevo teniendo que aceptar totalmente dicha decisión.

El Contratista estará obligado a ejecutar aquellos detalles imprevistos por su minuciosidad o que se hayan omitido si el Director de la obra lo juzga necesario.

**- Artículo 85°.-** Hallazgos.

El Propietario se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte, o sustancias minerales utilizables, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno o edificaciones. El Contratista deberá emplear para extraerlo todas las precauciones que se le indiquen por la Dirección.

El Propietario abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán así mismo, de la exclusiva pertenencia del Propietario los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de las obras, aparecieran en los solares o terrenos donde se realicen las obras, pero el Contratista, en el caso de tratarse de aguas y si las utilizara, serán de cargo del Contratista las obras que sean convenientes ejecutar para recogerlas para su utilización.

La utilización para el aprovechamiento de gravas y arenas y toda clase de materiales procedentes de los terrenos donde los trabajos se ejecuten, así como las condiciones técnicas y económicas en que estos aprovechamientos han de concederse y ejecutarse se señalarán para cada caso concreto por la Dirección Facultativa.

**- Artículo 86°.-** Anuncios y carteles.

Sin previa autorización de la Propiedad no podrán ponerse, ni en sus vallas, más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y la policía local.

**- Artículo 87°.-** Copia de documentos.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, presupuesto, y pliego de condiciones y demás documentos del proyecto.

**3.3.- Subcontratas.****- Artículo 88º.-** Subcontratas.

El Contratista puede subcontratar una parte o la totalidad de la obra a otra u otras empresas, administradores, constructores, instaladores, etc. no eximiéndose por ello de su responsabilidad con la Propiedad.

El Contratista será el único responsable de la totalidad de la obra tanto desde el punto de vista legal como económico, reconociéndose como el único interlocutor válido para la Dirección Técnica.

**3.4.- Pago de arbitrios.****- Artículo 89º.-** Pagos de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general municipales o de otro régimen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, al Contratista le deberá ser reintegrado el importe de todos aquellos conceptos que la Dirección Facultativa considere justo hacerlo.

**3.5.- Causas de rescisión del contrato.****- Artículo 90º.-** Causas de rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes de rescisión de Contrato las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndico se ofrecieran a llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tengan derecho a indemnización alguna.



- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
- La modificación del Proyecto en forma tal, que representan alteraciones fundamentales del mismo a juicio de la Dirección Facultativa y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, representen más o menos un 25% como mínimo del importe de aquel.
- La modificación de las unidades de obra siempre que estas modificaciones representen variaciones, más o menos del 40% como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las modificaciones del Proyecto, o más de un 50% de unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y en todo caso siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo de la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo de la contrata a los trabajos dentro de los plazos señalados en las condiciones particulares del Proyecto.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras. La mala fe de la ejecución de los trabajos.
- El abonado de la obra sin causa justificada.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a ésta.

Quedará rescindido el contrato por incumplimiento del contratista de las condiciones estipuladas en este Pliego perdiendo en este caso la fianza, y quedando sin derecho a reclamación alguna.

### **CAPITULO 3º: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

En este Capítulo se detallan las características técnicas de los materiales, maquinarias y equipos a emplear, y los medios de ejecución de las obras, además se redactarán las normas de seguridad en el desarrollo de los trabajos y los métodos de medición y valoración a seguir; para cada uno de los capítulos que conforman la ejecución al completo del Proyecto.

#### **GENERALIDADES:**

##### **- Medición y valoración de las Unidades de Obra:**

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de 15 días.

El Director de obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter provisional a buena cuenta, verificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

Serán de abono al Contratista, las obras de tierra, de fábrica y accesorios, ejecutadas con arreglo a condiciones y con sujeción a los planos del Proyecto, o a las mediciones introducidas por el Director de la Obra, en el replanteo de las mismas, que constará en el plano de detalle y órdenes escritas, se abonará por el volumen o peso de

acuerdo con lo que se especifique en los correspondientes precios unitarios que figuren en el cuadro de precios.

**- Condiciones Generales de seguridad e higiene en el trabajo:**

De acuerdo con lo prescrito en el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo en vigor, las obras objeto del Proyecto satisfarán todas las medidas de seguridad e higiene en beneficio del personal de la misma, haya de realizar su trabajo.

**1.- APARTADO 1: COMIENZO DE LAS OBRAS.**

**1.1.- Replanteo.**

El Director Obra auxiliado por el personal técnico y equipo de trabajo, de la empresa adjudicataria encargada de la ejecución, efectuará sobre el terreno el replanteo general de las obras que comprenden el Proyecto, así como los replanteos parciales que sean necesarios durante la ejecución de las mismas, dejando constancia material mediante señales, hitos y referencias colocadas en puntos fijos del terreno que tengan garantía de permanencia para que, durante la ejecución de las obras, puedan fijarse con relación a ellas la situación en planta o en altura de cualquier elemento o parte de las mismas obras.

El Contratista facilitará a sus expensas cuantos medios materiales y auxiliares se necesiten para llevar a cabo los replanteos generales y parciales.

Con los resultados obtenidos, se levantará acta, acompañada de planos, mediciones y valoraciones, firmadas por el Director Obra y el Contratista o representante en quien delegue, en la que se hará constar las modificaciones introducidas, caso de que se produzcan, presupuestos resultantes y cuantas incidencias sean de interés para un mejor realización de las obras.

El Contratista, desde el momento que firma el acta de replanteo, se hace responsable de la conservación y reposición de todos los datos que motiven las operaciones reseñadas en este artículo, incluidos materiales, colaboración etc.

Si durante la realización de las obras se apreciase un error en los replanteos, alineaciones o dimensiones de una parte cualquiera de las obras, el Contratista procederá a su rectificación a su costa. La verificación de los replanteos, alineaciones o dimensiones por la Dirección de obra, no eximirá al Contratista de sus responsabilidades en cuanto a sus exactitudes.

### **1.2.- Limpieza del terreno.**

Las operaciones de desbrozado deberán ser efectuadas con las debidas precauciones de seguridad a fin de evitar daños en las construcciones existentes, propiedades colindantes, vías y servicios públicos y accidentes de cualquier tipo.

Todos los materiales que puedan ser destruidos por el fuego serán quemados, de acuerdo con las normas que sobre el particular existan en la localidad.

Los materiales no combustibles podrán ser utilizados por el Contratista en la forma que considere más conveniente, previa autorización del Director de Obra

## **2.- APARTADO 2: MOVIMIENTO DE TIERRAS.**

### **2.1.- Excavaciones.**

Las excavaciones a realizar son:

- Excavaciones para cimientos de obras

Para no disgregar el terreno más allá de lo previsto, el Director de Obra podrá ordenar que las excavaciones para cimientos de obras de fábrica, sean realizadas por etapas sucesivas.

Si el suelo fuera arcilloso, se realizará la excavación en dos partes, dejando sin ejecutar una capa final, 15 cm, hasta el momento de construir las cimentaciones de la obra.

Si del reconocimiento del terreno practicado al efectuar las excavaciones, resultase necesidad o conveniencia de variar el sistema de cimentación previsto para las obras de fábrica, se reformará el Proyecto, suspendido mientras tanto los trabajos que fueran necesarios.

El Contratista percibirá en este caso el coste de los trabajos realizados, pero no tendrá derecho a ninguna otra indemnización por la variación del Proyecto.

- Excavaciones en zanjas para tuberías

Las zanjas tendrán las dimensiones que figuran en los planos del Proyecto, debiendo llevar su fondo nivelado cuidadosamente para que el tubo apoye en toda su longitud. El Director de Obra indicará en cada caso, una vez abierta la zanja, si es preciso, a la vista de la naturaleza del terreno, colocar la tubería a mayor profundidad.

Con arreglo a planos o en su caso a las indicaciones recibidas del Director de Obra como consecuencia del replanteo general, el Contratista realizará las excavaciones necesarias para la ejecución de las obras objeto del proyecto. En tales excavaciones se incluirán los siguientes puntos:

- Desbroce y despeje del terreno.
- Extracción.
- Transporte de los productos removidos a acopio, lugar de empleo o vertedero.
- Acondicionamiento de terrenos si fuese necesario y cuantas operaciones fuesen necesarias para terminar la obra.
- Relleno.

Toda excavación no realizada por el Adjudicatario según planos o con el visto bueno del Director de Obra, no serán abonados. El acopio del material extraído se realizará en lugar adecuado, de modo que no se perjudique el tráfico, ni perturbe desagües y drenajes. Estos trabajos se consideran intrínsecos a la obra y por tanto incluidas en las unidades correspondientes, por lo que no procede abono alguno complementario por tales conceptos. El relleno de la zanja se realizará siguiendo la estratificación indicada en planos. El relleno de las zanjas se realizará en tongadas sucesivas de espesor uniforme, y no siendo éste superior a 30 cm. Tales tongadas serán compactadas humedeciendo ligeramente el material de relleno si fuese necesario. La terminación y la explanación de las superficies se realizarán de modo que no se puedan formar depósitos de agua.

