

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



## ***INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5 MW PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CALORÍFICA EN UN SECADOR DE ASTILLAS Y UNA INDUSTRIA DE PÉLETS.***

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO  
NATURAL

ALUMNO: Darío Herrero Caballer

TUTOR: Borja Velázquez Martí

*Curso Académico: 2014 - 2015*

**VALENCIA, SEPTIEMBRE DE 2015**





**INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5 MW  
PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CALORÍFICA  
EN UN SECADOR DE ASTILLAS Y UNA INDUSTRIA DE PÉLETS.**

# **MEMORIA**



## ÍNDICE

1. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO .....	1
2. FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	2
3. ESTUDIO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DE LA PLANTA DE PÉLETS.....	3
3.1 JUSTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS EN LA MAQUINARIA DE PELETIZACIÓN .....	5
3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ENERGÍA DEL SECADOR INDUSTRIAL .....	6
4. DISEÑO TERMODINÁMICO DE LA INTSTALACIÓN DE COGENERACIÓN .....	13
5. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS (CALDERA, TURBINA, CONDENSADOR, BOMBA Y CINTA TRANSPORTADORA).....	26
6. PLANOS .....	28
7. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	28
8. PRESUPUESTO .....	31
9. MARCO LEGAL .....	32
13. ESTUDIO ECONÓMICO.....	32
14. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	37
15. PLIEGO DE CONDICIONES .....	38



## 1. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

El presente proyecto pretende establecer las condiciones y dimensionado de una instalación de una planta de cogeneración para una industria de pélets, de manera que se obtenga energía calorífica para el secador de la astilla recepcionada para la producción y la energía eléctrica que se venderá a la red pública.

La planta de fabricación de pélets está localizada en Arrabal Polígono el Rincón, 9, 46360 Buñol, (Valencia). Tiene una producción anual de 24.000 toneladas de pélets al año con un funcionamiento de 24h diarias en tres turnos de 8h, durante 345 días al año. Consta de un total de 7 empleados, divididos en tres categorías profesionales diferentes: un ingeniero jefe, tres ingenieros técnicos y tres ayudantes no titulados. En cada turno habrá siempre como mínimo un ingeniero técnico y un ayudante.

La planta consta de dos naves de estructura metálica dispuestas de forma perpendicular. Estas naves se trata de una edificación previa al presente proyecto, que se ha aprovechado para nuestra instalación.

La primera nave con estructura de cercha triangular posee un largo de 114,7 m y una anchura de 51,13 m, con cubierta a un agua, altura libre de 6 m de una pendiente del 15%. Este espacio se divide en una zona de máquinas que comprende unas dimensiones de 542 m<sup>2</sup>; una zona de almacenamiento de astilla para un suministro de 15 días de autonomía que comprende unas dimensiones de 3440 m<sup>2</sup>; un laboratorio y una sala de transformación de 33,2 m<sup>2</sup> y 39 m<sup>2</sup> respectivamente; recepción, oficinas, sala de reunión y aseos en un espacio de dos plantas de 3 m cada una, con un largo de 11,86 m y una anchura de 21,07 m.

La segunda nave está dividida en dos zonas, la primera comprende la zona de máquinas y una zona dividida en dos plantas de 3 m cada una en la que se encuentran la recepción, aseos, oficinas y salas de reuniones, ambas zonas están inmersas en la misma planta de cogeneración. La segunda zona comprende el almacén de expedición de 6m de altura, un largo de 30 m y un ancho de 20 m, en una estructura porticada a dos aguas.

El proyecto desarrollará los siguientes apartados:

- Estudio de las necesidades energéticas
- Diseño termodinámico de la instalación
- Selección de los equipos (Calderas, turbinas, condensador, bomba, secador.)
- Planos
- Marco legal
- Sistema de protección contra incendios
- Presupuesto
- Estudio económico
- Estudio básico de seguridad y salud
- Pliego de condiciones
- Anejos
- Catálogos de equipos presupuestados

## 2. FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La planta de cogeneración funcionará mediante un ciclo de Rankine compuesto por una caldera para la producción de vapor, una turbina funcionando en dos etapas acopladas a un alternador, un condensador y dos bombas.

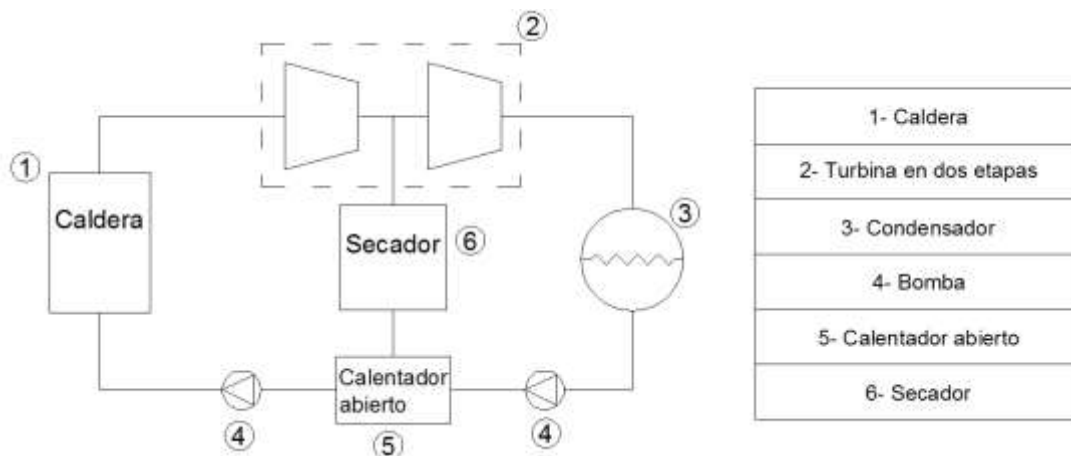


Figura 1. Esquema de la instalación del ciclo de Rankine con cogeneración

El vapor generado por la caldera pasará a la turbina en una primera etapa a alta presión. Tras la primera etapa de la turbina parte del vapor se extraerá a presión media para calentar el aire empleado en el secador de astilla, y otra parte pasará por la segunda turbina donde a baja presión se conducirá al condensador y será dirigido de nuevo a la caldera por medio de unas bombas.



### 3. ESTUDIO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DE LA PLANTA DE PÉLETS

Las necesidades energéticas de la planta quedan reflejadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Cómputo de necesidades de energía eléctrica y térmica de la planta de pélets.

	Anual	Diaria
Producción (t de pélets)	24.000	69,6
Días de funcionamiento	345	1
Horas de funcionamiento	8.280	24
Potencia eléctrica demandada	347kWe	
Potencia térmica demandada	5,44kWt	

La materia prima utilizada es básicamente madera de *Pinus halepensis* astillada en campo, con unas dimensiones de P45, con las propiedades especificadas por la norma UNE-EN14961 (Parte 4) mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones de la astilla recepcionada según norma UNE-EN14961 (Parte 4)

Clase de propiedad Método de análisis	Unidades	A1	A2	B1	B2
Origen y fuente EN 14961-1		1.1.1 Árboles enteros sin raíces <sup>a</sup> 1.1.3 Fuste 1.2.1 Residuos de madera no tratada químicamente 1.1.4.3 Residuos de corta, almacenamiento de frondosas	1.1.1 Árboles enteros sin raíces <sup>a</sup> 1.1.3 Fuste 1.2.1 Residuos de madera no tratada químicamente 1.1.4.3 Residuos de corta, almacenamiento de frondosas	1.1 Biomasa leñosa procedente del monte, plantación y otra madera virgen <sup>b</sup> 1.2.1 Residuos de madera no tratada químicamente	1.2 Subproductos y residuos de la industria de procesado de la madera 1.3 Madera usada
Tamaño de partícula, P, EN 15149-1	mm	A seleccionar de la tabla 1	A seleccionar de la tabla 1	A seleccionar de la tabla 1	
Humedad M <sup>c</sup> EN 14774-1, EN 14474-2	% en masa	M10 ≤ 10 M25 ≤ 25	M35 ≤ 35	A especificar	
Cenizas , A, EN 14775	% en masa En base seca	A1.0 ≤ 1.0	A1.5 ≤ 1.5	A3.0 ≤ 3.0	
Poder calorífico neto, Q, EN 14918	MJ/kg ó kWh/kg	Q13.0 ≥ 13.0 ó Q3.6 ≥ 3.6	Q11.0 ≥ 11.0 ó Q3.1 ≥ 3.1	A especificar	
Densidad a granel, BD, Según se recibe <sup>d</sup> EN 15103	kg/m <sup>3</sup> suelto	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200	A especificar	
Nitrógeno, N, EN 15104	% en masa en base seca	-	-	N1.0 ≤ 1.0	
Azufre, S, EN 15289	% en masa en base seca	-	-	S0.1 ≤ 0.1	
Cloro, Cl, EN 15289	% en masa en base seca	-	-	Cl0.05 ≤ 0.05	
Arsénico, As, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 1	
Cadmio, Cd, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 2.0	
Cromo, Cr, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 10	
Cobre, Cu, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 10	
Plomo, Pb, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 10	
Mercurio, Hg, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 0.1	
Níquel, Ni, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 10	
Zinc, Zn, EN 15297	mg/kg en base seca	-	-	≤ 100	

a Excluyendo la clase 1.1.1.3 Cultivo leñoso de turno corto, si hay razón para sospechar de contaminación de tierra o si la plantación se ha utilizado para el secuestro de los productos químicos o la madera se ha fertilizado por lodos de depuradora (procedente del tratamiento de aguas residuales o de proceso químico).

b Con exclusión de las clases 1.1.5 tocones/raíces y la 1.1.6 corteza.

c A declarar la clase de propiedad real para el contenido de humedad. la clase de humedad M10 es para astillas de madera secadas artificialmente.

d A declarar la clase de propiedad real para la densidad a granel. La densidad a granel es menor para la demanda de coníferas (BD150) que para la madera de frondosas (BD200), véase el anexo informativo A.

### 3.1 Justificación de las necesidades energéticas en la maquinaria de peletización

En la Tabla 3 se muestran los requerimientos de cada una de las máquinas instaladas en la industria.

Tabla 3. Especificaciones de la maquinaria de peletización

Molino	Modelo:	YDF65 * 75
	Potencia eléctrica:	55-75 kW
	Capacidad:	2-3 t/h
	Dimensiones:	2100*1000*1100 mm
	Peso	1,9 t
Peletizadora	Modelo:	KMP800
	Potencia eléctrica:	220 kW
	Capacidad	2,5-3 t/h
	Dimensiones	3490*1350*3050 mm
	Diámetro orificios:	8 mm
	Diámetro de la matriz:	700 mm
	Ancho de la matriz:	225 mm
	Número de trituraciones:	3
	Diámetro trituradores:	318 mm
Peso:	9 t	
Enfriadora tamizadora	Modelo:	PSKLN2.5
	Potencia eléctrica:	0,36 kW
	Potencia ventilador:	11 kW
	Capacidad:	5 t/h
	Dimensiones:	2100*1966*2870 mm
	Peso:	1,79 t
Ensayadora (sacos/granel)	Modelo:	Dcs-50d
	Potencia eléctrica:	3 kW
	Dimensiones:	1800*1500*3800 mm
	Peso máquina:	1t
	Capacidad:	420 sacos/h
	Capacidad saco:	5-50 kg
Cintas transportadoras (4 de 8000*600) (2 de 6000*600)	Potencia eléctrica:	1-1,3 kW
	Largo:	6000-8000 mm
	Ancho:	600 mm
Alumbrado + otros		30 kW
Total:	Potencia eléctrica:	346,56 kW



Figura 2. Esquema de la planta de peletización

### 3.2 Justificación de la energía del secador industrial

Inicialmente se estima la cantidad de astilla a desecar. La producción anual de pélets de la planta es de 24.000 toneladas. Esto se produce en una jornada laboral de tres turnos manteniendo la planta en funcionamiento 24h al día durante 345 días al año. Por lo que debe producir 69,6 toneladas diarias.

Las astillas que se introducen en el secador para preparar la materia prima que utiliza la peletizadora se supone a un 40% de humedad en base húmeda (humedad bh) y se extraerá del secador al 10%. En consecuencia la masa de astilla (al 40% de humedad bh) a tratar para producir la cantidad de pélets requerida se obtiene según las ecuaciones (1) y (2), donde  $\dot{m}_{seca}$  son las necesidades de biomasa seca por unidad de tiempo y  $\dot{m}_{\omega}$  son las necesidades de biomasa a humedad  $\omega$ , expresada en porcentaje de humedad bh.

$$\dot{m}_{\text{seca}} = \frac{100 - \omega}{100} \cdot \dot{m}_{\omega} = \frac{100 - 10}{100} \cdot 69,6 = 62,64 \text{ t/día} \quad (1)$$

$$\dot{m}_{\omega} = \frac{100}{100 - \omega} \cdot m_{\text{seca}} \Rightarrow \dot{m}_{40} = \frac{100}{100 - 40} \cdot 62,64 = 104,4 \text{ t/día} = 4,35 \text{ t/h} \quad (2)$$

Por tanto consideramos que los requerimientos de astilla para la peletizadora es de 4,4 t/h en condiciones húmedas.

A estas 4,4 toneladas de astilla por hora habrá que añadirle las utilizadas para la alimentación de la caldera de la planta de cogeneración. La potencia eléctrica de diseño de la planta de cogeneración es 5 MW. Suponiendo un rendimiento térmico de la planta de cogeneración de 0,3697 y que el poder calorífico inferior de las astillas es de 19 MJ/kg, la masa de astillas (al 10% de humedad bh) necesarias para la planta de cogeneración vendrá calculada según la ecuación (3), donde se ha considerado un rendimiento de la caldera del 85%.

$$\eta_{\text{cogeneración}} = \frac{\text{Potencia eléctrica}}{\text{Potencia calorífica en caldera}} \quad (3)$$

$$\text{Consumo de astilla en caldera} = \frac{5 \text{ MW}}{0,3697 \cdot 19 \text{ MJ/kg} \cdot 0,85} = 0,84 \text{ kg/s} = 3,024 \text{ t/h}$$

$$\dot{m}_{\text{seca}} = \frac{100 - \omega}{100} \cdot \dot{m}_{\omega} = \frac{100 - 10}{100} \cdot 3,024 = 2,72 \text{ t/h}$$

$$\dot{m}_{\omega} = \frac{100}{100 - \omega} \cdot m_{\text{seca}} \Rightarrow \dot{m}_{40} = \frac{100}{100 - 40} \cdot 2,72 = 4,53 \text{ t/h}$$

Por tanto, las necesidades totales de la planta resulta de 4,4 t/h + 4,53 t/h = 8,93 t/h en condiciones de humedad del 40%

Para no tener problemas de abastecimiento se dimensiona el secador para una provisión de la planta de **9 t/h**. Por tanto el material a secar será de 74.520 t/año.

Para el desarrollo de las ecuaciones de cálculo del secador lo consideraremos como un espacio cerrado con ventilación forzada, en cuya parte central se dispone un tambor giratorio perforado para permitir el paso de aire. El giro de la astilla dentro del tambor y su desplazamiento por una serie de paletas radiales permiten una aireación homogénea en el material. El secador funciona en discontinuo, es decir, por lotes. El secador se llena con una cantidad de material sometido al proceso de desecación durante un tiempo fijado, siendo después vaciado para volver a secar otro lote.

La masa de madera  $m$  colocada dentro del tambor poseerá una humedad inicial conocida  $\omega_1$  será uniformemente aireada a temperatura de bulbo húmedo constante. La humedad final deseada en la masa de madera  $\omega_2$  también se considera como dato para el planteamiento del diseño. Según esto, se puede calcular el total de agua a eliminar a través de la ecuación (4).

$$m_{agua} = m \cdot (\omega_1 - \omega_2) \quad (4)$$

Para determinar el tiempo de desecación necesario para unas condiciones de aireación dadas debe recurrirse a modelos cinéticos empíricos. Los más importantes se relacionan en la Tabla 4. Estos modelos cinéticos relacionan la *ratio humedad (RM)* con el tiempo en unas condiciones de aire fijas de temperatura 40°C y un flujo de 1,30 kg de aire/s m<sup>3</sup> de desecador de partículas G50 (5 cm en cualquiera de sus dimensiones). El ratio de humedad se define por la ecuación (5), donde  $\omega_t$  es la humedad del material en un instante determinado,  $\omega_1$  es la humedad inicial del material y  $\omega_e$  es la humedad en el equilibrio.

$$MR = \frac{\omega_t - \omega_e}{\omega_1 - \omega_e} \quad (5)$$

Considerando  $\omega_t = \omega_2$  y  $\omega_e = 0$  si aplicamos, por ejemplo, el modelo Henderson y Pabis resulta que el tiempo de secado será el definido por (6).

$$t = -\frac{1}{k} \ln \frac{MR}{a} \quad (6)$$

$$MR = \frac{10}{40} = 0,25$$

$$t = -\frac{1}{0,787493} \ln \frac{0,25}{1,1836603} = 1,98 \text{ horas}$$

Bajo las condiciones de aireación expuestas el tiempo de desecación requerido para pasar de una humedad del 40% al 10% en una astilla de madera G50 es de 2 h. Puesto que la masa requerida para abastecer la planta es de 9 t de astilla por hora. La masa a desecar por el desecador debe ser de 18 t por lote (con 2 horas de desecación), y es necesario instalar un depósito regulador a la salida del secador de manera que se almacenaran 18 t de astilla cada dos horas, de las cuales 9 se utilizarán cada hora en la planta. Para que no esté nunca el depósito de regulación vacío completamente se instalará uno con capacidad de almacenamiento de 20 t. Suponiendo una densidad a granel de la astilla de 250 kg/m<sup>3</sup>, el depósito de regulación será de 80 m<sup>3</sup>.

Tabla 4. Modelos cinéticos de desecación de astillas

Modelos cinéticos	Ecuación del modelo	Parámetros del modelo	Estadística
Newton (Lewis)	$MR = e^{-k \cdot t}$	$k = 0.668106$	$R^2 = 0.882$ RMS = 0.034
Page	$MR = e^{-k \cdot t^n}$	$k = 0.053571$ $n = 2.209299$	$R^2 = 0.990$ RMS = 0.011
Henderson y Pabis	$MR = a \cdot e^{-k \cdot t}$	$k = 0.787493$ $a = 1.1836603$	$R^2 = 0.899$ RMS = 0.029
Logarítmica	$MR = a \cdot e^{-k \cdot t^n} + b$	$k = 0.139102$ $a = 3.5517524$ $b = -2.4669486$	$R^2 = 0.969$ RMS = 0.017
Midilli	$MR = a \cdot e^{-k \cdot t^n} + b \cdot t$	$k = 0.0562631$ $n = 2.1081264$ $a = 0.9869401$ $b = -0.0048453$	$R^2 = 0.989$ RMS = 0.009
Modelo de difusión	$MR = a \cdot e^{-k_1 \cdot t} + (1 - a) \cdot e^{-k_2 \cdot t}$	$k_1 = 0.001496$ $k_2 = -0.001806$ $a = 116.06207$	$R^2 = 0.980$ RMS = 0.014
Dos términos exponenciales	$MR = a \cdot e^{-k_1 \cdot t} + b \cdot e^{-k_2 \cdot t}$	$k_1 = 0.012636$ $k_2 = 0.0095651$ $a = 3.8567575$ $b = -2.7708039$	$R^2 = 0.975$ RMS = 0.014

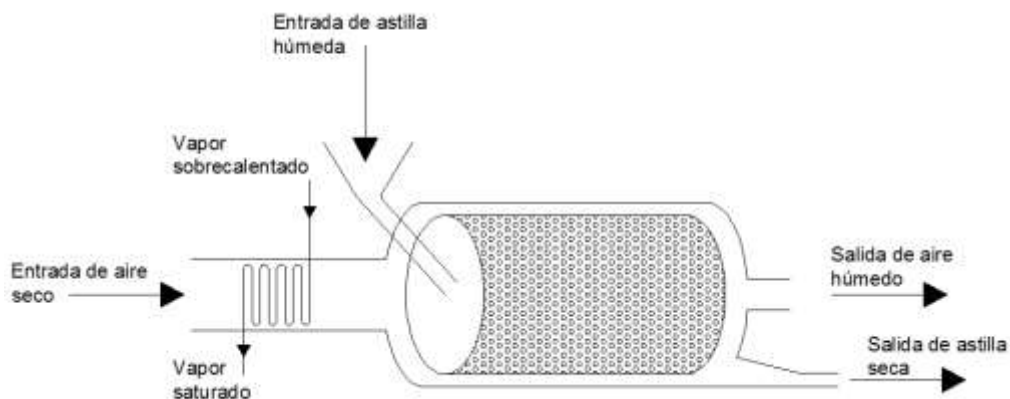


Figura 3. Esquema del secador

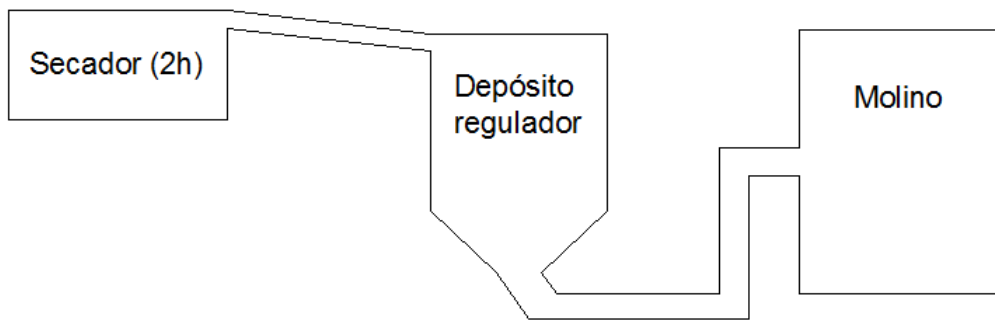


Figura 4. Esquema del sistema de regulación a la salida del secador

De acuerdo al modelo empírico utilizado, el flujo de agua que se es capaz de eliminar por unidad de tiempo en el material  $\dot{m}_{agua}$  viene dado por la ecuación (7) que representa el balance de masa en el proceso de desecación. El agua eliminada de la masa es absorbida por el aire que entra en el desecador con una humedad absoluta  $\omega_{aire1}$ , y tras el paso por el desecador el aire sale con una humedad  $\omega_{aire2}$ .

$$\dot{m}_{agua} = \frac{m \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{t} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_{aire2} - \omega_{aire1}) \quad (7)$$

Dado que la humedad relativa del aire nunca podría superar el 100%, las condiciones de salida deben fijarse verificándose esta condición en el diagrama sicométrico. En el diagrama de la Figura 4 se muestra que el aire exterior en condiciones 0 se calienta a humedad absoluta constante haciéndose pasar por un intercambiador de calor. Este intercambiador se alimentaría con el vapor del sistema de cogeneración. Una vez calentado, el aire entra en el secador en condiciones 1 (50°C y humedad absoluta 0,004 kg de agua/kg de aire seco aproximadamente). El secado se produce a temperatura de bulbo húmedo constante (línea 1-3). El cálculo de la humedad del aire de salida se fija en 0,014 kg de agua/kg de aire seco, por lo que la temperatura del aire de salida es 25°C. La humedad máxima admisible vendría dada por el punto 3 que equivale a 0,017 kg de agua/kg de aire seco. De la ecuación (7) se calcula el flujo de aire  $\dot{m}_{aire}$ .

$$\dot{m}_{aire} = \frac{m}{t} \cdot \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_{aire2} - \omega_{aire1}} = \frac{18}{2} \cdot \frac{0,4 - 0,1}{0,014 - 0,004} = 270 \text{ t aire/h} = 75 \text{ kg aire/s}$$



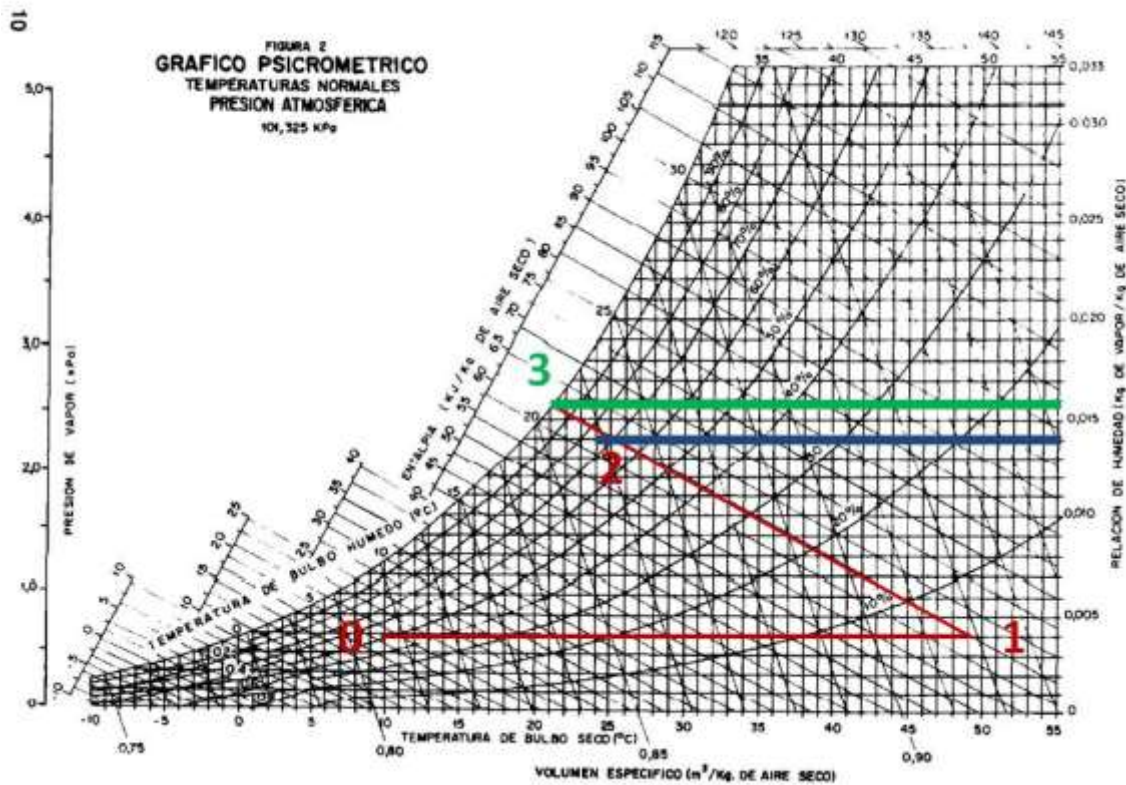


Figura 5. Diagrama sicrométrico

Considerando una densidad a granel de la astilla de  $250 \text{ kg/m}^3$  se precisa un volumen que ocupa la astilla dentro del secador se calcula por la ecuación (8).

$$V_{\text{astilla-secador}} = \frac{18.000}{250} = 72 \text{ m}^3 \text{ de astilla} \quad (8)$$

Haciendo un análisis de los secadores de astillas ofertados en el mercado, se ha determinado que la relación entre el volumen de astilla seca por lote y su capacidad se relacionan mediante el factor  $K=1,6$  con el que se consigue una relación de volumen sólido aceptable para una desecación uniforme y homogénea. Por tanto el volumen que ocupa el secador será de  $72 \times 1,6 = 115,2 \text{ m}^3$ .

Considerando que las condiciones en las que se habían obtenido los modelos cinéticos empíricos, donde estaba fijado un flujo de  $1,30 \text{ kg de aire/s m}^3$  de desecador de partículas G50, es necesario realizar una corrección de la masa de aire a introducir dentro del desecador dado por la ecuación (9).

$$\dot{m}_{\text{aire}} = \frac{115,2}{1,30} = 88,61 \text{ kg aire/s} \approx 90 \text{ kg aire/s} \quad (9)$$

Por tanto, se introducirá un flujo a de **90 kg aire/s**, en lugar de los 75 inicialmente calculados. (Nótese que si en lugar de usar  $K=1,6$ , se usara  $K=1,35$ , el flujo de aire requerido es prácticamente 75 kg aire/s lo que muestra una validación del método).

El aire externo que alimenta el secador se considera a  $10^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa del 50% (punto 0 de diagrama). Para alcanzar la temperatura del punto 1 ( $50^{\circ}\text{C}$ ) es necesario calentar el aire el cual mantiene la humedad absoluta constante (línea 0-1). El calor a aportar para calentar el aire entre los puntos 0 y 1 vendrá dado por el producto del flujo másico del aire por la diferencia de entalpía del aire entre los puntos 1 y 0 (Ecuación 10).

$$\dot{Q}_{\text{aire}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_{\text{aire1}} - h_{\text{aire0}}) \quad (10)$$

La entalpía del aire húmedo se obtiene del diagrama sicrométrico o bien puede calcularse mediante (11), siendo el calor específico del aire seco  $C_p = 1,005 \text{ kJ/kg K}$  y  $h_q$  la entalpía del agua a la temperatura considerada.

$$h_{\text{airehumedo}} = h_{\text{aireseco}} + \omega_{\text{aire}} \cdot h_q \quad (11)$$

$$h_{\text{airehumedo}} = C_p \cdot T + \omega_{\text{aire}} \cdot h_q$$

Siendo:  $h_{\text{aire1}} = 61,3 \text{ kJ/kg}$  y  $h_{\text{aire0}} = 19 \text{ kJ/kg}$

$$\dot{Q}_{\text{aire}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_{\text{aire1}} - h_{\text{aire0}}) = 90 \cdot (61,3 - 19) = 3807 \text{ W} = 3,81 \text{ kW}_{\text{térmicos}}$$

El calor utilizado para calentar el aire del secador provendrá del vapor extraído del ciclo de Rankine después de pasar por la primera fase de expansión en la turbina. Este vapor a media presión se irá por un intercambiador para que transfiera este calor al aire. Suponiendo un rendimiento del intercambiador del 70%, el calor a derivar del circuito de Rankine será  $3,81/0,7 = 5,44 \text{ kW}$ .

Considerada la densidad de  $250 \text{ kg/m}^3$  y obtenido el volumen de astilla en el secador, y por tanto el volumen de secador, se procede al diseño dimensional de este.

$$\frac{18000 \text{ kg}}{250 \text{ kg/m}^3} = 72 \text{ m}^3$$

Generalmente se toma la razón de un diámetro de 1,2 veces la longitud.

$$L = 1,2D \quad V \cdot K = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 1,2 \cdot D^3}{4} \rightarrow$$

$$\rightarrow D^3 = \frac{72 \cdot 1,6 \cdot 4}{\pi \cdot 1,2} = 122,24 \rightarrow D = \sqrt[3]{122,24} = 4,96 \approx 5 \rightarrow L = 1,2D = 6 \text{ m}$$

#### 4. DISEÑO TERMODINÁMICO DE LA INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN

Antes de comenzar a realizar ningún cálculo se añade la tabla 5 en la que se definen los símbolos utilizados durante los cálculos.

Tabla 5. Símbolos utilizados

Símbolo	Significado
$s$	Entropía específica
$h$	Entalpía específica
$x$	Título
$Q_c$	Potencia de la caldera
$W_t$	Potencia de la turbina
$W_b$	Potencia de la bomba
$Q_s$	Potencia del condensador
$T$	Temperatura
$P$	Presión
$v$	Volumen
$\dot{m}$	Flujo

Partiendo de unas necesidades eléctricas de 5 MW seleccionamos la turbina. Una vez seleccionada, disponemos los requerimientos termodinámicos del vapor a la entrada de la misma y las condiciones de salida. En la Figura 6 se representa el ciclo termodinámico diseñado.

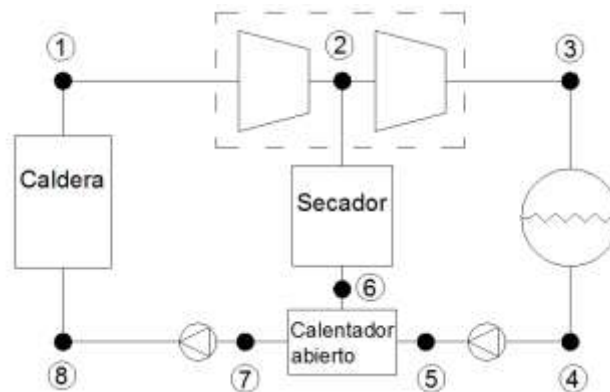


Figura 6. Esquema circuito termodinámico de cogeneración

Consideramos inicialmente un ciclo termodinámico ideal. Las condiciones del vapor de entrada de la turbina se fijan en vapor sobrecalentado a 480°C y 12 MPa. La presión del vapor después de una primera etapa de expansión en la turbina es 6 MPa. Tras la segunda expansión la presión cae a 0,008 MPa. La propiedades termodinámicas de los puntos singulares de la instalación se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Propiedades termodinámicas de los puntos de la instalación considerando un ciclo ideal

	$T$ (°C)	$P$ (MPa)	$X$	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)
1	480	12	1	3293,5	6,4154	0,02576
2	360-400	6	1	3095,37	6,4154	
3		0,008	0,7625	2006,25	6,4154	
4		0,008	0	173,88	0,5926	1,0084*10 <sup>-3</sup>
5		6	0	179,92		
6		6				
7	275,6	6	0	1213,4	3,2067	1,3187*10 <sup>-3</sup>
8		12	0	1221,31		

El diagrama del ciclo se representa en la Figura 7.

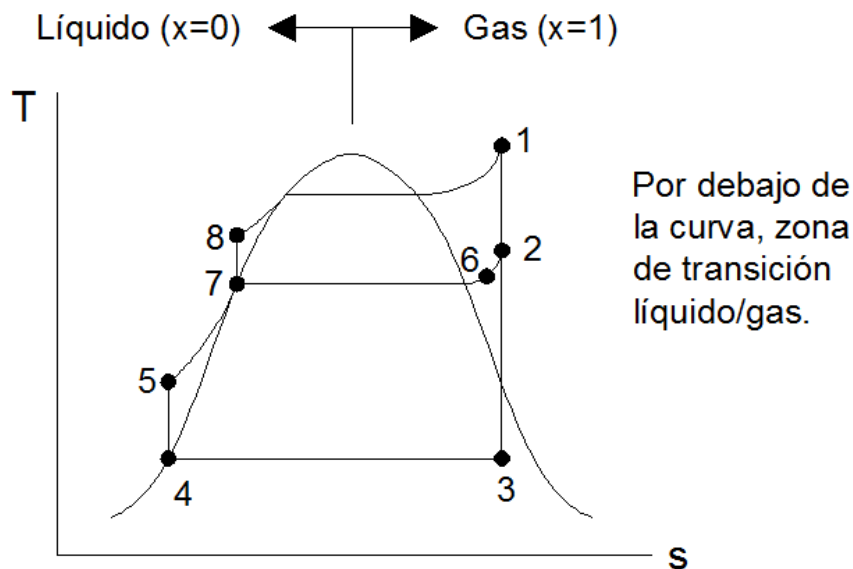


Figura 7. Diagrama Temperatura-Entropía del ciclo de Rankine de la instalación

El vapor entra en la turbina en condiciones 1 (vapor sobrecalentado), las diferentes expansiones en la turbina en un ciclo ideal se consideran isoentrópicas, puesto que no hay cesión de calor. Para conocer si el punto 2 (condiciones de salida después de la primera expansión) y el punto 3 (condiciones de salida después de la segunda expansión) están en la zona de vapor sobrecalentado o en la zona de transición líquido-vapor se calculan los correspondientes títulos.

Para el cálculo de los títulos se parten de las condiciones termodinámicas del líquido saturado y vapor saturado a las correspondientes presiones.

Tabla 7. Condiciones termodinámicas del líquido y vapor saturado a las presiones dadas

	Punto	P (MPa)	x	h (kJ/kg)	s (kJ/kg)
Líquido saturado	2a	6	0		2,9202
Vapor saturado	2b	6	1		5,9734
Líquido saturado	3a	0,008	0	173,88	0,5926
Vapor saturado	3b	0,008	1	2577,00	8,2287

$$x_2 = \frac{s_2 - s_{2a}}{s_{2b} - s_{2a}} = \frac{6,4154 - 2,9202}{5,9734 - 2,9202} = 1,1448$$

Puesto que el título no puede ser mayor que uno, el fluido operante en el punto 2 se encuentra en estado vapor.