**- Medición y valoración de las excavaciones.**

Las excavaciones necesarias para la ejecución de las obras, se abonarán por su volumen referido al terreno antes de excavarlo, al precio respectivo por m<sup>3</sup> que figura en el cuadro de precios.

Los volúmenes se deducirán de las líneas teóricas de los planos y órdenes escritas del Director, a partir de los perfiles reales del terreno. Los precios comprenden todos los medios auxiliares y operaciones necesarias para hacer las excavaciones, así como el rasanteo de las zanjas y la arena o material preciso para aquello.

También incluye la retirada de los productos de las excavaciones a sitios donde no afecten a las obras.

No serán abonados los trabajos y materiales que hayan de emplearse para evitar posibles desprendimientos, ni los excesos de excavaciones que por conveniencia u otras causas ajenas a la dirección de las obras ejecute el Contratista, así como las entibaciones que sean precisas ejecutar para seguridad del personal y evitar accidentes.

No serán abonados los desprendimientos, salvo en aquellos casos en que se pueda comprobar que ha sido debido a fuerza mayor. Nunca lo serán los debidos a negligencias del Contratista o por no haber cumplido las órdenes de la dirección de la obra.

Tampoco serán de abono la reparación de todas las averías y desperfectos que en cualquier excavación puedan producirse por consecuencia de lluvias, tránsitos no autorizados y otras causas que no sean de fuerza mayor.

**- Medición y valoración de la excavación en zanja para tuberías.**

Se abonará por metro lineal o por metro cúbico, a tenor de la definición que se haga en el Cuadro de Precios.

También comprende el refino de la zanja y la compactación del fondo de la misma, cuando tal medida sea necesaria y así se ordene por el Director de Obra.

Esta compactación se realizará al 95% del Proctor Normal, salvo distinta indicación del Director de Obra

El precio también comprende, salvo que expresamente se indique lo contrario, todas las operaciones de carga, descarga y transporte a vertedero, cualquiera que sea la distancia de transporte, de todos los productos sobrantes de excavación, una vez rellena y compactada la zanja. También están comprendidos en el precio, el extendido de las tierras en vertederos, y la indemnización por la zona ocupada por éstas.

Antes de proceder al relleno con arena para la cama de asiento de las tubería, el Contratista deberá obtener del Director de Obra la aprobación de la excavación, no pudiendo sin la misma comenzar el relleno.

## **2.2.- Drenaje.**

En el lecho de las excavaciones realizadas se depositará una capa de áridos, de modo que se obtenga un eficaz drenaje. El espesor de dicha capa será la especificada en los planos. El tamaño de granos de los áridos, no será superior a 76 m, cedazo 80 UNE, y al cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el 5%. Si no pudiera encontrar un material que cumpla estos requisitos podrá recurrirse a un drenaje formado por varias capas. Una vez abierta la zanja de drenaje, si el fondo fuese impermeable (arcilla, etc.), la capa superior a los cables o tubos también será impermeable. En caso de que el lecho fuese de material permeable, el relleno será en su totalidad de material permeable.

## **2.3.- Vaciado de tierras.**

El Contratista ejecutará las excavaciones según el trazado y profundidad que se determina en los planos. Los productos de los desmontes y los sobrantes del relleno de zanjas, se verterán en los lugares que a tal fin designe el Director de Obra. El vaciado se hará por franjas horizontales de altura no mayor de 1.5 m. al ejecutarse a mano o de 3 m al ejecutarse a máquina, trabajando ésta en dirección no perpendicular a los bordes con elemento estructurales y barras o medianerías, dejando sin excavar una zona de protección de ancho no menor de 1 m. que se quitará a mano antes de descender la máquina en ese borde a la franja interior.

Antes de empezar el vaciado, la Dirección aprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos que serán clausurables y separados para peatones y vehículo de carga.

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado a no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado a los cuales se referirán todas las



lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la Dirección.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista, con variación de los estratos y/o de sus características, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra al menos en ese tajo, y se comunicará a la Dirección

El solar estará rodeado de una valla, verja o muro de altura no menor de 2 m.

No se acumulará terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del vaciado, debiendo estar separado de éste un distancia no menor de 2 veces la profundidad del vaciado en ese borde, salvo autorización en cada caso de la Dirección de Obra.

El refino y saneo de las paredes del vaciado se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

Siempre que por circunstancias imprevistas se presente un problema de urgencia, el Contratista tomará provisionalmente las medidas oportunas, a juicio del mismo, y se lo comunicará lo antes posible a la Dirección.

Una vez alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que haya sufrido, tomándose las medidas oportunas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados. En el fondo del vaciado se mantendrá el desagüe necesario para impedir la acumulación de agua.

Serán condiciones de no aceptación:

- En dimensiones, errores superiores al 2.50 % y variaciones de  $\pm 10$  cm.

- En altura, mayor de 1.65 m con medios manuales o mayor de 3.30 m con medios mecánicos.

- En zona de protección, inferior de 1 m.

La unidad de medición será el metro cúbico de volumen excavado medido sobre perfiles.

#### **2.4.- Entibaciones.**

El Contratista deberá efectuar todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones y buena ejecución de los trabajos.

Las zanjas y pozos se podrán realizar sin entibar hasta una profundidad máxima de 1,30 m, siempre que no le afecten empujes de viales o cimentaciones próximas, en cuyo caso habría que ir a entibaciones ligeras.

En profundidades de 1,30 m a 2 m habría que ir a entibaciones ligeras o cuajadas en el caso de viales o cimentaciones próximas. Para profundidades mayores se realizarán entibaciones cuajadas en todos los casos.

Se estará en todo momento a lo dispuesto en la Norma NTE-ADZ sobre zanjas y pozos en tanto en cuanto a la disposición de la entibación como a la madera a emplear.

Será de obligación para el Contratista la diaria revisión de lo entibado antes de comenzar la jornada de trabajo.

#### **2.5.- Rellenos.**

Podrán emplearse para rellenos todos los productos de dentro y fuera de la obra, siempre que reúnan las condiciones indispensables para una buena consolidación, compactación y asiento uniforme.

### **3.- APARTADO 3: CIMENTACIONES.**

#### **3.1.- Hormigones.**

Para su ejecución se tendrán en cuenta las prescripciones de la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en Masa y Armado EHE.

A los distintos hormigones que se empleen o puedan emplearse se les exigirá como mínimo las resistencias características a compresión a los veintiocho (28) días, en probetas cilíndricas de quince (15) centímetros de diámetro y treinta (30) centímetros de altura, que se determinan en los planos.

Si los hormigones no cumplieran como mínimo con los valores de resistencia, se adoptará por el Director de Obra la decisión que proceda conforme al artículo 69.4 de la citada Instrucción.

Las relaciones máximas de agua y cemento a emplear, salvo autorización expresa y por escrito del Técnico Encargado, serán del sesenta por ciento (60%).

Los asentos máximos de los hormigones después de depositado el hormigón, pero antes de consolidado, serán en alzados o cimientos, en masa de cuarenta (40) milímetros y en hormigones armados de sesenta (60) milímetros.

El hormigón armado de la solera así como el de las demás partes de la obra, se verificará de la forma más continua posible, y cuando haya que interrumpir el trabajo, se procurará dejar la superficie sin terminar, lo más resguardada posible de los agentes exteriores, cubriéndola con sacos húmedos. Al reanudar el trabajo, si no se presentase síntomas de iniciación de fraguado, se cubrirá la superficie con una delgada capa de mortero rico (volúmenes iguales de cemento y arena fina), inmediatamente se procederá al hormigonado, apisonado con especial esmero por pequeñas proporciones. Si se hubiera iniciado el fraguado de la superficie del hormigón, se empezará por picarlo frotando con cepillos de alambre, se humedecerá en abundancia y se cubrirá con el mortero rico

procedente. Se atenderá en todo a lo dispuesto en la vigente instrucción EHE.

Podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables en la práctica. Cuando no se posea antecedentes de su utilización o así determine el Director de Obra, deberán analizarse las aguas, rechazándose las que no cumplan una o varias de las condiciones dadas en la EHE.

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar las características exigidas al hormigón.