Para obtener el valor de la entalpía en 2, interpolamos en la Tabla 8 de líquido sobrecalentado conocida la entropía en 2, ya que es la misma que en el punto 1, quedando:

Tabla 8. Vapor sobrecalentado a 6 MPa

Punto	T (°C)	P(MPa)	h(kJ/kg)	s (kJ/kg)
a	360	6	3071,1	6,3782
		6	h <sub>2</sub>	6,4154
b	400	6	3177,2	6,5408

$$\frac{h_2 - h_a}{h_b - h_a} = \frac{s_2 - s_a}{s_b - s_a} \rightarrow h_2 = h_a + (h_b - h_a) \frac{s_2 - s_a}{s_b - s_a}$$

$$h_2 = 3071,1 + (3177,2 - 3071,1) \cdot \frac{6,4154 - 6,3782}{6,5408 - 6,3782} = 3095,37 \text{ kJ/kg}$$

Conocidas las condiciones en el punto 2, se obtienen las condiciones en el punto 3, para ello calculamos el nuevo título mediante el mismo procedimiento que el utilizado anteriormente:

$$x_3 = \frac{s_3 - s_{3a}}{s_{3b} - s_{3a}} = \frac{6,4154 - 0,5926}{8,2287 - 0,5926} = 0,7625$$

Calculado el título y tomando como datos las entalpias de líquido y vapor saturado para la presión de 0,008MPa hayamos  $h_3$ .

$$h_3 = (1-x)h_{3a} + x \cdot h_{3b} = (1-0,7625) \cdot 173,88 + 0,7625 \cdot 2.577 = 2006,259 \text{ kJ/kg}$$

Para seguir con los cálculos pasamos ahora a calcular las entalpías a las salidas de las bombas conocidas las correspondientes a la entrada de estas.

$$\begin{aligned} \dot{W}_{bomba} &= \dot{m} \cdot (h_5 - h_4) = K \cdot \Delta P = \dot{m} \cdot v_4 \cdot (P_5 - P_4) \\ (h_5 - h_4) &= v_4 \cdot (P_5 - P_4) \end{aligned}$$

$$h_5 = h_4 + v_4 \cdot (P_5 - P_4) = 173,88 + (6000 - 8) \cdot 1,0084 \cdot 10^{-3} = 179,92 \text{ kJ/kg}$$

Para la bomba dos repetimos procedimiento:

$$h_8 = h_7 + v_7 \cdot (P_8 - P_7) = 1213,4 + 1,3187 \cdot 10^{-3} \cdot (12000 - 6000) = 1221,31 \text{ kJ/kg}$$

Volvemos a calcular las condiciones del fluido operante en cada uno de los puntos del ciclo, considerando las pérdidas de calor que se dan en la turbina y las bombas, cuyos rendimientos son del 85%. Dichas propiedades se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Propiedades del fluido operante en los puntos de la instalación considerando ciclo termodinámico real

	$T$ (°C)	$P$ (MPa)	$x$	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)
1	480	12	1	3293,5	6,4154	0,02576
2r	360-400	6	1	3125,51	6,4616	
3r		0,008	0,7686	2186,60	6,4616	
4		0,008	0	173,88	0,5926	1,0084*10 <sup>-3</sup>
5r		6	0	180,98		
6		6	1			
7	275,6	6	0	1213,40	3,2067	1,3187*10 <sup>-3</sup>
8r		12	0	1222,70		

Para el cálculo de la entalpia en 2 en condiciones reales (2r), partimos de la entalpia calculada en el caso ideal, a partir del rendimiento de la turbina al considerar la pérdida de calor producida al pasar el vapor por ella.

$$\begin{aligned} \eta_T &= \frac{h_1 - h_{2r}}{h_1 - h_{2s}} \rightarrow -h_{2r} = 0,85(h_1 - h_{2s}) - h_1 \rightarrow h_{2r} = h_1 - 0,85 \cdot (h_1 - h_2) \rightarrow \\ &\rightarrow h_{2r} = 3293,5 - 0,85 \cdot (3293 - 3095,37) = 3125,52 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Para obtener el valor de la entropía en 2, interpolamos en la tabla de líquido sobrecalentado conocida la entalpia en 2 calculada anteriormente, quedando:

$$\frac{h_b - h_a}{s_b - s_a} = \frac{h_x - h_a}{s_x - s_a} \rightarrow s_x = s_a + \frac{(h_x - h_a)(s_b - s_a)}{h_b - h_a}$$

$$\begin{array}{llll} P = 6 \text{ MPa} & T_a = 360^\circ\text{C} & h_a = 3071,1 \text{ kJ/kg} & s_a = 6,3782 \text{ kJ/kg} \\ h_{2r} = 3125,52 \text{ kJ/kg} & T_b = 400^\circ\text{C} & h_b = 3177,2 \text{ kJ/kg} & s_b = 6,5408 \text{ kJ/kg} \end{array}$$

$$s_{2r} = 6,3782 + \frac{(3125,5177 - 3071,1) \cdot (6,5408 - 6,3782)}{3177,2 - 3071,1} = 6,4616 \text{ kJ/kg}$$

Las condiciones en el punto 3 las calculamos a partir del nuevo título mediante el mismo procedimiento que el utilizado en los casos anteriores, ya que aquí ha cambiado respecto al apartado anterior.

$$x_3 = \frac{s_{3s} - s_{3a}}{s_{3b} - s_{3a}} = \frac{6,4616 - 0,5926}{8,2287 - 0,5926} = 0,7686$$

$$h_{3a}(0,008\text{MPa}) = 173,88 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{3b}(0,008\text{MPa}) = 2577,0 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{3s} = (1 - x)h_{3a} + x \cdot h_{3b} = (1 - 0,7686) \cdot 173,88 + 0,7686 \cdot 2577 = 2020,92 \text{ kJ/kg}$$

Ahora utilizamos de nuevo la fórmula del rendimiento de la turbina para considerar la pérdida de calor producida al pasar el vapor por ella en su segunda fase.

$$\begin{aligned} \dot{\eta} &= \frac{h_2 - h_{3r}}{h_2 - h_3} \rightarrow h_{3r} = h_2 - 0,85 \cdot (h_2 - h_3) \rightarrow \dot{\eta} = \frac{h_2 - h_{3r}}{h_2 - h_3} \rightarrow h_{3r} = h_2 - 0,85 \cdot (h_2 - h_3) \rightarrow \\ &\rightarrow h_{3r} = 3125,52 - 0,85 \cdot (3125,52 - 2020,92) = 2186,60 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Para calcular las entalpías a las salidas de las bombas se aplica el rendimiento para considerar la pérdida de calor producida en el fluido al pasar por ellas.

$$h_{5s} = 179,92 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{8s} = 1.221,31 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{\eta} = \frac{h_5 - h_4}{h_{5r} - h_4} \rightarrow h_{5r} = \frac{h_5 - h_4}{0,85} + h_4 = \frac{179,9223 - 173,88}{0,85} + 173,88 = 180,99 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{\eta} = \frac{h_8 - h_7}{h_{8r} - h_7} \rightarrow h_{8r} = \frac{h_8 - h_7}{0,85} + h_7 = \frac{1221,31 - 1213,4}{0,85} + 1213,4 = 1222,71 \text{ kJ/kg}$$

Para obtener las condiciones del punto 6 a la salida del secador de astilla planteamos el siguiente sistema de ecuaciones basadas en los balances de energía en el secador y el calentador abierto:

$$y = \frac{\dot{m}_6}{\dot{m}_1}$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_7$$

$$\text{Balance de energía en el secador: } \dot{Q}_{\text{secador}} = \dot{m}_6 \cdot (h_2 - h_6) = \dot{m}_1 \cdot y \cdot (h_2 - h_6)$$

$$\text{Balance de energía del calentador abierto según Figura 8: } (1 - y) \cdot h_5 + y \cdot h_6 = h_7$$

$$\text{Balance de energía eléctrica en el ciclo: } \dot{W}_t - \dot{W}_b = 5000 \text{ kW}$$

La variable  $y$  se define como la fracción de vapor que se extrae tras la primera expansión para dirigirse al secador y que posteriormente ingresa en el calentador abierto. La variable  $(1 - y)$  se define como la fracción de fluido que pasa por el condensador.

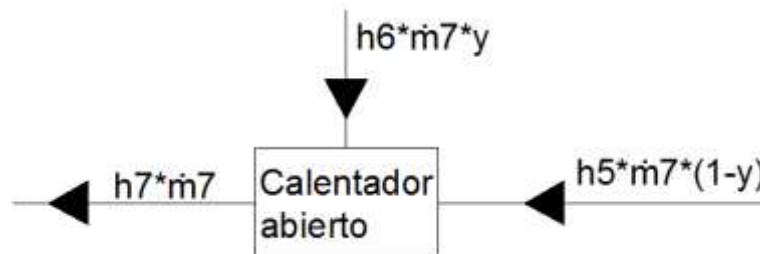


Figura 8. Entradas y salidas en el calentador abierto

Del desarrollo de la tercera ecuación se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \dot{W}_t &= \dot{m}_7 \cdot (h_1 - h_2) + \dot{m}_5 \cdot (h_2 - h_3) = \dot{m}_7 \cdot (h_1 - h_2) + \dot{m}_7 \cdot (1 - y)(h_2 - h_3) \\ \dot{W}_t &= \dot{m}_7 \cdot (3293,5 - 3125,5177) + \dot{m}_7 \cdot (1 - y) \cdot (3125,52 - 2186,61) = \\ &= 167,98 \cdot \dot{m}_7 + 938,91 \cdot \dot{m}_7 \cdot (1 - y) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{W}_b &= \dot{m}_7 \cdot (1 - y) \cdot (h_5 - h_4) + \dot{m}_7 \cdot (h_8 - h_7) \\ \dot{W}_b &= 7,11 \cdot \dot{m}_7 (1 - y) + 9,31 \cdot \dot{m}_7 \end{aligned}$$

$$\dot{W}_t - \dot{W}_b = 5000 \text{ kW}$$



$$\begin{aligned}
 & 167,98 \cdot \dot{m}_7 - 9,31 \cdot \dot{m}_7 + 938,91 \cdot \dot{m}_7(1 - y) - 7,11 \cdot \dot{m}_7(1 - y) = \\
 & = 158,67 \cdot \dot{m}_7 + 931,80 \cdot \dot{m}_7 \cdot (1 - y) = \dot{m}_7 \cdot (158,67 + 931,80 - 931,80y) = \\
 & \dot{m}_7 \cdot (1090,47 - 931,80y) = 5000 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\dot{m}_7 = \frac{5000}{1090,47 - 931,80y}$$

A partir del balance de energía del calentador abierto se tiene:

$$(1 - y) \cdot h_5 + y \cdot h_6 = h_7 \rightarrow 180,99 \cdot (1 - y) + y \cdot h_6 = 1213,4$$

$$h_6 = \frac{1213,4 - 180,99 \cdot (1 - y)}{y}$$

Por el método de sustitución, sustituimos  $h_6$  y  $\dot{m}_7$  en la ecuación del balance del secador, dando lugar a una ecuación de una incógnita en la que despejando obtenemos  $y$ .

$$\begin{aligned}
 \dot{Q}_{\text{secador}} &= \dot{m}_6 \cdot (h_2 - h_6) = \dot{m}_7 \cdot y \cdot (h_2 - h_6) = \dot{m}_7 \cdot y \cdot (3.125,51 - h_6) = 5,44 \\
 \frac{5000}{1.090,47 - 931,80 \cdot y} \cdot y \cdot \left( 3125,52 - \frac{1213,4 - (1 - y) \cdot 180,99}{y} \right) &= 5,44
 \end{aligned}$$

Simplificamos la parte contenida entre paréntesis de la ecuación:

$$\begin{aligned}
 \frac{3.125,52 \cdot y}{y} - \frac{1.213,4 - 180,99 \cdot y}{y} &= \frac{3125,52 \cdot y}{y} - \frac{1032,41 + 180,99 \cdot y}{y} = \\
 &= \frac{2944,53 \cdot y - 1032,41}{y}
 \end{aligned}$$

Lo sustituimos de nuevo en la ecuación y despejamos  $y$ :

$$\begin{aligned}
 \frac{5000 \cdot y}{1090,47 - 931,80 \cdot y} \left( \frac{2944,53 \cdot y - 1032,41}{y} \right) &= 5,44 \rightarrow \\
 \rightarrow \frac{5000 \cdot (2944,53 \cdot y - 1032,41)}{1090,47 - 931,80 \cdot y} &= 5,44 \rightarrow \\
 \rightarrow (2944,53 \cdot y - 1032,41) &= \frac{5932,18 - 5069y}{5000} = 1,1864 - 1,0138y \rightarrow \\
 \rightarrow 2.944,53 \cdot y + 1,01 \cdot y &= 1032,41 + 1,19 \rightarrow 2945,54y = 1033,60 \rightarrow \\
 \rightarrow y &= \frac{1033,60}{2945,54} = 0,3509
 \end{aligned}$$

Conocido  $y$ , volvemos a las ecuaciones iniciales y obtenemos las otras dos variables (el flujo en 7 y entalpia en 6).

$$h_6 = \frac{1213,4 - 180,99 \cdot (1 - y)}{y} = \frac{1.213,4 - 180,99 \cdot (1 - 0,3509)}{0,3509} = 3123,17 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_7 = \frac{5000}{1090,47 - 931,80 \cdot y} = \frac{5000}{1.090,4749 - 931,80 \cdot 0,3509} = 6,55 \text{ kg/s}$$

Conocidas ya las condiciones termodinámicas en cada uno de los puntos de la instalación, se procede a calcular la potencia de la caldera ( $Q_c$ ), de la turbina ( $W_t$ ) y bombas ( $W_b$ ), así como el calor disipado en el condensador ( $Q_s$ ), cuando la instalación trabaja a máxima potencia (5MW).

Potencia de la Caldera a potencia máxima:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{Caldera} &= \dot{m}_1 (h_1 - h_8) \\ \dot{Q}_{Caldera} &= 6,55 \cdot (3293,5 - 1222,71) = 13560,99 \text{ kW} \end{aligned}$$

Para dar versatilidad a la instalación se colocan tres calderas de potencia útil 5581 kW cada una. Eso permite trabajar a tres potencias: a) Potencia máxima 5 MW, funcionando con las tres calderas; b) Potencia de 2 MW, funcionando con dos calderas; c) Potencia mínima, funcionando con una caldera.

Potencia de la turbina a máxima potencia (5 MW).

$$\begin{aligned} \dot{W}_t &= \dot{m}_7 \cdot (h_1 - h_2) + \dot{m}_7 \cdot (1 - y) \cdot (h_2 - h_3) \\ \dot{W}_t &= 167,98 \cdot \dot{m}_7 + 938,91 \cdot \dot{m}_7 (1 - y) \\ \dot{W}_t &= 167,98 \cdot 6,5487 + 938,91 \cdot 6,5487 \cdot (1 - 0,3509) = 5091,14 \text{ kW} \end{aligned}$$

Potencia de las bombas a máxima potencia (5 MW).

$$\begin{aligned} \dot{W}_b &= \dot{m}_7 (1 - y) \cdot (h_5 - h_4) + \dot{m}_7 \cdot (h_8 - h_7) \\ \dot{W}_b &= 7,1086 \cdot \dot{m}_7 (1 - y) + 9,3085 \cdot \dot{m}_7 \\ \dot{W}_b &= 7,1086 \cdot 6,5487 (1 - 0,3509) + 9,3085 \cdot 6,5487 = 91,17 \text{ kW} \\ \dot{W}_{b1} &= 7,1086 \cdot 6,5487 \cdot (1 - 0,3509) = 30,21 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\dot{W}_{b2} = 9,3085 \cdot 6,5487 = 60,96 \text{ kW}$$

Calor disipado por el condensador a máxima potencia (5 MW).

$$\begin{aligned}\dot{Q}_s &= (1 - y) \cdot \dot{m}_1 (h_3 - h_4) \\ \dot{Q}_s &= (1 - 0,3509) \cdot 6,5487 \cdot (2186,6080 - 173,88) = 8555,63 \text{ kW}\end{aligned}$$

Para el funcionamiento 2 MW y 1 MW debe recalcularse el flujo másico y la entalpía en el punto 6.

1MW:

$$\begin{aligned}(2944,53 \cdot y - 1032,41) &= \frac{5932,18 - 5,069 \cdot y}{1,000} = 5,9322 - 5,0690 \cdot y \rightarrow \\ \rightarrow (2944,53 \cdot y + 5,0690 \cdot y) &= 1032,41 + 5,9322 \rightarrow 2949,60 \cdot y = 1038,34 \rightarrow\end{aligned}$$

$$y = \frac{1038,34}{2949,60} = 0,3520$$

$$h_6 = \frac{1213,4 - 180,99 \cdot (1 - y)}{y} = \frac{1213,4 - 180,99 \cdot (1 - 0,3520)}{0,3520} = 3113,97 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_7 = \frac{1000}{1090,47 - 931,80y} = \frac{1000}{1090,47 - 931,80 \cdot 0,3520} = 1,31 \text{ kg/s}$$

2MW:

$$\begin{aligned}(2944,53y - 1032,41) &= \frac{5,932,18 - 5,069y}{2,000} = 2,9661 - 2,5345y \rightarrow \\ \rightarrow 2944,53 \cdot y + 2,5345y &= 1032,41 + 2,9661 \rightarrow 2947,06y = 1035,38 \rightarrow\end{aligned}$$

$$y = \frac{1035,38}{2947,06} = 0,3513$$

$$h_6 = \frac{1213,4 - 180,99 \cdot (1 - y)}{y} = \frac{1213,4 - 180,99 \cdot (1 - 0,3513)}{0,3513} = 3119,82 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_7 = \frac{2000}{1090,47 - 931,80y} = \frac{2000}{1090,47 - 931,80 \cdot 0,3513} = 2,62 \text{ kg/s}$$

Se calculan la potencia utilizada en la caldera para la potencia eléctrica útil de 1 MW y 2 MW

1MW:

Para el calor de la caldera y condensador:

$$\dot{Q}_{Caldera} = \dot{m}_1 (h_1 - h_8)$$

$$\dot{Q}_{Caldera} = 1,31 \cdot (3293,5 - 1222,71) = 2712 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{cond} = (1 - y) \cdot \dot{m}_1 \cdot (h_3 - h_4)$$

$$\dot{Q}_{cond} = (1 - 0,3520) \cdot 1,31 \cdot (2186,61 - 173,88) = 1708,56 \text{ kW}$$

Para la turbina y las bombas:

$$\dot{W}_t = \dot{m}_7 \cdot (h_1 - h_2) + \dot{m}_7 \cdot (1 - y) \cdot (h_2 - h_3)$$

$$\dot{W}_t = 167,98 \cdot \dot{m}_7 + 938,91 \cdot \dot{m}_7 (1 - y)$$

$$\dot{W}_t = 167,98 \cdot 1,31 + 938,91 \cdot 1,31 \cdot (1 - 0,3520) = 1017,08 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_b = \dot{m}_7 (1 - y) \cdot (h_5 - h_4) + \dot{m}_7 \cdot (h_8 - h_7)$$

$$\dot{W}_b = 7,1086 \dot{m}_7 (1 - y) + 9,3085 \dot{m}_7$$

$$\dot{W}_b = 7,1086 \cdot 1,31 \cdot (1 - 0,3520) + 9,3085 \cdot 1,31 = 18,23 \text{ kW}$$

2MW:

Para el calor de la caldera y condensador:

$$\dot{Q}_{Caldera} = \dot{m}_1 (h_1 - h_8)$$

$$\dot{Q}_{Caldera} = 2,62 \cdot (3293,5 - 1.222,71) = 5425,47 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{Cond.} = (1 - y) \dot{m}_1 (h_3 - h_4)$$

$$\dot{Q}_{Cond.} = (1 - 0,3513) \cdot 2,62 \cdot (2186,61 - 173,88) = 3420,82 \text{ kW}$$

Para la turbina y las bombas:

$$\dot{W}_t = \dot{m}_7 \cdot (h_1 - h_2) + \dot{m}_7 \cdot (1 - y) \cdot (h_2 - h_3)$$

$$\dot{W}_t = 167,98 \cdot \dot{m}_7 + 938,91 \cdot \dot{m}_7 (1 - y)$$

$$\dot{W}_t = 167,98 \cdot 2,62 + 938,91 \cdot 2,62 \cdot (1 - 0,3509) = 2036,86 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_b = \dot{m}_7 (1 - y) \cdot (h_5 - h_4) + \dot{m}_7 \cdot (h_8 - h_7)$$

$$\dot{W}_b = 7,1086 \dot{m}_7 (1 - y) + 9,3085 \dot{m}_7$$

$$\dot{W}_b = 7,1086 \cdot 2,62 \cdot (1 - 0,3509) + 9,3085 \cdot 2,62 = 36,48 \text{ kW}$$

El resumen de los resultados calculados se incluyen en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de funcionamiento para las distintas posibilidades de trabajo

Potencia	$\gamma$	$m$ (kg/s)	$Q_{cal}$ (kW)	$W_t$ (kW)	$Q_{cond}$ (kW)	$W_b$ (kW)
1MW	0,3520	1,31	2712	1017,08	1708,56	18,23
2MW	0,3513	2,62	5425,47	2036,86	3420,82	36,48
5MW	0,3509	6,55	13560,99	5091,15	8555,63	91,18

Se observa que la diferencia entre trabajos (turbina menos la bomba) da como resultado la potencia instalada en cada caso, lo que verifica la correcta resolución de las operaciones.

Finalizados los cálculos del sistema de Rankine, se procede a determinar el consumo horario de astilla, consumo específico, coste energético, hectáreas anuales a trabajar, volumen del silo, rendimiento térmico de la planta de cogeneración y la relación entre trabajos para la potencia máxima.

- Consumo horario de astilla al 10 y 40% en la planta de cogeneración y planta de pélets:

$$C_{Horario10\%} = \frac{\dot{Q}_{Caldera} \cdot 3600s}{\dot{\eta} \cdot PC} = \frac{13560,99 \cdot 3600}{0,85 \cdot 19000} = 3022,88 \text{ kg/h}$$

$$C_{Horario40\%} = 3022,88 \text{ kg/h} \cdot \frac{100-10}{100} \cdot \frac{100}{100-40} = 4534,32 \text{ kg/h}$$

$$C_{Horario(Caldera+Pelets)40\%} = 9 \text{ t/h}$$

$$C_{Horario(Caldera+Pelets)10\%} = 9 \text{ t/h} \cdot \frac{100-40}{100} \cdot \frac{100}{100-10} = 6 \text{ t/h}$$

- Consumo específico al 40%:

$$C_{Específico40\%} = \frac{C_{Horario40\%}}{5000 \text{ kW}} = \frac{4534,32 \text{ kg/h}}{5000 \text{ kW}} = 0,91 \text{ kg/kWh}$$

- Coste energético: Considerando el coste de mercado de la astilla de 40 Euros/t

$$C_{Energético} = C_{Específico40\%} \cdot \text{precio}_{astilla} = \frac{0,91 \text{ kg}}{\text{kWh}} \cdot \frac{40 \text{ €}}{\text{t}} \cdot \frac{\text{t}}{1000 \text{ kg}} = 0,0363 \text{ €/kWh}$$

- Hectáreas anuales a gestionar: Suponiendo una productividad de la biomasa de 18 t/ha.

$$\text{Superficie} = C_{Horario(Caldera+Pelets)40\%} \cdot \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot \frac{\text{días}}{\text{año}} \cdot \frac{1}{\text{productividad}} = 9 \text{ t/h} \cdot 24 \cdot 345 \cdot \frac{1}{18 \text{ t/ha}} = 4140 \text{ ha/año}$$

- Volumen del silo al 40%:

$$V_{silo} = \frac{C_{Horario(Caldera+Pelet)10\%} \cdot \frac{h}{día} \cdot Autonomia}{\rho_{aparente}10\%} = \frac{6000 \text{ kg/h} \cdot 24\text{h/día} \cdot 15\text{días}}{250\text{kg/m}^3} = 8640 \text{ m}^3$$

Hemos tomado el consumo horario al 10% de humedad, puesto que es el valor al que conocemos la densidad aparente, y la diferencia entre volúmenes de astilla de madera seca y húmeda se considera despreciable.

- Rendimiento térmico de la planta de cogeneración a máxima potencia:

$$\eta = \frac{W_t - W_b}{Q_c} = \frac{5000 \text{ kW}}{13560,99 \text{ kW}} = 0,3687$$

- Relación entre trabajos:

$$rw_{5MW} = \frac{\dot{W}_b}{\dot{W}_t} = \frac{91,17}{5091,14} = 0,0179 \rightarrow 1,79\%$$

Cálculo de los caudales de agua de refrigeración del condensador:

Una vez el vapor de agua ha pasado por la primera fase de expansión de la turbina, la parte no derivada al secador ha de pasar por la segunda expansión y posteriormente por el condensador para pasar de estado gaseoso a estado líquido. Para ello se usa agua de refrigeración que entra en el condensador a 15°C y sale a 35°. La temperatura de salida del agua del condensador está limitada por razones ambientales.

5MW:

$$\dot{Q}_s = \dot{m}(h_3 - h_4) = 6,5487 \cdot (1 - 0,3509)(2186,61 - 173,88) = 8555,63 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_s = \dot{m}_{ref}(h_{35^\circ C} - h_{15^\circ C}) = \dot{m}_{ref} \cdot (146,68 - 62,99) = 8555,63 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_{ref} = 102,23 \text{ kg/s} = 368,028 \text{ m}^3/\text{h}$$

2 MW:

$$\dot{Q}_s = \dot{m}(h_3 - h_4) = 2,62 \cdot (1 - 0,3513)(2186,61 - 173,88) = 3420,82 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_s = \dot{m}_{ref}(h_{35^\circ C} - h_{15^\circ C}) = \dot{m}_{ref} \cdot (146,68 - 62,99) = 3420,82 \text{ kW}$$
$$\dot{m}_{ref} = 40,87 \text{ kg/s} = 147,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

1MW:

$$\dot{Q}_s = \dot{m} \cdot (h_3 - h_4) = 1,31 \cdot (1 - 0,3520) \cdot (2186,61 - 173,88) = 1708,56 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_s = \dot{m}_{ref}(h_{35^\circ C} - h_{15^\circ C}) = \dot{m}_{ref} \cdot (146,68 - 62,99) = 1.708,565 \text{ kW}$$
$$\dot{m}_{ref} = 20,42 \text{ kg/s} = 73,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

En la Figura 9 podemos ver el funcionamiento del condensador en donde la temperatura del agua de entrada sería de 15°C y saldría a una temperatura de 35°C.

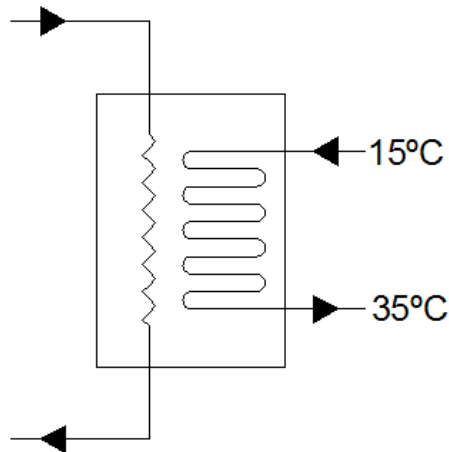


Figura 9. Esquema del funcionamiento de un condensador que utiliza agua como líquido refrigerante



## 5. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS (Caldera, turbina, condensador, bomba y cinta transportadora)

Caldera	
	
Modelo	CS8000
Potencia térmica útil	5581 kW
Producción de vapor	8000 kg/h
Peso	30000 kg
Dimensiones	10000*3200*4200 mm

Condensador	
	
Modelo	EWK 1800/09
Disipación	3150 kW
Potencia ventilador	22kW
Peso en vacío	3400 kg
Peso en servicio	13000 kg
Dimensiones	4100*4100*3990



<b>Turbina</b>	
	
Modelo	SST-060
Potencia	hasta 6MW
Presión del vapor vivo	hasta 131 bar
Temperatura del vapor vivo	Vapor saturado seco hasta 530°C
Velocidad	según la máquina accionada
Presión del vapor de salida	contrapresión a 29 bar o condensación
Dimensiones	1500*2500*2500 mm

<b>Bomba 1</b>		<b>Bomba 2</b>	
			
Modelo	50.A/13	Modelo	50.A/14
Potencia	52 kW	Potencia	63,7 kW
Flujo	18 m <sup>3</sup> /h	Flujo	24 m <sup>3</sup> /h
Presión	642,2 m.c.a	Presión	646,8 m.c.a
Velocidad de giro	2900 rpm	Velocidad de giro	2900 rpm

<b>Cintas transportadoras</b>	
	
Ancho de banda	800 mm
Caudal	hasta 530 m <sup>3</sup> /h
Longitud	Hasta 30 m

## 6. PLANOS

Los planos que incluye este proyecto son los siguientes:

- Plano 1. Plano de situación.
- Plano 2. Parcelario.
- Plano 3. Urbanización de la parcela.
- Plano 4. Nave: primera planta.
- Plano 5. Nave: segunda planta.
- Plano 6. Nave: primera planta acotada.
- Plano 7. Nave: segunda planta acotada.
- Plano 8. Cubierta y evacuación de aguas pluviales.
- Plano 9. Plano instalación contra incendios primera planta.
- Plano 10. Plano instalación contra incendios segunda planta.
- Plano 11. Hectáreas a gestionar.

## 7. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La instalación contra incendios se ha diseñado según Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, y consta de los siguientes elementos:

- Sistema de Abastecimiento de Agua: consta de una tubería de acero que conecta la acometida con el sistema contra incendios, esta tubería tiene un diámetro nominal de 80 mm (DN 80) ya que se debe asegurar el funcionamiento de 2 BIEs simultáneamente. Se dispone de

un certificado del ayuntamiento que garantiza la capacidad de la red pública para satisfacer las necesidades de caudal y presión que requiere el sistema de BIEs.

- Sistemas de pulverización de agua bajo cubierta: se colocaran aspersores en líneas separadas a 6,32 m cada 2 m, el total para la planta de cogeneración serán de 227 y en la de pélets 40, con una capacidad de descarga de 7,25 l/min m<sup>2</sup> lo que supone un total de 24.933 l por minuto en la planta de cogeneración y 4.350 l por minuto en la de pélets.

- Red BIES: se colocará una Boca de Incendios Equipada de 45mm (BIE de 45mm) capaz de suministrar 200l/min a 3,5 bar de presión, consistente en una manguera de 20 m de 45 mm de diámetro, válvula de abertura y cierre, manómetro y rácor, en los siguientes puntos:

Planta cogeneración	Planta de pélets
- Zona de la turbina 1	- Zona de máquinas 1
- Zona de oficinas 1	- Zona de oficinas 1
- Almacén de astillas 2	- Almacén de expedición 2
- Zona de calderas 1	

- Extintores: se colocará un extintor en cada local con eficacia 21B, salvo en sala de máquinas que habrá uno por cada 50 m<sup>2</sup> (habiendo un total de 541 m<sup>2</sup> se colocaran un total de 11 extintores) de eficacia 21B y almacén, que habrá uno por cada 150 m<sup>2</sup> (habiendo un total de 3440 m<sup>2</sup> se colocaran 23 extintores) de eficacia 13A.

Total de extintores:

Planta cogeneración	Planta de pélets	
- 6 de eficacia 21B	- 4 de eficacia 21B	(uno por cada local)
- 11 de eficacia 21B	- 10 de eficacia 21B	(zona de máquinas)
- 23 de eficacia 13A	- 4 de eficacia 13A	(zona de almacén)

- Sistemas de detección automática y alarma: se colocarán los sensores de temperatura y humo a una distancia máxima entre sí de 6,18 m y a una distancia máxima de cualquier pared de 0,7 veces la D<sub>máx</sub>, no obstante dada la peligrosidad de la mercancía, en la mayoría de los casos, se situaran a una distancia de 3,09 m para evitar zonas sin protección, en cualquier caso habrá que dejar siempre por norma al menos una distancia mínima de 0,5m. Estos valores se justifican debido a que cada detector para una altura  $h \leq 6m$  es capaz de abarcar 60m<sup>2</sup> (80m<sup>2</sup> para  $6 \leq h \leq 12$  por el efecto cono del humo) y la norma UNE 23007-14 de 2014 especifica el método de la figura 10 para evitar zonas sin protección. Esto se realizara en cada uno de los locales de la planta, lo que supone un total de 208 sensores.

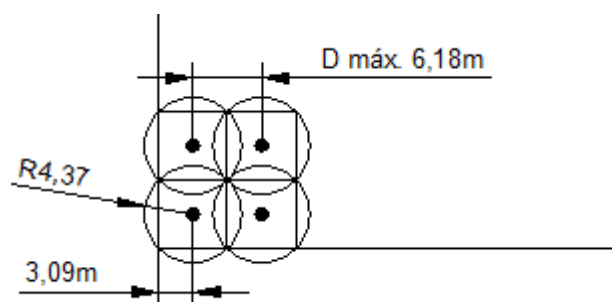


Figura 10. Distancia máxima permitida entre sensores según la norma UNE 23007-14 de 2014

Justificación del radio de protección del sensor:

$$60m^2 = \pi \cdot r^2 \rightarrow r^2 = \frac{60}{\pi} = 19,108 \rightarrow \sqrt{19,108} = 4,37m = r$$

Presupuesto de ejecución material e instalación:

	Precio	Cantidad	Total
BIE más instalación:	281€	9 Ud.	2.529€
Sistema de detección automática e instalación:	16,5€	208 Ud.	3.432€
Extintores eficacia 21B:	21,8€	31 Ud.	675,8€
Extintores eficacia 13A:	29€	27 Ud.	783€
Aspersores:	12€	267 Ud.	3.204€
Tubería de acero más accesorios e instalación:	24.403 €	1 Ud.	24.403€
Sirena electrónica con 120 dB de nivel sonoro:	85€	2 Ud.	170€
Total .....			35.196,8 €

En el precio fijado en cada uno de los equipos contra incendios está incluida la placa de señalización correspondiente a la misma en los casos que indica la Norma UNE 23033-1.

## 8. PRESUPUESTO

El desarrollo del presupuesto completo se ha incluido como *Anejo I*. El resumen es el siguiente:

Presupuesto de ejecución material.....	4.645.795,00
13% de gastos generales.....	603.953,35
6% de beneficio industrial.....	278.747,70
Suma.....	5.528.496,05
21% IVA.....	1.160.984,17
Presupuesto de ejecución por contrata.....	6.689.480,22
Honorarios de Ingeniero	
Proyecto 5,00% sobre PEM.....	232.289,75
IVA 21% sobre honorarios de Proyecto.....	48.780,85
Total honorarios de Proyecto.....	281.070,60
Dirección de obra 1,00% sobre PEM .....	
Dirección de obra 1,00% sobre PEM .....	46.457,95
IVA 21% sobre honorarios de Dirección de obra.....	9.756,17
Total honorarios de Dirección de obra.....	56.214,12
Total honorarios de Ingeniero.....	337.284,72
Total honorarios.....	337.284,72
Total presupuesto general.....	7.026.764,94

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SIETE MILLONES VEINTISEIS MIL SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

## 9. MARCO LEGAL

Debido a su extensión, el marco legislativo se desarrolla en el *Anejo 2*. En él, se muestran los aspectos legales relacionados con la producción de energía eléctrica en régimen especial y el fomento de la cogeneración. Se hace además una mención especial a la regulación existente en la generación de energía eléctrica mediante combustibles biomásicos.

También se trata en este anejo las condiciones de las primas relacionadas para la producción energética por cogeneración y el proceso de recolección, transporte, almacenamiento y calidad de la biomasa forestal.

## 13. ESTUDIO ECONÓMICO

Este estudio tiene como objeto analizar la viabilidad del proyecto y el beneficio económico que se generará, con la necesidad de que éste supere el coste de oportunidad respecto a la inversión en otros tipos de activos. En primer lugar se obtiene el flujo de caja, necesario para calcular el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). El flujo de caja (F) se define como la diferencia entre costes e ingresos.

Según el Artículo 35 apartado 3 (a.1.3) del RD 661/2007, para combustibles de cogeneración con biomasa (b.6.3), es decir, procedente de residuos de aprovechamientos selvícolas de masas forestales, y la biomasa generada en labores de mantenimiento de espacios verdes (que no esté incluida en el b.6.2, restos de desbroce, piñas etc...), la tarifa regulada de compra para instalaciones de potencia instalada mayor a 2MW es de 11,8294 c€/kWh durante los primeros 15 años y de 8,0660 c€/kWh a partir de entonces.