La utilización de aditivos deberá ser aprobadas previamente por la Dirección. Para ello será necesario que las características de los mismos, especialmente su comportamiento al emplearlo en las cantidades previstas, vengán garantizadas por el fabricante, y se realicen ensayos previos en todos y cada uno de los casos.

Los hormigones serán objeto de ensayos de control a nivel reducido según la EHE y cuya frecuencia será fijada por la Dirección Técnica. Si los ensayos de probetas efectuados en laboratorio oficial aconsejan el reajuste de la dosificación, el Contratista está obligado a aceptar tal modificación, alterando los precios del hormigón sólo en lo que a partidas de cemento y áridos se refiere; que se obtendrían multiplicando los pesos o volúmenes definitivos por los costes que para dichos materiales figuran en los precios descompuestos.

**- Medición y valoración del hormigón.**

- Hormigón en masa:

Se abonará por m<sup>3</sup> al precio asignado en el Presupuesto que comprende todos los materiales necesarios para la formación de la fábrica, así como de medios auxiliares para su ejecución y puesta en obra, encofrado, maestrado y cuantos elementos y labores se precisen para el acabado del hormigón según las condiciones reseñadas en el presente Pliego.

Sólo se abonará el hormigón realmente colocado para lo cual se medirá la rentabilidad de cada amasado y el volumen así deducido se multiplicará por el número de masa; cada masa se controlará con los medios adecuados para asegurar que su composición es constante.

El hormigón no se enlucirá y si esto fuese preciso por su defectuosa ejecución, el Director de la Obra podrá demoler la parte defectuosa u ordenar su enlucimiento y pintura a costa del Contratista.

- Hormigón armado:

Los aceros usados para armar hormigones que necesiten la realización de ensayos se atenderán:

- UNE 36088 ( para barras corrugadas).

- UNE 7262 (para diagramas tensión- deformación).

- Anejo 5, cap. I y II de la norma EHE (adherencia en las barras corrugadas).

- EHE en los artículos dedicados al limite elástico, doblado y desdoblado de aceros y corrosión de las armaduras.

Se abonará por m<sup>3</sup> asignado en el Presupuesto, considerándose, incluso en el precio todos los materiales necesarios para la formación de la fábrica, armaduras, doblado y cortado de las mismas, montaje, así como los medios auxiliares para su ejecución y puesta en obra, encofrados maestrados y cuantos elementos y laboras se precisen para el acabado del hormigón según las condiciones reseñadas en el presente Pliego.

Sólo se abonará el hormigón colocado terminándose su cuantía de la misma forma que en el apartado anterior.

### **3.2.- Fabricación y puesta en obra del hormigón.**

Las condiciones o características de calidad exigidas al hormigón especifican a continuación.

Tales condiciones deberán ser satisfechas por todas las unidades de producto componentes del total, entendiéndose por

unidad de producto la cantidad de hormigón fabricado de una sola vez.

- Dosificación del hormigón.

La dosificación de los áridos se hará con arreglo a lo dispuesto en la Instrucción EHE, empleando para ello las mezclas de áridos que sea necesario y siguiendo lo ordenado por la Dirección de la Obra.

En el caso de que se emplearan productos de adición, el Contratista está obligado a instalar los dispositivos de dosificación correspondientes.

Tanto estos agentes como los aceleradores de fraguado solamente podrán ser empleados con autorización escrita de la Dirección. Su uso no releva al Contratista de la obligación de cumplir los requisitos sobre el curado de hormigón.

- Consistencia del hormigón.

Se medirán por medio del Cono de Abrams en la forma prescrita por la EHE y se clasificará en seca, plástica, blanda y fluida. La consistencia del hormigón a emplear en cimentación será plástica blanda (asiento máximo 9 cm en cono de Abrams) para vibrar y se medirá en el momento de su puesta en obra.

- Resistencia del hormigón.

Las resistencias que deben tener las diferentes clases de hormigones, en probeta cilíndrica, a los 28 días de su fabricación será las que se fijen en los planos del Proyecto.

Los criterios a seguir en la toma de muestras en cuanto a la determinación del número de probetas a tomar por elemento o módulo serán los que establece la EHE.

- Aditivos.

Se prohibirá la utilización de cualquier aditivo (acelerantes o retardadores), pudiéndose emplear únicamente algún tipo de

impermeabilizante y siempre con la autorización expresa de la Dirección Técnica.

- Puesta en obra del hormigón.

Además de las prescripciones de la instrucción EHE se tendrá en cuenta lo siguiente.

Podrá realizarse amasado a pie de obra o de central.

En caso de la fabricación a pie de obra, el tiempo de amasado será del orden de 1 minuto y 1/2, y como mínimo un minuto más tantas veces 15 segundos como fracciones de 400 litros en exceso sobre 750 litros tenga la capacidad de la hormigonera. Se prohibirá totalmente mezclar masas frescas de diferentes dosificaciones. Si durante el amasado surgiera un endurecimiento prematuro (falso fraguado) de la masa, no se añadirá agua, debiendo prolongarse el tiempo de amasado.

Si el hormigón es de central amasadora, y transportado por medio de camiones hasta el lugar del vertido se deberán cumplir los siguientes condicionantes:

1) El tiempo transcurrido desde el amasado hasta la puesta en obra no deberá ser mayor de 1 hora.

2) Debe evitarse que el hormigón se seque o pierda agua durante el transporte.

3) Si al llegar al tajo de colocación el hormigón acusa principio de fraguado, la masa se desechará en su totalidad.

4) La planta suministradora estará regulada en la fabricación del hormigón por la Norma EHE y homologada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Hormigón Preparado.

5) El transporte de las hormigoneras al punto de colocación al punto de colocación se realizarán de forma que el hormigón no pierda compacidad ni homogeneidad.

6) El vertido del hormigón se efectuará de manera que no se produzcan disgregaciones y a una altura máxima de caída libre de 1

m, evitando desplazamientos verticales de la masa una vez vertida. Preferiblemente el hormigón debe ir dirigido mediante canaletas.

7) El hormigón en masa y moldeado, se extenderá por capas de espesor comprendido entre 15 y 30 cm, vibrando el moldeado hasta hacer que refluya el agua a la superficie e intensificando el vibrado junto a los paramentos y rincones del encofrado.

8) Las soleras se hormigonarán en todo el grueso, avanzando con el hormigón al vibrarlo, pero efectuando los vertidos de forma que el recorrido sobre el encofrado no sea superior a 2 cm.

9) Las vigas de atado se hormigonarán, desde un extremo, en toda su dimensión, vertiendo las diferentes amasadas en los puntos convenientes.

- Juntas de hormigonado.

Son las producidas al interrumpir la labor del hormigonado, en las que se precisa conseguir la adherencia de un hormigón fresco en otro endurecido. La situación de estas juntas se fijará por la Dirección de Obra, debiendo quedar la superficie del hormigón anterior cubierto con sacos húmedos para protegerlo de los agentes exteriores.

Para conseguir la adherencia del que se vierte posteriormente, se limpiará convenientemente la superficie del hormigón, rascando la lechada superficial hasta que a juicio de la Dirección quede lo suficientemente limpia.

Se verterá a continuación una capa de mortero, de 2 cm de espesor, dosificación ligeramente superior a la del hormigón empleado, sobre la superficie humedecida.

- Temperatura del hormigonado.

El hormigonado se realizará a temperaturas comprendidas entre los 0° C y los 40° C (5° C y 35° C en elementos de gran canto o de superficie muy extensa). Si fuese necesario realizar el hormigonado fuera de estos márgenes se utilizarán las precauciones que dictaminará la Dirección Técnica.



- Curado del hormigón.

El curado del hormigón se realizará una vez endurecido el elemento lo suficiente para no producir deslavado de su superficie.

Se realizará de la siguiente forma:

Durante los tres primeros días se protegerá de los rayos del sol, colocando sobre las superficies arpilleras mojadas.

Todas las superficies vistas se mantendrán continuamente húmedas por lo menos durante 8 días después del hormigonado, por riego o inundación.

No se empleará para este riego tubería alguna de hierro que no sea galvanizado, extendiéndose esta prohibición a cualquier clase de tuberías que puedan disolver en el agua sustancias nocivas para el fraguado del hormigón o su buen aspecto. Deberá utilizarse preferentemente, para este trabajo, manguera de goma. La temperatura del agua empleada en el riego no será inferior en más de 20°C a la del hormigón para evitar la producción de grietas por enfriamiento brusco.

Cuando la temperatura registrada sea menor de cuatro grados bajo cero (-4 °C) o superior a cuarenta grados centígrados (40 °C), con hormigón fresco se procederá a realizar una investigación para ver que las propiedades del hormigón no han sufrido cambio alguno.