El ingreso anual cuando la planta funcione a máxima potencia vendrá dado por los 5MW eléctricos producidos por la instalación de cogeneración durante las 24 horas de funcionamiento a lo largo de los 345 días al año que estará activa la planta.

Según los cálculos del apartado 4, el coste energético asociado a la materia prima es de 0,0363 €/kWh, que al año supone:

$$0,0363 \text{ €/kWh} \cdot 5000 \text{ kW} \cdot \frac{24h}{\text{dia}} \cdot \frac{345 \text{ días}}{\text{año}} = 1.502.820 \text{ €/año}$$

A este coste hay que añadir los de producción, clasificados como amortización, intereses, mantenimiento y reparaciones, y mano de obra.

Los costes fijos incluyen

- *Amortización*: Es el coste asociado a la recuperación del capital invertido en la adquisición del equipo (valor de adquisición  $V_I$ ). Durante la vida útil de la maquinaria se prevé un capital que irá destinado a su reposición en el momento de la obsolescencia. La vida útil ( $V_u$ ) de las máquinas se estima en 15 años. La amortización se calcula con la ecuación (5) donde  $V_r$  es el valor residual, valor de mercado del equipo en el momento de la obsolescencia, que suele ser un 10% del valor de adquisición. (unidades: Euros/año ó Euros/hora según se considere la  $V_u$ ).

$$A = \frac{V_I - V_R}{V_u} \quad (5)$$

$$V_R = 4.645.795 \cdot 0,1 = 464.579,5\text{€}$$

$$A = \frac{4.645.795 - 464.579,5}{15} = 278.747,7 \text{ €/año}$$

- *Intereses*: Es la remuneración por capital invertido que hay que pagar a un prestamista, o que se deja de ganar si el capital en lugar de haber adquirido la máquina fuera invertido en productos financieros. Se expresa como porcentaje de la media del valor invertido (Euros/año).

$$C_i = \frac{V_I \cdot i(\%)}{2 \cdot 100}$$

$$C_i = \frac{4.645.795 \cdot 2}{2 \cdot 100} = 46.457,95 \text{ €/año}$$

- Seguros e impuestos (Euros/año). Su valor depende del tipo de cobertura que se desee. Suelen estimarse entre el 0,5 y el 3% del valor de adquisición.

$$C_{\text{Seg.}} = V_I \cdot 0,02$$

$$C_{\text{Seguro}} = 4.645.795 \cdot 0,02 = 92.915,9 \text{ €/año}$$

- Reparaciones y mantenimiento. Suelen considerarse alrededor de un 10% del valor de adquisición. (Euros/año)

$$C_{\text{rep.}} = V_I \cdot 0,1$$

$$C_{\text{rep.}} = 4.645.795 \cdot 0,1 = 464.579,5 \text{ €/año}$$

- Consumo eléctrico

Hay que tener en cuenta que al no estar permitido el autoconsumo, hay que considerar entre nuestros costes los derivados del consumo eléctrico de la planta de cogeneración. Para ello necesitamos conocer las necesidades energéticas de la planta de cogeneración que se pueden ver reflejadas en la tabla 11.

Tabla 11. Necesidades energéticas de la planta de cogeneración.

Bomba 1	37 kW
Bomba 2	75 kW
Caldera	Despreciable
Condensador (3 Ud.)	66 kW
Cintas 69m	70 kW
Alumbrado y consumos instantáneos	30 kW
<b>Total</b>	<b>278 kW</b>

De este modo conocido el coste del kWh de suministro de la red eléctrica podemos obtener el coste horario de funcionamiento (CHF) de la planta de cogeneración. Para ello tomamos la tarifa de precios del kWh para empresas con un consumo superior a 15kWh, esta tarifa está clasificada en tres grupos (hora punta, hora valle y hora llana) debido a que nuestro consumo va a ser durante las 24 horas diarias tomamos la media de estas: 0,130575 €/kWh.

$$CHF = 278 \text{ kW} \cdot 0,130575 \text{ €/kWh} = 36,29985 \text{ €/h} = 36,29985 \cdot 24\text{h} \cdot \frac{345 \text{ días}}{\text{año}} = 300.562,8 \text{ €/año}$$

#### Mano de obra:

Por último en cuanto a lo que se refiere a costes, hay que considerar los que implican mensualmente la contratación de los empleados que se reflejan en la tabla 12 así como el de un servicio de limpieza.



Tabla 12. Empleados de la planta de cogeneración y sus costes derivados.

Categoría profesional	Remuneración	Seguridad social	Total	Empleados	Total
Ingeniero	2.200 €	1.051,90 €	3251,9 €	1	3251,9 €
Ingeniero técnico	1.600 €	876,60 €	2476,6 €	2	4953,2 €
Ayudante no titulado	1.000 €	756,60 €	1756,6 €	2	3513,2 €
Total	4800 €	2685,1 €	7485,1 €		11.718,3 €

Considerando 14 pagas anuales, el montante total durante todo el periodo de explotación a lo largo del año será:

$$C_{empleados} = 11.718,3 \cdot 14 = 164.056,2 \text{ €/año}$$

A estos costes habría que añadir la contratación de un servicio de limpieza de 3 días por semana cuya tarifa asciende a 200 € mensuales.

$$C_{SL} = 200 \cdot 12 = 2.400 \text{ €/año}$$

$$C_{E+SL} = C_{empleados} + C_{SL} = 164.056,2 + 2.400 = 166.456,2 \text{ €/año}$$

Para próximos cálculos es necesario conocer el conjunto de los costes totales:

$$\sum \text{Costes} = 278.747,7 + 46.457,9 + 92.915,9 + 464.579,5 + 300.562,8 + 166.456,2 = 1.349.720 \text{ €/año}$$

#### Ingresos:

Lo primero de todo calculamos los ingresos provocados por la venta de la energía generada por la instalación para ambas tarifas de kWh.

Tarifa durante los primeros 15 años:

$$0,118294 \text{ €/kWh} \cdot 5000\text{kW} \cdot 24\text{h} \cdot \frac{345\text{días}}{\text{año}} = 4.897.371,6 \text{ €/año}$$

Tarifa tras los primeros 15 años:

$$0,08066 \text{ €/kWh} \cdot 5000\text{kW} \cdot 24\text{h} \cdot \frac{345 \text{ días}}{\text{año}} = 3.339.324 \text{ €/año}$$

A los ingresos habrá que añadirle el valor residual (VR) de la instalación tras los 15 años de vida útil, cuya cantidad se considera un 10% de la inversión de 4.645.795,00 €, que supone un total de 464.579,5 €. Este valor ya había sido calculado anteriormente para calcular la amortización en la ecuación (5).

Una vez obtenidos todos los ingresos y costes podemos calcular el flujo de caja:

$$F_{n \leq 15} = \text{Ingresos} - \text{Costes} = 4.897.371,6 - 1.349.720 - 1.502.820 = 2.044.831,6 \text{ €/año}$$

$$F_{15 < n} = \text{Ingresos} - \text{Costes} = 3.339.324 - 1.349.720 - 1.502.820 = 486.784 \text{ €/año}$$

#### Calculo del VAN:

Lo calculamos por una lado para los primeros 15 años, y por otro lado a partir de entonces. Como la vida útil de la maquinaria es de 15 años, transcurrido este tiempo que coincide con el cambio de tarifa de compra del kWh, a la hora de calcular tanto el VAN como el TIR, la inversión inicial deberá ser considerada solo la de adquisición e instalación de la nueva maquinaria más IVA, es decir: 4.645.795 x 1,21 quedando un total de 5.621.411,95€.

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^{15} \frac{F_{n \leq 15}}{(1+r)^n} + VR = -7.026.765 + \sum_{n=1}^{15} \frac{2.044.831,6}{(1+0,02)^n} + 464.579,5 = 16.227.914,4 \text{ €}$$

$$VAN = -I + \sum_{n=15}^{30} \frac{F_{15 < n}}{(1+r)^n} + VR = -5.621.411,95 + \sum_{n=15}^{30} \frac{486.784}{(1+0,02)^n} + 464.579,5 = 268.482,78 \text{ €}$$

Donde:

- I es la inversión
- r es el tipo de interés
- n el año considerado
- N es el número de años de inversión

#### Calculo del TIR:

Del mismo modo que procedimos en el cálculo del VAN, realizaremos este cálculo para ambos periodos. Para un TIR mayor a 1 se aceptara el proyecto, para menor a 1 se rechazara.

$$-I + \sum_{n=1}^{15} \frac{F_{n \leq 15}}{(1+TIR)^n} + VR = 0$$

$$-7.026.765 + \sum_{n=1}^{15} \frac{2.044.831,6}{(1+TIR)^n} + 464.579,5 = 0 \rightarrow -6.562.185,5 + \frac{30.672.474}{(1+TIR)^{15}} = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow (1 + TIR)^{15} = \frac{30.672.474}{6.562.185,5} \rightarrow (1 + TIR) = \sqrt[15]{4,674} = 1,108 \rightarrow TIR = 1,108 - 1 = 0,1082$$

$$TIR = 0,108 = 10,82\% > 1$$

$$-I + \sum_{n=15}^N \frac{F_{15 < n}}{(1 + TIR)^n} + VR = 0$$

$$-5.621.411,95 + \sum_{n=15}^{30} \frac{486.784}{(1 + TIR)^n} + 464.579,5 = 0 \rightarrow -5.156.832,45 + \frac{7.301.760}{(1 + TIR)^{15}} = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow (1 + TIR)^{15} = \frac{7.301.760}{5.156.832,45} \rightarrow (1 + TIR) = \sqrt[15]{1,4159} = 1,023 \rightarrow TIR = 1,023 - 1 = 0,023$$

$$TIR = 0,023 = 2,34\% > 1$$

#### 14. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Debido a su extensión, este apartado se ha incluido como *Anejo 3*. El presente estudio básico de seguridad y salud comprende dos partes:

- *Fase de desarrollo del proyecto*, que comprende el proceso de montaje e instalación de las máquinas.
- *Fase de explotación del proyecto*, que se corresponde con la utilización de las máquinas e instalaciones.

La primera parte del EBSS 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).

La segunda parte del EBSS describe los riesgos derivados del uso de la maquinaria y de las instalaciones, junto con las prevenciones correspondientes a estos riesgos. Tales riesgos pueden deberse a diferentes causas como el uso de la caldera y de la instalación de cogeneración en la que se alcanzan altas presiones y temperaturas así como el uso de máquinas con elementos

mecánicos y eléctricos. En el *Anejo 4* del presente proyecto se amplía la legislación aplicable en ambos casos.

## **15. PLIEGO DE CONDICIONES**

El conjunto de condiciones a las que está sometido este proyecto se desarrollan en el *Anejo 5*. El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir las obras de montaje a realizar, así como fijar las condiciones técnicas y económicas generales que han de regir en la realización de las obras del presente proyecto.

Se establecerán las condiciones y garantías que cumplirán los equipos, materiales e instalaciones eléctricas para alimentación, protección y control de los circuitos eléctricos y receptores asociados, conectados a tensiones definidas como bajas en los Artículos 3 y 4 del “Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión”, vigente, con destino a edificios y/o instalaciones.

Se considerará para la realización de las obras la memoria y planos establecidos en cada caso en el proyecto. Del mismo modo, se tendrá en cuenta el estudio básico de seguridad y salud, tanto para la fase de instalación del sistema de cogeneración como para la fase de utilización o explotación del mismo.

Si alguna cosa hubiera sido olvidada se regirá por los reglamentos y normas oficialmente vigentes.

En todo caso, el contratista encargado de la instalación del sistema de cogeneración debe ejecutar todo aquello que, sin separarse del espíritu general del proyecto y de las prescripciones de este pliego de condiciones, ordene el ingeniero director de las obras para la buena marcha de la construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se hallen taxativamente descrito y detallado en el presente pliego.

Valencia a 01 de septiembre de 2015

Darío Herrero Caballer

Graduado en ingeniería forestal y del medio natural

# ANEJO I

## Presupuesto



Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
<b>1.1 Caldera</b>	<b>Ud</b>	<b>Suministro e instalación de caldera ATTSU para generación de vapor mediante combustibles sólidos, modelo CS8000. Potencia térmica útil 5.581 kW, producción de vapor 8.000 kg/h peso en transporte 30.000 kg y peso en servicio 71.500 kg. Dimensiones 10.000*3.200*4.200.</b>			
		Total Ud .....	3,000	424.110,00	1.272.330,00
<b>1.2 Condensador</b>	<b>Ud</b>	<b>Suministro e instalación de torre de refrigeración modelo EWK 1800. Potencia del ventilador 22kW con una disipación de 3.150 kW. Peso en vacío 3.400 kg y peso en servicio 13.000 kg. Dimensiones 4.100*4.100*3990.</b>			
		Total Ud .....	3,000	83.430,00	250.290,00
<b>1.3 Turbina</b>	<b>Ud</b>	<b>Suministro e instalación de turbina de vapor prediseñada Siemens, modelo SST-060. Potencia hasta 6MW, presión de vapor vivo hasta 131 bar y presión de vapor de salida contrapresión a 29 bar o condensación. Temperatura de vapor vivo: vapor saturado seco hasta 530°C. Dimensiones 1.500*2.500*2.500.</b>			
		Total Ud .....	1,000	2.867.000,00	2.867.000,00
<b>1.4 Bomba1</b>	<b>Ud</b>	<b>Suministro e instalación de bomba centrífuga multicelular horizontal POMPE ZANNI modelo 50.A/13. Potencia 52 kW. Flujo 18 m<sup>3</sup>/h. Presión 642,2 m.c.a. Velocidad de giro 2.900 rpm.</b>			
		Total Ud .....	1,000	1.442,00	1.442,00
<b>1.5 Bomba2</b>	<b>Ud</b>	<b>Suministro e instalación de bomba centrífuga multicelular horizontal POMPE ZANNI modelo 50.A/14. Potencia 63,7 kW. Flujo 24 m<sup>3</sup>/h. Presión 646,8 m.c.a. Velocidad de giro 2.900 rpm.</b>			
		Total Ud .....	1,000	1.648,00	1.648,00
<b>1.6 Secador</b>	<b>Ud</b>	<b>Suministro e instalación de secador de tambor rotatorio tipo trommel de 6 rpm más depósito de regulación.</b>			
		Total Ud .....	1,000	86.233,20	86.233,20
<b>1.7 Cinta</b>	<b>ml</b>	<b>Suministro e instalación de cinta transportadora de longitud máxima 30 metros. Ancho de banda 800 mm. Caudal 530 m<sup>3</sup>/h.</b>			
		Total ml .....	69,000	1.871,00	129.099,00
<b>1.8 Tolva</b>	<b>Ud</b>	<b>Tolva de acero de dimensiones 9.000*3.000*1.200.</b>			
		Total Ud .....	1,000	1.751,00	1.751,00
<b>1.9 Tubería</b>	<b>Pa</b>	<b>Extra tubería de acero más accesorios para el conexionado entre máquinas.</b>			
		Total Pa .....	1,000	805,00	805,00

Total presupuesto parcial nº 1 ...

4.610.598,20

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
<b>2.1 BIE</b>	<b>Ud</b>	<b>Boca de Incendios Equipada (BIE de 45mm) con una capacidad de descarga de 200l/min a una presión de 3,5 bar de presión, consistente en una manguera de 20 m de 45 mm de diámetro, válvula de abertura y cierre, manómetro y rácor.</b>			
		Total Ud .....	9,000	281,00	2.529,00
<b>2.2 SDA</b>	<b>Ud</b>	<b>Sistema de detección automática para un rango de 60m<sup>2</sup> para una altura de hasta 6 metros y un rango de 80m<sup>2</sup> para una altura desde 6 a 12 m.</b>			
		Total Ud .....	208,000	16,50	3.432,00
<b>2.3 Extintor1</b>	<b>Ud</b>	<b>Extintor de eficacia 21B</b>			
		Total Ud .....	31,000	21,80	675,80
<b>2.4 Extintor2</b>	<b>Ud</b>	<b>Extintor de eficacia 13A</b>			
		Total Ud .....	27,000	29,00	783,00
<b>2.5 Pulverizado</b>	<b>Ud</b>	<b>Aspersores para sistema de pulverización.</b>			
		Total Ud .....	267,000	12,00	3.204,00
<b>2.6 Tuberia2</b>	<b>Pa</b>	<b>Tuberia de acero más accesorios e instalación</b>			
		Total Pa .....	1,000	24.403,00	24.403,00
<b>2.7 Alarma</b>	<b>Ud</b>	<b>Sirena electrónica con 120 dB de nivel sonoro.</b>			
		Total Ud .....	2,000	85,00	170,00



## Presupuesto de ejecución material

1	Suministro e instalación de la maquinaria .....	4.610.598,20
2	Instalación contra incendios .....	35.196,80
	Total:	<u>4.645.795,00</u>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS.

Valencia a 01 de septiembre de 2015  
Graduado en ingeniería forestal y  
del medio natural

Darío Herrero Caballer

# Resumen de presupuesto

Proyecto: Instalación de una planta de cogeneración de 5MW para suministro de energía eléctrica y calorífica en un secad...

Capítulo	Importe	%
Capítulo 1 Suministro e instalación de la maquinaria.....	4.610.598,20	99,24
Capítulo 2 Instalación contra incendios.....	35.196,80	0,76
<b>Presupuesto de ejecución material .....</b>	<b>4.645.795,00</b>	
13% de gastos generales.....	603.953,35	
6% de beneficio industrial.....	278.747,70	
Suma .....	5.528.496,05	
21% IVA.....	1.160.984,17	
<b>Presupuesto de ejecución por contrata .....</b>	<b>6.689.480,22</b>	
Honorarios de Ingeniero		
<hr/>		
Proyecto	5,00% sobre PEM .....	232.289,75
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .....	48.780,85
	Total honorarios de Proyecto .....	281.070,60
Dirección de obra	1,00% sobre PEM .....	46.457,95
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .....	9.756,17
	Total honorarios de Dirección de obra .....	56.214,12
	<b>Total honorarios de Ingeniero .....</b>	<b>337.284,72</b>
	<b>Total honorarios .....</b>	<b>337.284,72</b>
	<b>Total presupuesto general .....</b>	<b>7.026.764,94</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SIETE MILLONES VEINTISEIS MIL SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Valencia a 01 de septiembre de 2015  
Graduado en ingeniería forestal y del medio natural

Darío Herrero Caballer

# ANEJO II

## Marco legal



## **ANEJO II: MARCO LEGAL**

1. COMBUSTIBLES BIOMÁSICOS EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA....	1
2. ACREDITACIÓN DEL RENDIMIENTO ELÉCTRICO EQUIVALENTE (REE) .....	2
3. INSPECCIONES EN LAS COGENERACIONES.....	2
5. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE GENERACIÓN BRUTA .....	3
6. ESTRUCTURA DE LA RETRIBUCIÓN .....	3
7. TARIFAS REGULADAS Y PRIMAS .....	6
8. ACTUALIZACIONES.....	8
9 LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y CALIDAD DE LA BIOMASA FORESTAL, YA SEA PARA USO DOMÉSTICO O INDUSTRIAL, ESTÁ REGULADO POR NORMATIVAS, ORDENANZAS, DECRETOS Y REALES DECRETOS.	8



Este proyecto se rige principalmente por dos regulaciones:

- RD 661/2007 del 1 de junio de 2007, por el que se regula la producción de energía eléctrica en régimen especial.

- RD 616/2007 del 6 mayo de 2007, se publica el de fomento de la cogeneración.

## **1. COMBUSTIBLES BIOMÁSICOS EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

La retribución por la electricidad entregada por una cogeneración de biomasa varía en función de la potencia eléctrica de la planta (menor o mayor de 2 MW) y del combustible utilizado. Atendiendo al combustible utilizado, las cogeneraciones se clasifican en:

b.6.1 Cultivos energéticos de origen agrícola o forestal, producidos para fines energéticos mediante actividades de cultivo, cosecha y/o procesado de materias primas recolectadas. Se consideran cultivos energéticos agrícolas a la biomasa de origen agrícola, herbácea o leñosa, acorde con la definición anterior. Se consideran cultivos energéticos forestales a la biomasa procedente del aprovechamiento principal de masas forestales y acorde con la definición de cultivo energético dada en este apartado.

b.6.2 Residuos generados en la limpieza y mantenimiento de jardines y residuos de la actividad agrícola originada en las actividades de producción, cosecha y procesado de materias primas, es decir, residuos herbáceos como la paja de cercal y residuos hortícolas, residuos de frutos secos (cáscaras), residuos de arroz, algodón, girasol, legumbres y residuos procedentes de podas (olivar, viñedo, frutales).

b.6.3 Residuos de aprovechamientos silvícolas de masas forestales, y la biomasa generada en las labores de mantenimiento de espacios verdes.

b.8.2 Residuos de las industrias forestales de primera y segunda transformación.

Como primera transformación se considera el aserrado, producción de chapa, tableros de contrachapado, de fibras, de partículas, listones y pasta de papel.

Segunda transformación se refiere a industria del mueble, puertas y carpinterías. Los residuos de estas industrias son cortezas, serrines, recortes, astillas, virutas, polvo de lijado, restos de tablero, etc., así como los que proceden de la recuperación de materiales lignocelulósicos (envases, palets, muebles, madera de derribo, etc.).

## **2. ACREDITACIÓN DEL RENDIMIENTO ELÉCTRICO EQUIVALENTE (REE)**

Cualquier instalación de cogeneración a la que le sea exigible el cumplimiento de un REE mínimo deberá calcular y acreditar a final de año el rendimiento eléctrico equivalente real alcanzado por su instalación. Para ello además deberá acreditar y justificar el calor útil producido por la planta y efectivamente aprovechado por la instalación consumidora del mismo.

## **3. INSPECCIONES EN LAS COGENERACIONES**

La Administración General del Estado, a través de la Comisión Nacional de la Energía, y en colaboración con los órganos competentes de las Comunidades Autónomas correspondientes, realizará inspecciones periódicas y aleatorias a lo largo del año en curso sobre aquellas instalaciones de cogeneración objeto del cumplimiento del requisito del rendimiento eléctrico equivalente, siguiendo los criterios de elección e indicaciones que la Secretaría General de la Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio imponga en cada caso, ajustándose el número total de inspecciones efectuadas anualmente a un mínimo del 10% del total de instalaciones de cogeneración existentes, que representen al menos el 10% de la potencia instalada dentro del subgrupo correspondiente.

Dichas inspecciones se extenderán a la verificación de los procesos y condiciones técnicas y de confort que den lugar a la demanda de calor útil.

## **4. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA SIMPLE**

Los sistemas de generación eléctrica a condensación, con biomasa y/o biogás deben alcanzar unos niveles mínimos de eficiencia para su generación bruta de energía eléctrica. Es decir, para ser incluidos en el régimen especial y beneficiarse de la retribución, las plantas de biomasa deben alcanzar los rendimientos eléctricos mínimos siguientes:

Hasta 5 MW: 18%

De 5 a 10 MW: 20%

De 10 a 20 MW: 22%

De 20 a 50 MW: 24%



## 5. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE GENERACIÓN BRUTA

El cálculo de la eficiencia se realizará conforme a la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{[PEB] \cdot 0,086}{EPC}$$

Donde:

[PEB]: producción eléctrica bruta anual, en MWh.

EPC: energía primaria consumida, en toneladas equivalentes de petróleo, contabilizando a PCI (poder calorífico inferior).

## 6. ESTRUCTURA DE LA RETRIBUCIÓN

Para la venta de la energía eléctrica exportada a la red se puede elegir una de las dos opciones siguientes:

**Tarifa regulada:** la componente principal del precio es fija y denominada tarifa base (**Ptr**), a la que se aplican una serie de complementos.

**Mercado de energía eléctrica:** el precio va siguiendo el precio de la electricidad hora a hora en el mercado, incrementado en una determinada prima y una serie de complementos. La retribución principal es, en este caso, la suma del precio de mercado horario diario (**PMD**) más una prima (**P**).

Los complementos que se añaden a la retribución principal son:

**Complemento por energía reactiva (CR):** ambas opciones (a tarifa o a mercado) perciben un complemento por energía reactiva.

**Garantía de potencia (GP):** las plantas que acudan al mercado recibirán un complemento por garantía de potencia al utilizar una energía primaria gestionable.

**Complemento por discriminación horaria (DH):** complemento opcional para las plantas en la opción a tarifa.

**Complemento por eficiencia (CEF):** todas las plantas que sobrepasen los REE mínimos exigidos recibirán un complemento por eficiencia. Sólo aplicable a cogeneración.

**Desvíos (DES):** a todas las instalaciones se les repercutirá un coste de desvío por la variación entre la previsión y la exportación real.

De forma resumida, los precios de venta de electricidad, se forman como sigue:

**Tabla II 1.** Resumen precios de venta de la Electricidad

OPCIÓN 1	Tarifa Regulada Única	$PFT = (Ptr) + (CR) + (DH) + (Cef) - (Des)$
OPCIÓN 2	Mercado	$PFM = (PMD) + (P) + (GP) + (CR) + (Cef) - (Des)$

### **Complemento por Energía Reactiva**

Toda instalación acogida al régimen especial, independientemente de la opción de venta elegida (tarifa o mercado), recibirá un complemento por energía reactiva por el mantenimiento de unos determinados valores de factor de potencia.

Este complemento es un porcentaje, en función del factor de potencia con el que se entregue la energía, del valor de venta de la energía eléctrica, que será revisado anualmente.

Los coeficientes de bonificación o penalización, según el factor de potencia y el periodo horario son los siguientes:

**Tabla II 2.** Valores del coeficiente de bonificación o penalización según el factor de potencia.

Tipo de factor de potencia	Factor de potencia	Bonificación o Penalización (%)		
		Punta	Llano	Valle
Inductivo	$Fp < 0,95$	-4	-4	8
	$0,96 > Fp - 0,95$	-3	0	6
	$0,97 > Fp - 0,96$	-2	0	4
	$0,98 > Fp - 0,97$	-1	0	2
	$1,00 > Fp - 0,98$	0	2	0
	$Fp = 1,00$	0	4	0
Capacitivo	$1,00 > Fp - 0,98$	0	2	0
	$0,98 > Fp - 0,97$	2	0	-1
	$0,97 > Fp - 0,96$	4	0	-2
	$0,96 > Fp - 0,95$	6	0	-3
	$Fp < 0,95$	8	-4	-4

En las horas punta se bonifica la generación de reactiva y en las horas valle se bonifica la absorción de reactiva.

**Garantía de Potencia**

La retribución aproximada es de 2 €/MW de potencia instalada y por cada hora. Se retribuye a toda la potencia neta instalada en todas las horas del año. Sólo es de aplicación a las instalaciones que vendan su electricidad en el mercado.

**Discriminación Horaria**

Las instalaciones de cogeneración de producción (b.6, b.7 y b.8) que hayan elegido ceder su producción eléctrica al distribuidor, es decir, a tarifa fija, pueden acogerse al régimen de discriminación horaria que define horarios punta de 11 a 21 h en verano y de 12 a 22 h en invierno, correspondiendo las horas valle al resto de horas del día.

**Complemento por eficiencia**

El complemento por eficiencia se aplica a la electricidad cedida al sistema para las plantas de potencia nominal inferior o igual a 100 MW.

El complemento se calcula según la siguiente fórmula:

$$(CE) = 1,1 \cdot \left( \frac{1}{\frac{REE_{\min} - 1}{REE_i}} \right) \cdot Cmp$$

Donde:

REEmin: es el rendimiento eléctrico equivalente mínimo por tecnología.

REEi: es el rendimiento eléctrico equivalente acreditado por la planta.

Cmp: es el coste de la materia prima, publicado trimestralmente por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

**Desvíos**

Los desvíos son las diferencias entre la energía que se programa vender y la que realmente se entrega a la red.

Se les repercutirá a las instalaciones, el coste de desvío fijado en el mercado organizado por cada período de programación. El coste del desvío, en cada hora, se repercute sobre la diferencia, en valor absoluto, entre la producción real y la previsión.

## 7. TARIFAS REGULADAS Y PRIMAS

### Tarifas y primas de referencia para cogeneración con Biomasa

Las tarifas y primas de referencia que son de aplicación a la electricidad exportada por plantas de cogeneración que utilizan biomasa como combustibles, se incluyen en la siguiente tabla, que discrimina por tipo de combustible, potencia entregada máxima y antigüedad de la planta.

**Tabla II 3.** Retribución de la electricidad producida por cogeneraciones con diferentes tipos de biomasa. Artículo 35 apartado 3 (a.1.3) del RD 661/2007.

Combustible	Potencia	Plazo	Tarifa regulada (c€/kwh)	Prima de referencia (c€/kwh)
b.6.1	P≤2Mw	Primeros 15 años	16,0113	11,6608
		A partir de entonces	11,8839	0,0000
	2Mw≤P	Primeros 15 años	14,6590	10,0964
		A partir de entonces	12,3470	0,0000
b.6.2	P≤2Mw	Primeros 15 años	12,7998	8,4643
		A partir de entonces	8,6294	0,0000
	2Mw≤P	Primeros 15 años	10,7540	6,1914
		A partir de entonces	8,0660	0,0000
b.6.3	P≤2Mw	Primeros 15 años	12,7998	8,4643
		A partir de entonces	8,6294	0,0000
	2Mw≤P	Primeros 15 años	11,8294	7,2674
		A partir de entonces	8,0660	0,0000
b.8.2	P≤2Mw	Primeros 15 años	9,4804	5,1591
		A partir de entonces	6,6506	0,0000
	2Mw≤P	Primeros 15 años	7,1347	2,9959
		A partir de entonces	7,1347	0,0000

**Precio y primas de producción Eléctrica Simple**

Los grupos y subgrupos relacionados con la biomasa son los mismos que los descritos para definir los combustibles del grupo de cogeneración con biomasa. En la siguiente tabla se indican las tarifas reguladas, las primas de referencia y los límites superior e inferior. Éstos últimos aplican sólo a la venta a mercado, ya sea la planta de cogeneración o de generación simple.

**Tabla II 4.** Retribución de la electricidad producida por instalaciones que utilizan diferentes tipos de biomasa dentro de la categoría b), grupos b.6, b.7 y b.8: biomasa.

Artículo 36 del RD 661/2007.

Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo	Tarifa regulada (c€/kwh)	Prima de referencia (c€/kwh)	Límite superior (c€/kwh)	Límite inferior (c€/kwh)
b.6	b.6.1	P≤2Mw	Primeros 15 años	15,8890	11,5294	16,6300	15,4100
			A partir de entonces	11,7931	0,0000		
		2Mw≤P	Primeros 15 años	14,6590	10,0964	15,0900	14,2700
			A partir de entonces	12,3470	0,0000		
	b.6.2	P≤2Mw	Primeros 15 años	12,5710	8,2114	13,3100	12,0900
			A partir de entonces	8,4752	0,0000		
		2Mw≤P	Primeros 15 años	10,7540	6,1914	11,1900	10,3790
			A partir de entonces	8,0660	0,0000		
	b.6.3	P≤2Mw	Primeros 15 años	12,5710	8,2114	13,3100	12,0900
			A partir de entonces	8,4752	0,0000		
		2Mw≤P	Primeros 15 años	11,8294	7,2674	12,2600	11,4400
			A partir de entonces	8,0660	0,0000		
b.8	b.8.2	P≤2Mw	Primeros 15 años	9,2800	4,9214	10,0200	8,7900
			A partir de entonces	6,5100	0,0000		
		2Mw≤P	Primeros 15 años	6,5080	1,9454	6,9400	6,1200
			A partir de entonces	6,5080	0,0000		

## 8. ACTUALIZACIONES

En general, los importes de las tarifas, primas, complementos y límites inferior y superior para la biomasa (es decir, para la categoría b y el subgrupo a.1.3), se actualizarán anualmente según el IPC menos:

- 0,25% hasta el 31 de diciembre de 2012
- 0,50% a partir de entonces

Los importes de tarifas, primas, complementos y límites inferior y superior que resulten de cualquiera de las actualizaciones contempladas en el punto anterior serán de aplicación a la totalidad de instalaciones de cada grupo, con independencia de la fecha de puesta en servicio de la instalación.

## 9 LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y CALIDAD DE LA BIOMASA FORESTAL, YA SEA PARA USO DOMÉSTICO O INDUSTRIAL, ESTÁ REGULADO POR NORMATIVAS, ORDENANZAS, DECRETOS Y REALES DECRETOS.

### Recolección

#### *Real Decret0 2003/1996, de 6 de septiembre*

Por el cual se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación del trabajador forestal.

#### *Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo del año 1971.*

La falta de la normativa en el estado Español que regule de forma específica la prevención de riesgos en el trabajo forestal, deja a estos al amparo de una norma preconstitucional como es la ordenanza citada.

La Ley 31/1995, del 8 de Noviembre, de prevención de riesgos laborales, excluye de la normativa general los trabajos ejecutados en el aire libre o en locales provisionales.

### Transporte

#### *Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres.*

En diferencia de otros países, aún no se ha aprobado la modificación de la Ley sobre el transporte forestal especial que permita aumentar la capacidad de carga.

## **Almacenamiento**

### ***Decreto 241/1994, de 26 de julio, sobre condicionantes urbanísticos y de protección contra incendios en los edificios.***

Este decreto afecta a las instalaciones agrícolas, ramaderas y forestales aisladas, y especifica que “las actividades que comporten riesgo de incendio manifiesto, han de cumplir las siguientes condiciones mínimas:

- a) El mantenimiento de una zanja perimetral de 25m de anchura permanente libre de vegetación baja y arbustiva, con la masa forestal aclarada y las ramas bajas podadas.
  
- b) La disponibilidad de dos vías públicas distintas, de acceso y salida, con comunicación con la trama urbana del municipio o carretera asfaltada, o una sola vía con anchura mínima de 5 metros, mas las aceras.

### ***Real Decreto 2267/2004, de 3 de Diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.***

En su anexo II establece:

La distribución de los materiales combustibles en las áreas de incendio en configuraciones de tipo D y E (establecimientos industriales que ocupan un espacio abierto y que pueden estar totalmente o parcialmente cubiertos) tendrán que cumplir los siguientes requisitos:

- Superficie máxima de cada pila: 500m<sup>2</sup>.
- Volumen máximo de cada pila: 3.500m<sup>2</sup>.
- Altura máximo de cada pila: 15m.
- Longitud máxima de cada pila: 45m si la anchura del pasillo es > 2,5m; 20m si el pasillo es >1,5m.”

### ***Decreto legislativo 1/2005, de 26 de julio, por el cual se aprueba el texto de la ley de urbanismo.***

El Artículo 47.4 dice que el suelo no urbanizable puede ser objeto de actuaciones específicas para destinarlo a las actividades o equipamientos de interés público que se hayan de emplazar en medio rural.

### **Normativa que regula la calidad del producto**

Para garantizar el buen funcionamiento de una instalación, en concreto la caldera, el combustible utilizado debe cumplir las exigencias que marca el fabricante de la misma.

La existencia de normas permite definir cuáles son los parámetros de calidad. En el caso de la Astilla, son dos las normas que la afectan:

#### **UNE-CEN/TS 14961**

(Normativa española) Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles

#### **ÖNORM 7133**

(Normativa austriaca)

Estas normas hacen referencia a la humedad, granulometría, densidad contenido en cenizas y de nitrógeno.