En función de la climatología se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- Actuaciones en tiempo frío: prevenir congelación.
- Actuaciones en tiempo caluroso: prevenir agrietamientos en la masa del hormigón.
- Actuaciones en tiempo lluvioso: prevenir lavado del hormigón.
- Paramentos de hormigón.

Los paramentos deben quedar lisos, sin defecto alguno y sin necesidad de repasos, por enlucidos o de cualquier otra forma, que no podrán ser aplicadas sin previa autorización de la Dirección de Obra.

Si fuese necesario repasar alguna superficie, los trabajos que se efectúen será por cuenta del Contratista y la hora será abonada como defectuosa, repercutiendo en el precio de encofrado y del hormigón en la cuantía que más adelante se señala.

### **3.3.- Cimentaciones.**

Las características de los componentes y ejecución de los hormigones será la siguiente.

La arena y la grava podrán ser de ríos, arroyos y canteras, no debiendo contener impurezas de carbón, escorias, yeso, etc.

Los áridos deben de proceder de rocas inertes sin actividad sobre el cemento. Se admitirá una cantidad de arcilla inferior a la que se indica posteriormente.

Las dimensiones de la grava será 2 a 6 cm, no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño. En caso de hormigones armados se indicarán las dimensiones de la grava. No se podrán utilizar ninguna clase de arena que no haya sido examinada y aprobada por el personal técnico. Se dará preferencia a la arena cuarzosa sobre la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se realizará de la siguiente forma: cribamos 100 cm<sup>3</sup> de arena con el tamiz de 5 mm, los cuales se vierten en una probeta de 300 cm<sup>3</sup> con 150 cm<sup>3</sup> de agua, una vez hecho esto se agita fuertemente tapando la boca con la mano, hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen de arcilla deberá de ser superior al 8%.

La medida de las materias orgánicas se hará mezclando 100 cm<sup>3</sup> de arena con una solución de sosa al 3% hasta completar los 150 cm<sup>3</sup> ; después de 2 horas el líquido debe de quedar sin coloración o presentar como máximo un color amarillo pálido que se compara al de la solución testigo, formada por la mezcla de 97,5% de

solución de sosa al 3%, 2,5% de solución de ácido tánico y 2% de alcohol de 10%.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación: 1 parte de cemento y 3 partes de arena. Esta probeta de mortero conservada en agua durante 7 días, deberá de resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre 12 y 14 kg/cm<sup>2</sup>. Toda la arena que sin contener materias orgánicas no resista al esfuerzo de tracción antes indicado será rechazada. El resultado de este ensayo permitirá conocer si debe de aumentarse o disminuirse la dosificación del cemento empleado.

Respecto a la grava o piedra se prohíbe el empleo de cascote y otros elementos blandos o la piedra de estructura foliácea. Se recomienda la utilización de piedra de peso específico elevado.

El cemento utilizado será cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento admitidos en el mercado. Previa autorización del Dirección de Obra podrán utilizarse cementos especiales que se crean convenientes.

El agua utilizada de río o de manantial a condición de que su mineralización no sea excesiva. Se prohíbe el empleo de aguas procedentes de ciénagas o muy ricas en sales carbonosas o selenitosas.

La mezcla de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer método en beneficio de la compacidad ulterior. En el segundo caso se hará sobre chapa de hierro de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con las tierras.

Además:

- Se comprobará que el terreno de cimentación coincide con el previsto.
- En el momento de hormigonar se procederá a la operación de limpieza y nivelación, retirando la última capa de tierras sueltas.
- Se dejarán previstos los pasos de tuberías y mechinales. Se tendrá en cuenta la posición de las arquetas.

- Se colocarán previamente los elementos enterrados de la instalación de puesta a Tierra. - Se habrá ejecutado la capa de hormigón de limpieza y replanteado sobre ella.

- La profundidad mínima del firme tendrá en cuenta la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos.

- Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

- Los calzos, apoyos provisionales y separadores en las armaduras serán de mortero 1:3 o material plástico y se colocarán sobre la superficie de hormigón de limpieza, distanciados cien centímetros (100 cm) como máximo. El primero y el último se colocarán a una distancia no mayor de cincuenta centímetros (50 cm) del extremo de la barra.

- Se extremarán las precauciones y correcta disposición de los separadores de capas, principalmente las superiores.

- Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

- El curado se realizará manteniendo húmeda la superficie de la cimentación mediante riego directo, que no produzca deslavado o a través de un material que sea capaz de retener la humedad.

### **3.4.- Obra de madera.**

Las dimensiones de las piezas necesarias para la construcción de obras provistas o auxiliares, así como su disposición o fijación técnica de las obras de carpintería, serán ejecutadas con la mayor perfección, presentando los embalajes bien ajustados y las molduras terminadas, debiendo quedar repasadas con papel de lija o llevadas al lugar de empleo sin imprimir.

### **3.5.- Armaduras.**

La cuantía y disposición de las armaduras de los diferentes elementos de la cimentación será la que nos dé el cálculo, y que viene reflejada en la Documentación Técnica.

Las armaduras se doblarán en frío y a velocidad moderada, por medio mecánicos, no admitiéndose aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales.

Las características geométricas y mecánicas de las armaduras serán las que se citan en el anexo correspondiente de la Memoria Técnica. En las zapatas se preverán unas armaduras de espera que se solaparán con las del pilar o enano en su caso, por medio del solape de barras, debiendo llevar unas patillas inferiores de longitud igual a

15 veces el diámetro de las barras de dicha patilla.

Protección de las armaduras.

a) Las armaduras de las zapatas se colocarán sobre el hormigón de limpieza y separándose 10 cm de los laterales del pozo de cimentación.

b) El recubrimiento de armaduras en zunchos de arriostamiento deberá ser de 35 mm, para ello se dispondrán separadores o calzos de igual o mayor resistencia característica que el hormigón a emplear y a una distancia máxima entre ellos de 1,5 m.

c) Las armaduras se colocaran limpias, exentas de óxido, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial así como también estarán exentas de defectos superficiales, grietas ni sopladuras. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del Proyecto, sujetas entre sí y al encofrado de manera que puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón, y permitan a éste envolverlas sin dejar coqueras.

d) Cuando exista el peligro de que se puedan confundir unas barras con otras, se prohíbe el empleo simultáneo de aceros de

características mecánicas diferentes, sin embargo se podrán utilizar, en un mismo elemento dos tipos de acero, uno para la armadura principal y otro para los estribos.

e) Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos del Proyecto, cumpliéndose las prescripciones de la EHE.

#### **4.- APARTADO 4: ESTRUCTURAS DE ACERO.**

##### **4.1.- Estructuras de acero.**

El Contratista podrá subcontratar con la aprobación del Director de obras, la ejecución y montaje en obra de la estructura metálica de la nave en construcción que reúne los requisitos que establezca la legislación y las condiciones establecidas por el Ministerio de Industria.

En la ejecución de la estructura de acero laminado de la nave, se aplicará lo establecido en la Norma NBE EA-95 "Estructuras de acero en edificación" referente a la ejecución de uniones soldadas, ejecución en taller y montaje en obra.

El soldeo se realizará por cualquiera de los procedimientos expresados en dicha Norma, debiendo presentar el Constructor, si el Director de Obra lo requiere, una memoria de soldeo en la que detalle las técnicas operativas a utilizar dentro del procedimientos elegido.

El Director Obras podrá siempre que lo desee, directamente o por delegación, comprobar en el taller el cumplimiento de la mencionada norma, y durante el montaje en obra a vigilar su cumplimiento.

Las tolerancias en las dimensiones, forma y peso para la ejecución y montaje de la estructura, serán las establecidas en el capítulo 5.5 de la NBE EA-95.

- Estructuras metálicas:

El acero para estructuras metálicas se abonará al precio que para el kg de acero de las distintas clases de perfiles se asigna en el

Presupuesto, considerándose incluso en dicho precio los costes de la adquisición, trabajos de taller, montaje, colocación en obra y pintura de resina o polimerizado, excepto las partes embebidas en hormigón que irán sin pintar.

El peso se deducirá siempre que sea posible de los pesos unitarios dados en el catálogo de perfiles y de las dimensiones correspondientes medidas en los Planos del Proyecto o en los facilitados por el Director de las Obras durante su ejecución y debidamente comprobado en las obras realizadas ya.

En otro caso se determinará el peso efectivo, debiendo dar el Contratista su conformidad con las cifras obtenidas antes de su colocación definitiva en obra, de las piezas y estructuras metálicas.

También comprende el precio, la soldadura a realizar durante el montaje.

- Acero en redondo:

El acero para los arriostramientos en cruz de San Andrés de la cubierta se abonará al precio asignado en el Presupuesto, considerándose incluso en el mismo los costes de adquisición, trabajo de taller, montaje, colocación en obra, pruebas y pinturas de resinas o polimerización, excepto en los casos de armaduras embebidas en el hormigón que irán sin pintar, el peso se deducirá siempre que sea las dimensiones correspondientes medidas en los Planos del Proyecto o en los facilitados por el Director de las Obras durante su ejecución y debidamente comprobado en la obras realizadas ya. En otro caso se determinará el peso efectivo debiendo dar el Contratista su conformidad con las cifras obtenidas antes de la colocación definitiva en obra.

También comprende el precio, las soldaduras de las barras a las cabezas de los perfiles para conseguir un perfecto arriostramiento.

#### **4.2.- Protección de la estructura.**

La estructura estará protegida por dos capas de pintura. Cada capa deberá asegurarse una protección no menor que la proporcionada por tres capas de pintura tradicional que contenga 30% de aceites de linaza cocido.

Antes del pintado se presentará al Director Obra muestras de pintura y se pintarán para juzgar el color y acabado, quien dará su aprobación.

Referente a la protección de la estructura, se seguirá todo lo especificado en la NBE EA-95.

#### **4.3.- Carpintería metálica.**

Las obras de carpintería metálica deberán realizarse con perfección y acabado.

#### **- Medición y valoración de las obras metálicas**

Los hierros y demás materiales metálicos se abonarán por su peso a los precios que figuran en el Presupuesto, en los cuales van incluidos todas las manipulaciones y operaciones necesarias para dejar la obra terminada.

### **5.- APARTADO 5: ALBAÑILERÍA..**

#### **5.1.- Solados.**

Sobre la superficie a solar se extenderá una capa de 2 cm de espesor de arena de río con tamaño máximo de grano 0.5 cm y una capa de mortero de cemento P-350 y arena de río de dosificación 1:6 de 2 cm de espesor. La baldosa de terrazo se humedecerá antes de su colocación y se asentará sobre la capa de mortero, cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido de solado. Para relleno de las juntas se extenderá sobre las baldosas una lechada de cemento.



El pulido de solado se hará con máquina de disco horizontal, no pisándose durante los cuatros días siguientes.

Serán condiciones de no aceptación ausencia de la capa de arena, espesores de capa inferiores a los especificados, variaciones planeidad en todas direcciones medidas con regla de 2 m, superiores a 4 mm, ausencia de malla en los lugares especificados, distancias entre juntas superiores 130 cm, colocación deficiente de baldosas, ausencia de lechada en juntas, cejas superiores a 2 mm.

## **6.- APARTADO 6: SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.**

### **6.1.- Objeto del presente capítulo**

Se redacta el siguiente pliego para definir las calidades y características técnicas de los materiales a utilizar en la obra en lo dispuesto en el estudio de seguridad e higiene, normativa básica de obligado cumplimiento, obligaciones del empresario, etc.

Para tal fin se estructura el pliego en los siguientes apartados:

Condiciones técnicas

Condiciones facultativas

Condiciones económicas

### **6.2.- Condiciones técnicas.**

En aplicación del Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el contratista o constructor principal de la obra quedará obligado a elaborar un Plan de Seguridad e Higiene en el que analice, estudie, desarrolle y complemente en función de su propio sistema de ejecución, las obras y las previsiones contenidas en el citado estudio.

El Plan de Seguridad e Higiene debe ser presentado antes del inicio de la obra a la Dirección Técnica encargada de su aprobación y seguimiento. Una copia de dicho plan a efectos de su conocimiento y seguimiento debe ser entregada al vigilante de seguridad, y en su defecto, a los representantes de los trabajadores del centro de trabajo, quienes podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que se estimen oportunas.

#### 6.2.1.- Vigilante de seguridad e higiene

Sus funciones serán las establecidas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Es el responsable del cumplimiento del Plan de Seguridad. Todos los incumplimientos deberán ser anotados en el Libro de Incidencias, dando cuenta a la Dirección Técnica Facultativa y a los inspectores de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Debe ser designado por escrito y presentado a la Dirección Técnica para su aprobación antes del inicio de las obras.

#### 6.2.2.- Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, será desechado y repuesto al momento. De igual modo se repondrán inmediatamente aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancias de las admitidas por el fabricante.

### **6.3.- Protecciones personales**

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación pertinentes, siempre que existan en el mercado, y si no, se tendrán en cuenta las consideraciones antes aludidas.

Los medios de protección personal, simultáneos con los colectivos, serán de empleo obligado, siempre que se precisen para eliminar o reducir los riesgos profesionales.

La protección personal, no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los medios preventivos de carácter general, conforme a lo dispuesto por la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Todas las prendas homologadas deberán llevar el sello reglamentario.

#### 6.3.1.- Protecciones colectivas

##### VALLAS AUTÓNOMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablonos embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablonos. Estos elementos también podrán ser metálicos.

##### REDES PERIMETRALES

Para la protección del riesgo de caídas al vacío por el borde perimetral se utilizarán pescantes tipo horca.

El extremo inferior de la red, se anclará a horquillas de hierro previamente embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamida, protegiendo las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será como mínimo de 10 mm de diámetro, y los módulos de red serán atados entre sí, con cuerda de poliamida como mínimo de 3 mm de diámetro.

##### REDES VERTICALES

En protecciones verticales de cajas de escaleras, cláusula de acceso a planta desprotegida, forjados una vez ejecutados y hasta la construcción del cerramiento, etc, se utilizarán redes verticales (tipo teris), ancladas a los forjados respectivos y a los pilares o puntales colocados a tal efecto.

##### REDES HORIZONTALES

Se colocarán para proteger la posible caída de personas u objetos en patios, huecos de escaleras, etc.

### BARANDILLAS

Las barandillas rodearán el perímetro de la planta encofrada, si no se utiliza otro medio, como las redes verticales antes descritas, y deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas.

- Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes:

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Todos los operarios deberán ser instruidos sobre las formas correctas de utilización y colocación, por parte del encargado de los trabajos.

Antes de su utilización, deberán revisarse todos los elementos constituyentes del cinturón, sobre todo el elemento de amarre. Cuando existan dificultades para fijar un punto de anclaje, se utilizarán dispositivos anticaída.

### PLATAFORMAS DE TRABAJO

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho, y las situadas a más de 2 metros del suelo, estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

Los elementos que las compongan, se fijarán a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.

Si se realizara con madera, ésta será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas, el espesor mínimo será de 5 cm. Si son metálicas deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargarán únicamente los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

### PLATAFORMAS VOLADAS

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes, apoyándose en superficies planas y resistentes. Si son de madera, los largueros

serán de una sola pieza, los peldaños estarán ensamblados en los largueros (no solamente clavados), y no deberán pintarse, salvo con barniz transparente.

Queda prohibido el empalme de escaleras si no cuentan con elementos especiales para ello. No salvarán más de 5 metros de altura si no están reforzadas en el centro, para salvar alturas superiores se adecuarán fijaciones en cabeza y base y se utilizará cinturón de seguridad o dispositivo anticaída.

#### ESCALERA DE MANO

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.

#### SEÑALES DE TRÁFICO Y SEGURIDAD

Estarán de acuerdo con la normativa vigente.

#### TOPES PARA LA DESCARGA DE VEHÍCULOS A DISTINTO NIVEL

Se podrán realizar con un par de tablonces embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

#### INTERRUPTORES DIFERENCIALES

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales, será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.

#### TOMA DE TIERRA

La resistencia de la toma de tierra no será superior a la que garantice de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de contacto de 24 V.

La red de tierra, se realizará con cable de cobre desnudo, trenzado de 35 mm<sup>2</sup> y pica de acero o cobre desnudo (durante la obra), trenzado de 50 mm<sup>2</sup> de 2 metros de longitud y 3/4 de diámetro.

#### EXTINTORES DE INCENDIOS

Serán adecuados al agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán periódicamente.