**Clasificación de la astilla según las normas UNE-CEN/TS 14961 i ÖNORM 7133 i teniendo en cuenta la granulometría.**

**Tabla II 5.** Clasificación de astilla según normas UNE-CEN/TS 14961

<b>Norma UNE-CEN/TS 14961</b>			
	Fracción fina (máx. 5%)	Fracción principal (mín. 80%)	Fracción gruesa (máx. 1%)
P16	<1mm	3,15-16mm	>45mm, todas <85mm de longitud
P45	<1mm	3,15-45mm	>63mm
P63	<1mm	3,15-63mm	>100mm
P100	<1mm	3,15-100mm	>200mm

**Tabla II 6.** Clasificación de astilla según normas ÖNORM 7133

<b>Norma ÖNORM 7133</b>						
	Rangos de granulometría				Valores máximos permitidos	
	Máx. 20%	60-100%	Máx. 20%	Máx. 4%	Sección máxima	Longitud
G30	>16mm	16-2,8mm	2,8-1mm	<1mm	3cm <sup>2</sup>	8,5cm
G50	>31,5mm	31,5-5,8mm	5,6-1mm	<1mm	5cm <sup>2</sup>	12cm
G100	>63mm	63-11,2mm	11,2-1mm	<1mm	10cm <sup>2</sup>	25cm



**Clasificación de la astilla según las normas UNE-CEN/TS 14961 i ÖNORM 7133 i teniendo en cuenta la humedad.**

**Tabla II 7.** Clasificación del calibre de astilla

<b>UNE-CEN/TS 14961</b>		<b>ÖNORM 7133</b>	
M20	≤20%	W20	≤20%
M30	≤30%	W30	20-30%
M40	≤40%	W35	30-35%
M55	≤55%	W40	35-40%
M65	≤65%	W50	40-50%



# ANEJO III

## Estudio básico de seguridad y salud



## **ANEJO III: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

1. OBJETO Y AMBITO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	1
1.1 AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	1
1.2 PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	2
1.3 PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO .....	2
2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA FASE DE FABRICACIÓN .....	3
2.1 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	3
2.2 FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	6
2.3 RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	7
2.3.1 <i>Análisis y evaluación inicial de los medios auxiliares.....</i>	<i>8</i>
2.3.2 <i>Análisis y evaluación inicial de riesgos con las herramientas .....</i>	<i>11</i>
2.3.3 <i>Análisis y evaluación inicial de los riesgos según tipos de energía .....</i>	<i>15</i>
2.3.4 <i>Análisis y evaluación inicial de riesgos con los materiales.....</i>	<i>16</i>
2.4 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS .....	17
2.4.1 <i>Protecciones colectivas .....</i>	<i>17</i>
2.4.2 <i>Protecciones colectivas particulares a cada fase de obra.....</i>	<i>19</i>
2.4.3 <i>Equipos de protección individual (EPIS) .....</i>	<i>19</i>
2.4.4 <i>Directrices generales para la prevención de riesgos dorsolumbares.....</i>	<i>22</i>
2.4.5 <i>Mantenimiento preventivo general .....</i>	<i>23</i>
2.4.6 <i>Instalaciones generales de higiene en la obra.....</i>	<i>25</i>
2.4.7 <i>Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra .....</i>	<i>27</i>
2.4.8 <i>Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar los trabajos .....</i>	<i>29</i>
2.4.9 <i>Sistema decidido para el control del nivel de seguridad y salud de la obra .....</i>	<i>29</i>
2.5 LEGISLACION, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO .....	30
2.5.1 <i>Legislación.....</i>	<i>30</i>
2.5.2 <i>Normativas.....</i>	<i>31</i>
2.5.3 <i>Convenios .....</i>	<i>31</i>
3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA FASE DE EXPLOTACIÓN .....	32
3.1 IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD .....	32
3.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	32
3.2.1 <i>Autor del estudio básico de seguridad y salud .....</i>	<i>32</i>
3.2.2 <i>Período estimado.....</i>	<i>32</i>
3.2.3 <i>Número de trabajadores.....</i>	<i>32</i>
3.2.4 <i>Relación resumida de los trabajos a realizar .....</i>	<i>32</i>
3.3 FASES DE LA ACTIVIDAD CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	33

3.4 RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	34
3.4.1 <i>Análisis y evaluación inicial de riesgos de los medios auxiliares</i> .....	35
3.4.2 <i>Análisis y evaluación inicial de riesgos según tipos de energía</i> .....	37
3.4.3 <i>Análisis y evaluación inicial de riesgos de los materiales</i> .....	37
3.4.4 <i>Mano de obra</i> .....	37
3.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS .....	38
3.5.1 <i>Equipos de protección individual (EPIS)</i> .....	38
3.5.2 <i>Mantenimiento preventivo general</i> .....	39
3.5.3 <i>Instalaciones generales de higiene en la obra</i> .....	40
3.5.4 <i>Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra</i> .....	42
3.5.5 <i>Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar los trabajos</i> .....	44
3.5.6 <i>Sistema decidido para el control del nivel de seguridad y salud de la obra</i> .....	45
3.6 LEGISLACION, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO .....	45
3.6.1 <i>Normativas</i> .....	46
3.6.2 <i>Convenios de la oit ratificados por España</i> .....	47

## **1. OBJETO Y AMBITO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

La obra objeto de este E.B.S.S consiste en la ejecución de un proyecto de cogeneración en el que se generara energía eléctrica y calorífica mediante un ciclo de Rankine, localizada en el municipio de Buñol (Valencia).

El presente estudio básico de seguridad y salud comprende dos partes:

- *Fase de desarrollo del proyecto*, que comprende el proceso de montaje e instalación de las máquinas.
- *Fase de explotación del proyecto*, que se corresponde con la utilización de la máquinas e instalaciones.

La primer parte del EBSS 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).

La segunda parte del EBSS describe los riesgos derivados del uso de la maquinaria y de las instalaciones, junto con las prevenciones correspondientes a estos riesgos. Tales riesgos pueden deberse a diferentes causas como el uso de la caldera y de la instalación de cogeneración en la que se alcanzan altas presiones y temperaturas así como el uso de máquinas con elementos mecánicos y eléctricos. En el *Anejo 4* del presente proyecto se amplía la legislación aplicable en ambos casos.

### **1.1 AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Nombre y Apellidos: DARÍO HERRERO CABALLER

Titulación: GRADUADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

Especialidad: INDUSTRIAS FORESTALES

Escuela: E.T.S.I. AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL (VALENCIA)

## **1.2 PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

El presupuesto total de la obra, asciende a 7.026.764,94.

## **1.3 PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO**

La instalación va a cargo de la empresa suministradora, serán ellos los que se encarguen a su vez de la instalación, en un periodo estimado de seis meses.



## **2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA FASE DE FABRICACIÓN**

### **2.1 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Exige el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre la realización de este estudio básico 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 riesgos y las medidas preventivas que los controlen.

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 las 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 instalación
- Supervisión y selección de la maquinaria y herramientas adecuadas para la ejecución del proyecto
- 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.

- 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 una planificación para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.
- 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 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, 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.

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.
- h) La adaptación de los diferentes tiempos efectivos a dedicar a las distintas fases del trabajo.
- i) La cooperación entre el personal que está involucrado en la realización de la obra.
- 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.

### ***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.

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.

## **2.2 FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Durante la ejecución de los trabajos se plantea la realización de las siguientes fases de obras con identificación de los riesgos que conllevan:

### ***Montaje de piezas***

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos
- Ambiente pulvígeno
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Caídas de personas al mismo nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Cuerpos extraños en ojos
- Desprendimientos
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Pisada sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos
- Ruido

### ***Instalación eléctrica***

- Contactos eléctrico directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.

- Sobreesfuerzos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas
- Quemaduras físicas y químicas

### **2.3 RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Se describen, a continuación, los medios técnicos que se prevé utilizar para el desarrollo de este proyecto. De conformidad con lo indicado en el R.D. 1627/97 de 24/10/97 se identifican los riesgos inherentes a tales medios técnicos. Este análisis inicial de riesgos se realiza sobre papel antes del comienzo de la fabricación; se trata de un trabajo previo necesario, para la concreción de los supuestos de riesgo previsibles durante la ejecución de los trabajos, por consiguiente, es una aproximación realista a lo que puede suceder en el proceso de fabricación. En todo caso, los riesgos aquí analizados se resuelven mediante la protección colectiva necesaria, los equipos de protección individual y señalización oportunos para su neutralización o reducción a la categoría de: **“riesgo trivial”**, **“riesgo tolerable”** o **“riesgo moderado”**, porque se entienden “controlados sobre el papel” por las decisiones preventivas que se adoptan en este estudio básico de seguridad y salud.

El éxito de estas prevenciones actuales dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra. En todo caso, esta autoría de seguridad entiende, que el plan de seguridad y salud que componga el contratista adjudicatario respetará la metodología y concreción conseguidas por este trabajo. El pliego de condiciones técnicas y particulares, recoge las condiciones y calidad que debe reunir cada uno de los elementos.

## 2.3.1 Análisis y evaluación inicial de los medios auxiliares

Actividad: <b>Recepción de maquinaria, medios auxiliares y montajes.</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caída a distinto nivel, (salto desde la caja del camión al suelo de forma descontrolada, empujón por penduleo de la carga).	X						X				X		
Sobre esfuerzos por manejo de objetos pesados.	X				X	X			X				
Caídas a nivel o desde escasa altura, (caminar sobre el objeto que se está recibiendo o montando).	X				X	X			X				
Atrapamiento entre piezas pesadas.	X				X	X			X				
Cortes por manejo de herramientas o piezas metálicas.	X				X	X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado					

Actividad: <b>Uso de palets (suministro de piezas) y montaje de piezas prefabricadas.</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Golpes a las personas por el transporte de grandes piezas en suspensión a gancho de grúa.	X			X	X		X			X			
Atrapamientos durante las maniobras de recibido y ubicación de grandes piezas.	X				X		X			X			
Caída de personas al mismo nivel, (desorden de obra, superficies resbaladizas).	X				X	X			X				
Caída de personas a distinto nivel, (empujón por penduleo de la carga en sustentación a gancho de grúa).		X			X		X				X		
Caída de personas desde altura por: (penduleo de cargas en suspensión a gancho de grúa; arrastre por la carga que se recibe; huecos horizontales y verticales).		X		X	X		X				X		
Vuelco de piezas prefabricadas, (falta o apuntalado peligroso; presentación y recibido peligrosos).	X				X			X			X		
Desplome de piezas prefabricadas, (apuntalado peligroso o presentación incorrecta).	X				X			X			X		
Cortes por manejo de herramientas manuales.	X				X	X			X				
Cortes o golpes por manejo de máquinas herramienta.	X				X		X			X			
Sobreesfuerzos, (guía de piezas).	X				X	X			X				
Aplastamiento de manos o pies al recibir las piezas.		X			X		X				X		
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte de cargas a gancho.	X						X			X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado					

Actividad: <b>Escaleras de servicio</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Caídas al mismo nivel, (como consecuencia de la ubicación y método de apoyo de la escalera, así como su uso o abuso).	X						X				X			
Caídas a distinto nivel, (como consecuencia de la ubicación y método de apoyo de la escalera, así como su uso o abuso).	X							X				X		
Caída por rotura de los elementos constituyentes de la escalera, (fatiga de material; nudos; golpes; etc.).	X						X				X			
Caída por deslizamiento debido a apoyo incorrecto, (falta de zapatas, etc.).	X						X				X			
Caída por vuelco lateral por apoyo sobre una superficie irregular.	X						X				X			
Caída por rotura debida a defectos ocultos.	X							X						X
Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos, (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras cortas para la altura a salvar).	X							X						X
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Camión de transporte de materiales.</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalistas; errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos).		X					X					X		
Choques al entrar y salir de la obra por: (maniobras en retroceso; falta de visibilidad; ausencia de señalista; ausencia de señalización; ausencia de semáforos).	X						X				X			
Vuelco del camión por: (superar obstáculos; fuertes pendientes; medias laderas; desplazamiento de la carga).	X						X				X			
Caídas desde la caja al suelo por: (caminar sobre la carga; subir y bajar por lugares imprevistos para ello).	X						X				X			
Proyección de partículas por: (viento; movimiento de la carga).	X							X				X		
Atrapamiento entre objetos, (permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión).		X			X		X					X		
Atrapamientos, (labores de mantenimiento).		X					X					X		
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Camión grúa.</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalista; espacio angosto).	X						X				X		
Vuelco del camión grúa por: (superar obstáculos del terreno; errores de planificación).	X						X				X		
Atrapamientos, (maniobras de carga y descarga).	X						X				X		
Golpes por objetos, (maniobras de carga y descarga).		X					X					X	
Caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos.		X					X					X	
Desprendimiento de la carga por eslingado peligroso.	X							X				X	
Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio.	X						X				X		
Ruido.		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable					
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado		In	Riesgo intolerable		

Actividad: <b>Andamio de caballete (utilizados para el montaje auxiliar de piezas)</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Sobreesfuerzos, (guía de piezas).	X				X	X				X			
Atrapamientos y aplastamientos	X						X				X		
Caída de objetos y/o de máquinas		X					X					X	
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X					X	
Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio.	X						X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.		X			X	X				X			
Ruido.		X			X	X				X			
Caídas al mismo nivel (desorden de obra).	X				X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable					
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado		In	Riesgo intolerable		



2.3.2 Análisis y evaluación inicial de riesgos con las herramientas

a) Herramientas eléctricas

Actividad: **Máquinas eléctricas cortantes en general (corte de acero, latón y teflón): radial de corte, sierra eléctrica y afiladora de herramientas.**

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Cortes por: (el disco de corte; proyección de objetos; voluntarismo; impericia).		X			X		X					X		
Quemaduras por: (el disco disco de corte; tocar objetos calientes; voluntarismo; impericia).		X			X	X				X				
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X			
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X			
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X			
Cuerpos extraños en ojos.		X			X		X				X			
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X			
Vibraciones.		X			X		X				X			
Ruido.		X			X	X				X				
Polvo.		X			X	X				X				
Sobre esfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X				

Actividad: **Fresadora (fabricación de tornillería)**

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Quemaduras por: (tocar objetos calientes; voluntarismo; impericia).		X			X	X				X				
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X			
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X			
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X			
Cuerpos extraños en ojos.		X			X		X				X			
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X			
Vibraciones.		X			X		X				X			
Ruido.		X			X	X				X				
Polvo.		X			X	X				X				
Sobre esfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X				

Interpretación de las abreviaturas

Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente daño			T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante	
M	Media	i	Individual	D	Daño			To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable	
A	Alta			Ed	Extremadamente daño			M	Riesgo moderado				

Actividad: <b>Remachadora</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X			
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X			
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X			
Cuerpos extraños en ojos.		X			X		X				X			
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X			
Vibraciones.		X			X		X				X			
Ruido.		X			X	X				X				
Atrapamientos	X						X			X				
Sobre esfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X				
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente Dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Compresor (pintura del bastidor)</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
<b>Riesgos del transporte interno:</b>														
Vuelco, (circular por pendientes superiores a las admisibles).	X						X			X				
Atrapamiento de personas, (mantenimiento).	X				X		X			X				
Desprendimiento y caída durante el transporte en suspensión.	X							X				X		
Sobre esfuerzos, (empuje humano).	X					X			X					
<b>Riesgos del compresor en servicio:</b>														
Ruido, (modelos que no cumplen las normas de la UE; utilizarlos con las carcasa abiertas).		X				X			X					
Rotura de la manguera de presión, (efecto látigo; falta de mantenimiento; abuso de utilización; tenderla en lugares sujetos a abrasiones o pasos de vehículos).	X						X			X				
Emanación de gases tóxicos por escape del motor.		X					X				X			
Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.	X				X		X			X				
Vuelco de la máquina por: (estación en pendientes superiores a las admitidas por el fabricante; blandones; intentar superar obstáculos).	X						X			X				
Caída desde el vehículo de suministro durante maniobras en carga, (impericia).	X						X				X			
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Atornilladora con y sin alimentador</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X		
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X		
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X		
Cuerpos extraños en ojos.		X			X		X				X		
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X		
Vibraciones.		X			X		X				X		
Ruido.		X			X	X				X			
Atrapamientos	X						X			X			
Sobre esfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado					

Actividad: <b>Grupo de soldadura (unión de perfiles)</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra).	X				X	X				X			
Atrapamiento entre objetos pesados, en fase de soldadura o de corte.	X				X		X			X			
Aplastamiento de manos y / o pies por objetos pesados en fase de soldadura o de corte.	X				X		X			X			
Inhalación de vapores metálicos, atmósfera anaerobia (soldadura u oxicorte en lugares cerrados sin extracción localizada).		X			X		X				X		
Radiaciones luminosas por metal blanco, (ceguera).		X			X		X				X		
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X		
Quemaduras físicas y químicas (impericia; despiste; vertido de gotas incandescentes).		X			X	X				X			
Incendios, (soldar o cortar en presencia de materiales inflamables).	X			X			X			X			
Sobre esfuerzos, (sustentar piezas pesadas).	X				X	X			X				
Proyección violenta de partículas a los ojos, (esmerilado; picado del cordón de soldadura).		X			X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.		X			X	X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado					

Actividad: <b>Taladro eléctrico</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Sobre esfuerzos, (taladros de longitud importante).	X				X	X			X					
Contacto con la energía eléctrica, (falta de doble aislamiento; anulación de toma de tierra; carcasa de protección rotas; conexiones sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X			
Erosiones en las manos.	X				X	X			X					
Cortes, (tocar aristas, limpieza del taladro).	X				X	X			X					
Golpes en el cuerpo y ojos, por fragmentos de proyección violenta.	X				X		X			X				
Los derivados de la rotura de la broca, (accidentes graves por proyección muy violenta de fragmentos).	X				X		X			X				
Polvo.		X			X	X				X				
Caídas al mismo nivel por: (pisadas sobre materiales; torceduras; cortes).		X			X	X				X				
Ruido.		X			X	X				X				
Vibraciones.		X			X	X				X				
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable						
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado		In	Riesgo intolerable			

b) Herramientas de mano

Actividad: <b>Bolsa portaherramientas, brochas, pinceles, nivel, regla, escuadra, plomada, tenazas, martillo, alicates</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Atrapamiento de dedos durante el montaje.		X			X		X				X			
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria	X				X	X			X					
Erosiones derivadas del arranque o presencia de viruta metálica.	X				X	X			X					
Cortes en las manos, (incluso amputaciones traumáticas).	X				X		X				X			
Caídas al mismo nivel por: (pisadas sobre materiales; torceduras; cortes).	X				X	X			X					
Ruido.		X			X	X				X				
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X					
Vibraciones.		X			X	X				X				

Actividad: <b>Dobladora de chapa (para la formación de la cavidad multimodal)</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Atrapamientos		X			X		X					X		
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria	X				X	X			X					
Erosiones derivadas del arranque o presencia de viruta metálica.	X				X	X			X					
Cortes en las manos, (incluso amputaciones traumáticas).	X				X		X					X		
Caídas al mismo nivel por: (pisadas sobre materiales; torceduras; cortes).	X				X	X			X					
Ruido.		X			X	X					X			
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X					
Vibraciones.		X			X	X					X			
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

### 2.3.3 Análisis y evaluación inicial de los riesgos según tipos de energía

Actividad: <b>Energía eléctrica</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Radiaciones luminosas (ceguera).		X			X		X				X			
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X			
Quemaduras físicas y químicas (impericia; despiste; vertido de gotas incandescentes).		X			X	X					X			
Incendios, (soldar o cortar en presencia de materiales inflamables).	X				X		X				X			
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Energía humana</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Sobreesfuerzos.	X				X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

## 2.3.4 Análisis y evaluación inicial de riesgos con los materiales

Actividad: <b>Chapas de latón, perfiles en L y tubos de acero</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Atrapamientos y aplastamientos		X			X		X				X			
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria	X				X	X			X					
Erosiones derivadas del arranque o presencia de viruta metálica.	X				X	X			X					
Cortes en las manos, (incluso amputaciones traumáticas).	X				X		X				X			
Caídas al mismo nivel por: (pisadas sobre materiales; torceduras; cortes).	X				X	X			X					
Ruido.		X			X	X				X				
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Tornillería, grapas, abrazaderas, poleas e hilos de transmisión</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Atrapamientos		X			X		X				X			
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria	X				X	X			X					
Erosiones derivadas del arranque o presencia de viruta metálica.	X				X	X			X					
Cortes en las manos, (incluso amputaciones traumáticas).	X				X		X				X			
Caídas al mismo nivel por: (pisadas sobre materiales; torceduras; cortes).	X				X	X			X					
Ruido.		X			X	X				X				
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Pinturas</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Caídas al mismo nivel (desorden de obra).	X				X	X			X					
Atmósferas tóxicas, irritantes.		X			X		X				X			
Incendios, (soldar o cortar en presencia de materiales inflamables).	X			X			X			X				
Sobre esfuerzos, (posición forzada).	X				X	X			X					
Proyección de partículas a los ojos (pintura).		X			X		X				X			
Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.		X			X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Material eléctrico: conductores, motores, ventiladores, protecciones, fuentes de alimentación, magnetrones, lámparas.</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Radiaciones luminosas (ceguera).		X			X		X							
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X			
Quemaduras físicas y químicas (impericia; despiste; vertido de gotas incandescentes).		X			X	X				X				
Incendios, (soldar o cortar en presencia de materiales inflamables).	X			X			X			X				
Atrapamientos		X			X		X				X			
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

## 2.4 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

### 2.4.1 Protecciones colectivas

#### a) 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.

#### c) Pintura de señalización

Empleo de líneas amarillas en el suelo para la demarcación del recinto o área de fabricación.

#### d) Delimitación de las zonas de trabajo

Las zonas de trabajo se delimitarán con líneas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo. El suelo de la zona de trabajo será de color gris (hormigón de la solera). El suelo de la zona de pasillos de circulación de personas y materiales irá pintado de color rojo.

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

f) Protección de personas en instalación eléctrica

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado. En aplicación de lo indicado en el apartado 3A del anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe 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.

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.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles estarán blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

g) Señales óptico-acústicas de vehículos de obra

Las máquinas autoportantes (como es el caso de las transpaletas) que puedan intervenir en las operaciones de mantenimiento 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 destellante 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.).

#### 2.4.2 Protecciones colectivas particulares a cada fase de obra

- Montaje de piezas  
Protección contra caídas de altura de personas u objetos. Accesos y zonas de paso. Orden y limpieza. Marquesinas fijas. Plataformas de carga y descarga.
- Instalación eléctrica  
Protecciones ya incluidas en el apartado de generales.

#### 2.4.3 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
- 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
- Aplastamientos.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Atmósferas tóxicas, irritantes
- 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.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Caídas de personas al mismo nivel.
- 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
  - Mandil de cuero
  - Manguitos
  - Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo
  - Pantalla para soldador de oxicorte
  - Polainas de soldador cubre-calzado
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
  - Chaleco reflectante para señalistas
  - Guantes de protección frente a abrasión
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Calzado de protección con suela antiperforante
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura
- Vibraciones.
- Cinturón de protección lumbar
- Sobreesfuerzos.
- Cinturón de protección lumbar
- Ruido.
- Protectores auditivos

#### 2.4.4. 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.

##### a) 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.

##### b) 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.<sup>7</sup>

##### c) 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.

d) 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.

e) 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.

#### 2.4.5 Mantenimiento preventivo general

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 del mencionado R.D.

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 fabricante 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 limpiarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulvígenos, y con ello la suciedad acumulada sobre tales elementos.

La instalación eléctrica provisional de fabricación 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 eléctricas 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).

#### 2.4.6 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 poder 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, 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 núm. 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 dichos, 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.



## 2.4.7 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 sólo 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 sí 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 para 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 sus 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 clínico-laboral, 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.

#### 2.4.8 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.

#### 2.4.9 Sistema decidido para el control del nivel de seguridad y salud de la obra

- 1º El plan de seguridad y salud es el documento que deberá recogerlo exactamente, según las condiciones contenidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud.
- 2º El sistema elegido, es el de "listas de seguimiento y control" para ser cumplimentadas por los medios del contratista adjudicatario y que se definen en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

3º La protección colectiva y su puesta en obra se controlará mediante la ejecución del plan de obra previsto y las listas de seguimiento y control mencionadas en el punto anterior.

4º El control de entrega de equipos de protección individual se realizará:

Mediante la firma del trabajador que los recibe, en un parte de almacén que se define en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

Mediante la conservación en acopio, de los equipos de protección individual utilizados, ya inservibles, hasta que la dirección facultativa de seguridad y salud pueda medir las cantidades desechadas.

## **2.5 LEGISLACION, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO**

### 2.5.1 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 para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (R.D. 614/2001).

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).

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).

Ordenanza general de higiene y seguridad en el 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. 842 de 2/08/2002).

R.D. 1316/89 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados del ruido.

#### 2.5.2 Normativas

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.

#### 2.5.3. Convenios

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).

---

### **3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA FASE DE EXPLOTACIÓN**

#### **3.1 IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD**

La actividad, objeto de este E.B.S.S, consiste en la producción de energía eléctrica y calorífica mediante un sistema de cogeneración que utiliza un ciclo de Rankine para producir esta energía.

#### **3.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

##### **3.2.1 Autor del estudio básico de seguridad y salud**

Nombre y Apellidos: DARÍO HERRERO CABALLER

Titulación: GRADUADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

Especialidad: INDUSTRIAS FORESTALES

Escuela: E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL (VALENCIA)

##### **3.2.2 Período estimado**

El período de utilización de la instalación será desde su adquisición hasta la retirada de la misma por obsolescencia, el periodo estimado son 20 años.

##### **3.2.3 Número de trabajadores**

El número de trabajadores durante la fase de utilización de la instalación se estima en 2 operarios por turno de trabajo más un ingeniero jefe en uno de ellos.

##### **3.2.4 Relación resumida de los trabajos a realizar**

Mediante la ejecución de las fases de la actividad citadas a continuación que, componen la parte técnica del proyecto al que se adjunta este E.B.S.S., se pretende la realización de los trabajos que quedan reflejados en la descripción del funcionamiento, descrito en la memoria del proyecto.

### 3.3 FASES DE LA ACTIVIDAD CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Durante la ejecución de los trabajos se plantea la realización de las siguientes fases de obras con identificación de los riesgos que conllevan:

#### *Fase de conexión*

- Riesgo de muerte por electrocución ante la presencia de Alta Tensión
- Contactos eléctrico directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Quemaduras físicas y químicas

#### *Fase de carga*

- Atrapamientos
- Ambiente pulvígeno
- Sobreesfuerzos
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria

#### *Fase de descarga*

- Atrapamientos
- Ambiente pulvígeno
- Sobreesfuerzos
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria

#### *Fase de desconexión*

- Contactos eléctrico directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Quemaduras físicas y químicas

### 3.4 RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Se describen, a continuación, los medios técnicos que se prevé utilizar para el desarrollo de este proyecto.

De conformidad con lo indicado en el R.D. 1627/97 de 24/10/97 se identifican los riesgos inherentes a tales medios técnicos.

Este análisis inicial de riesgos se realiza sobre papel antes del comienzo de la fabricación; se trata de un trabajo previo necesario, para la concreción de los supuestos de riesgo previsibles durante la ejecución de los trabajos, por consiguiente, es una aproximación realista a lo que puede suceder en el proceso de fabricación.

En todo caso, los riesgos aquí analizados, se resuelven mediante la protección colectiva necesaria, los equipos de protección individual y señalización oportunos para su neutralización o reducción a la categoría de: **“riesgo trivial”**, **“riesgo tolerable”** o **“riesgo moderado”**, porque se entienden “controlados sobre el papel” por las decisiones preventivas que se adoptan en este estudio básico de seguridad y salud.

El éxito de estas prevenciones actuales dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra. En todo caso, esta autoría de seguridad entiende, que el plan de seguridad y salud que componga el contratista adjudicatario respetará la metodología y concreción conseguidas por este trabajo. El pliego de condiciones técnicas y particulares, recoge las condiciones y calidad que debe reunir la propuesta que presente en su momento a la aprobación de esta autoría de seguridad y salud.



## 3.4.1 Análisis y evaluación inicial de riesgos de los medios auxiliares

Actividad: <b>Uso de palets (recepción del sustrato a desinfectar)</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Golpes a las personas por el transporte de grandes piezas en suspensión a gancho de grúa.	X			X	X		X			X			
Atrapamientos durante las maniobras de recibido y ubicación de grandes piezas.	X				X		X			X			
Caída de personas al mismo nivel, (desorden de obra, superficies resbaladizas).	X				X	X			X				
Caída de personas a distinto nivel, (empujón por penduleo de la carga en sustentación a gancho de grúa).		X			X		X				X		
Caída de personas desde altura por: (penduleo de cargas en suspensión a gancho de grúa; arrastre por la carga que se recibe; huecos horizontales y verticales).		X		X	X		X				X		
Cortes por manejo de herramientas manuales.	X				X	X			X				
Sobreesfuerzos, (guía de palets).	X				X	X			X				
Aplastamiento de manos o pies al recibir las palets.		X			X		X				X		
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte de cargas a gancho.	X						X			X			

Actividad: <b>Escaleras de servicio</b>													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (como consecuencia de la ubicación y método de apoyo de la escalera, así como su uso o abuso).	X						X			X			
Caídas a distinto nivel, (como consecuencia de la ubicación y método de apoyo de la escalera, así como su uso o abuso).	X							X			X		
Caída por rotura de los elementos constituyentes de la escalera, (fatiga de material; nudos; golpes; etc.).	X						X			X			
Caída por deslizamiento debido a apoyo incorrecto, (falta de zapatas, etc.).	X						X			X			
Caída por vuelco lateral por apoyo sobre una superficie irregular.	X						X			X			
Caída por rotura debida a defectos ocultos.	X							X					X
Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos, (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras <i>cortas</i> para la altura a salvar).	X							X					X

Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante	
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable					
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado			In	Riesgo intolerable	

Actividad: <b>Camión de transporte de materiales.</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalistas; errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos).		X					X					X		
Choques al entrar y salir de la obra por: (maniobras en retroceso; falta de visibilidad; ausencia de señalista; ausencia de señalización; ausencia de semáforos).	X						X			X				
Vuelco del camión por: (superar obstáculos; fuertes pendientes; medias laderas; desplazamiento de la carga).	X						X			X				
Caídas desde la caja al suelo por: (caminar sobre la carga; subir y bajar por lugares imprevistos para ello).	X						X			X				
Proyección de partículas por: (viento; movimiento de la carga).	X							X			X			
Atrapamiento entre objetos, (permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión).		X			X		X				X			
Atrapamientos, (labores de mantenimiento).		X					X				X			
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Camión grúa.</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalista; espacio angosto).	X						X			X				
Vuelco del camión grúa por: (superar obstáculos del terreno; errores de planificación).	X						X			X				
Atrapamientos, (maniobras de carga y descarga).	X						X			X				
Golpes por objetos, (maniobras de carga y descarga).		X					X				X			
Caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos.		X					X				X			
Desprendimiento de la carga por eslingado peligroso.	X							X			X			
Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio.	X						X			X				
Ruido.		X			X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

## 3.4.2 Análisis y evaluación inicial de riesgos según tipos de energía

Actividad: <b>Energía eléctrica</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Radiaciones luminosas (ceguera).		X			X		X					X		
Contacto eléctricos directos e indirectos, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X					X		
Quemaduras físicas y químicas (impericia; despiste; vertido de gotas incandescentes).		X			X	X					X			
Incendios, (soldar o cortar en presencia de materiales inflamables).	X			X			X			X				
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

Actividad: <b>Energía humana</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Sobreesfuerzos.	X				X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

## 3.4.3 Análisis y evaluación inicial de riesgos de los materiales

Actividad: <b>Sustratos agrícolas y bandejas de semilleros</b>														
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Sobreesfuerzos, (guía de piezas).	X				X	X			X					
Caída de objetos y/o de máquinas		X					X				X			
Ambiente pulvígeno.		X			X		X				X			
Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.		X			X	X			X					
Caídas al mismo nivel (desorden de obra).	X				X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino		T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado						

## 3.4.4 Mano de obra

Durante la fase de explotación intervendrán un mínimo de 2 operarios.

### 3.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

#### 3.5.1 Equipos de protección individual (EPIS)

- Quemaduras físicas y químicas.

- Guantes de protección frente a abrasión
- Guantes de protección frente a agentes químicos
- Guantes de protección frente a calor

- 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

- 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.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- 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

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

- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Chaleco reflectante para señalistas

- Guantes de protección frente a abrasión

- Sobreesfuerzos.

- Cinturón de protección lumbar

### 3.5.2 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 desaconsejarse 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 pulvúgenos, 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 eléctricas 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).

### 3.5.3 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 poder 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, 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 dichos, 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.

#### 3.5.4 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 sólo 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 sí 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 para 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 sus 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 clínico-laboral, 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.

### 3.5.5 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.

### 3.5.6 Sistema decidido para el control del nivel de seguridad y salud de la obra

- 1º El plan de seguridad y salud es el documento que deberá recogerlo exactamente, según las condiciones contenidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud.
- 2º El sistema elegido, es el de "listas de seguimiento y control" para ser cumplimentadas por los medios del contratista adjudicatario y que se definen en el pliego de condiciones técnicas y particulares.
- 3º La protección colectiva y su puesta en obra se controlará mediante la ejecución del plan de obra previsto y las listas de seguimiento y control mencionadas en el punto anterior.
- 4º El control de entrega de equipos de protección individual se realizará:

Mediante la firma del trabajador que los recibe, en un parte de almacén que se define en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

Mediante la conservación en acopio, de los equipos de protección individual utilizados, ya inservibles, hasta que la dirección facultativa de seguridad y salud pueda medir las cantidades desechadas.

## **3.6 LEGISLACION, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO**

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 para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. R.D. 614/2001.

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).

Ordenanza general de higiene y seguridad en el 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 baja tensión (R.D. 842 de 2/08/2002).

R.D. 1316/89 sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados del ruido.

### 3.6.1 Normativas

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.

### 3.6.2 Convenios de la oit ratificados por España

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).



# ANEJO IV

## Legislación sobre seguridad en los equipos





## **ANEJO IV: LEGISLACIÓN SOBRE SEGURIDAD EN LOS EQUIPOS**

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. LEGISLACIÓN SOBRE CALDERAS Y RECIPIENTES A PRESIÓN .....	1
3. LEGISLACIÓN SOBRE EL USO DE EQUIPOS DE TRABAJO .....	3
3.1 MARCADO “CE”. DIRECTIVA 98/37/CE.....	8



## 1. INTRODUCCIÓN

En este *Anejo 4* se ha pretendido recopilar parte de la legislación que afecta a la seguridad y salud del operario durante la fase de utilización de la caldera y la instalación del sistema de cogeneración así como del uso de la maquinaria de la planta, que se considera necesario para abordar y comprender suficientemente esta vertiente del proyecto.

Existen dos aspectos objeto de este proyecto, que son potencialmente perjudiciales para el futuro operario, y que hay que tener en cuenta:

- *El uso de la caldera y recipientes a presión*
- *Riesgos derivados de la maquinaria como tal.*

## 2. LEGISLACIÓN SOBRE CALDERAS Y RECIPIENTES A PRESIÓN

Se entiende por “aparatos (o recipientes) a presión” los destinados a la producción, almacenamiento, transporte y utilización de los fluidos a presión, en los términos que resulten de las correspondientes instrucciones técnicas complementarias (ITC).

Según la reglamentación vigente, estos aparatos o recipientes a presión deberán cumplir las siguientes exigencias:

### **Medidas de carácter general**

Medidas contempladas en el Reglamento de Aparatos a Presión (RAP). Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril.

Son comunes a todos los aparatos a presión y suponen exigencias en aspectos relativos a:

- Someterse a inspecciones y pruebas.
  1. Antes de su instalación.
  2. En el lugar de emplazamiento.
  3. Después de reparaciones periódicas.
  4. Contrastación de las pruebas y grabado en la placa de características de: Presión de diseño. Presión máxima de servicio. Nº de registro. Fecha de las pruebas.

- Autorización de instalación.
- Autorización de puesta en servicio.

### **Medidas de carácter particular**

Son específicas para cada grupo de aparatos o recipientes a presión de que se trate.

Los instrumentos de control y de seguridad exigidos en las calderas dependen de aspectos, entre otros, como:

- Clases de caldera (de vapor, de agua sobrecalentada, de agua caliente, de fluido térmico).
- Tipo de caldera (de nivel definido, de nivel no definido).
- Tipo de conducción (manual o automática).
- Tipo de vigilancia (directa o indirecta).
- Tipo de combustible (sólido, sólido pulverizado, líquido, gas).
- Presión y temperatura de trabajo (baja presión, media presión, alta presión).
- Categoría de la caldera (A,B,C).

La norma UNE 9-001/75 desarrolla específicamente las condiciones de seguridad que deben regular el funcionamiento de las calderas.

Condiciones que deben cumplir las salas de calderas

- A. Resistencia de muros perimetrales en función de la categoría de la sala de calderas.
- B. Techo ligero (para canalizar la onda expansiva en caso de explosión).
- C. Adecuada ventilación e iluminación.

### 3. LEGISLACIÓN SOBRE EL USO DE EQUIPOS DE TRABAJO

La Unión Europea ha expresado su ambición de mejorar progresivamente las condiciones de trabajo con la maquinaria y de conseguir este objetivo con una armonización paulatina de esas condiciones en los diferentes países europeos. De la presencia de España en la U.E. se deriva la necesidad de sincronizar la política en esta materia, ante la preocupación por el estudio y tratamiento de la prevención de riesgos laborales. Este objetivo se ha visto reforzado en el Tratado de la Unión Europea, mediante el procedimiento que en el mismo se contempla la adopción, a través de directivas, de disposiciones mínimas que habrá de aplicarse gradualmente.

Se entiende por equipo de trabajo cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo. El empresario deberá adoptar las medidas necesarias con el fin de que los equipos sean adecuados para el trabajo que debe realizarse, de forma que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores al utilizarlos.

El capítulo VI de la Ley 31/1995 señala las obligaciones básicas que afectan a los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo. Así, el artículo 41 señala:

- “Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos. Asimismo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deben tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal, como su manipulación o empleo inadecuado.”
  
- “Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y éstos recabar de aquellos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzcan sin riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto de los trabajadores.”

Con fecha 14 de junio de 1989, el Consejo de las Comunidades Europeas aprobó la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre

máquinas. El Real Decreto 1435/1992 (modificado según R.D. 56/1995), transpone al Derecho Español la citada Directiva. Este R.D. se aplica a las máquinas y a los componentes de seguridad que se comercialicen por separado, fijando los requisitos esenciales de seguridad y salud correspondientes tal y como se definen en el Anexo I de dicho R.D.

La Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas deroga la anterior Directiva 89/392/CE.

Sin embargo, la Directiva 98/37/CE aún no ha sido incorporada a la legislación nacional ni es previsible que aparezca en el B.O.E. como Real Decreto, lo que implica que los reales decretos anteriores tienen validez. De todos modos cabe reiterar que dicha Directiva 98/37/CE es una fusión de textos anteriores, cuyos contenidos no han sido modificados significativamente. También es necesario aclarar que esta Directiva 98/37/CE sólo afecta al campo de aplicación y no a los requisitos de las directivas anteriores que la componen. Sin embargo, en otros países de la Unión Europea, la Directiva 98/37/CE, sí está transpuesta, por lo que habrá que mencionarla en la documentación de las máquinas, cuando éstas se vendan a otros países de la Unión Europea. Esta Directiva 98/37/CE, a su vez fue modificada por la Directiva 98/79/CE.

A los efectos de esta Directiva 98/37/CE se entenderá como *máquina*:

- Un conjunto de piezas u órganos unidos entre sí de los cuales uno por lo menos habrá de ser móvil y, en su caso, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y potencia, u otros, asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular para la transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material.
- También se considerará como *máquina* un conjunto de máquinas que, para llegar a un mismo resultado, estén dispuestas y accionadas para funcionar solidariamente.
- Se considerará igualmente como *máquina* un equipo intercambiable que modifique la función de la máquina, que se ponga en el mercado con objeto de que el operador lo acople a una máquina, a una serie de máquinas diferente o a un tractor, siempre que este equipo no sea una pieza de recambio o una herramienta.

La Directiva de Máquinas quiere evitar y/o reducir los accidentes debidos a la utilización de las máquinas, integrando la seguridad en las fases de diseño y fabricación y en las fases de instalación y mantenimiento.

Son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adaptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad y salud de los mismos.

En el ámbito de la U.E. se han fijado, mediante las correspondientes directivas, criterios específicos referidos a medidas de protección contra accidentes y situaciones de riesgo. Concretamente, la Directiva 95/63/CEE establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo con los equipos de trabajo. Mediante el R.D. 1215/1997 se procede a la transposición al Derecho español de las citadas directivas.

Según el R.D. 1215/1997, el empresario deberá utilizar equipos de trabajo que satisfagan:

- Cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.
- Las condiciones generales prevista en el Anexo I del R.D. 1215/1997 (Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo).

Como síntesis de lo comentado hasta el momento, se incluye un esquema que describe las directivas y legislaciones españolas más importantes que han versado materia sobre la seguridad en máquinas:

**Legislación:**

R.D. 1495/86 Reglamento de Seguridad en las máquinas. Modificado por el R.D. 830/1991.

Directiva 89/391/CEE – Relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo



Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales – (B.O.E. 10 de noviembre) Transpone al Derecho español la Directiva 89/391/CEE



Directiva 89/392/CEE – (14 de junio) Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. Se aplica a las máquinas y a los componentes de seguridad que se comercialicen por separado, fijando los **requisitos esenciales** de seguridad y salud correspondientes → marcado **CE** + declaración de conformidad + instrucciones. Modificada por la Directiva 91/368/CEE de 20 de junio de 1991.

R.D. 1435/1992 – (B.O.E. 11 de diciembre) Modificado por R.D. 56/95. Transpone al Derecho español la Directiva 89/392/CEE



Directiva 89/655/CEE - Modificada por la 95/63/CEE. Establece las **disposiciones mínimas** sobre seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.



R.D. 1215/1997 – (B.O.E. 18 de julio de 1997) Transpone al Derecho español la Directiva 95/63/CEE

Directiva 98/37/CE - Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. Deroga la Directiva 89/392/CE.

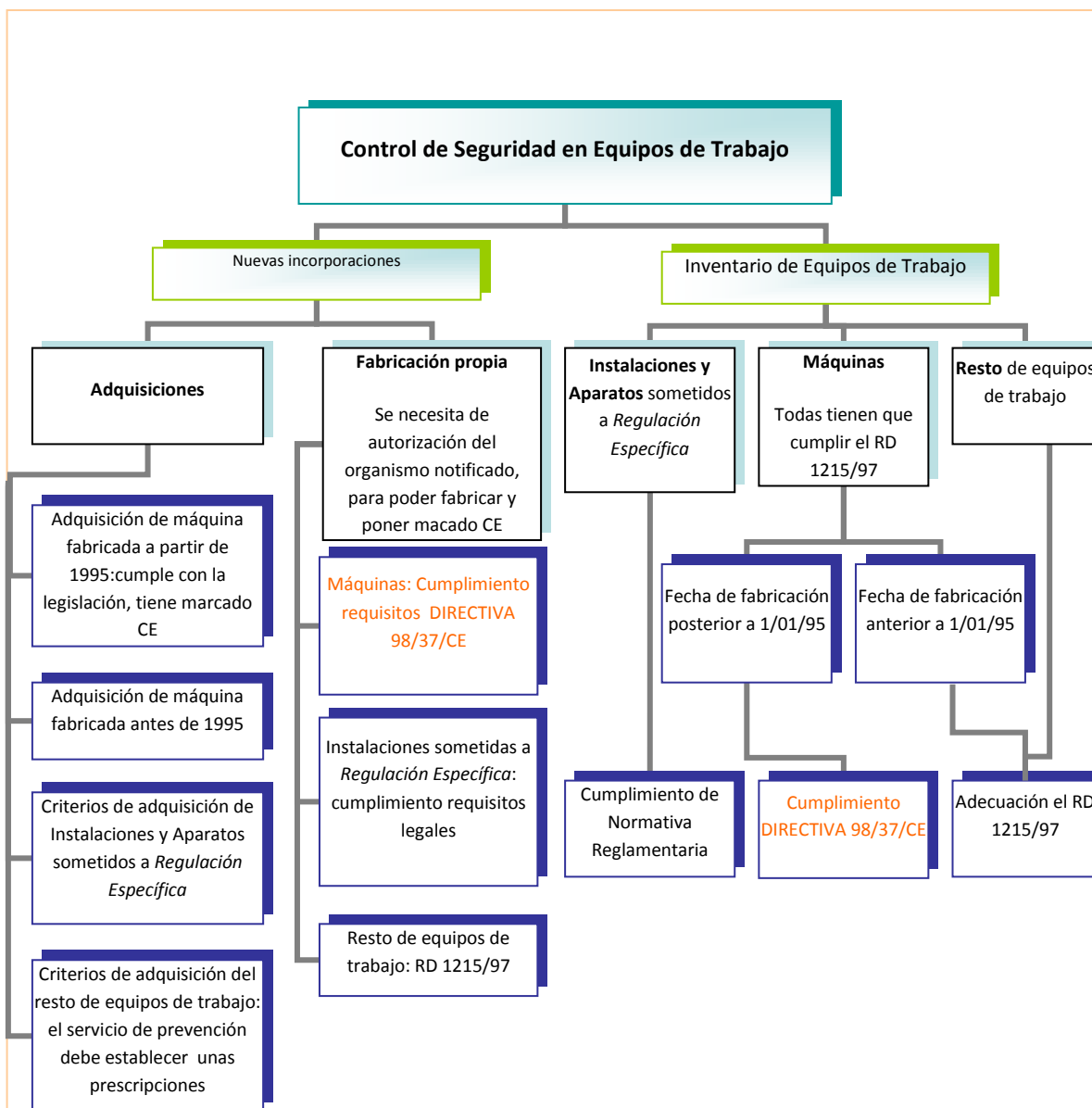


En definitiva, se puede concluir lo siguiente: si el año de fabricación de la máquina es anterior a 1986, el propietario no tiene obligación de cumplir ninguna de las exigencias aquí planteadas excepto el Real Decreto 1215/1997.

Si el año de fabricación está incluido entre 1986 y 1992, a la máquina se le exige la homologación según el R.D. 1495/1986.

En el periodo entre 1992 hasta hoy (2003) es necesario cumplir con las exigencias de la Directiva 98/37/CE (marcado CE) y con el R.D. 1495/1986.

Visto todo lo anterior, se puede desarrollar un mapa que visualice cada uno de los casos posibles que se pueden presentar en el parque de máquinas de una empresa y los criterios a seguir para su evaluación:



Para la protección adecuada de los operarios de los equipos de trabajo, según sean los riesgos derivados del uso de éstos, se aplicará la Directiva 89/686/CEE sobre *equipos de protección individual*, así como sus posteriores modificaciones 93/68/CEE, 93/95/CEE y 96/58/CEE.

De igual modo será objeto de aplicación, en relación con la seguridad del operario de la máquina, el R.D. 39/1997 *Reglamento de prevención de riesgos laborales*.

### **3.1 MARCADO “CE”. DIRECTIVA 98/37/CE**

Los estados miembros de la Unión Europea deben garantizar en su territorio la seguridad y la salud de las personas, de los animales domésticos y de los bienes. Con la elaboración de la Directiva de Máquinas se pretende asegurar la seguridad y la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la utilización de las máquinas.

Las máquinas objeto de este proyecto no están excluidas del ámbito de la Directiva 98/37/CE, según el apartado 3 del artículo 1, por lo que le será aplicable. A continuación se exponen las características más notables de esta Directiva.

Con la Directiva 98/37/CE desaparece la homologación previa de la máquina a la cual obligaba su antecesora la Directiva 89/392/CE. Ahora es el fabricante quien asume la responsabilidad. Además es necesario elaborar un expediente técnico en el que se incluirá:

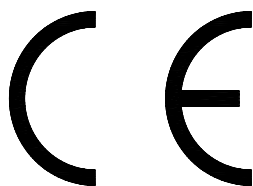
- Planos del conjunto de la máquina y de sus circuitos de mando, acompañados eventualmente de notas de cálculo, resultado de las pruebas, etc.
- Lista de requisitos esenciales de seguridad (incluidos en el Anexo I de la Directiva), normas técnicas y otras especificaciones técnicas utilizadas en el diseño de la máquina.
- Descripción de las soluciones adoptadas para prevenir los peligros presentados por la máquina.
- Un ejemplar del manual de instrucciones que se entrega al comprador.
- Para máquinas que se fabrican “en serie”, las disposiciones internas para mantener la conformidad de producción en lo que se relaciona genéricamente con la seguridad.

La citada Directiva señala que sólo se podrán comercializar y poner en servicio las máquinas o los componentes de seguridad si no comprometen la seguridad ni la salud de las personas ni, en su caso, de los animales domésticos o de los bienes, cuando estén instalados y mantenidos convenientemente y se utilicen de acuerdo con su uso previsto.

Se considerarán conformes de acuerdo con las disposiciones de la Directiva 98/37/CE las máquinas que estén provistas del marcado CE y acompañadas de la correspondiente declaración CE de conformidad. Además, cada máquina llevará un manual de instrucciones escrito en el idioma del país en que se comercialice.

Contenido de la declaración “CE” de conformidad para las máquinas:

- Nombre y dirección del fabricante o de su representante establecido en la Comunidad Europea.
- Descripción de la máquina.
- Todas las disposiciones pertinentes a las que se ajusta la máquina.
- En su caso, nombre y dirección del organismo notificado y número de certificación CE de tipo.
- En su caso, la referencia a las normas armonizadas.
- En su caso, normas y especificaciones técnicas nacionales que se hayan utilizado.
- Identificación del signatario apoderado para vincular al fabricante o a su representante.



Por último, según la Directiva conviene mantener:

- Identificación de la máquina (nº serie)
- Registro de verificación final (seguridad)
- Resguardo de recepción del cliente

La Directiva 98/37/CE sólo define los requisitos esenciales de seguridad y salud de alcance general y los completa con una serie de requisitos más específicos dirigido a determinados tipos de máquinas. Para facilitar a los productores la declaración de conformidad, conviene disponer de normas armonizadas a nivel europeo respecto a la prevención contra los riesgos derivados del diseño y fabricación de máquinas y para posibilitar el control de la conformidad a los requisitos esenciales. Estas normas armonizadas (EN) deben cumplir unas características:

- Deben ser elaboradas por el Comité Europeo de Normalización (CEN).
- Su elaboración debe realizarse por mandato de la Comunidad Europea.

- Su referencia debe publicarse en el D.O. de las Comunidades Europeas.
- Deben ser aceptadas al menos por un Estado miembro.

La Directiva permite la validez del autocertificado mientras no pase nada, salvo para las máquinas del Anexo IV. La máquina se someterá a un examen "CE" de tipo realizado por un organismo notificado, el cual comprobará y certificará que se cumplen las disposiciones correspondientes de la Directiva.

En caso de cualquier accidente con la máquina, se presentará una denuncia. El juez solicitará el expediente técnico de los elementos que considere pertinentes. Se procederá a la retirada del producto, pudiendo presentar vías de recurso. Para máquinas fabricadas fuera de la UE, la responsabilidad es, si no aparece el mandatario, del distribuidor.

Para la certificación de características de máquinas y de la correcta aplicación de la normativa de seguridad, se ha creado una red europea de laboratorios de ensayo denominada ENTAM (European Network for Testing of Agricultural Machines).

Se pueden extraer una serie de conclusiones tras haber examinado la Directiva 98/37/CE:

- Se necesita de las normas técnicas armonizadas para poder aplicar la Directiva de seguridad en las máquinas con cierta garantía.
- Los ensayos incluidos en esas normas son difíciles y costosos. Existe ambigüedad en cuanto a lo que significa ruido y vibraciones.
- La normativa europea está incompleta en lo que se refiere a control de mercado.
- La nueva Directiva implicará una tendencia a la certificación voluntaria de las características de las máquinas y de la aplicación de la normativa de seguridad.
- Se denota un interés creciente de los usuarios hacia la Directiva 95/63/CE relativa a la utilización de los equipos de trabajo.
- Existe la necesidad de contar con una red europea de laboratorios de ensayo que faciliten el trabajo del fabricante, especialmente para poder exportar.
- Los estados miembros no podrán prohibir, restringir o impedir la puesta en el mercado y la instalación en su territorio de todas aquellas máquinas que cumplan con los requisitos marcados por la Directiva.

# ANEJO V

## Pliego de condiciones



## **ANEJO V: PLIEGO DE CONDICIONES**

1. OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO .....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	2
3. FASE DE FABRICACIÓN.....	3
3.1 PLIEGO DE CONDIDIONES GENERALES .....	3
3.1.1 <i>Pliego de condiciones generales de índole técnica</i> .....	3
3.1.2 <i>Pliego de condiciones generales de índole facultativa</i> .....	5
3.1.3 <i>Pliego de condiciones generales de índole económica</i> .....	8
3.1.4 <i>Pliego de condiciones generales de índole legal</i> .....	9
3.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES .....	10
3.2.1 <i>Pliego de condiciones particulares de índole técnica</i> .....	10
3.2.2 <i>Pliego de condiciones particulares de índole facultativa</i> .....	20
3.2.3 <i>Pliego de condiciones particulares de índole económica</i> .....	21
3.2.4 <i>Pliego de condiciones particulares de índole legal</i> .....	27





## **1. OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO**

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir las obras de montaje a realizar, así como fijar las condiciones técnicas y económicas generales que han de regir en la realización de las obras del presente proyecto.

Se establecerán las condiciones y garantías que cumplirán los equipos, materiales e instalaciones eléctricas para alimentación, protección y control de los circuitos eléctricos y receptores asociados, conectados a tensiones definidas como bajas en los Artículos 3 y 4 del “Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión”, vigente, con destino a edificios y/o instalaciones.

Se considerará para la realización de las obras la memoria y planos establecidos en cada caso en el proyecto. Del mismo modo, se tendrá en cuenta el estudio básico de seguridad y salud, tanto para la fase de instalación del sistema de cogeneración como para la fase de utilización o explotación del mismo.

Si alguna cosa hubiera sido olvidada se regirá por los reglamentos y normas oficialmente vigentes.

En todo caso, el contratista encargado de la instalación del sistema de cogeneración debe ejecutar todo aquello que, sin separarse del espíritu general del proyecto y de las prescripciones de este pliego de condiciones, ordene el ingeniero director de las obras para la buena marcha de la construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se hallen taxativamente descrito y detallado en el presente pliego.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Para la descripción de las obras, este pliego se remite al conjunto del proyecto, especialmente a la memoria, presupuesto y planos.

Serán objeto de las normas y condiciones facultativas que se dan en este pliego de condiciones todas las obras incluidas en el documento presupuesto, abarcando a todos los oficios y materiales que en ellas se emplean.

Las obras se ajustarán a los planos, estados de medición y presupuesto, resolviéndose cualquier discrepancia que pudiera existir por el ingeniero director.

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido expresamente, y por escrito, ordenadas por la dirección de las obras, y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

El contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos menoscabos, ya sean accidentales, intencionados o producidos por el uso natural, aparezcan en la obra, de modo que al hacer su recepción definitiva se encuentren en estado de conservación y funcionamiento completamente aceptables a juicio de la dirección de la obra, sin que pueda alegarse que las instalaciones hayan estado o no en servicio.

Deberá proceder al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento constitutivo de las obras, sea de la clase que fuese, que haya sufrido menoscabo en su aspecto, funcionamiento, fijación o estructura resistente.

La Dirección de la obra decidirá si el elemento afectado puede ser arreglado o reparado o bien totalmente sustituido por otro nuevo, teniendo que ser aceptada plenamente su decisión.

Estarán a cargo de la contrata todos los trabajos de vigilancia, revisión y limpieza de las construcciones e instalaciones eléctricas.

### **3. FASE DE FABRICACIÓN**

#### **3.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**

##### 3.1.1 Pliego de condiciones generales de índole técnica

Disposiciones generales de aplicación en el proyecto:

- Ley de Contratos del Estado de 8 de Abril de 1965 y su modificación de 17 de Marzo de 1973, con su Reglamento de 25 de Noviembre de 1975.
- Todos los artículos e instrucciones técnicas complementarias contenidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RE de BT), vigente, que le sean aplicables.
- Los equipos y materiales cumplirán en cuanto a su fabricación y ensayos, con la última edición de UNE (Una Norma Española) publicada por la Asociación Española de Normalización (AENOR), referente al equipo o material especificado. A falta de norma UNE para un equipo concreto se aplicará la norma europea más exigente.
- Directiva de “seguridad en las máquinas”, 89/392/CEE. Modificaciones y adiciones. Directivas 91/368/CEE, 94/44/CEE, 93/68/CEE y 97/37/CEE.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95).
- Reglamento de los servicios de prevención (RSP)(R.D. 39/97).
- Orden de desarrollo del RSP (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).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (R.D. 773/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (R.D. 1215/97).
- Ordenanza general de higiene y seguridad en el 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 (OM de 31/1/40). Exclusivamente su capítulo VII.
- R.D. 1316/89 sobre el ruido.
- 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.
- Convenio n° 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 n° 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 n° 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportada por un trabajador. (BOE de 15/10/70).

Cualquier instrucción, pliego o norma de toda índole que haya sido promulgada por la administración, ya sea central, autonómica o local, con anterioridad a la fecha de licitación, y que sea de aplicación en los trabajos a realizar, serán de obligado cumplimiento por el contratista, tanto si están como si no están en la relación anterior.

Si se produjera alguna diferencia de grado entre lo indicado en una prescripción de este pliego y lo de otra prescripción análoga contenida en las disposiciones generales mencionadas, será de aplicación la más exigente de ellas.

### 3.1.2 Pliego de condiciones generales de índole facultativa

#### **Artículo 1: Relaciones legales y responsabilidades frente a terceros**

El contratista deberá obtener todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras, excepto aquellos que por su naturaleza o rango (autorizaciones para disponer de los terrenos precisos para las obras del proyecto, servidumbres permanentes, etc.) sean competencia de la administración.

La señalización de las obras durante su ejecución será de cuenta del contratista que, así mismo, estará obligado a balizar, estableciendo incluso vigilancia permanente en aquellos lugares o zonas que, por su peligrosidad, puedan ser motivo de accidentes, en especial las zanjas abiertas y los obstáculos en carreteras o calles. Asimismo, será de cuenta del contratista las indemnizaciones y responsabilidades a que hubiera lugar, por los perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a la insuficiente o defectuosa señalización.

El contratista, bajo su responsabilidad y a su cargo, asegurará el tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras, bien por las calles o carreteras existentes o por las desviaciones que sean necesarias realizar, atendiendo en todo caso a la conservación de las vías utilizadas en tales condiciones, que el tráfico se pueda asegurar dentro de unas exigencias mínimas de seguridad.

Asimismo, correrán a cargo del contratista todos aquellos gastos que se deriven de daños o perjuicios a terceros, con motivo de las operaciones que requieran la ejecución de las obras, (interrupciones de servicios, quebranto en bienes, establecimiento de almacenes, explotación de préstamos, talleres, depósitos de materiales y maquinarias y, en general, cuantas operaciones que, no hallándose comprendidas en el precio de la unidad de obra correspondiente, sea

necesario para la realización del trabajo) o que se deriven de una actuación culpable o negligente del mismo.

### **Artículo 2: Subcontrato y destajo de obras**

Con independencia de lo que establece el vigente reglamento general de contratación, el presente pliego limita al veinticinco por ciento (25%) del valor total del contrato, la obra que el contratista pueda subcontratar o destajar sin autorización de la dirección de las obras, pudiendo ésta decidir en cualquier momento la exclusión de un subcontratista o destajista por incompetencia o por no reunir las condiciones necesarias para el trabajo propuesto, teniendo el contratista, en ese caso, que rescindir el subcontrato o destajo y reanudar inmediatamente los trabajos afectados.

### **Artículo 3: Legislación social**

El contratista está obligado al cumplimiento de toda la legislación vigente que regulan las relaciones laborales, entre trabajadores y empresas, seguridad e higiene en el trabajo.

### **Artículo 4: Protección de la industria nacional**

El contratista está obligado al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre protección a la industria nacional y fomento del consumo de artículos nacionales.

### **Artículo 5**

El contratista responde como patrono del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones laborales vigentes, y de cuanto figura en el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo.

### **Artículo 6**

El incumplimiento en el plazo de ejecución de la obra por parte del contratista, obligará a éste a abonar la dirección facultativa los gastos que por éste motivo de incumplimiento le ocasione.

### **Artículo 7**

Una vez aceptado y pactado un plazo de ejecución para la obra por parte del contratista, no será en ningún modo causa justificada de retraso e incumplimiento del mencionado plazo una deficiente información, localización o acopio de los materiales necesarios para la construcción,

así como la correspondiente previsión de personal para la ejecución de los trabajos a los que se ha comprometido.

### **Artículo 8**

El contratista aceptará las modificaciones en el orden de los trabajos que le imponga la dirección facultativa, sin modificar los precios y los plazos de las unidades afectadas.

Si el contratista se considera gravemente perjudicado por el orden establecido, deberá hacer constar por escrito a la dirección facultativa en un plazo máximo de tres días hábiles contados a partir de la fecha de la orden.

La dirección facultativa considerará la propuesta del contratista en el conjunto de las obras, pasando a tomar decisión.

### **Artículo 9**

El contratista efectuará los trabajos objeto de este proyecto ajustándose a las instrucciones que en cada momento reciba de la dirección facultativa, obligándose a cumplir sus órdenes e indicaciones y a ejecutar cuanto sea necesario para la inmejorable construcción y aspecto de las obras.

### **Artículo 10**

A estos efectos, existirá en las oficinas de las obras un libro de órdenes, en el cual quedarán escritas, por parte de la dirección facultativa, todas las órdenes que se precisen para la buena ejecución de los trabajos.

El cumplimiento de estas órdenes, expresadas en el citado libro, es tan obligatorio para la contrata como las órdenes que figuran en el proyecto, por lo que deberán llevar el enterado con la firma del jefe de obra.

### **Artículo 11**

Durante el transcurso de la obra se realizarán análisis y ensayos de materiales de las distintas partes construidas, cuyo gasto correrá a cargo del contratista. Estos ensayos serán ordenados en aquellas partes y fechas que se estimen convenientes por la dirección facultativa.

Siendo rechazados todos los materiales que a juicio de la dirección facultativa no presenten las debidas garantías y calidades convenientes, aun cuando se compruebe una vez colocados.

#### **Artículo 12**

Los gastos que se produzcan por cambio, rechazo, etc., de dichos materiales serán por cuenta del contratista, así como los retrasos que se produzcan por tal causa no serán excusa ni justificación para el incumplimiento del plazo convenido.

#### **Artículo 13**

El consumo de agua y energía eléctrica, así como los gastos que originan las gestiones de organismos, acometidas, instalaciones, etc. para la ejecución de la obra serán por cuenta del contratista, y no producirán repercusión alguna en los precios del presupuesto aceptado.

#### 3.1.3 Pliego de condiciones generales de índole económica

#### **Artículo 1**

Todas las obras e instalaciones se ejecutarán con entera sujeción a los planos del proyecto, a cuanto se determina en este pliego, a los estados de medición y cuadro de precios del presupuesto, que la dirección pueda dictaminar en cada caso particular.

#### **Artículo 2**

El plazo de garantía será de un año, siendo en este periodo por cuenta del contratista las obras de conservación y reparación de las obras en contrata.

#### **Artículo 3**

Junto con el presupuesto de las obras a realizar, el contratista viene obligado a adjuntar una lista de los precios de materiales comunes, de medio auxiliares ordinarios y de mano de obra que le puedan ser solicitados para posibles trabajos por administración, así como para ayudas de montaje.

#### **Artículo 4**

Caso de aumentar durante la ejecución de las obras el volumen de las mismas, seguirán vigentes los precios ofertados en el presupuesto inicial para las unidades de obra iguales. Para unidades



de obra nuevas, no ofertadas inicialmente, se confeccionará el correspondiente precio contradictorio, que se someterá a la dirección facultativa y no se ejecutará la unidad sin su aprobación previa. Los precios contradictorios tendrán como base los precios unitarios que sirvieron de base para la adjudicación de la obra.

#### **Artículo 5**

La dirección facultativa podrá suprimir o modificar las unidades de obra que crea convenientes, en ambos casos el contratista no tendrá derecho a reclamación alguna, salvo que tratándose de modificación podrá pasar el correspondiente precio contradictorio para su aprobación.

#### **Artículo 6**

Una vez recibida y aceptada la oferta del contratista, no serán motivo de precio contradictorio los precios ya aceptados de la misma que pretendan por parte del contratista ser modificados por causas imputables a deficiencia en la información, localización, calidad u otros datos que se supone deba el contratista tener en cuenta cuando confeccionó su oferta.

#### **Artículo 7**

La empresa fabricadora se obliga a tener un técnico presente permanentemente, que pueda recibir y cumplir en todo momento todo aquello que la dirección facultativa estime conveniente, siendo la empresa la única responsable de la ejecución de las obras, no teniendo derecho a indemnización alguna por erradas maniobras que cometiese durante la fabricación.

#### 3.1.4 Pliego de condiciones generales de índole legal

#### **Artículo 1**

Los siguientes documentos contractuales quedan incorporados al contrato:

- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Memoria
- Anejos a la memoria

Lo mencionado en el pliego de condiciones y omitido en los planos o viceversa habrá de ser ejecutado como si estuviera en ambos. En caso de contradicción entre ambos documentos, prevalecerá lo previsto en el pliego de condiciones.

Las omisiones en los planos y pliego, o las descripciones erróneas de los detalles de instalaciones que sean indispensables para llevar a cabo la intención expuesta en planos y pliego, o que por su uso y costumbre deban ser realizados, no exime al contratista de la obligación de ejecutar esos detalles de instalaciones erróneamente descritos en los planos y omitidos, sino que deberán ejecutarse.

## **Artículo 2**

La dirección, control y vigilancia de las obras e instalaciones estarán encargadas a uno o más ingenieros.

### **3.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

#### 3.2.1 Pliego de condiciones particulares de índole técnica

### **CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Para el suministro de los materiales necesarios para la ejecución del proyecto, deberá atenerse a las especificaciones técnicas existentes en la memoria.

A continuación se exponen las especificaciones que debe cumplir la instalación eléctrica del proyecto.

**CONDUCTORES PARA BAJA TENSION: CABLES PARA INSTALACION EN INTERIOR DE EDIFICIOS 250 V, 300/500 V, 450/750 V, 0.6/7 KV**

#### A. Tipos, normas de fabricación y aplicaciones

Los tipos y normas de fabricación del cable en instalaciones bajo tubo, en el interior de edificios, se seleccionan de acuerdo a lo indicado en el Apartado 1. ITC-MIBT 017 Instalaciones Interiores o Receptoras. Prescripciones de carácter general, en función de su aplicación.

Los conductos cumplirán la norma UNE 21022.

B. Dimensionamiento

Las intensidades máximas admisibles para los cables con aislamiento en seco, 250 V, 500 V y 750 V, para instalaciones interiores en edificios, se indican, para las mismas secciones, en la Tablas I y II de la ITC- MIBT 017 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según sea el tipo de aislamiento y sistema de instalación. Cables: Tres fases. Tres fases más neutro (unipolares). Tres fases más neutro más protección (unipolares). Conductores de cobre, temperatura ambiente cuarenta grados centígrados (40°C), servicio permanente.

Estos conductores o cables se utilizarán en instalaciones bajo tubo protector y los coeficientes de corrección por agrupamiento y/o temperatura serán los indicados en el párrafo siguientes:

Factores de corrección para cables de 300,500,750 V:

- Cuando por un tubo o conducto hayan de pasar más de tres conductores unipolares, los valores de la intensidad máxima admisible, se reducirán aplicando los factores siguientes:

\*De 4 a 7 conductores = 0.9

\*Más de 7 conductores = 0.7

- Para el cómputo del número de conductores no se tendrá en cuenta el conductor de protección. En una instalación para suministro trifásico con neutro, el neutro tampoco se tomará en cuenta.

- Para temperatura ambiente diferente de cuarenta grados centígrados (40°C), se aplicarán los factores de la Tabla III, ITC-MIBT 017 Instalaciones interiores o receptoras y sus coeficiente sólo son aplicables en agrupamientos de cables de hasta 750 V de tensión nominal, instalados bajo tubo protector.

CABLES DE CONTROL

Los cables de control, para tensiones de 500 y 1000 V, están destinados a instalaciones fijas de control, aislados con policloruro de vinilo, goma etileno - propileno y/o polietileno reticulado, con o sin armadura metálica.

Cumplirán con la norma UNE-EN 61138, en su construcción y ensayos en fábrica. - Los conductos cumplirán con la norma UNE 21022. - Los aislamientos y cubiertas cumplirán con la norma UNE-EN 61032, según el tipo de aislamiento y cubierta utilizados en la ejecución del cable.

Todos los conductores serán de cobre norma UNE 20003. La sección mínima a utilizar será de uno y medio milímetros cuadrados (1.5 mm<sup>2</sup>).

#### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

En toda instalación los circuitos incorporarán, en el propio cable o en el conducto, un conductor aislado, de color amarillo - verde, que en el sistema de puesta a neutro, se unirá a l neutro - tierra, antes del diferencial (en ningún caso después de éste).

La sección mínima del conductor de protección (Cp), será la indicada en la Tabla V, ITC-MIBT 017 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones de carácter general.

#### MOTORES ELÉCTRICOS

La forma constructiva estará de acuerdo con DIN 42950 y se indicará en la hoja de datos del motor.

Serán construidos con protección mínima IP 54 y aislamiento clase B. En exteriores serán de ejecución intemperie.

En ambientes peligrosos los motores serán de diseño apto para la clasificación de la zona, lo cual se indicará en la hoja de datos del motor.

Cuando la compañía eléctrica alimenta en baja tensión, el arranque será directo para potencias menores de 10 CV (7.5 kW), previo acuerdo con ésta, y estrella - triángulo en potencias superiores.

En instalaciones de tipo industrial con centro de transformación propio, el arranque de todos los motores será en directo.

La intensidad de arranque en directo será menor que 6 In.

Su placa de características será de acero inoxidable, atornillada a la carcasa. Cuando tengan pesos de veinticinco kilos o mayores llevarán cáncamos de elevación.

En potencias mayores de 75 CV (55kW) llevarán resistencias anticondensación.

Salvo necesidades de montaje, su caja de conexión se situará a la derecha y la de conexión a resistencias a la izquierda, mirando al motor desde el acoplamiento.

#### *APARAMENTA BT*

#### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS EN CAJA MOLDEADA

Su construcción y ensayo responderán a la norma UNE 20103.

Se emplearán en la protección de líneas y en la protección de motores, colocados delante del contactor.

#### CONTACTORES

Su construcción y ensayo responderán a la norma UNE 20109

Para maniobra de motores serán de categoría de servicio AC3, según VDE 0660.CEI 158 y UNE 20109.

En condiciones difíciles de trabajo serán de categoría de servicio AC4.

Para cargas no inductivas o con pequeña inducción será la categoría AC1.

Para corriente continua serán de categoría DC.

#### ARRANCADORES DIRECTOS A PLENA TENSIÓN

Su construcción y ensayos responderán a la norma UNE-EN 60947-4.

Se emplearán en el arranque de motores autorizados para arranque directo a plena tensión de red.

En general los contactores serán de categoría AC3.

Se aceptará el empleo de arrancadores electrónicos.

#### ARRANCADORES ESTRELLA-TRIANGULO

Su construcción y ensayos responderán a la norma UNE-EN 60947-4.

Se emplearán en el arranque de motores a tensión reducida (cuando no es admisible el arranque directo a plena tensión de red).

En general los contactores serán de categoría AC3.

Se aceptará el empleo de arrancadores electrónicos.

#### RELES TERMICOS

Su construcción y ensayos responderán a la norma UNE-EN 60255-8 y prescripciones de la norma UNE-EN 60947-4.

Se emplearán asociados a contactor para la protección térmica de motores.

Se emplearán relés térmicos de tipo diferencial para detectar cualquier desequilibrio (falta de fase). Cumplirán las normas UNE, CEI y/o NEMA.

#### PEQUEÑOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS (PIA) E ICPM

En su construcción y ensayos se cumplirán la norma UNE, los PIA y la recomendación UNESA 6101A y norma DIN 43880.

Abreviadamente son conocidos como PIA e ICPM y se emplearán para proteger a los conductores de una instalación contra sobrecargas y cortocircuitos. Su corte será omnipolar.

- En la línea monofásica se empleará bipolar, con un polo protegido y neutro seccionable.
- En línea bifásica o de corriente continua, se empleará bipolar, con dos polos protegidos.
- En línea trifásica sin neutro se empleará tripolar.
- En línea trifásica con neutro se empleará tetrapolar, con tres polos protegidos y neutro seccionable.

## CORTACIRCUITOS FUSIBLES

En su diseño, construcción y ensayo, cumplirán la norma UNE-EN 60269-2/A1: 1998 (usos industriales) o la norma UNE-EN 60269-3:1996 (usos domésticos y análogos).

Se emplearán las clases siguientes:

- Clase g para protección de líneas contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Clase aM de acompañamiento para uso exclusivo de protección contra cortocircuitos asociados a aparatos de protección contra sobrecargas, tales como interruptores, contactores con relé térmico diferencial, etc. Se emplean en la protección de motores.

Los tipos de fusibles a emplear serán de cartucho cilíndrico y de cuchillas (NH).

Se emplearán colocados en interruptores - seccionadores bajo carga (UNE-EN 60947-3/A2: 1998), en cajas seccionadoras y sobre bloques unipolares, bipolares o tripolares.