### 6.3.2.- Servicios de protección

#### SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento técnico de seguridad e higiene.

El contratista deberá presentar antes de su implantación en obra y posteriormente con la periodicidad exigida, los siguientes documentos:

- Lista de personal, detallando los nombre de los trabajadores que pertenecen a su plantilla y van a desempeñar los trabajos contratados, indicando los números de afiliación a la Seguridad Social. Dicha lista debe ser soportada para el caso de Sociedades Cooperativas por la fotocopia de la matriz individual del talonario de cotización de la Mutualidad Laboral de Trabajadores Autónomos de la Industria, con la fotocopia de A-22 de alta en la Seguridad Social; o en su defecto fotocopia de la inscripción en el Libro de Matrícula para el resto de sociedades.
- Asimismo deberá indicar posteriormente todas las altas y bajas que se produzcan de acuerdo con el procedimiento del epígrafe anterior.
- Fotocopia de los ejemplares oficiales de los impresos de liquidación TC1 y TC2 del Instituto Nacional de la Seguridad Social, o en caso de Sociedades Cooperativas la matriz de los talones de cotización a la Mutua Laboral de los Trabajadores Autónomos de la Industria, debidamente diligenciada como abonos, correspondiente a las últimas mensualidades ingresadas en el periodo voluntario de cobro. Posteriormente dichas mensualidades se presentarán antes del día 10 de cada mes.
- Seguro de responsabilidad civil de todos los vehículos y maquinaria que trabaje o tenga acceso directo al área de trabajo. No se permitirá el acceso al trabajo de ningún vehículo o maquinaria sin este requisito.

- El contratista presentará copias de las pólizas de seguros mencionados.

#### SERVICIO MÉDICO

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

#### INSTALACIONES MÉDICAS

La obra dispondrá de botiquín portátil instalado en las oficinas y estará a cargo de persona

Los servicios médicos del contratista (propios o mancomunados) revisarán mensualmente el contenido del botiquín, reponiendo inmediatamente todo lo utilizado o consumido.

#### INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Considerando el número previsto de operarios, se preverá la realización de las siguientes instalaciones:

#### VESTUARIO

Para cubrir las necesidades se dotará un local con los siguientes elementos:

Una taquilla para cada trabajador, provista de cerradura, asientos y calefacción en invierno.

#### SERVICIOS

Dispondrá de un local con los servicios señalados como mínimo en la correspondiente Ordenanza General de Seguridad e Higiene.

### **6.4.- Condiciones facultativas**

#### 6.4.1.- Identificación de la obra:

La obra en cuestión es la construcción, instalación y puesta en servicio del cambiador de calor H-E2013.

#### 6.4.2.- Identificación del redactor del Plan de Seguridad y Salud

El presente Plan de Seguridad y Salud es redactado por el ingeniero autor del presente proyecto.

#### 6.4.3.- Normativa legal de aplicación

La edificación, objeto del Plan de Seguridad y Salud, estará regulada a lo largo de su ejecución por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

A.- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de Noviembre (se prestará especial atención a los puntos que se detallan).

B.- Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre de 1997

Este Real Decreto tiene por objeto establecer la aplicación concreta de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, al sector de la construcción y su vigencia comenzará a partir del día 25 de Diciembre de 1997, coincidiendo con los dos meses de su publicación, tal como establece la disposición final tercera.

Esta nueva norma deroga expresamente el Real Decreto 555/1986, modificado por el Real Decreto 84/1990, que implantó el Plan de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas que, no obstante, será de aplicación en todos aquellos proyectos visados por los Colegios profesionales correspondientes aprobados por las administraciones públicas antes de la entrada en vigor del nuevo Real Decreto.

#### 6.4.4.- Obligaciones de las partes implicadas

El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Plan de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del proyecto de ejecución de obra. Dicho Plan de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.

Asimismo, abonará a la empresa constructora, previa certificación de la dirección facultativa, las partidas incluidas en el documento presupuesto Plan de Seguridad. Si se implantasen elementos de seguridad, no incluidos en el presupuesto, durante la realización de la obra, estos se abonarán igualmente a la empresa



constructora, previa autorización del autor del Plan de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad que analice, estudie y complemente este Plan de Seguridad, contará de los mismos aparatos, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Dicho Plan será sellado y firmado por persona con suficiente capacidad legal. La aprobación expresa del Plan y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.

La empresa constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.

La dirección facultativa considera el Plan de Seguridad y Salud como parte integrante de la ejecución de la obra. A la Dirección Facultativa le corresponde el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del presupuesto de seguridad, poniendo en conocimiento de la propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la empresa constructora, de las medidas de seguridad contenidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Los suministradores de medios, dispositivos, máquinas y medios auxiliares, así como los subcontratistas, entregarán al jefe de obra, delegados de prevención y dirección facultativa, las normas para montaje, desmontaje, usos y mantenimiento de los suministros y actividades; todo ello destinado a que los trabajos se ejecuten con la seguridad suficiente y cumpliendo con la normativa vigente.

Los medios de protección personal, estarán homologados por organismo competente en caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo criterio del Comité de Seguridad y Salud o Delegación de Prevención, con el visto bueno de la Dirección Facultativa, para la seguridad.

### **A.- COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD. DELEGADO DE PREVENCIÓN DE SEGURIDAD**

1. El comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

2. Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El comité estará formado por los delegados de prevención, de una parte, y por el empresario y/o su representante en número igual al de los delegados de prevención de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los delegados sindicales y los responsables técnicos de la prevención de la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior.

En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones que se debatan en este órgano y técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones en el Comité.

3. El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento.

Las empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de Comité de Seguridad y Salud podrán acordar con sus

trabajadores la creación de un Comité Intercentros, con las funciones que el acuerdo le atribuya.

## **B.- COMPETENCIAS Y FACULTADES DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD**

1. El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

a) Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresas. A tal efecto, en su seno se debatirán antes de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención y proyecto y organización de la formación en materia preventiva.

b) Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

## **C.- DELEGADOS DE PREVENCIÓN (Artículo 35 Ley 31/95)**

1. Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

2. Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo 34, Ley 31/95, con arreglo a la siguiente escala:

De 50 a 100 trabajadores 2 Delegados de Prevención

De 101 a 500 trabajadores 3 Delegados de Prevención

De 501 a 1000 trabajadores 4 Delegados de Prevención

De 1001 a 2000 trabajadores 5 Delegados de Prevención

De 2001 a 3000 trabajadores 6 Delegados de Prevención

De 3001 a 4000 trabajadores 7 Delegados de Prevención

De 4001 en adelante 8 Delegados de Prevención

En las empresas de hasta 30 trabajadores el Delegado de Prevención, será el delegado de personal. En las Empresas de 31 a 49 trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los delegados de personal.

3. A efectos de determinar el número de Delegados de Prevención se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

a) Los trabajadores vinculados por contrato de duración determinada superior a un año se computarán como trabajadores fijos de plantilla.

b) Los contratos por término de hasta un año se computarán según el número de días trabajados en el período de un año anterior a la designación. Cada 200 días trabajados o fracción se computarán como un trabajador más.

#### **D.-COMPETENCIAS Y FACULTADES DE LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN (Artículo 36 Ley 31/95)**

a) Colaborar con la dirección de la Empresa en la mejora de la acción preventiva.

b) Promover y fomentar la cooperación a los trabajadores en la ejecución de la normativa y sobre la precisión de riesgos laborales.

c) Ser consultados por el empresario con carácter previo a la ejecución acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.

d) Ejerce una labor de vigilancia y control sobre cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

### **E.- GARANTÍA Y SIGILO PROFESIONAL DE LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN (Artículo 37 Ley 31/95)**

1. Lo previsto en el artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores en materia de garantías será de aplicación a los Delegados de Prevención en su condición de representante de los trabajadores. El tiempo utilizado por los Delegados de Prevención para el desempeño de las funciones previstas en esta Ley será considerado como de ejercicio de funciones de representación a los efectos de la utilización del crédito de horas mensuales retribuidas previsto en la letra e) del citado artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores.

No obstante lo anterior, será considerado en todo caso como tiempo de trabajo efectivo, sin imputación al citado crédito horario, el correspondiente a las reuniones del Comité de Seguridad y Salud y a cualesquiera otras convocadas por el empresario en materia de prevención de riesgos, así como el destinado a las visitas previstas en las letras a) y c) del número 2 del artículo anterior.

2. El empresario deberá proporcionar a los Delegados de Prevención los medios y la formación en materia preventiva que resulten necesarios para la ejecución de sus funciones.

La formación se deberá facilitar por el empresario por sus propios medios o mediante concierto con organismos o entidades especializadas en la materia y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos, permitiéndose periódicamente si fuera necesario.

El tiempo dedicado a la formación será considerado como tiempo de trabajo a todos los efectos y su coste no podrá recaer en ningún caso sobre los Delegados de Prevención.

### **F.- SERVICIO DE PREVENCIÓN (Artículo 30 y 31 Ley 31/95)**

Nombramiento por parte del empresario de los trabajadores que se ocupen de las tareas de prevención de riesgos profesionales.

Protección y prevención de riesgos profesionales (Artículo 30 Ley 31/95).

1. En cumplimiento del deber de Prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

2. Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del Artículo 6 de la presente Ley.

Los trabajadores a que se refiere el párrafo anterior colaborarán entre sí y, en su caso con los servicios de prevención.

3. Para la realización de la actividad de prevención, el empresario deberá facilitar a los trabajadores designados el acceso a la información y documentación a que se refieren los artículos 18 y 23 de la presente Ley.

4. Los trabajadores designados no podrán sufrir ningún perjuicio derivado de sus actividades de protección y prevención de los riesgos profesionales en la empresa. En ejercicio de esta función, dichos trabajadores gozarán, en particular, de las garantías que para los representantes de los trabajadores establecen las letras a), b) y c) del artículo 68 y el apartado 4 del artículo 56 del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

Esta garantía alcanzará también a los trabajadores integrantes del servicio de prevención, cuando la empresa decida constituirlo de acuerdo con lo dispuesto en el artículo siguiente.

Los trabajadores a que se refieren los párrafos anteriores deberán guardar sigilo profesional sobre la información relativa a la

empresa a la que tuvieran acceso como consecuencia del desempeño de sus funciones.

5. En las empresas de menos de 6 trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas en el apartado 1, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga la capacidad necesaria, en función de los riesgos a que estén expuestos los trabajadores y la peligrosidad de las actividades con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

6. El empresario que no hubiere concertado el servicio previsto por una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa, en los términos que reglamentariamente se determinen.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgos en ella existentes y en lo referente a:

- a) El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- b) La evaluación de los factores de riesgos que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- c) La determinación de las prioridades en la adaptación de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- d) La información de los trabajadores.
- e) La protección de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- f) La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

### G.- ÍNDICES DE CONTROL

En esta obra se llevarán obligatoriamente los índices siguientes:

➤ Índice de incidencia

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada 100 trabajadores.

$$10 \times \text{es trabajador } n''$$

$$\text{baja con accidentes } n'' = I.I \text{ Cálculo 2}$$

➤ Índice de frecuencia

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

$$10 \times \text{trabajada horas } n''$$

$$\text{accidentes } n'' = I.F \text{ de Cálculo 6}$$

➤ Índice de gravedad

Definición: Número de jornadas perdidas por cada 1000 horas trabajadas.

$$10 \times \text{trabajadas horas de } n''$$

$$\text{baja con accidente por perdidas jornadas } n'' = I.G \text{ Cálculo 3}$$

➤ Duración media de incapacidad

Definición: Número de jornadas perdidas por cada accidente con baja.

$$\text{baja con accidentes de } n''$$

$$\text{baja con accidente por perdidas jornadas } n'' = DMI \text{ Cálculo}$$

### H.- PARTE DE ACCIDENTES Y DEFICIENCIAS

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser uso normal en la práctica del contratista; los partes y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada.

a) Parte de accidente:

- Identificación de la obra.
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción del accidente.



- Nombre del accidentado.
  - Categoría profesional y oficio del accidentado.
  - Domicilio del accidentado.
  - Lugar (tajo) en que se produjo el accidente.
  - Causas del accidente.
  - Importancia aparente del accidente.
  - Posible especificación sobre fallos humanos.
  - Lugar, persona y forma de producirse la primera cura. (Médico, practicante, socorrista, personal de obra).
  - Lugar de traslado para hospitalización.
  - Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos).
  - Como complemento de estas partes se emitirá un informe que contenga:
    - ¿Cómo se hubiera podido evitar?.
    - Ordenes inmediatas para ejecutar.
- b) Parte de deficiencias:
- Identificación de la obra.
  - Fecha en que se ha producido la observación.
  - Lugar (tajo) en que se ha hecho la observación.
  - Informe sobre la deficiencia observada.
  - Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

## **I.- ESTADÍSTICAS**

a) Los partes de deficiencia se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación, y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y las normas ejecutivas dadas para subsanar las anomalías observadas.

b) Los partes de accidente, si los hubiere, se dispondrán de la misma forma que los partes de deficiencias.

c) Los índices de control se llevarán a un estadillo mensual con gráficos de dientes de sierra, que permitan hacerse una idea clara de la evolución de los mismos, con una somera inspección visual; en abscisas se colocarán los meses del año y en ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.

#### **J.- SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE**

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que puede resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo a las personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un período de mantenimiento de un año, contando a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

##### **13.4.5.- Normas para certificación de elementos de seguridad**

Una vez al mes la constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad: esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa para la seguridad y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto de este Plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad e Higiene, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto: se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa para la Seguridad.

#### 6.4.6.- Formación e información de los trabajadores

Todos los trabajadores tendrán conocimientos de los riesgos que conlleva su trabajo, así como de las conductas a observar y del uso de las protecciones colectivas y personales, con independencias de la formación que reciban, esta información se dará por escrito.

Se establecerán las actas de autorización del uso de las máquinas, equipos y medios; de recepción de protecciones personales; de instrucción y manejo; de mantenimiento.

Se establecerán por escrito las normas a seguir cuando se detecte una situación de riesgo, por accidente o incidente.

De cualquier incidente o accidente relacionado con la seguridad y salud, se dará conocimiento fehaciente a la dirección facultativa.

En un plazo proporcional a la gravedad de los hechos. En el caso de accidente grave o mortal, dentro del plazo de las 24 horas siguientes. Se redactará una declaración programática sobre el propósito del cumplimiento de lo dispuesto en la materia de seguridad y salud, firmado por la máxima autoridad de la empresa constructora y el jefe de obra. De este documento tendrán conocimiento los trabajadores.

La Dirección Facultativa por ser la redactora del Estudio de Seguridad debe dar el visto bueno al Plan de Seguridad, pudiendo rechazarlo si no lo considera ajustado a dicho Estudio, o a la legalidad vigente.

Dicha Dirección Facultativa no autorizará el inicio de la obras en tanto no esté aprobado el Plan de Seguridad y designado el Vigilante de Seguridad.

#### **6.5.- Condiciones económicas**

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presente Estudio de Seguridad e Higiene podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista adjudicatario en el Plan de Seguridad, siempre que ello no suponga variación del importe total.

El abono de las distintas partidas del presupuesto de Seguridad e Higiene se realizará mediante certificaciones complementarias y conjuntamente a las certificaciones de obra, de acuerdo con las cláusulas del contrato de obra, siendo responsable la Dirección Facultativa de las liquidaciones hasta su saldo final.

**PRESUPUESTO**

Estado de mediciones.....	1
Presupuesto.....	6
Presupuesto General y Resumen.....	8

**MEDICIONES**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	-------------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

**CAPÍTULO 0001 MOVIMIENTO DE TIERRAS****U02002 M2 Desbroce y limpieza del terreno**

Desbroce y limpieza del terreno por medios mecánicos.

1	57,00	35,00			1.995,00	
						1.995,00

**U02079 M2 Explanación, refino y nivelación**

Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas.

1	57,00	35,00			1.995,00	
						1.995,00

**U02048 M3 Excavación en pozos, en terrenos**

Excavación en pozos, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes.

Zapatas pilar exterior	14	2,50	2,50	0,70	61,25	
Zapatas pilarillos	6	1,50	1,50	0,50	6,75	
Zapatas forjado	4	1,50	1,50	0,50	4,50	
Arquetas sumidero	6	0,51	0,38	0,20	0,23	
Arquetas	18	0,38	0,38	0,20	0,52	
Zapatas escaleras	2	0,50	0,50	0,50	0,25	
						73,50

**U02091 M3 Transporte de tierras al vertede**

Transporte de tierras al vertedero, con camión basculante y canón de vertedero, a una distancia menor de 10Km, considerando ida y vuelta, sin incluir la carga.

Todas excavaciones	1	5,40	5,40	5,40	157,46	
						157,46

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	-------------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

## CAPÍTULO 0002 CIMENTACION

### U04028 M3 Hormigón de limpieza H-50 Kg/cm2

Hormigón de limpieza H-50 Kg/cm2, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, vertido por medios manuales, vibrado y colocado.

Zapatas exteriores	14	2,50	2,50	0,10	8,75
Zapatas forjado	4	1,50	1,50	0,10	0,90
Zapatas pilarillos	6	1,50	1,50	0,10	1,35

13,45

### U04091 M3 Hormigón armado HA 25

Hormigón armado HA-25, T.máx.40mm, en zapatas de cimentación, elaborado en central, incluso armadura B 400 S, vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocación.

Zapatas exteriores	14	2,50	2,50	0,70	61,25
Zapatas forjado	4	1,50	1,50	0,50	4,50
Zapatas pilarillos	6	1,50	1,50	0,50	6,75

85,89

### E1595 M2 Sol.hormig.masa H-250,15cm e.

Solera de hormigón en masa H-250, formada por compactado de base, capa de arena de 15cm de espesor, lámina aislante de polietileno, solera de 20cm de espesor, y p.p. de junta de contorno; construída según NTE/RSS-6.