## TOMAS DE CORRIENTE PARA FUERZA DE USO INDUSTRIAL

En su diseño, construcción y ensayos cumplirán con las normas siguientes:

- UNE-EN 60309-1:1993 Tomas para usos industriales y análogos.
- UNE 20324 Grado de protección de su envolvente.

La caja será IP55, según UNE 20324

Se utilizarán tomas combinadas 380-220 V, que dispondrán de:

- 1 toma III 32A-380 V con p. a. t.
- 1 toma II 16A-220 V con p. a. t.
- o bien de 4 tomas II, 16A-220 V c. a. t

## TOMAS DE ALUMBRADO, TELEFONOS Y ANTENAS

Su construcción y pruebas responderán a la norma VDE 0717 o UNE 2031:1994

## INTERRUPTORES Y CONMUTADORES DE ALUMBRADO

Su construcción y pruebas responderán a la norma UNE 20353.

En los locales en que sea necesario una atenuación de la luz (algunas salas de hospitales, salas de proyección, etc.) se emplearán reguladores electrónicos manuales, apropiados para la fuente de luz incandescente o fluorescente. Cumplirán la norma VDE 0875N de antiparásitos.

## CAJAS DE EMPALME O DERIVACIÓN

Serán de acero galvanizado, aleación ligera o PVC, según que el tubo empleado en la instalación sea metálico o de PVC.

El grado de protección será IP54, según UNE 20324.

Las roscas serán de tipo Pg DIN 40430 o UNE 19040.

En áreas clasificadas las cajas serán de fundición de aluminio, con el grado de protección IP54 para interior y IPW54 para intemperie, estando además de acuerdo con la clasificación de la zona, según la norma UNE 009 o según el NEC.

## SISTEMAS DE PROTECCION CLASE B ITC-MIBT021

### SISTEMA TN DE DOBLE PROTECCION: PUESTA A NEUTRO RAPIDA

En los circuitos de alimentación a cuadros, paneles, motores, considerados como circuitos de fuerza, se empleará el sistema de puesta a neutro, con conductor especial de protección (Cp) aislado, empleando simultáneamente interruptores diferenciales, como protección adicional. La sensibilidad del diferencial será para una intensidad nominal de fallo  $I_{NF} = 0.3 \text{ A}$  (300 mA). En casos excepcionales  $I_{NF} = 0.5 \text{ A}$  (500 mA). Estos diferenciales actuarán en los siguientes puntos:

- Corte de línea de alimentación a cuadros
- Corte de las líneas de alimentación a motores

Todos los interruptores de alimentación a cuadros de 380 V, serán tetrapolares con neutro seccionable no protegido y corte omnipolar. (Párrafo 2.6, Apartado 2, ITC-MIBT017; Párrafo 14, Apartado 1, ITC-MIBT020)



En el sistema de puesta a neutro rápida, se cumplirán los siguientes puntos:

- La red de alimentación cumplirá la ITC-MIBT008.
- Todas las masas de la instalación estarán unidas al neutro a través de un conductor de protección Cp (Párrafo 2.10, Apartado 2, ITC-MIBT021).
- La sección del conductor de protección será igual a la sección del neutro y como mínimo igual a las de la Tabla V de la ITC-MIBT017.
- Las secciones de las fases y el neutro, serán suficientes para que pueda circular por el circuito, como mínimo, la intensidad de reacción de los dispositivos contra sobreintensidades, conectados inmediatamente antes del punto de fallo
- El neutro será aislado y se instalará en la misma canalización que las fases.
- Cuando el Cp se instale en la misma canalización, su montaje y características de aislamiento serán las mismas que las del neutro (Párrafo 2.10, Apartado 2, ITC-MIBT021).
- No está permitida la utilización de un neutro, puesto a tierra, común a varios circuitos, excepto en las barras distribuidoras.
- El Cp de las líneas y cables aislados, será de color amarillo con franja verde.
- Los conductores de fase se identificarán, en el cable o conducto, por los colores siguientes: Fase R, negro; Fase S, marrón; Fase T, gris (Párrafo 6.3, Apartado 6, ITC-MIBT023).
- Los neutros puestos a tierra no se podrán desconectar por separado. Cuando se desconecten, conjuntamente con las fases, la pieza de contacto deberá adelantarse a las otras al conectar y retrasarse al desconectar (VDE 100).
- La división del neutro puesto a tierra en neutro y conductor de protección, se realizará en la caja o cuadro general de distribución (CGD), donde también se encontrará la conexión a la toma de tierra de servicio. Queda terminantemente prohibido unir ambos conductores (neutro y Cp), después de la división y volver a poner a tierra el neutro posteriormente a dicha división (VDE 0100).

- Toda unión de neutro y Cp se realizará antes del primer diferencial (VDE 0100).  
Este sistema de protección hace que los defectos francos de aislamiento (defectos a masa), se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro (puesto que neutro y Cp están unidos), provocando el funcionamiento de los dispositivos de corte (fusibles y disyuntores) y en consecuencia la puesta en fuera de servicio de la instalación (Párrafo 2.10, Apartado 2, MIBT021).
- Los relés diferenciales serán de media sensibilidad y se utilizarán según convenga en cada caso, para dar únicamente señal de alarma o para provocar un disparo, si la corriente de defecto alcanza el umbral de sensibilidad del aparato (Párrafo 2.8, Apartado 2, MIBT021).
- El sistema de puesta a neutro rápida (el diferencial da orden de disparo) se empleará, siempre que sea necesaria una reducción del tiempo de desconexión, respecto a la puesta a neutro habitual (el diferencial da sólo señal de alarma).
- Los criterios particulares de empleo de sistema de puesta a neutro normal o rápida serán fijados en el proyecto de diseño de la instalación, de común acuerdo con la compañía distribuidora de energía y con el delegado de industria de la zona (Párrafo 2.10, Apartado 2, MIBT021; Párrafo 1.2, Apartado 1, MIBT012; Párrafo 4.2, Apartado 4, MIBT023).

#### PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

De la barra general de distribución de puesta a tierra (p. a. t.), situada en la caja general de distribución o cuadro general de distribución, partirán los Cp para dar tierra de protección a los cuadros eléctricos.

Se dará tierra de protección a envolventes, puertas y demás elementos metálicos no activos.

Desde los cuadros se distribuirá hacia los receptores (motores, luminarias, tomas de corriente, tomas de fuerza y otros equipos), para dar tierra de protección a sus envolventes y partes metálicas no activas.

Se llevarán líneas para dar tierra de protección a estructuras metálicas accesibles, armaduras de muros, columnas y soportes de hormigón armado, tuberías, depósitos metálicos, calderas, radiadores, etc.

Se dará tierra a carcasas de motores.

Se llevarán líneas desnudas para dar tierra a pararrayos y antenas.

En ningún caso se usará la continuidad metálica de una estructura o canalización, como línea de tierra, por lo que el Cp deberá ser continuo a lo largo de su recorrido, realizándose las oportunas conexiones en cada tramo de la canalización.

Se llevará tierra de protección independiente a los servicios informáticos.

## **NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Los materiales cumplirán con las especificaciones de la norma UNE que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento en la Instrucción MI BT 044. La ejecución de las instalaciones se hará de acuerdo con lo indicado en la siguiente Instrucción Técnica Complementaria contenida en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión :

**INSTRUCCIÓN MIE BT 018. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.** Sistemas de instalación.

La instalación se repartirá en circuitos separados según el tipo de servicio (fuerza, alumbrado, calefacción, aire acondicionado, control, etc.).

Las líneas se podrán revisar con facilidad.

Se evitará que por accidente, pueda tocarse una superficie metálica simultáneamente con un elemento no aislado conductor de corriente (barras, cables desnudos, partes metálicas de interruptores, enchufes, etc.).

Se evitará el cruce de conductores con tuberías así como con distribuciones eléctricas a las que no pertenecen.

Se prohíbe colgar armaduras de alumbrado y otros materiales o equipos utilizando, para ello, conductores que lleven o puedan llevar corriente en su uso normal de operación.

Se prohíbe el uso de pinzas como elementos de toma de corriente.

En instalaciones empotradas, las cajas de derivación se colocarán de forma que sus tapas queden al nivel del enlucido con una tolerancia de  $\pm 1$  mm.

Los tubos llegarán, justamente, a la entrada de la caja, abrazándose a su pared mediante tuerca y contratuerca.

No se admitirán empalmes en el interior de los tubos; éstos se realizarán en el interior de las cajas, empleando para ello, regletas de bornas o conectores apropiados, no admitiéndose los empalmes por torsión de los cables con envoltura de cinta aislante.

El radio de los codos será tal que permita introducir y retirar, fácilmente los conductores después de colocados los tubos. Para introducir los conductores en los tubos, han de ser previamente entalcados.

Si la corriente es alterna y el tubo empleado es de material magnético, será necesario que los hilos de un mismo circuito utilicen un solo tubo.

En toda instalación se preverá un conductor de protección (Cp) (independiente del neutro), aislado con PVC amarillo – verde, para conectar la masa metálica de todos los aparatos cuyo uso se deba proteger.

Queda prohibido utilizar, como toma de tierra, las tuberías de agua o gas.

En enlaces de características especiales, se tendrán en cuenta las normas establecidas para el tipo de local de que se trate.

### 3.2.2 Pliego de condiciones particulares de índole facultativa

#### **Artículo 1**

La dirección facultativa se reservará el derecho de exigir el orden de ejecución de los distintos trabajos, a fin de conseguir una mejor coordinación entre las diversas actividades que pueden concurrir en un punto o zona de la obra.

Asimismo, también se reservará el derecho de exigir al contratista el despido de cualquier trabajador por faltas de respeto, mal comportamiento en el trabajo, imprudencia temeraria capaz de producir accidentes o por incompetencia.

## **Artículo 2**

Si a juicio de la dirección facultativa tuviera que volver a realizarse una instalación defectuosa ejecutada, el tiempo empleado en estos trabajos no se computará a efectos de plazo de ejecución de la obra, tanto en planning parcial como total.

## **Artículo 3**

Para la ejecución de la instalación del sistema de cogeneración se atenderá a lo indicado en el presente proyecto y a las órdenes dictadas por la dirección facultativa.

Las condiciones de seguridad en el trabajo serán las previstas en el estudio básico de seguridad y salud.

### 3.2.3 Pliego de condiciones particulares de índole económica

## **CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO DE LAS INSTALACIONES. PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

### CONDICIONES GENERALES

Todos los equipos y materiales tienen que cumplir las normas especificadas, para cada uno de ellos, en este pliego de condiciones técnicas generales (PCTG), así como superar las pruebas y/o ensayos que en este apartado se determinan. Las tolerancias admisibles, en las características de funcionamiento de cada uno de los elementos de instalación, serán las previstas en las normas UNE correspondientes, y en su defecto en las normas VDE.

El incumplimiento de las normas indicadas y/o el resultado negativo en los ensayos de equipos y materiales será motivo suficiente para la descalificación del equipo, material o instalación. El adjudicatario estará obligado a sustituir aquellos elementos, cuya fabricación presente defectos estructurales, o cuyas características de funcionamiento queden fuera de las tolerancias expresadas en las normas correspondientes, sin cargo adicional alguno.

Finalizadas las obras, y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, se someterá a las instalaciones a las pruebas correspondientes, con objeto de verificar las características de funcionamiento de cada uno de los elementos, y de la instalación en su conjunto. Las verificaciones previas a la recepción de la obra tendrán por objeto:

- La comprobación de que la instalación cumple, como mínimo, las prescripciones de la reglamentación vigente, y las especificaciones de las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
- La verificación de la puesta en marcha correcta y la comprobación de las prestaciones de las instalaciones.
- La verificación del uso racional de la energía.
- La comprobación de ausencia de contaminación ambiental.
- La verificación del cumplimiento de las normas de seguridad.

Todas las pruebas reseñadas anteriormente se realizarán en presencia del director de la obra, el cual dará fe de los resultados por escrito.

#### PRUEBAS PARCIALES

Durante la ejecución de la obra, se realizarán pruebas parciales de control de recepción de todos los elementos que indique el director de la obra.

#### COMPROBACIONES EN CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los espesores de pared no serán inferiores a dos milímetros (2 mm) en bandejas y a un milímetro (1 mm) en tubo eléctrico. Se comprobará el espesor y uniformidad del galvanizado en caliente de la bandeja que no tendrá, en ningún punto, valores inferiores a setenta micras (70 $\mu$ ), siendo su valor normal noventa micras (90 $\mu$ ). Para ensayar el galvanizado por inmersión en caliente, se practicarán cuatro inmersiones sucesivas en una disolución de sulfato de cobre (SO<sub>4</sub>Cu), al veinte por ciento (20%). Transcurrido un tiempo no aparecerán manchas rojizas en la superficie galvanizada. Se ensayarán tres muestras elegidas al azar. Se comprobará que el espesor del galvanizado electrolítico o cadmiado no es inferior a veinte micras (20 $\mu$ ).

Se comprobará que los tubos de PVC, de pared gruesa, colocados al exterior (sin empotrar), tienen un espesor adecuado, para lo cual un procedimiento a emplear, que se considera válido, será el de comprobación de su peso por metro lineal y su espesor de pared, para los diferentes tamaños comerciales.

Los tubos deberán estar sujetos a intervalos no superiores a setenta y cinco centímetros (75 cm), en los tramos rectos, en tres puntos en las curvas y a no menos de treinta centímetros (0.30 m) de su entrada a cajas de PVC o equipos.

Las uniones deberán estar roscadas o cementadas mediante productos disolventes de PVC.

Se comprobará que los tubos de PVC, colocados en instalación superficial, son como mínimo de clase 5.

Por cada tubo sólo pasarán conductores de un mismo circuito.

Los tubos de PVC de pared fina, solamente son utilizados en instalación enterrada, con un recubrimiento de hormigón de lo menos cinco centímetros (5 cm) y en instalaciones de BT, no serán enterrados a menos de cincuenta centímetros (50 cm) de profundidad.

## PRUEBAS DE CABLES

### Protocolos de ensayo en fábrica de los cables

Una vez realizada la instalación y terminadas la pruebas de funcionamiento, el contratista entregará al director de obra los protocolos de ensayo en fábrica de los cables, de las bobinas utilizadas en la obra. Dichos ensayos comprenderán:

- Verificación del nivel de aislamiento.
- Resistencia de aislamiento a 20°C.
- Resistencia óhmica de los conductores.
- Ensayos mecánicos.
- Verificación de características físicas de los cables.

### Medida de la resistencia eléctrica en cables en baja tensión, después de tendidos en obra

Para efectuar las medidas de continuidad se puentean dos conductores, de igual sección del cable a probar, en uno de sus extremos y se mide la resistencia del bucle así formado. Bastará dividir por dos el resultado encontrado, para obtener la resistencia de un conductor. Esta resistencia se comparará, después de referirla a un kilómetro y a 20°C, con la que el fabricante haya facilitado en el protocolo de ensayo en fábrica.

Medida de la continuidad eléctrica en cables en baja tensión, después de tendidos en obra

Para cables apantallados se unirá un extremo del conductor a la pantalla, comprobando la continuidad entre el otro extremo y la misma (al presionar instantáneamente el pulsador del MEGGER, la aguja tenderá a irse rápidamente hacia cero). Se repetirá la operación con todos los conductores del cable (la pantalla estará aislada de tierra al menos en uno de los extremos).

Para cables sin apantallar, se colocará a tierra un extremo del conductor a probar y se comprobará la continuidad entre el otro extremo y tierra.

Se indicará en el protocolo si el cable tiene bien la continuidad o si está cortado algún conductor.

Medida de la resistencia de aislamiento eléctrico en cables en baja tensión, después de tendidos en obra

Se usará el MEGGER de operación manual transistorizado (fuente de alimentación de batería) con tensiones de prueba de 250, 500, 1000 V, y con escalas de resistencia de 0-50, 0-100, 0-200 M $\Omega$  (megaohmios).

La prueba de aislamiento tendrá un minuto de duración. Para realizar la medida se seguirá el procedimiento siguiente:

- Abrir y etiquetar el interruptor de alimentación del cable que se va a probar cuando proceda.
- Localizar los dos extremos del cable que se va a probar.
- Asegurarse de que las puntas de los conductores, en cada extremos del cable, no se tocan unas con otras y que no están en contacto con equipos y/o tierra.
- Asegurarse de que los extremos del cable están continuamente vigilados durante la prueba, e impedir que personal no autorizado toque los cables durante la duración de ésta.
- Los cables estarán completamente terminados, listos para su conexión a regletas, motores, etc., pero no conectados.
- Cuando los cables sean armados y/o apantallados, se conectará a tierra su armadura y/o su pantalla.
- Conectar el MEGGER al cable de acuerdo con las instrucciones del fabricante del aparato.
- Registrar la temperatura ambiente, humedad relativa y condiciones de prueba.
- Probar cada conductor con respecto a cada uno de los otros y con respecto a tierra.
- Registrar los valores obtenidos en la hoja de pruebas, preparada para tal fin.



Los criterios de aceptación o rechazo, se tomarán por comparación de los resultados entre las distintas medidas efectuadas, sobre los mismos tipos de cables y con longitudes más o menos similares. Se considerará una resistencia de aislamiento mínima, para los cables, de  $2M\Omega$ , aunque en un cable en condiciones normales los valores de resistencia de aislamiento serán muy superiores.

#### PRUEBAS FINALES

Una vez finalizada la obra, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y equilibradas y puestas a punto las distintas instalaciones, y cumplidas las exigencias que haya establecido el director de la obra, tales como limpieza, regularización de suministro de energía, etc., se realizarán las pruebas finales.

#### PRUEBAS ESPECÍFICAS

Como mínimo se realizarán las pruebas que se refieren al uso racional de la energía y a seguridad de la instalación, tales como:

- Comprobación del tarado de los elementos de seguridad.
- Medida de la resistencia de difusión del electrodo de tierra.
- Resistencia de aislamiento de la instalación eléctrica.

#### PRUEBAS GLOBALES

Se realizarán como mínimo las siguientes pruebas globales:

Verificación de materiales y equipos: Se comprobará, por el director de la obra, que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en el proyecto, y contratados con la empresa instaladora, así como la correcta ejecución de su montaje.

#### **CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

Una vez efectuada la recepción provisional de las instalaciones, el adjudicatario presentará un estudio para el mantenimiento y conservación de las instalaciones construidas, durante el período de vida útil de éstas, En dicho estudio se incluirán como mínimo los siguientes documentos:

- ❑ Planos detallados de las modificaciones efectuadas al proyecto, debidamente autorizadas.
- ❑ Esquemas de principio y desarrollados de las instalaciones.
- ❑ Catálogos e instrucciones de mantenimiento, de todos y cada uno de los elementos de la instalación.
- ❑ Plan ordenado en el tiempo, con instrucciones de mantenimiento de las instalaciones.
- ❑ Durante el período de garantía el adjudicatario será responsable del mantenimiento y conservación de las instalaciones.

## **MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

### **MEDICIÓN**

Las mediciones se realizarán según los planos de planta apoyados por los alzados y detalles a escala que sean necesarios.

### **ABONO**

Las instalaciones se abonarán de acuerdo con los precios unitarios correspondientes a las unidades siguientes:

**Motores eléctricos:** Se abonará por unidad tipo de motor totalmente montado, nivelado, fijado, acoplado y probado.

**Circuitos de fuerza:** Se abonará por metro lineal de unidad tipo de cable totalmente tendido y conectado en sus extremos, incluyendo fijación e identificación.

**Aparamenta eléctrica:** Se abonará por unidad tipo suministrada, montada, conexionada y probada.

**Tomas de corriente para fuerza de uso industrial:** Se abonará por unidad tipo suministrada, montada, fijada y conexionada.

**Cajas de empalmes o derivación:** Se abonará por unidad tipo de caja colocada, incluyendo accesorios, tapas, tornillería y elementos de fijación.

### 3.2.4 Pliego de condiciones particulares de índole legal

## **CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**

### RECEPCIÓN PROVISIONAL

#### Documentos de la recepción

Una vez realizadas las pruebas finales reseñadas y resultando estas satisfactorias, a juicio del director de la obra, se procederá a la formalización de la recepción provisional, mediante la firma del acta de recepción. La documentación que ha de aportar la contrata previamente, será la siguiente:

- Protocolo de pruebas de la instalación.
- Manual de instrucciones, con información detallada del funcionamiento de y características de todos los elementos instalados.
- Manual de mantenimiento periódico de la instalación.
- Proyecto de ejecución, donde se relacionarán todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como planos definitivos de la obra ejecutada, y entre ellos los esquemas de principio, de control y las medidas de seguridad adoptadas.
- Copia de los certificados de la instalación, obtenidos del M.I.E.

#### Responsabilidades de la contrata

La contrata será responsable, de la calidad, seguridad, y rendimiento de las instalaciones durante el período de garantía, que abarcará desde la firma del acta de recepción provisional hasta la recepción definitiva, de un año como mínimo. El período de garantía será automáticamente prorrogado en el caso de averías frecuentes, o graves deficiencias en la instalación, realizándose nuevas pruebas de la instalación afectadas.

### RECEPCION DEFINITIVA

Transcurrido el período de garantía, en ausencia de averías frecuentes o defectos graves de funcionamiento durante el mismo, y habiendo sido subsanados aquellos defectos leves, a juicio de la dirección de la obra, la recepción provisional adquirirá el carácter de definitiva, sin realización de nuevas pruebas

## **LIBRO DE ÓRDENES**

El contratista de la obra estará obligado a llevar un libro de órdenes, sellado y foliado por un organismo competente, donde queden registradas las órdenes recibidas del ingeniero - director de la obra.

El libro de ordenes será diligenciado previamente por el departamento a que está adscrita la obra, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de la recepción definitiva.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la dirección, en la oficina de obra del contratista que, cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

Se hará constar en el libro de órdenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al contratista.

Efectuada la recepción definitiva, el libro de ordenes pasará a poder del ayuntamiento, si bien podrá ser consultado, en todo momento, por el contratista.

## **SEGURIDAD EN LA MÁQUINA**

Además de las medidas descritas en el estudio básico de seguridad y salud (*Anejo 3*), para la correcta homologación de las máquinas en cuanto a seguridad se tendrán en cuenta los siguientes capítulos de normativas.

### **CAPÍTULO I. Acreditación del cumplimiento de las normas de seguridad**

#### **Art . 3. Formas de acreditación**

1 . El fabricante de una nueva máquina o elemento de máquina será responsable de que al salir de fábrica cumpla las condiciones necesarias para el empleo previsto.

2 . El cumplimiento de las exigencias de este reglamento y sus ita se podrá atestiguar por alguna de las formas siguientes:

A ) Por autocertificación del fabricante.

B ) Mediante certificado extendido por una entidad colaboradora, o por un laboratorio o por ambos acreditados por el MINER, después de realizar un previo control técnico sobre la máquina o elemento de que se trate.

C ) Mediante la correspondiente homologación realizada por el centro directivo del Ministerio de Industria y Energía competente en seguridad industrial de acuerdo con lo indicado en el artículo siguiente.

D ) Por otros medios que se determinen oportunamente. En cada una de las ITC se indicará que formas de acreditación se exigirán para cada tipo de máquina o elemento de máquina.

3 . Hasta tanto sea publicada la correspondiente ITC, se justificará el cumplimiento de las exigencias de este reglamento mediante la presentación de una autocertificación extendida por el fabricante nacional o extranjero, en la que se acredite el cumplimiento de la reglas generales de seguridad a que se refiere el capítulo VI de esta normativa.

No obstante el Ministerio de Industria y Energía, en razón de las especiales características de la máquina de que se trate, podrá exigir además alguno de los medios de prueba previstos en el punto 2 anterior. En el caso de fabricante extranjero, el certificado deberá ser legalizado por el representante consular español en el país de origen, y presentado por el importador a requerimiento de la administración competente.

#### **Artículo 4. Homologación**

1 . Las instrucciones técnicas complementarias determinarán las máquinas, elementos de máquinas o sus sistemas de protección que será necesario homologar antes de proceder a su fabricación o importación.

2 . En estos casos se prohíbe la fabricación para el mercado interior y la venta, importación o instalación en cualquier parte del territorio nacional de las máquinas, elementos o sistemas de protección que no correspondan a tipos ya homologados o carezcan de la documentación acreditativa de haberse efectuado en los mismos la conformidad de la producción a que se refiere el artículo quinto.

3 . La homologación se llevará a efecto de acuerdo con lo establecido en el capítulo V del reglamento aprobado por el Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre, por el que se aprueban las actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de la normalización y homologación y su modificación según Real Decreto 734/1985, de 20 de febrero.

4 . Las ITC de este reglamento indicarán las pruebas y ensayos que deban efectuarse en cada caso.

5 . A la documentación que establece el inciso C) del apartado 5.2.3 del reglamento, a que se refiere el Real Decreto mencionado en el párrafo anterior, se agregará la siguiente: ficha técnica extendida por triplicado con las hojas UNE a-4 necesarias para definir el tipo en las cuales se incluirán el nombre y dirección del fabricante, características esenciales, dimensiones principales, secciones, vistas exteriores, elementos de seguridad, variantes que comprende y cualquier otro dato que contribuya a la identificación del tipo que se pretenda homologar.

#### **Artículo 5 . Conformidad de la producción**

Las ITC podrán establecer que se efectúe un seguimiento de la producción a efectos de comprobar que los productos homologados siguen cumpliendo las condiciones que sirvieron de base a la homologación. En dicho caso la conformidad de la producción se realizará de acuerdo con lo establecido en el capítulo 6 del reglamento aprobado por Real Decreto 2584/1981 y modificación del mismo antes mencionado, indicándose en cada ITC la periodicidad que corresponda.

#### **Artículo 6**

Cuando se apruebe por el órgano territorial competente de la administración pública que la utilización de un tipo homologado resulta manifiestamente peligroso, podrá ordenar cautelarmente la puesta fuera de servicio de máquinas o elementos de máquinas en que se haya puesto de manifiesto la situación peligrosa, e iniciar seguidamente expediente de cancelación de su homologación, elevando la correspondiente propuesta al centro directivo competente del Ministerio de Industria y Energía, el cual podrá cancelar la homologación de que se trate.

Se seguirán para ello las normas previstas en la Ley de procedimiento administrativo. Cuando, como consecuencia de su actuación, la inspección de trabajo y seguridad social tuviese conocimiento de situaciones que pudieran dar lugar a la adopción de las medidas previstas en este artículo y en el artículo 17.3 de esta norma, lo pondrá en conocimiento del centro directivo competente del Ministerio de Industria y Energía.

## **Artículo 7 . Modificaciones**

1 . Las modificaciones que se deseen introducir por el fabricante en un tipo homologado se harán de acuerdo con lo dispuesto en la sección 4 del capítulo 5.º, puntos 5.4.1 , 5.4.2 y 5.4.3 del ya mencionado reglamento a que se refiere el Real Decreto 2584/1981.

2 . Las modificaciones de las máquinas, elementos y sistemas de protección regulados por el presente pliego, que se pretendan realizar por los usuarios de las mismas, estén sujetos a homologación o no, siempre que incidan sobre las especificaciones establecidas en la correspondiente ITC, deberán comunicarse por dichos usuarios al órgano territorial competente de la administración pública.

2.1 . La citada comunicación irá acompañada de una memoria en la que se describan las modificaciones que se deseen introducir y su incidencia sobre la seguridad de la máquina, elemento o sistema de seguridad que se pretende modificar.

2.2 El órgano territorial competente de la administración pública resolverá si con ello se disminuye o no el nivel de seguridad exigido por la ITC que corresponda. Para ello podrá solicitar el dictamen del órgano o entidad habilitada para ello.

2.3 Si se considera que la modificación no reduce el nivel de seguridad exigido, se notificará así al interesado. En caso contrario no se podrá llevar a efecto la modificación proyectada, lo cual será igualmente notificado al interesado.

2.4 Para las modificaciones que, no incidiendo sobre las características y especificaciones fijadas en la correspondiente ITC, si afectan a la identificación de la máquina bastará una nueva comunicación de los usuarios.

## **CAPÍTULO II. Obligaciones de los fabricantes, importadores, proyectistas, reparadores, instaladores, conservadores y usuarios**

### **Artículo 8 . Fabricantes e importadores**

1 . Las ITC de este pliego podrán exigir a los fabricantes nacionales e importadores el cumplimiento de determinadas prescripciones técnicas y la posesión de un mínimo de medios para el cumplimiento de dichas condiciones.

2 . Los fabricantes nacionales deberán estar inscritos en el registro industrial del órgano territorial competente de la administración pública.

3 . Los citados fabricantes e importadores, además de las obligaciones que se indiquen en las ITC, tendrán las siguientes:

A ) Llevarán un registro de las máquinas o elementos de máquinas que fabriquen o importen. En dicho registro deberá consignarse la factoría donde se ha construido la máquina o elemento de máquina, la partida a que corresponde y la fecha de su fabricación.

B ) Se responsabilizarán de que los productos fabricados o importados por ellos cumplen las condiciones reglamentarias.

C ) Cada máquina o elemento de máquina irá acompañado de las correspondientes instrucciones de montaje , uso y mantenimiento a que se refiere en el artículo 15, así como de las medidas preventivas de accidentes.

#### **Artículo 9 . Projectistas**

Tendrán como obligaciones generales, además de las particulares que se fijen en cada ITC, las siguientes:

A ) Definir de forma correcta y precisa el producto industrial, haciendo constar: los datos básicos de partida, especificación de materiales, desarrollo de los cálculos que se señalen en cada normativa y pruebas y controles que deban realizarse, poniendo de manifiesto que el proyecto cumple la legislación vigente, y en especial, todo lo relativo a las normas y elementos de seguridad.

B ) Si se trata de empresa de ingeniería, deberá justificar estar inscrita en el registro de sociedades de ingeniería y consultoras.

C ) Si se trata de empresa de ingeniería extranjera, deberá tener autorizado el correspondiente contrato de asistencia técnica suscrito con el fabricante o con alguna empresa de ingeniería española.



### **Artículo 10 . Reparadores**

1 . Deberán estar inscritos como tales en el órgano territorial competente de la administración pública, para lo cual deberán cumplir, además de las que se prescriben en las distintas ITC, las siguientes obligaciones:

A ) Responsabilizarse de que las reparaciones efectuadas por los mismos cumplan las condiciones exigidas en los reglamentos de seguridad.

B ) Disponer de los medios técnicos adecuados que se señalen en la ITC correspondiente.

C ) Relacionar documentalmente los trabajos efectuados.

2 . Ninguna reparación podrá modificar el diseño básico en cuanto se refiere a condiciones de seguridad del elemento reparado, sin justificación previa y autorización, en su caso, del órgano territorial competente de la administración pública. Todas las empresas fabricantes quedaran automáticamente inscritas como empresas reparadoras.

### **Artículo 11 . Instaladores**

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los técnicos titulados, las instalaciones podrán ser realizadas por personas físicas o jurídicas que acrediten cumplir las condiciones requeridas en cada ITC para ejercer como instaladores autorizados, en todo caso, estar inscritos en el órgano territorial competente de la administración pública, para lo cual cumplirá, como mínimo, los siguientes requisitos:

A ) Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen en cada ITC.

B ) Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.

C ) Responsabilizarse de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas reglamentarias de seguridad y que han sido efectuadas con resultado satisfactorio las pruebas y ensayos exigidos.

## **Artículo 12 .Conservadores**

Los conservadores que podrán ser personas físicas o jurídicas, deberán estar inscritos en el órgano territorial competente de la administración pública y tendrán como obligaciones, además de las que se exijan en las distintas ITC, las siguientes:

A ) Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen en cada ITC.

B ) Responsabilizarse de que los equipos o instalaciones que les sean encomendados cumplen en todo momento las condiciones de funcionamiento seguro, efectuado aquellas revisiones que sean prescritas reglamentariamente y estando a disposición del usuario para atender las revisiones que pudieran presentarse o para las que sea requerido.

C ) Interrumpir el funcionamiento de cualquier máquina que presente anomalías cuando éstas supongan riesgos de accidente hasta que se efectúe la necesaria reparación, comunicándolo inmediatamente a su titular.

D ) Comunicar por escrito al titular de la instalación o del equipo de que se trate las reparaciones que considere necesarias, así como el plazo en que deben efectuarse cuando se presente anomalías que, sin suponer un riesgo inminente , puedan suponer un riesgo potencial.

E ) Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.

F ) Las incidencias comprendidas en los incisos D ) y E ) anteriores se comunicaran, así mismo, al órgano territorial competente de la administración pública, que adoptará las decisiones que estime convenientes, previa audiencia del interesado, pudiendo llegar incluso al cierre de las instalaciones en tanto no sean subsanadas las citadas deficiencias.

## **Artículo 13 . Usuarios**

1 . Los usuarios de máquinas o elementos incluidos en este reglamento están obligados a no utilizar más que aquellos que cumplan las especificaciones establecidas en el mismo. Con dicho objeto antes de adquirirlas deberán exigir al vendedor, importador o cedente una justificación de que están debidamente homologados o, en otro caso, certificado de que cumplen las especificaciones exigidas por este reglamento y sus ITC. Además, tendrán las siguientes obligaciones:

A ) Mantener, o en su caso, contratar el mantenimiento de las máquinas de que se trate, de tal forma que se conserven las condiciones de seguridad exigidas.

B ) Impedir su utilización, cuando, directa o indirectamente, tenga conocimiento de que no ofrecen las debidas garantías de seguridad para las personas o los bienes.

C ) Responsabilizarse de que las revisiones e inspecciones reglamentarias se efectúan en los plazos fijados.

D ) Conservar las instrucciones a que se refiere el artículo 15 y demás documentos o certificados exigidos.

2 . Los usuarios podrán instalar, reparar y conservar sus máquinas si poseen medios humanos y materiales necesarios para ello, en los términos que establezca la correspondiente ITC.

### **CAPÍTULO III. Identificación de la máquina e instrucciones de uso**

#### **Artículo . 14 . Placas, etiquetas e instrucciones de uso**

1 . Toda máquina, equipo o sistema de protección incluido en este reglamento y sus ITA debe ir acompañado de unas instrucciones de uso extendidas por el fabricante o importador, en las cuales figuraran las especificaciones de manutención, instalación y utilización, así como las normas de seguridad y cualesquiera otras instrucciones que de forma específica sean exigidas en las correspondientes ITC.

2 . Estas instrucciones incluirán los planos y esquemas necesarios para el mantenimiento y verificación técnica, estarán redactadas al menos en castellano, y se ajustarán a las normas UNE que les sean de aplicación.

3 . Llevarán, además, una placa en la cual figuraran como mínimo los siguientes datos, escritos al menos en castellano: nombre del fabricante. Año de fabricación y o suministro. Tipo y número de fabricación. Potencia en kW. Contraseña de homologación, si procede. Estas placas serán hechas de materiales duraderos y se fijarán sólidamente, procurándose que sus inscripciones sean fácilmente legibles una vez este la máquina instalada.

## **CAPÍTULO IV. Instalación y puesta en servicio**

### **Artículo 15**

La instalación de las máquinas, elementos o sistemas de protección incluidos en este pliego, requerirá, cuando lo especifique la ITA correspondiente, la presentación de un proyecto ante el órgano territorial competente de la administración pública, siguiéndose para ello el procedimiento establecido en el Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, que regula la liberación en materia de instalación, ampliación y traslado de industrias.

### **Artículo 16**

La puesta en funcionamiento se efectuara igualmente de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 2135/1981, mencionado en el artículo anterior, no precisando otro requisito que la presentación ante el órgano territorial competente de la administración pública de un certificado expedido por técnico competente en el que se ponga de manifiesto la adaptación de la obra al proyecto y cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones establecidas por este reglamento y sus ITC.

## **CAPÍTULO V. Inspecciones y revisiones periódicas**

### **Artículo 17**

1 .Las instrucciones técnicas complementarias especificaran las inspecciones con carácter oficial exigidas para cada tipo de máquinas y las revisiones no oficiales, necesarias para comprobar que siguen conservándose las condiciones de seguridad.

2 . Las inspecciones de carácter oficial se llevarán a efecto por el órgano territorial competente de la administración pública, o si este así lo establece, por una entidad colaboradora en el campo de la seguridad industrial, pero en todo caso los certificados de inspección serán emitidos por el órgano territorial de la administración pública, a la vista de las actas de revisión extendidas por dichas entidades y después de la supervisión de las mismas.

3 . Si como resultado de las inspecciones a que se refiere el apartado anterior se observará un peligro manifiesto o un excesivo riesgo potencial, el órgano territorial competente de la administración pública adoptará las medidas necesarias para eliminar o reducir dicho peligro o riesgo, pudiendo llegar hasta la paralización de la máquina de que se trate en tanto no sean

subsana das dichas deficiencias, para lo cual requerirá al titular de la misma a fin de que realice los trabajos necesarios.

4 . El órgano territorial competente de la administración pública llevará un registro de máquinas sujetas a inspecciones oficiales periódicas con los datos fundamentales en cada una, inspecciones efectuadas e incidencias surgidas en su funcionamiento, pudiendo contar para ello con la ayuda de las entidades colaboradoras en el campo de la seguridad industrial.

5 . Deberá por otra parte quedar constancia, en la industria y que están instaladas las máquinas, de las revisiones no oficiales exigidas por las ITA con indicación del técnico que las ha llevado a efecto y de sus resultados.

## **CAPÍTULO VI. Reglas Generales de Seguridad**

### **Artículo 18**

Independientemente de las exigencias de seguridad que se incluyan en las ITADE este pliego, las máquinas y elementos de máquinas incluidos en el mismo cumplirán las reglas generales de seguridad que se indican en los artículos anteriores.

### **Artículo 19**

Las máquinas, elementos constitutivos de éstas o aparatos acoplados a ellas estarán diseñados y contruidos de forma que las personas no estén expuestos a sus peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúa conforme a las condiciones previstas por el fabricante.

### **Artículo 20 . Roturas en servicio**

Las diferentes partes de las máquinas así como sus elementos a que vayan a estar sometidos, así como cualquier otra influencia externa o interna que puedan presentarse en las condiciones normales de utilización previstas.

### **Artículo 21 . Sujeción de ciertas partes de la máquina**

Cuando existan partes de la máquina cuya pérdida de sujeción pueda dar lugar a peligros, deberán tomarse precauciones adicionales para evitar que dichas partes puedan incidir sobre las personas.

### **Artículo 22 . Rotura o proyección de fragmentos de elementos giratorios**

En las máquinas provistas de elementos giratorios cuya rotura o desprendimiento pueda originar daños, deberá montarse o dotarse de un sistema de protección complementario que retenga los posibles fragmentos impidiendo su incidencia sobre las personas.

### **Artículo 23 . Caídas de las máquinas o partes de éstas por pérdida de estabilidad**

Para evitar la pérdida de estabilidad de la máquina, especialmente durante su funcionamiento normal, se tomaran las medidas técnicas adecuadas, de acuerdo con las condiciones de instalación y de utilización previstas por el fabricante.

### **Artículo 24 . Aristas agudas o cortantes**

En las partes accesibles de las máquinas no deberán existir aristas agudas o cortantes que puedan producir heridas.

### **Artículo. 25 . Caídas de las personas a distinto nivel**

Las áreas de trabajo o zonas donde sea necesaria la visita de personal para efectuar operaciones tales como inspección, regulación o mantenimiento y que estén a un nivel superior al del suelo y entrañen peligro en caso de caída estarán provistos de plataformas de trabajo, con accesos adecuados, dotados ambos con sistemas de protección que impidan la caída. Art . 26. Las superficies de las máquinas que puedan producir daños a las personas por contacto directo con ellas debidos a su elevada o baja temperatura, deberán estar adecuadamente protegidas.

### **Artículo 26**

Las superficies de las máquinas que puedan producir daños a las personas por contacto directo con ellas debido a su elevada o baja temperatura, deberán estar adecuadamente protegidas.

### **Artículo . 27**

En las máquinas o aparatos destinados al trabajo de productos o materiales que produzcan gases, vapores, polvos o residuos inflamables, deben tomarse las medidas necesarias para evitar incendios o explosiones.

### **Artículo 28 . Proyección de fincas, partículas gases o vapores**

Se tomaran las medidas adecuadas para evitar que la proyección de líquidos, gases, vapores o sólidos pueda producir daños a las personas.

### **Artículo 29 . Sujeción de las piezas a trabajar**

Las piezas a trabajar deberán estar convenientemente sujetas, de forma que al funcionar la máquina la falta de sujeción de las mismas o del propio elemento de sujeción no pueda dar lugar a daños a las personas.

### **Artículo 30 . Órganos de transmisión**

Los elementos móviles de las máquinas y de los aparatos utilizados para la transmisión de energía o movimiento deben concebirse, construirse, disponerse o protegerse de forma que prevengan todo peligro de contacto que pueda originar accidentes.

### **Artículo 31 . Elementos de trabajo y piezas móviles**

Siempre que sea factible, los elementos móviles de las máquinas o aparatos que ejecutan el trabajo y, en su caso, los materiales o piezas a trabajar, deben concebirse, construirse, disponerse y o mandarse de forma que no impliquen peligro para las personas.

### **Artículo 32 . Máquinas o parte de ellas que trabajen interdependiente**

Cuando la instalación está constituida por un conjunto de máquinas o una máquina está formada por diversas partes que trabajan de forma interdependiente, y es necesario efectuar pruebas individuales del trabajo que ejecutan dichas máquinas o algunas de sus partes, la protección general del conjunto se hará sin perjuicio de que cada máquina o parte de ella disponga de un sistema de protección adecuado.

### **Artículo 33 . Máquinas que pueden ser utilizadas o mandadas de diversas formas**

Cuando la máquina este diseñada para ser utilizada o mandada de diferentes maneras, y sea necesario un sistema de protección diferente, para cada forma de utilización o mando deberá estar dotada con los sistemas de protección adecuados a las diferentes formas de utilización o mando previstas por el fabricante.

### **Artículo 34 . Alimentación por energía eléctrica**

Las máquinas alimentadas con energía eléctrica deberán proyectarse, construirse, equiparse, mantenerse y, en caso necesario, dotarse de adecuados sistemas de protección de forma que se prevengan los peligros de origen eléctrico.

### **Artículo 35 . Fugas de gases o líquidos sometidos a presión**

Las máquinas y aparatos o sus partes, sometidos a presión (tuberías, juntas, bridas, racores, elementos de mando u otras), estarán diseñados, contruidos y, en su caso, mantenidos, de forma que, teniendo en cuenta las propiedades físicas o químicas de los gases o líquidos sometidos a presión, se eviten daños a las personas por fugas o roturas.

### **Artículo 36 . Agentes físicos y químicos**

1 . Las máquinas o aparatos en los que durante su trabajo normal se produzcan emisiones de polvo, gases o vapores que puedan ser perjudiciales para la salud de las personas, deberán ir provistos de sistemas eficaces de captación de dichos contaminantes acoplados a sistemas de evacuación de los mismos.

2 . Las máquinas o aparatos capaces de emitir radiaciones ionizantes u otras que puedan afectar a la salud de las personas estarán provistas de sistemas de protección eficaces.

3 . Las máquinas deberán diseñarse, construirse, montarse, protegerse y, en caso necesario, mantenerse para amortiguar los ruidos y las vibraciones producidos a fin de no ocasionar daños para la salud de las personas. En cualquier caso, se evitará la emisión por las mismas de ruidos de nivel superior a los límites establecidos por la normativa vigente en cada momento.

### **Artículo 37 . Diseño y construcción de las máquinas atendiendo a criterios ergonómicos**

Las máquinas o aparatos estarán diseñados y contruidos atendiendo a criterios ergonómicos, tales como, la concepción de:

- A ) Espacio de trabajo y medios de trabajo
- B ) Ambiente de trabajo
- C ) Procesos de trabajo



### **Artículo 38 . Puesto de mando de las máquinas**

Los puestos de mando de las máquinas deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, y estar situados fuera de toda zona donde puedan existir peligros para los mismos. Desde dicha zona y estando en posición de accionar los mandos, el trabajador debe tener la mayor visibilidad posible de la máquina, en especial de sus partes peligrosas.

### **Artículo 39 . Puesta en marcha de las máquinas**

1 . La puesta en marcha de la máquina sólo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas que para la propia máquina.

2 . La puesta en marcha de la máquina si puede implicar peligro, solo será posible por una acción voluntaria del operador sobre los adecuados órganos de marcha. Si se trata de máquinas de funcionamiento automático deberá dotarse a las mismas de suficientes elementos de seguridad.

3 . Los órganos de puesta en marcha deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, estar situados lejos de zonas de peligro, y protegidos de forma que se eviten accionamientos involuntarios.

4 . Si una máquina se para aunque sea momentáneamente por un fallo en su alimentación de energía, y su puesta en marcha inesperada pueda suponer peligro, no podrá ponerse en marcha automáticamente al ser restablecida la alimentación de energía.

5 . Si la parada de una máquina se produce por la actuación de un sistema de protección, la nueva puesta en marcha solo será después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.

6 . Las máquinas o conjunto de ellas en que desde el puesto de mando no puede verse su totalidad y pueden suponer peligro para las personas en su puesta en marcha, se dotarán de alarma adecuada que sea fácilmente perceptible por las personas. Dicha alarma actuando en tiempo adecuado procederá a la puesta en marcha de la máquina y se conectara de forma automática al pulsar los órganos de puesta en marcha.

---

#### **Artículo 40 . Desconexión de la máquina**

En toda máquina debe existir un dispositivo manual que permita al final de su utilización su puesta en condiciones de la mayor seguridad (máquina parada). Este dispositivo debe asegurar en una sola maniobra la interrupción de todas las funciones de la máquina, salvo que la anulación de alguna de ellas pueda dar lugar a peligro para las personas, o daños a la máquina. En este caso tal función podrá ser mantenida o bien diferida su desconexión hasta que no exista peligro.

#### **Artículo 41 . Parada de emergencia**

Toda máquina que pueda necesitar ser parada lo más rápidamente posible, con el fin de evitar o minimizar los posibles daños, deberá estar dotada de un sistema de paro de emergencia.

Este sistema estará colocado como mínimo en las máquinas sujetas a las siguientes condiciones: cuando estando el trabajador en una zona de peligro, el mando ordinario de paro del elemento que produce el peligro no pueda alcanzarse rápida y fácilmente por el mismo.

Cuando la máquina no pueda ser suficientemente vigilada desde el puesto de mando. Cuando ante una emergencia pueda ser necesario un paro más enérgico distinto del ordinario cuando la parada accidental de una máquina funcionando dentro de un conjunto interdependiente pueda originar peligro para las personas o daños a las instalaciones, o cuando el conjunto no pueda pararse accionando un único elemento fácilmente accesible. En todo caso la parada de emergencia no supondrá nuevos riesgos para las personas.

#### **Artículo 42 . Prioridad de las órdenes de paros sobre las de marcha**

La acción mantenida sobre los órganos de puesta en marcha, no deben en ningún caso oponerse a las órdenes de parada.

#### **Artículo 43 . Selectores de los diversos modos de funcionamiento o de mando de una máquina**

Los selectores de las máquinas que puedan trabajar o ser mandadas de diversas formas, deben poder ser bloqueadas con la ayuda de llaves o herramientas apropiadas, en cada posición elegida. A cada posición del selector no debe corresponder más que una sola forma de mando o funcionamiento.

**Artículo 44 . Mantenimiento, ajuste, regulación, engrase, alimentación u otras operaciones a efectuar en las máquinas**

Las máquinas deberán estar diseñadas para que las operaciones de verificación, reglaje, regulación, engrase o limpieza se puedan efectuar sin peligro para el personal, en lo posible desde lugares fácilmente accesibles, y sin necesidad de eliminar los sistemas de protección. En caso de que dichas operaciones u otras, tengan que efectuarse con la máquina o los elementos peligrosos en marcha y anulados los sistemas de protección, al anular el sistema de protección, se deberá cumplir:

A ) La máquina sólo podrá funcionar a velocidad muy reducida, golpe a golpe, o a esfuerzo reducido.

B ) El mando de la puesta en marcha será sensitivo. Siempre que sea posible, dicho mando deberá disponerse de forma que permita al operario ver los movimientos mandados.

C ) La anulación del sistema de protección y el funcionamiento de la máquina en las condiciones citadas, en los incisos A ) y B ) excluirá cualquier otro tipo de marcha o mando. El o los dispositivos de desconexión de las máquinas deberán ser bloqueables con eficacia inviolable en la posición que aisle y deje sin energía motriz a los elementos de la máquina. En caso de que dicha prescripción no fuese técnicamente factible, se advertirán en la máquina los peligros que pudiera originarse e igualmente, en el manual de instrucciones se advertirán tales peligros y se indicarán las precauciones a tomar para evitarlos.

Cuando, por las especiales características de la máquina, las operaciones a que se refiere este artículo no puedan realizarse en las condiciones A ), B ) y C ) podrá prescindirse de éstas, adoptándose las medidas convenientes para que dichas operaciones se lleven a efecto sin peligro para el personal. En cualquier caso deberán darse al menos en castellano las instrucciones precisas para que las operaciones de reglaje, ajuste, verificación o mantenimiento se puedan efectuar con seguridad. Esta prescripción es particularmente importante en caso de exigir peligros de difícil detección o cuando después de la interrupción de la energía existan movimientos debidos a la inercia.

#### **Artículo 45**

1 . Las máquinas dispondrán de dispositivos o protecciones adecuadas tendentes a evitar riesgos de atrapamiento en los puntos de operación, tales como resguardos fijos, dispositivos apartacuerpos, barras de paro, dispositivos de alimentación automática, etc.

2 . En el diseño y emplazamiento de los resguardos en las máquinas, se tendrá en cuenta que su fijación sea racionalmente inviolable, permita suficiente visibilidad a través de los mismos, su rigidez sea acorde a la dureza del trato previsto, sus aberturas impidan la introducción de miembros que puedan entrar en contacto con órganos móviles y que permitan en lo posible la ejecución de operaciones de mantenimiento a su través, prolongando los mandos, engrasadores, etc., hasta el exterior del resguardo, colocando superficies transparentes frente a los indicadores, etc.

#### **Artículo 46 . Transporte**

Se darán las instrucciones y se dotará de los medios adecuados para que el transporte y la manutención se pueda efectuar con el menor peligro posible. A estos efectos, en máquinas estacionarias:

A ) Se indicará el peso de las máquinas o partes desmontables de éstas que tengan un peso superior a 500 kilogramos.

B ) Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad de la máquina, y se sujetara de forma apropiada.

C ) Aquellas máquinas o partes de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada; en todos los casos se indicará, al menos en castellano, la forma de efectuar el amarre correctamente.

#### **Artículo 47**

1 . Se darán las instrucciones necesarias para que el montaje de la máquina pueda efectuarse correctamente y con el menor peligro posible.

2 . Se facilitarán los datos necesarios para efectuar las funciones normales de la máquina y en su caso, los datos para la elección de los elementos que impidan la transmisión de vibraciones producidas por la máquina.

3 . Las piezas de un peso mayor de 50 kilogramos y que tengan un difícil amarre, estarán dotadas de puntos de sujeción apropiados o donde puedan montarse elementos auxiliares para la elevación.

4 . Se indicarán los espacios mínimos que habrá que respetar con relación a las paredes y techo, para que el montaje y desmontaje de ciertas piezas puedan efectuarse con facilidad.

#### **Artículo 48**

Cuando en algún caso, debidamente justificado, en el diseño de una máquina o elemento de máquina, no pueden incluirse alguna o algunas de las protecciones a que se refieren los artículos anteriores, el fabricante deberá indicar al menos en castellano que medidas adicionales deben tomarse in situ a fin de que la máquina una vez instalada cuente con todas las protecciones a que se refiere este capítulo.

### **CAPÍTULO VII. Accidentes**

#### **Artículo 49**

1 . Los titulares de las máquinas a que se refiere este reglamento notificarán en un plazo máximo de cinco días los accidentes que se produzcan en las mismas al órgano territorial competente de la administración pública.

2 . Cuando el accidente sea grave la notificación será inmediata.

3 . Cuando como consecuencia de lo previsto en la normativa laboral proceda la realización de un parte de accidentes de trabajo, no será necesaria la notificación de accidentes prevista en este artículo, si bien la autoridad laboral competente dará traslado de los partes de accidentes en el plazo máximo de cinco días al órgano territorial competente de la administración pública.

**Artículo 50**

El órgano territorial competente de la administración pública que reciba la notificación del accidente dará traslado del mismo al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Una vez elaboradas las correspondientes estadísticas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad social, se dará traslado de las mismas al centro directivo del Ministerio de Industria y energía competente en materia de seguridad industrial, así como de los informes específicos que resulten de interés para la posible revisión de las ITADE este pliego.

Valencia a 01 de septiembre de 2015

Darío Herrero Caballer

Graduado en ingeniería forestal y del medio natural.

ANEJO VI

Catálogos de equipos  
presupuestados





modelo **CS**

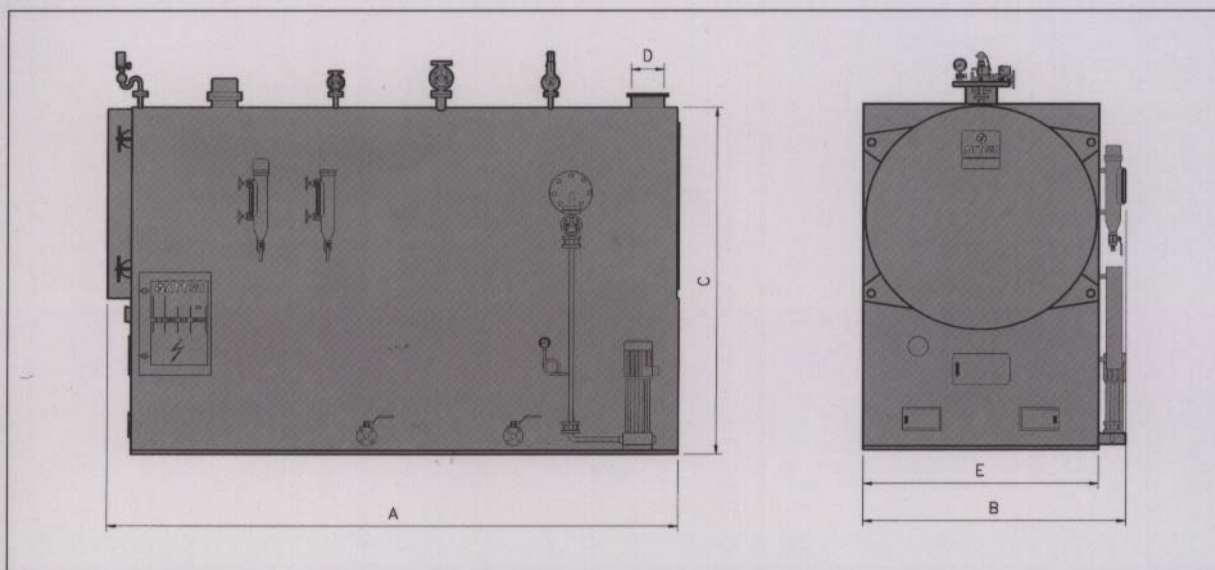


# Generadores de vapor de combustibles sólidos



ISO 9001

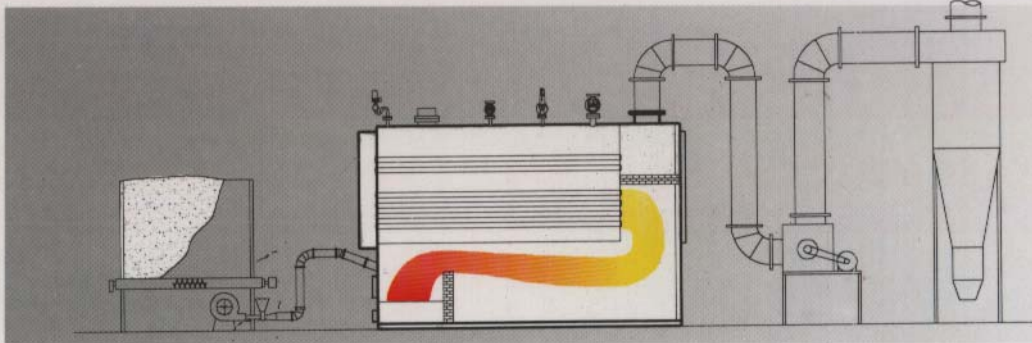
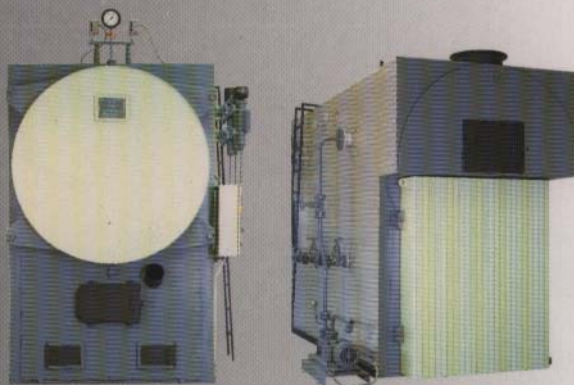
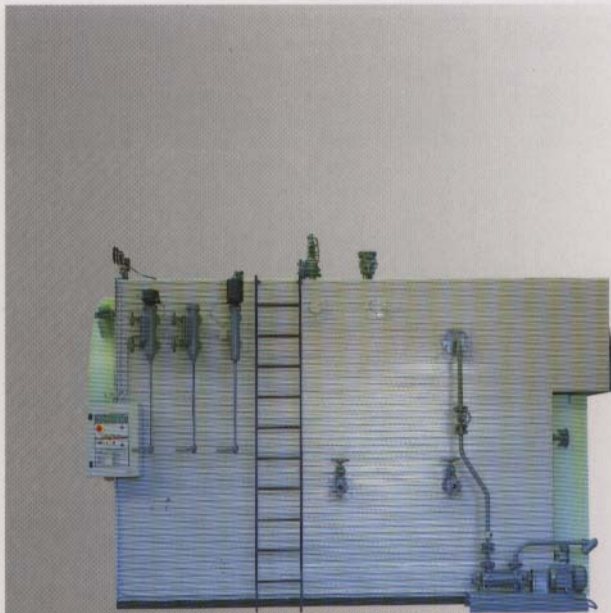




Caldera modelo Steam generator model Chaudière modèle Caldeira modelo		CS	500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	8.000	10.000	12.000
Producción de vapor Steam generation Production de vapeur Produção de vapor	kg/h		500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	8.000	10.000	12.000
	H.P.		32	64	128	192	256	320	384	512	640	768
Potencia térmica útil Useful thermal power Puissance thermique utile Potência térmica útil	kcal/h x 1.000		300	600	1.200	1.800	2.400	3.000	3.600	4.800	6.000	7.200
	kW		348	697	1.395	2.093	2.790	3.488	4.186	5.581	6.976	8.372
Peso transporte Transport weight Poid transporté Peso transporte	kgs		3.200	6.000	8.000	10.600	13.000	18.500	22.000	30.000	37.000	44.000
Peso en servicio Fum Surp Peso em serviço	kgs		8.000	12.500	17.000	23.000	33.500	43.400	54.000	71.500	90.000	105.000
	st		7.25	11.3	15.4	20.8	30.4	39.4	49.0	65.0	81.6	95.3
Dimensiones Size	A	mm.	2.200	3.600	4.200	5.900	6.150	7.550	7.600	10.000	10.100	11.700
	B	mm.	2.100	2.100	2.550	2.550	2.800	2.800	3.200	3.200	3.600	3.600
Dimensions Dimensões	C	mm.	2.600	2.600	3.300	3.300	3.775	3.775	4.200	4.200	5.200	5.200
	D	mm.	300	300	400	400	500	600	600	800	1.000	1.000
	E	mm.	1.700	1.700	2.150	2.150	2.400	2.400	2.800	2.800	3.200	3.200

El fabricante se reserva la facultad de introducir modificaciones sin previo aviso.  
The manufacturer reserves the right to introduce modifications without prior notification.  
Le fabricant se réserve la possibilité d'effectuer des modifications, sans préavis.  
O fabricante se reserva o direito de introduzir modificações sem prévio aviso.

# modelo CS



El generador de vapor **ATTSU** modelo "CS" es del tipo horizontal, pirotubular, de tres pasos de humos y hogar diseñado para combustible sólido.

Nuestro Departamento de Ingeniería ha desarrollado un generador de vapor donde el ahorro energético, respeto al entorno, seguridad, facilidad de manejo y mantenimiento ha sido su principal objetivo. Dando como resultado un generador de muy poco ensuciamiento del circuito de humos, con puertas abatibles y calorifugadas, acceso total al hogar de combustión, gran cámara de vapor, equilibrio perfecto entre volumen, superficie y potencia, así como rapidez de puesta a régimen.

The **ATTSU** model "CS" is a horizontal type steam generator. It is pyrotubular and has three steam vents, and designed for solid fuel furnace.

In developing this steam generator, our Engineering Department kept in mind the following objectives: energy savings, respect for the environment, safety and simplicity of use and maintenance. The result was a generator with very little smoke circuit fouling, hinged, heat-resistant doors, total access to furnace, large steam chamber, perfect balance between volume, surface and power, and quick start-up.

Le générateur de vapeur **ATTSU** modèle "CS" est du type horizontal, pyrotubulaire, à trois passages de fumée, et foyer conçu pour combustibles solides.

Notre Département d'Ingénierie a développé un générateur de vapeur dont les principaux objectifs étaient l'économie énergétique, le respect du milieu environnant, la sécurité et la facilité d'utilisation et d'entretien. Le résultat est un générateur à très faible encrassement du circuit de fumées, avec des portes rabattables et calorifugées, accès total au foyer de combustion, grande chambre de vapeur, un parfait équilibre entre volume, superficie et puissance, ainsi qu'une mise en régime rapide.

O gerador de vapor **ATTSU**, modelo "CS" é do tipo horizontal, pirotubular, de três passos de fumaças e desenhado para combustível sólido.

Nosso Departamento de Engenharia desenvolveu um gerador de vapor onde a economia energética, com respeito ao meio ambiente, segurança, facilidade de manejo e manutenção foi o seu principal objetivo. Dando como resultado um gerador de pouquíssima contaminação do circuito de fumaças, com portas abatíveis e calorifugadas, acesso total ao lar de combustão, grande câmara de vapor, equilíbrio perfeito entre volume, superfície e potência, assim como rapidez de colocação para um funcionamento imediato.



# ATTSU®

**ARCONES**

**TECNIVAP**

**teyvi**

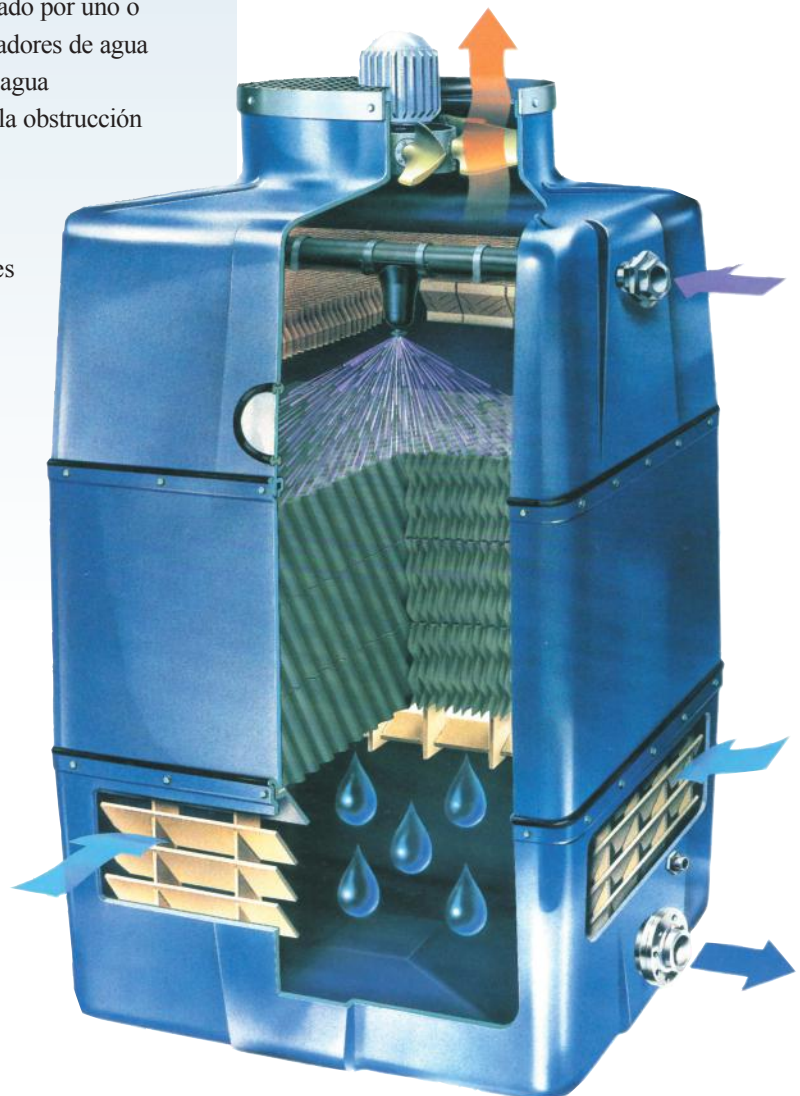
Calle C, 5 - Polígono n.º 1  
28938 MOSTOLES (Madrid)  
Tel. (34) 916 474 737 - Fax (34) 916 473 516  
arcones@line-pro.es  
www.attsu.com

Ctra. Banyoles, s/n.  
17481 SANT JULIA DE RAMIS (Girona)  
Tel. (34) 972 171 738 - Fax (34) 972 171 740  
tecnivap@attsu.com

Ciudad de Elda, 15-Pol. Fuente del Jarro  
46988 PATERNA (Valencia)  
Tel. (34) 961 340 332 - Fax (34) 961 340 786  
teyvi@teyvi.es

## Componentes de la torre

- Carcasa compacta fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio, con refuerzos embutidos dentro del poliéster. Este material es altamente resistente a todos los ambientes agresivos, así como a temperaturas extremas.
- Cuerpos intercambiadores (relleno), fabricados en Polipropileno/PVC, muy resistentes a todo tipo de aguas ácidas y contaminadas de aceites. En el caso del Polipropileno es, asimismo, respetuoso con el medio ambiente y resistente a las altas temperaturas (80°C). Este relleno es del tipo de canal ondulado y cruzado.
- Puerta de acceso al interior de la torre para inspección y sustitución de los internos.
- El separador de gotas está fabricado en Polipropileno/PVC, con un diseño especial que impide el arrastre de agua al exterior de la torre, por la acción del ventilador.
- El sistema distribuidor de agua, está formado por uno o varios tubos de Polipropileno, con pulverizadores de agua fabricados en ABS, con unos pasos para el agua suficientemente dimensionados para evitar la obstrucción por acumulación de sedimentos.
- Los ventiladores helicoidales están fabricados en materiales ligeros resistentes a la corrosión. Son de bajo nivel sonoro y están equilibrados estática y dinámicamente. El ángulo de ataque de las palas es regulable en parado.



# TORRES DE REFRIGERACIÓN EWK

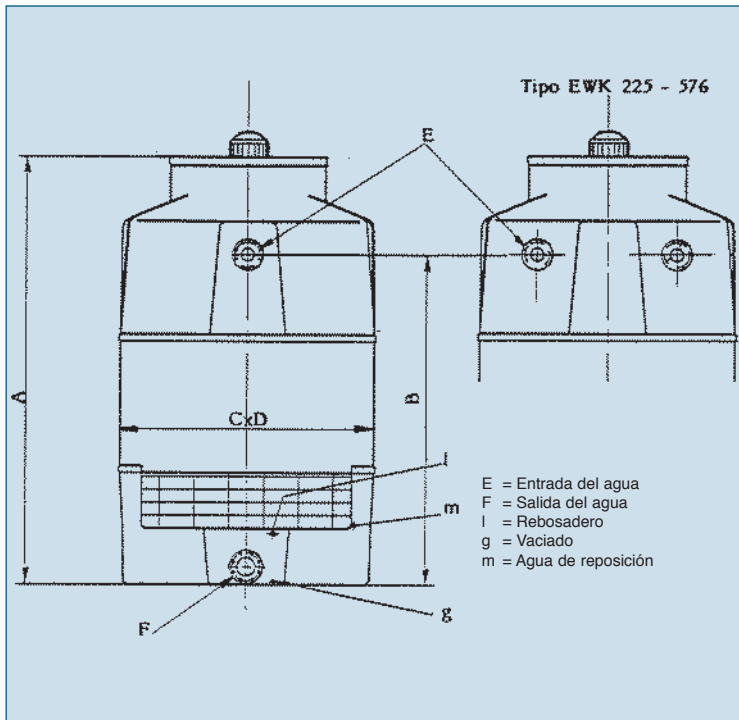


- Carcasa de poliéster autoportante
- Internos en materiales plásticos
- Bajo consumo
- Fácil instalación
- Amplia gama desde 4 a 500 m<sup>3</sup>/h

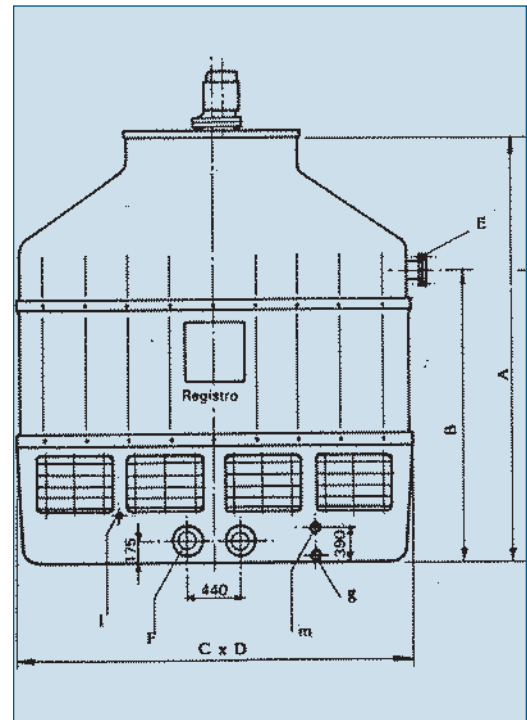


[www.ewk.eu](http://www.ewk.eu)

**EWK**



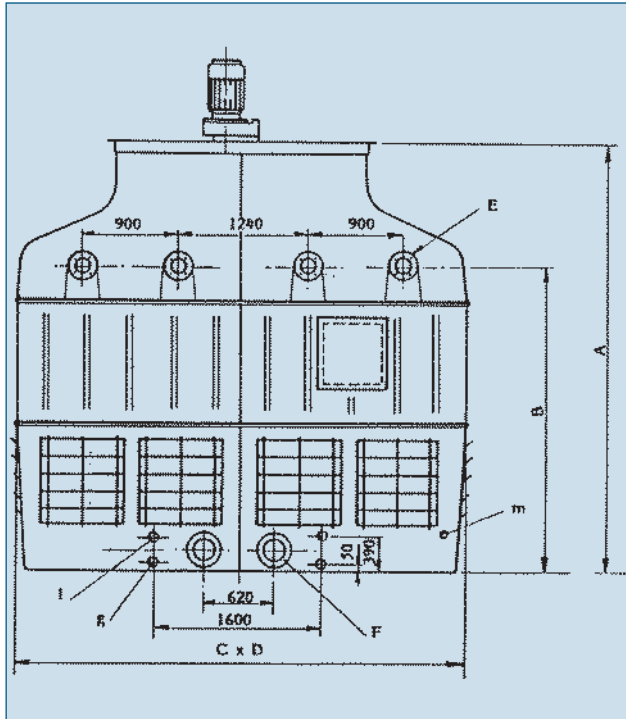
EWK 036 ÷ 576



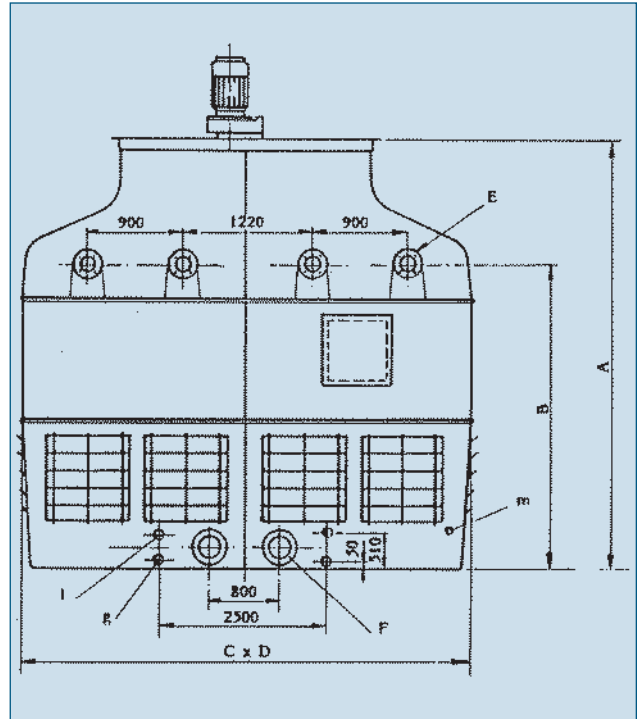
EWK 680 ÷ 900

NOTA: EWK sigue una política de continuos avances en el desarrollo de modelos. Por esta razón las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