Medida deduciendo huecos mayores de 0.50 m2.

Solera pesada	1	51,30	36,67	1,88	1,17
---------------	---	-------	-------	------	------

1.881,17

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	-------------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

### CAPÍTULO 0003 MONTAJE DEL CAMBIADOR H-E2013

#### H041305 M2 Construcción y montaje del cambiador H-E2013

Cambiador de calor tipo carcasa y haz, de las dimensiones indicadas en el Anexo de cálculo con fijación al terreno por bancada y solera,

Cambiador de calor	1	5000					
Montaje del cambiador	1					28000	

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	-------------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

### CAPÍTULO 0004 MATERIALES (TUBERIAS Y ACCESORIOS)

#### H041305 M2 Tuberías y accesorios de linea

Tuberías y accesorios							40000
-----------------------	--	--	--	--	--	--	-------

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	-------------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

### CAPÍTULO 0005 SEGURIDAD Y SALUD

#### U51001 Ud Alquiler de caseta prefabricada

Alquiler de caseta prefabricada para oficina de obra, durante un mes, de 6x2,35m, con estructura metálica de perfiles conformados en frío, cerramiento de chapa nervada y galvanizada, acabado con pintura prelacada, aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido, revestimiento de PVC en suelos, tablero melaminado en paredes, ventanas de aluminio anodizado, persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

	3	3,00					3,00
--	---	------	--	--	--	--	------

#### U51005 Ud Alquiler de caseta prefabricada

Alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra, durante un mes, de 3,25x1,9m, con inodoro, ducha, lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 l de capacidad, suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en blanco y pintura antideslizante, puertas interiores de madera en los compartimentos, instalación de fontanería con tuberías de polibutileno, incluso instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V, protegida con interruptor automático.

	3	3,00					3,00
--	---	------	--	--	--	--	------

#### U51007 Ud Transporte de caseta prefabricad

Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.

	2	2,00					2,00
--	---	------	--	--	--	--	------



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>U51025</b>	<b>Ud Botiquín de urgencia para obra,</b>  Botiquín de urgencia para obra, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	3	3,00				3,00
<b>U51029</b>	<b>MI Barandilla de protección para ab</b>  Barandilla de protección para aberturas corridas, con guardacuerpos metálico cada 2,5m, amortizable en 8 usos y tablón de 0,2x0,07m, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje.	8	8,00				8,00
<b>U51030</b>	<b>M2 Andamio de protección, con pórti</b>  Andamio de protección, con pórticos de 1,5m arriostrados cada 2,5m, amortizados en 8 usos, plataforma de madera y plinto, amortizable en 5 usos, incluso montaje y desmontaje (4 módulos).	4	3,00	1,50		18,00	18,00
<b>U51031</b>	<b>M2 Protección de andamio con malla</b>  Protección de andamio con malla tupida de tejido plástico, amortizable en 2 usos, incluso p.p. de cuerdas de sujección, colocación y desmontaje.	4	3,00	2,00		24,00	24,00
<b>U51039</b>	<b>MI Protección vertical entre forjad</b>  Protección vertical entre forjados, con red de 5m de altura de hilo trenzado de poliamida, de 4mm de diámetro y malla de 80x80mm, cuerda perimetral de poliamida de 12mm anudada a la red con cuerdas de sujección de 6mm de diámetro, incluso colocación y desmontaje.	4	3,20	12,80			12,80
<b>U51049</b>	<b>MI Alquiler de valla metálica prefa</b>  Alquiler de valla metálica prefabricada, durante 18 meses, de 1,9m de altura y 1mm de espesor, con protección de intempérie, chapa ciega y soporte del mismo material, separados cada 2m.	1	20,00	20,00			20,00
<b>U51054</b>	<b>Ud Toma de tierra mediante pica de</b>  Toma de tierra mediante pica de cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud.	2				2,00	2,00
<b>U51061</b>	<b>Ud Cinturón portaherramientas, amor</b> Cinturón portaherramientas, amortizable en 4 usos.	10				10,00	10,00
<b>U51062</b>	<b>Ud Par de guantes dieléctricos para</b>  Par de guantes dieléctricos para protección de contacto eléctrico en baja tensión, amortizable en 4 usos.	8				8,00	8,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>U51066</b>	<b>Ud Par de guantes para soldador, am</b>						
	Par de guantes para soldador, amortizables en 3 usos.	4				4,00	4,00
<b>U51071</b>	<b>Ud Par de botas para trabajos de so</b>						
	Par de botas para trabajos de soldadura, amortizable en 3 usos.	4				4,00	4,00
<b>U51078</b>	<b>Ud Casco de seguridad con arnés de</b>						
	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado.	15				15,00	15,00
<b>U51088</b>	<b>MI Banderola de señalización quitam</b>						
	Banderola de señalización quitamiedos, totalmente colocada.	10	5,00			50,00	50,00
<b>U51101</b>	<b>Ud Reconocimiento médico obligatori</b>						
	Reconocimiento médico obligatorio.	3				3,00	3,00

**PRESUPUESTO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>EURO</b>
<b>CAPÍTULO 0001 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
U02002	M2 Desbroce y limpieza del terreno	1.160,89
U02079	M2 Explanación, refino y nivelación	570,25
U02048	M3 Excavación en pozos, en terrenos	882,15
U02031	M3 Excavación en zanjas, en terreno	153,69
U02091	M3 Transporte de tierras al vertede	617,99
<b>TOTAL CAPÍTULO 0001 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>		<b>3.384,98</b>
<b>CAPÍTULO 0002 CIMENTACION</b>		
U04028	M3 Hormigón de limpieza H-50 Kg/cm2	914,56
U04091	M3 Hormigón armado HA 25	9.935,30
E1595	M2 Sol.hormig.masa H-250,15cm e.	34.705,31
<b>TOTAL CAPÍTULO 0002 CIMENTACION.....</b>		<b>45555,17</b>
<b>CAPÍTULO 0003 MONTAJE DEL CAMBIADOR H-E2913</b>		
HO41305	M2 Construcción y montaje del cambiador H-E2013	340000
<b>TOTAL CAPÍTULO 0003 MONTAJE DEL CAMBIADOR H-E2013.....</b>		<b>340000</b>
<b>CAPÍTULO 0004 MATERIALES (TUBERÍAS Y ACCESORIOS)</b>		
HO41305	M2 Tuberías y accesorios de línea	40000
<b>TOTAL CAPÍTULO 0004 TUBERÍAS Y ACCESORIOS.....</b>		<b>40000</b>

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	EURO
<b>CAPÍTULO 0005 SEGURIDAD Y SALUD</b>		
U51001	Ud Alquiler de caseta prefabricada	473,48
U51005	Ud Alquiler de caseta prefabricada	437,06
U51007	Ud Transporte de caseta prefabricad	408,72
U51025	Ud Botiquín de urgencia para obra,	190,91
U51029	MI Barandilla de protección para ab	19,73
U51030	M2 Andamio de protección, con pórti	202,51
U51031	M2 Protección de andamio con malla	64,96
U51039	MI Protección vertical entre forjad	37,21
U51049	Alquiler de valla metálica prefa	309,58
U51054	Toma de tierra mediante pica de	36,54
U51061	Ud Cinturón portaherramientas, amor	48,56
U51062	Ud Par de guantes dieléctricos para	72,88
U51066	Ud Par de guantes para soldador, am	6,47
U51071	Ud Par de botas para trabajos de so	5,23
U51078	Ud Casco de seguridad con arnés de	18,21
U51088	MI Banderola de señalización quitam	33,28
U51101	Ud Reconocimiento médico obligatori	118,37
<b>TOTAL CAPÍTULO 0011 SEGURIDAD Y SALUD.....</b>		<b>2.483,69</b>
<b>TOTAL.....</b>		<b>431423,78</b>

**PRESUPUESTO GENERAL Y RESUMEN**

CAPÍTULO 1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.384,98
CAPÍTULO 2	CIMENTACIONES	45555,17
CAPÍTULO 3	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL CAMBIADOR	340000
CAPÍTULO 4	TUBERÍAS Y ACCESORIOS	40000
CAPÍTULO 5	SEGURIDAD Y SALUD	2.483,69
		<hr/>
	Total ejecución material	431426,78
	18% gastos generales y beneficio industrial	77656,28
	Total presupuesto ejecución de obra civil	509083,06
	16% IVA	81453,29
	<b>TOTAL PRESUPUESTO (€)</b>	<b>590536,35</b>

El total del presente presupuesto asciende a: **Quinientos noventa mil quinientos treinta y seis euros con treinta y cinco céntimos.**