Torre tipo	Potencia en KW con th. = 24°C		Peso en		Potencia Motor KW	Dimensiones (mm)					
	35/30°C	40/30°C	Servicio Kg	Vacío Kg		A	B	C	D	E	F
EWK 036/03	34	48	145	53	0,33	1310	1035	610	610	R 1"	R 2"
EWK 036/06	46	70	155	59	0,33	1590	1335	610	610	R 1"	R 2"
EWK 064/03	69	95	240	100	0,55	1740	1470	812	812	R 1 1/4"	R 2 1/2"
EWK 064/06	93	125	270	115	0,55	1740	1470	812	812	R 1 1/4"	R 2 1/2"
EWK 064/09	103	145	295	130	0,55	2020	1770	812	812	R 1 1/4"	R 2 1/2"
EWK 100/03	128	171	420	160	1,0	2320	2020	1020	1020	R 2 1/2"	DN 100
EWK 100/06	157	218	430	170	1,0	2320	2020	1020	1020	R 2 1/2"	DN 100
EWK 100/09	174	256	450	200	1,0	2320	2020	1020	1020	R 2 1/2"	DN 100
EWK 144/03	185	-	755	250	2,2	2320	1775	1220	1220	DN 100	DN 100
EWK 144/06	234	314	800	290	2,2	2320	1775	1220	1220	DN 100	DN 100
EWK 144/09	260	372	855	315	2,2	2620	2075	1220	1220	DN 100	DN 100
EWK 225/03	280	-	1250	390	3	2360	1738	1534	1534	DN 100	DN 125
EWK 225/06	360	430	1365	440	3	2360	1738	1534	1534	DN 100	DN 125
EWK 225/09	407	558	1445	485	3	2660	2038	1534	1534	DN 100	DN 125
EWK 324/03	420	-	1680	530	4,0	2590	1908	1825	1825	DN 100	DN 125
EWK 324/06	523	697	1810	600	4,0	2590	1908	1825	1825	DN 100	DN 125
EWK 324/09	581	814	1925	660	4	2890	2208	1825	1825	DN 100	DN 125



EWK 1260



EWK 1800

Torres tipo EWK 1260 y 1800

Torre tipo	Potencia en KW con th. = 24°C		Peso en		Potencia Motor KW	Dimensiones (mm)					
	35/30°C	40/30°C	Servicio Kg	Vacío Kg		A	B	C	D	E	F
EWK 441/03	598	-	2700	685	5,5	2640	1962	2140	2140	DN 100	DN 150
EWK 441/06	755	1046	2745	730	5,5	2640	1962	2140	2140	DN 100	DN 150
EWK 441/09	785	1162	2890	730	5,5	2940	2262	2140	2140	DN 100	DN 150
EWK 576/03	825	-	3130	790	7,5	3425	2800	2440	2440	DN 100	DN 200
EWK 576/06	942	1279	3180	820	7,5	3425	2800	2440	2440	DN 100	DN 200
EWK 576/09	1046	1512	3350	850	7,5	3425	2800	2440	2440	DN 100	DN 200
EWK 680/06	1112	1509	4400	1350	7,5	3620	2590	3010	2260	DN 100	DN 200
EWK 680/09	1234	1785	4700	1450	7,5	3920	2890	3010	2260	DN 100	DN 200
EWK 680/12	1356	2059	4900	1550	7,5	4220	3190	3010	2260	DN 100	DN 200
EWK 900/03	1203	1615	6200	1400	11	3680	2625	4125	2025	DN 100	DN 200
EWK 900/06	1407	1976	6300	1500	11	3680	2625	4125	2025	DN 100	DN 200
EWK 900/09	1600	2558	6400	1600	11	3680	2625	4125	2025	DN 100	DN 200
EWK 1260/03	1802	-	8600	2200	15	4060	2900	4260	3040	DN 100	DN 200
EWK 1260/06	2034	2849	8800	2300	15	4060	2900	4260	3040	DN 100	DN 200
EWK 1260/09	2192	3372	9000	2400	15	4060	2900	4260	3040	DN 100	DN 200
EWK 1800/03	2384	-	12700	3100	22	3990	2905	4100	4100	DN 100	DN 250
EWK 1800/06	2761	3721	12850	3250	22	3990	2905	4100	4100	DN 100	DN 250
EWK 1800/09	3150	4186	13000	3400	22	3990	2905	4100	4100	DN 100	DN 250





## Turbinas de vapor prediseñadas

Turbinas de vapor compactas para la gama de potencia de hasta 10 megavatios

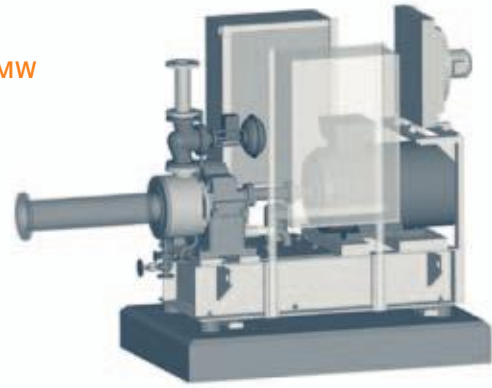
Answers for energy.

**SIEMENS**



# Turbinas de vapor prediseñadas

Turbinas de vapor compactas para la gama de potencia de hasta 10 MW



## SST-010

(nombre anterior: EPM – Expansion Power Modul)

Hasta 110 kW

El SST-010 es un turbogenerador compacto para descompresión de gas natural en estaciones reguladoras de presión de gas. La turbina sin reductor, dispuesta directamente en la tubería del gas, aprovecha la disminución de presión para accionar un generador.

### Datos técnicos

- Potencia: 110 kW
- Presión del gas: hasta 70 bar (a)
- Caudal del gas: hasta 15.000 m<sup>3</sup>/h
- Presión de salida del gas: hasta 25 bar (a)
- Diámetro del rodete: 400 mm

### Dimensiones típicas

Longitud: 1,2 m  
Anchura: 0,8 m  
Altura: 0,9 m

### Principales características

- Escaso mantenimiento gracias a su sencillo diseño
- Funcionamiento muy seguro
- Posibilidad de arranque rápido
- Carcasa sujeta directamente a la tubería del gas
- Homologación ATEX

## SST-040

(denominación anterior: AFA 3,5)

Hasta 300 kW

La SST-040 una turbina de presión constante de una etapa (turbina de impulso). Esta turbina marcadamente económica sirve de accionamiento del generador en la gama de potencia de 75 a 300 kW. Se emplea en pequeñas centrales de cogeneración de calor y electricidad y de biomasa, en plantas termosolares descentralizadas y para el aprovechamiento del claro residual, por ejemplo tras motores de gas o biogás, o vapor residual.

### Datos técnicos

- Potencia: hasta 300 kW
- Presión del vapor vivo: hasta 40 bar (a)
- Temperatura del vapor vivo: vapor seco saturado de hasta 400 °C
- Velocidad: conforme a la máquina accionada
- Presión del vapor de escape: Contrapresión hasta máx. 7 bar(a); condensación hasta 0,1 bar (a)

### Dimensiones típicas

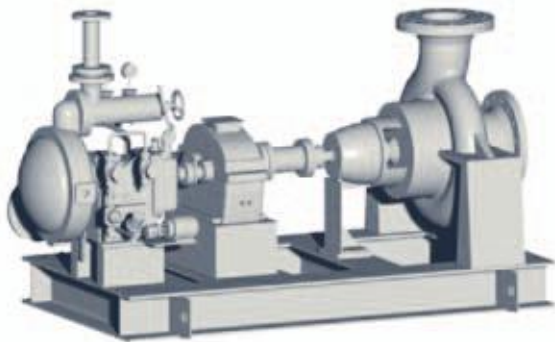
Longitud: 2,5 m\*  
Anchura: 1,5 m\*  
Altura: 2 m\*

### Principales características

- Turbina de contrapresión o condensación
- Modelo del paquete, dispositivo de lubricación integrado en el bastidor de base
- Pequeño, ligero y compacto: apenas 4.500 kg aprox. de peso total\*
- Mínimo gasto en fundamento
- Construcción resistente y robusta, – prácticamente libre de mantenimiento
- Alta disponibilidad gracias a una técnica resistente y segura
- Arranque rápido sin calentamiento previo de la turbina
- Económica por sus componentes experimentados
- Rápida tramitación y puesta en servicio

\*Paquete completo de turbogenerador.





## SST-050

(nombre anterior: AF oder BF)

### Hasta 750 kW

La SST-050 es una turbina de vapor de contrapresión en la que el vapor fluye axialmente por los álabes. Se emplea principalmente como accionamiento mecánico, p. ej. para bombas o ventiladores, especialmente como accionamiento de reserva con función de arranque rápido.

### Datos técnicos

- Potencia: hasta 750 kW
- Presión del vapor vivo: hasta 101 bar (a)
- Temperatura del vapor vivo: vapor saturado seco hasta 500 °C
- Velocidad: según la máquina accionada
- Presión del vapor de salida: contrapresión hasta 11 bar (a)

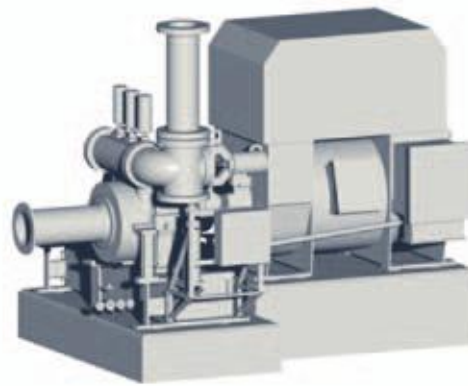
### Dimensiones típicas

Longitud: 1 m\*  
 Anchura: 1 m\*  
 Altura: 1,3 m\*

### Principales características

- Escaso mantenimiento gracias a su sencillo diseño
- Funcionamiento muy seguro
- Posibilidad de arranque rápido
- Turbina con abastecimiento de aceite incluido
- Corresponde a las especificaciones de API 611 / 612\*\*
- Ejecución ATEX disponible

\*Solo turbina \*\*Para diseño en voladizo ("Overhung-Design") y accionamiento integrado.



## SST-060

(nombre anterior: AFA, CFA oder CFR)

### Hasta 6 MW

La SST-060 se caracteriza por una construcción robusta y por un funcionamiento muy seguro incluso bajo las condiciones más duras. Es apropiada también para el funcionamiento con vapor saturado. Como turbina de condensación o contrapresión en combinación con diversos módulos vale para muchos ámbitos de aplicación.

### Datos técnicos

- Potencia: hasta 6 MW
- Presión del vapor vivo: hasta 131 bar (a)
- Temperatura del vapor vivo: vapor saturado seco hasta 530 °C
- Velocidad: según la máquina accionada
- Presión del vapor de salida: contrapresión hasta 29 bar (a) o condensación

### Dimensiones típicas

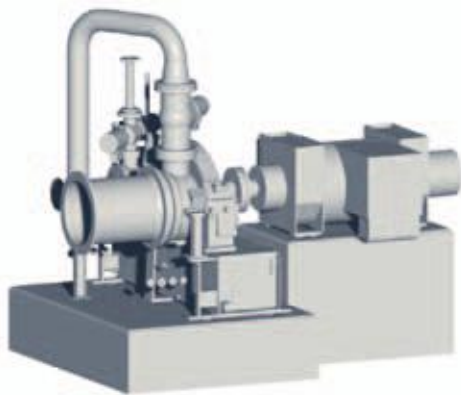
Longitud: 1,5 m\*  
 Anchura: 2,5 m\*  
 Altura: 2,5 m\*

### Principales características

- Ejecución como turbina de condensación o contrapresión
- Ejecución en paquete
- Sistema de aceite integrado en el bastidor de base
- Regulación del grupo de toberas disponible
- Arranque rápido sin precalentamiento
- Adaptación específica al cliente
- Corresponde a las especificaciones de API 611 / 612\*\*
- Ejecución ATEX disponible
- Apropiada para ORC (Organic Rankine Cycle)
- Apropiada para la expansión de gas natural

\*Solo turbina \*\*Para diseño en voladizo ("Overhung-Design") y accionamiento integrado.





## SST-110

(nombre anterior: TWIN)

### Hasta 7 MW

La SST-110 es una turbina de dos carcassas con un reductor que puede trabajar con diversas redes de vapor. Es extremadamente económica y eficiente y puede absorber elevados gradientes térmicos con una extracción simultánea regulada.

#### Datos técnicos

- Potencia: hasta 7 MW
- Presión del vapor vivo: hasta 131 bar (a)
- Temperatura del vapor vivo: vapor saturado seco hasta 530 °C
- Velocidad: según la máquina accionada
- Presión del vapor de salida: contrapresión o condensación

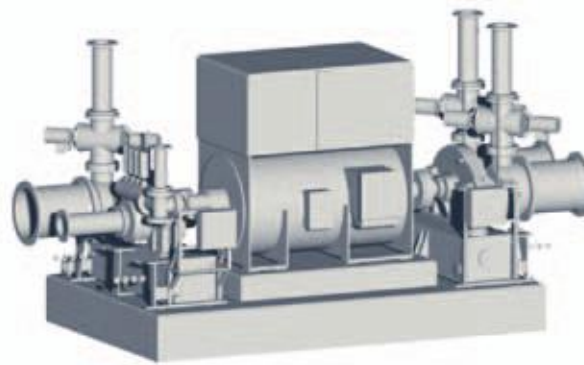
#### Dimensiones típicas

Longitud: aproximadamente 6 m, incluido el generador  
 Anchura: 2,8 m  
 Altura: 3,2 m

#### Principales características

- Ejecución de contrapresión, extracción o condensación
- Ejecución en paquete
- Sistema de aceite integrado en el bastidor de base
- Regulación del grupo de toberas disponible
- Arranque rápido sin precalentamiento
- Configuración totalmente compacta
- Extracción y/o alimentación reguladas por presión
- Disposición de alta presión – baja presión
- Corresponde a las especificaciones de API 611 / 612\*
- Ejecución ATEX disponible
- Apropiada para ORC (Organic Rankine Cycle)
- Apropiada para la expansión de gas natural

\*Para diseño en voladizo ("Overhung-Design") y accionamiento integrado.



## SST-120

(nombre anterior: Tandem)

### Hasta 10 MW

La SST-120 es una turbina de carcasa múltiple que consta de varios módulos de turbina acoplados en ambos extremos del árbol del generador. La turbina se puede accionar con un caudal de vapor en paralelo o en serie.

#### Datos técnicos

- Potencia: hasta 10 MW
- Presión del vapor vivo: hasta 131 bar (a)
- Temperatura del vapor vivo: vapor saturado seco hasta 530 °C
- Velocidad: según la máquina accionada
- Presión del vapor de salida: contrapresión o condensación

#### Dimensiones típicas

Longitud: aproximadamente 9 m, incluido el generador  
 Anchura: 2,8 m  
 Altura: 3,2 m

#### Principales características

- Ejecución como turbina de contrapresión, extracción o condensación
- Ejecución en paquete
- Sistema de aceite integrado en bancada
- Posibilidad de regular el grupo de toberas
- Arranque rápido sin precalentamiento
- Configuración totalmente compacta
- Posibilidad de operar turbinas individuales mediante desacoplamiento
- Extracción y/o alimentación reguladas por presión
- Disposición de alta presión – baja presión
- Corresponde a las especificaciones de API 611 / 612\*
- Ejecución ATEX disponible
- Apropiada para ORC (Organic Rankine Cycle)
- Apropiada para la expansión de gas natural

\*Para diseño en voladizo ("Overhung-Design") y accionamiento integrado.



Publicado por y copyright © 2011:

Siemens AG  
Energy Sector  
Freyeslebenstrasse 1  
91058 Erlangen, Alemania

Siemens AG  
Energy Sector  
Oil & Gas Division  
Wolfgang-Reuter-Platz  
47053 Duisburg, Alemania

Siemens Turbomachinery Equipment GmbH  
Hessheimer Strasse 2  
67227 Frankenthal (Pfalz), Alemania

Pasch y Cia., S.A.  
Gran Vía Corts Catalanes, 645 - 2º  
08010 Barcelona, España  
Teléfono: +34 93 481 71 50

Para más información, sírvanse contactar con  
nuestro centro de atención al cliente.  
Teléfono: +49 180 524 70 00  
Fax: +49 180 524 24 71  
(Con recargo, depende del proveedor)  
Correo electrónico: support.energy@siemens.com

Oil & Gas Division  
N.º de pedido: E50001-G410-A100-V1-7800  
Impreso en Alemania  
Dispo 34806, c4bs No. 7479  
bdk 110162, P WS 0811.5

Impreso en papel blanqueado sin cloro elemental.

Reservados todos los derechos.  
Las marcas comerciales mencionadas en este  
documento son propiedad de Siemens AG,  
sus filiales o respectivos propietarios.

Sujeto a modificaciones sin previo aviso.  
Este documento contiene descripciones generales sobre  
las posibilidades técnicas que pueden, pero no tienen  
que darse en el caso individual. Por ello, las prestaciones  
deseadas se determinarán en cada caso al cerrar el  
contrato.



**POMPE ZANNI®**

## **HM & HMR**

**Pompe centrifughe  
multistadio in esecuzione  
multicellulare orizzontali**



**Horizontal multistage centrifugal  
pumps in ring-section design**



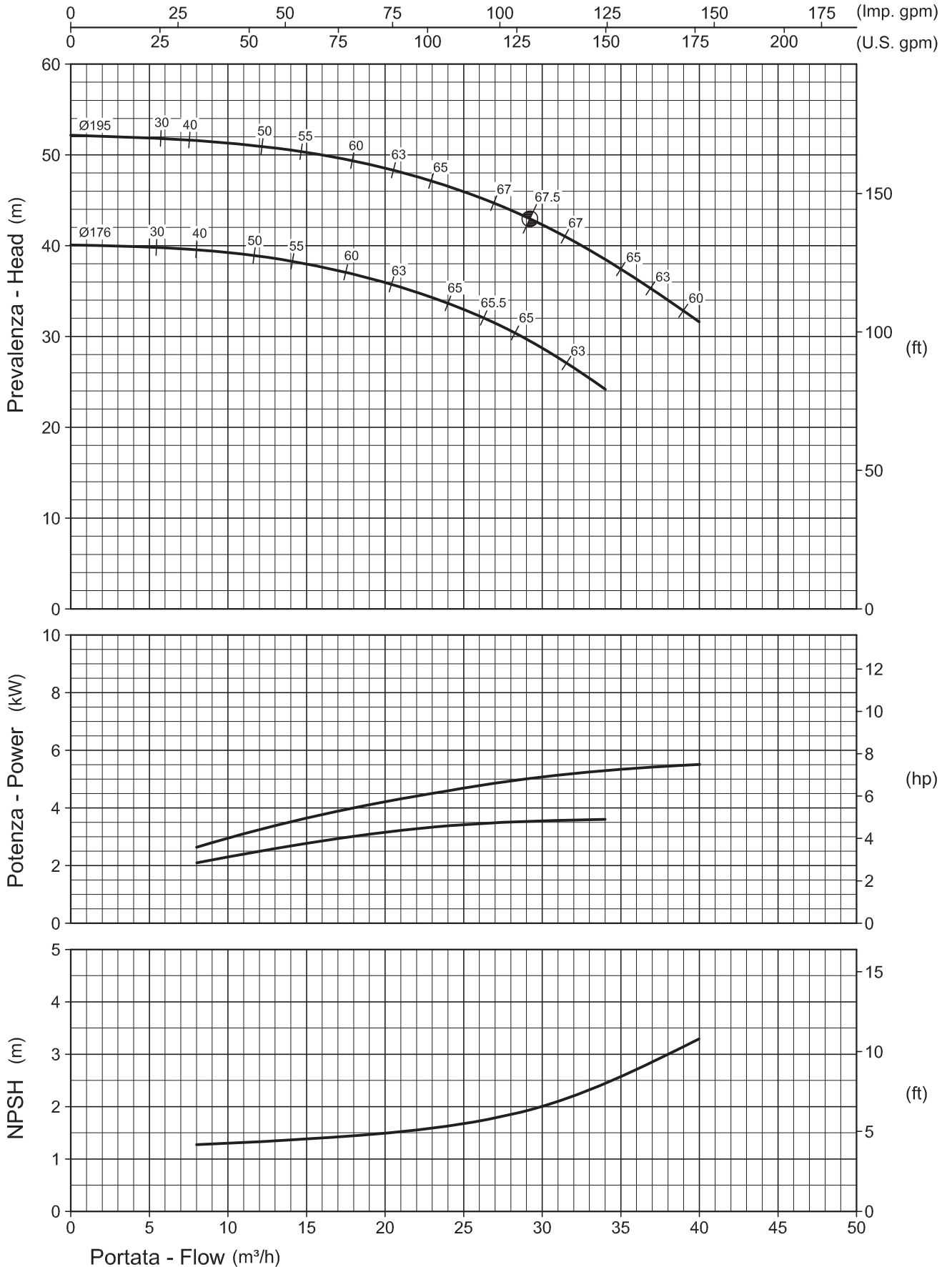
TIPO - Type		PORTATA - Capacity										PESO Weight <b>HM</b> Kg.	PESO Weight <b>HMR</b> Kg.	
		m <sup>3</sup> / h	12	15	18	21	24	27	30	33	36			39
HM	HMR	l / sec.	3,4	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5	8,3	9,2	10,0	10,8	133	166
		Imp.GPM	44,0	54,9	65,9	76,9	87,9	98,9	109,9	120,9	131,9	142,9		
		U.S.GPM	52,9	66,1	79,3	92,5	105,7	118,9	132,2	145,4	158,6	171,8		
<b>50.A/ 2</b>	<b>50.A/ 2</b>	m	101,6	100,2	98,8	96,0	92,4	89,0	84,2	79,4	72,0	65,6	133	166
		ft.	333,1	328,5	323,9	314,7	302,9	291,8	276,1	260,3	236,1	215,1		
		kw	6,5	7,2	8,0	8,6	9,1	9,8	10,2	10,4	10,8	11,0		
<b>50.A/ 3</b>	<b>50.A/ 3</b>	m	152,4	150,3	148,2	144,0	138,6	133,5	126,3	119,1	108,0	98,4	151	185,5
		ft.	499,7	492,8	485,9	472,1	454,4	437,7	414,1	390,5	354,1	322,6		
		kw	9,8	10,8	12,0	12,9	13,7	14,7	15,3	15,6	16,2	16,5		
<b>50.A/ 4</b>	<b>50.A/ 4</b>	m	203,2	200,4	197,6	192,0	184,8	178,0	168,4	158,8	144,0	131,2	168	205
		ft.	666,2	657,0	647,9	629,5	605,9	583,6	552,1	520,6	472,1	430,2		
		kw	13,0	14,4	16,0	17,2	18,2	19,6	20,4	20,8	21,6	22,0		
<b>50.A/ 5</b>	<b>50.A/ 5</b>	m	254,0	250,5	247,0	240,0	231,0	222,5	210,5	198,5	180,0	164,0	186	224,5
		ft.	832,8	821,3	809,8	786,9	757,4	729,5	690,1	650,8	590,1	537,7		
		kw	16,3	18,0	20,0	21,5	22,8	24,5	25,5	26,0	27,0	27,5		
<b>50.A/ 6</b>	<b>50.A/ 6</b>	m	304,8	300,6	296,4	288,0	277,2	267,0	252,6	238,2	216,0	196,8	203	244
		ft.	999,3	985,5	971,8	944,2	908,8	875,4	828,2	781,0	708,2	645,2		
		kw	19,5	21,6	24,0	25,8	27,3	29,4	30,6	31,2	32,4	33,0		
<b>50.A/ 7</b>	<b>50.A/ 7</b>	m	355,6	350,7	345,8	336,0	323,4	311,5	294,7	277,9	252,0	229,6	221	263,5
		ft.	1165,9	1149,8	1133,7	1101,6	1060,3	1021,3	966,2	911,1	826,2	752,8		
		kw	22,8	25,2	28,0	30,1	31,9	34,3	35,7	36,4	37,8	38,5		
<b>50.A/ 8</b>	<b>50.A/ 8</b>	m	406,4	400,8	395,2	384,0	369,6	356,0	336,8	317,6	288,0	262,4	239	283
		ft.	1332,4	1314,1	1295,7	1259,0	1211,8	1167,2	1104,2	1041,3	944,2	860,3		
		kw	26,0	28,8	32,0	34,4	36,4	39,2	40,8	41,6	43,2	44,0		
<b>50.A/ 9</b>	<b>50.A/ 9</b>	m	457,2	450,9	444,6	432,0	415,8	400,5	378,9	357,3	324,0	295,2	256	302,5
		ft.	1499,0	1478,3	1457,7	1416,4	1363,2	1313,1	1242,3	1171,4	1062,3	967,8		
		kw	29,3	32,4	36,0	38,7	41,0	44,1	45,9	46,8	48,6	49,5		
<b>50.A/ 10</b>	<b>50.A/ 10</b>	m	508,0	501,0	494,0	480,0	462,0	445,0	421,0	397,0	360,0	328,0	274	322
		ft.	1665,5	1642,6	1619,6	1573,7	1514,7	1459,0	1380,3	1301,6	1180,3	1075,4		
		kw	32,5	36,0	40,0	43,0	45,5	49,0	51,0	52,0	54,0	55,0		
<b>50.A/ 11</b>	<b>50.A/ 11</b>	m	558,8	551,1	543,4	528,0	508,2	489,5	463,1	436,7	396,0	360,8	291	341,5
		ft.	1832,1	1806,8	1781,6	1731,1	1666,2	1604,9	1518,3	1431,8	1298,3	1182,9		
		kw	35,8	39,6	44,0	47,3	50,1	53,9	56,1	57,2	59,4	60,5		
<b>50.A/ 12</b>	<b>50.A/ 12</b>	m	609,6	601,2	592,8	576,0	554,4	534,0	505,2	476,4	432,0	393,6	309	361
		ft.	1998,6	1971,1	1943,6	1888,5	1817,7	1750,8	1656,3	1561,9	1416,4	1290,5		
		kw	39,0	43,2	48,0	51,6	54,6	58,8	61,2	62,4	64,8	66,0		
<b>50.A/ 13</b>	<b>50.A/ 13</b>	m	660,4	651,3	642,2	624,0	600,6	578,5	547,3	516,1	468,0	426,4	327	380,5
		ft.	2165,2	2135,4	2105,5	2045,8	1969,1	1896,7	1794,4	1692,1	1534,4	1398,0		
		kw	42,3	46,8	52,0	55,9	59,2	63,7	66,3	67,6	70,2	71,5		
<b>50.A/ 14</b>	<b>50.A/ 14</b>	m	711,2	701,4	691,6	672,0	646,8	623,0	589,4	555,8	504,0	459,2	400	400
		ft.	2331,7	2299,6	2267,5	2203,2	2120,6	2042,6	1932,4	1822,2	1652,4	1505,5		
		kw	45,5	50,4	56,0	60,2	63,7	68,6	71,4	72,8	75,6	77,0		
<b>50.A/ 15</b>	<b>50.A/ 15</b>	m	762,0	751,5	741,0	720,0	693,0	667,5	631,5	595,5	540,0	492,0	419,5	419,5
		ft.	2498,3	2463,9	2429,4	2360,6	2272,1	2188,5	2070,4	1952,4	1770,4	1613,1		
		kw	48,8	54,0	60,0	64,5	68,3	73,5	76,5	78,0	81,0	82,5		
<b>50.A/ 16</b>	<b>50.A/ 16</b>	m	812,8	801,6	790,4	768,0	739,2	712,0	673,6	635,2	576,0	524,8	439	439
		ft.	2664,8	2628,1	2591,4	2518,0	2423,5	2334,4	2208,5	2082,6	1888,5	1720,6		
		kw	52,0	57,6	64,0	68,8	72,8	78,4	81,6	83,2	86,4	88,0		
<b>50.A/ 17</b>	<b>50.A/ 17</b>	m	863,6	851,7	839,8	816,0	785,4	756,5	715,7	674,9	612,0	557,6	458,5	458,5
		ft.	2831,4	2792,4	2753,4	2675,3	2575,0	2480,3	2346,5	2212,7	2006,5	1828,1		
		kw	55,3	61,2	68,0	73,1	77,4	83,3	86,7	88,4	91,8	93,5		
<b>50.A/ 18</b>	<b>50.A/ 18</b>	m	914,4	901,8	889,2	864,0	831,6	801,0	757,8	714,6	648,0	590,4	478	478
		ft.	2998,0	2956,6	2915,3	2832,7	2726,5	2626,2	2484,5	2342,9	2124,5	1935,7		
		kw	58,5	64,8	72,0	77,4	81,9	88,2	91,8	93,6	97,2	99,0		

Kw potenza assorbita pompa  
 Kw pump absorbed power

m - ft. prevalenza manometrica  
 m - ft. Total manometric head

Tipo - Type		NPSHr									
<b>HM 50.A / HMR 50.A</b>	m	1,35	1,4	1,45	1,5	1,6	1,8	2	2,35	2,7	3,15
	ft.	4,4	4,6	4,8	4,9	5,2	5,9	6,6	7,7	8,9	10,3





N.B.: Valido per:  $p = 1 \text{ kg/dm}^3$ ,  $v < 20 \text{ mm}^2/\text{s}$   
 Valori garantiti secondo ISO 9906, allegato A  
 NPSHR - per garantire in valori di NPSHR aggiungere come margine di sicurezza min. 0.5 m ai valori della curva

Please observe: Valid for:  $p = 1 \text{ kg/dm}^3$ ,  $v < 20 \text{ mm}^2/\text{s}$   
 Guarantee values according to ISO 9906, Annex A  
 NPSHR - for guaranteed NPSHR values, add minimum 0.5 m safety margins on the values read from the curve



SOCIETA' ITALIANA DI CERTIFICAZIONE INDUSTRIALE  
Via Emilia Ospizio 17 - 42122 Reggio Emilia  
ITALIA/ITALY

Certificato/Certificate  
Prima Emissione/First Issue  
Emissione Corrente/Current Issue  
Scadenza/Expiry

N° 305/11  
18/12/2008  
16/12/2011  
18/12/2014

Si Certifica che il Sistema di gestione per la Qualità di  
*We hereby certify that the quality management system operated by*

**POMPE ZANNI di Gualandri Egidio**  
42048 RUBIERA (RE) - VIA GUIDO RENI N° 5

Unità operativa / Operative unit

**POMPE ZANNI di Gualandri Egidio**  
42048 RUBIERA (RE) - VIA GUIDO RENI N° 5

E' Conforme alla norma / Is in Compliance with the

**UNI EN ISO 9001:2008**

Per i seguenti tipi di prodotti - processi - servizi  
*Concerning the following kinds of product - process - services*

**Progettazione, fabbricazione, vendita ed assistenza di pompe centrifughe ad asse verticale, orizzontale ed elettropompe sommerse. Commercializzazione di relativi accessori.**

**Design, manufacture and service of centrifugal axis pumps, vertical horizontal and submersible pump. Trade of related accessories.**

EA 18

Il Presidente SICI

Documento: 01H001 Revisione 9 Data: 15/03/2006

Il presente certificato è soggetto al rispetto del regolamento SICI, per la certificazione dei sistemi di gestione per la qualità aziendale.

Validità del presente certificato subordinata alla sorveglianza periodica ed al riesame completo del sistema di gestione per la qualità aziendale con periodicità triennale.

E' vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico, non autorizzata. Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente

certificato, si prega di contattare il n° 0522/451519 o indirizzo e-mail [sici@sici-cert.it](mailto:sici@sici-cert.it)  
*The certifiyd present is subject to the respect of regulation SICI, for the certification of te system of management for the business quality. Validity of the present certifiyd subordinated to the periodic surveillance and the complete re-examination of the system of management for the business quality with triennial regularity. Is prohibited the reproduction, also partial, with whichever means, comprised the photocopy, also to for internal use only or didactic, non-authorized. For information punctual and modernized approximately eventual variations taken part in the state of the certification of which to the certifiyd present, it is prayed to contact the N° 0522/451519 or address e-mail sici@sici-cert.it*



SGQ N° 063 A

Membro di MLA EA per gli SGQ N° 063 A

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements



Via G. Reni, 5 - 42048 Rubiera (RE) ITALY  
Telefono +39 0522 626636 / 627456  
Fax +39 0522 626604 - E-mail: [zannip@tin.it](mailto:zannip@tin.it)



UNI EN ISO 9001:2008  
certificato n° 305/11



# Ingeniería y Fabricación de Maquinaria para Áridos, Industria y Minería



## CINTAS TRANSPORTADORAS

### Aplicaciones y descripción



- Las cintas transportadoras son elementos indispensables en cualquier instalación de tratamiento de áridos y en general, en minería e industria.
- Estos equipos se diseñan adaptándose a cada necesidad concreta, para lo cual se fabrican numerosas tipologías distintas, en función del tamaño del material, caudal, naturaleza del producto a transportar, características de humedad, etc:
  - Fijas y móviles (soluciones estándar o soluciones especiales).
  - Ripables, para apoyar directamente en el suelo sin necesidades de cimentación.
  - Desplazables sobre ruedas motorizadas mediante motores eléctricos o hidráulicos.
- Con bastidores especiales:
  - Celosía media y pesada para salvar vanos elevados.
  - Chapa plegada cerrada invertida para proteger el ramal inferior.
  - UPN's para situaciones donde no se dispone de espacio en altura.

#### Puntos de interés especial:

Anchos de banda de 500, 650, 800, 1000 y 1200 mm.

Para caudales desde 20 hasta 530 m<sup>3</sup>/h.

Paradas de emergencia perimétricas en cabeza y cola.

Soportes de rodamiento tipo SN y rodamientos SKF.

Protecciones para evitar atrapamientos con banda.

Protecciones anticaída de rodillos en el ramal inferior.

Pasarelas de mantenimiento a uno, a dos lados y en cabeza perimetralmente.

Protecciones integrales en cabeza y cola de cintas.

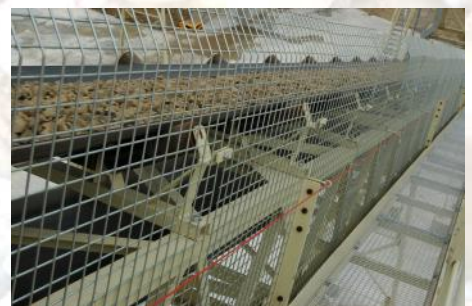
Primeras marcas de bandas.



## Detalles constructivos

Las características más importantes de fabricación son las siguientes:

- Tramos modulados atornillados, con cabeza y cola tensora independientes, para efectuar ampliaciones y reducciones de longitud.
  - Reductor sobredimensionado respecto a la potencia instalada (tándem, engranajes helicoidales, etc).
  - Transmisión según demanda: mediante correas y poleas, directa con acoplamiento elástico, etc.
  - Hasta longitudes de 30 m, las cintas salen completamente montadas de taller con dos pliegues articulados para facilitar el montaje y el transporte con la banda pegada.
- Tambor motriz recauchutado.
  - Sistemas de tensión según necesidades: Por husillos en cola o cabeza; carro desplazable con contrapeso automático o tensado con cabestrante; tambor de reenvío en un tramo intermedio, etc.
  - Rascador en cabeza mediante muelles con presión regulable o por contrapesos, rascador en V en cola para las cintas de celosía.
  - A partir de 30 m, las cintas llevan montadas estaciones autocentrantes superiores e inferiores.
  - Con una o dos pasarelas.
  - Distintas soluciones para cubrición:
    - Semicarenadas.
    - Con carenado cerrado abatible.
    - Con guía de carga continua cerrada para establecer captaciones de polvo.
    - Elementos de seguridad y control:
      - Paradas de emergencia por cable tirón.
      - Controladores de desvío de banda.
      - Controladores de rotación.
      - Básculas de pesaje



**ARITEMA**

MAQUINARIA TÉCNICA PARA ÁRIDOS S.A.L.

C/ Maestra Felisa Lozano, 21

28042 Madrid, España.

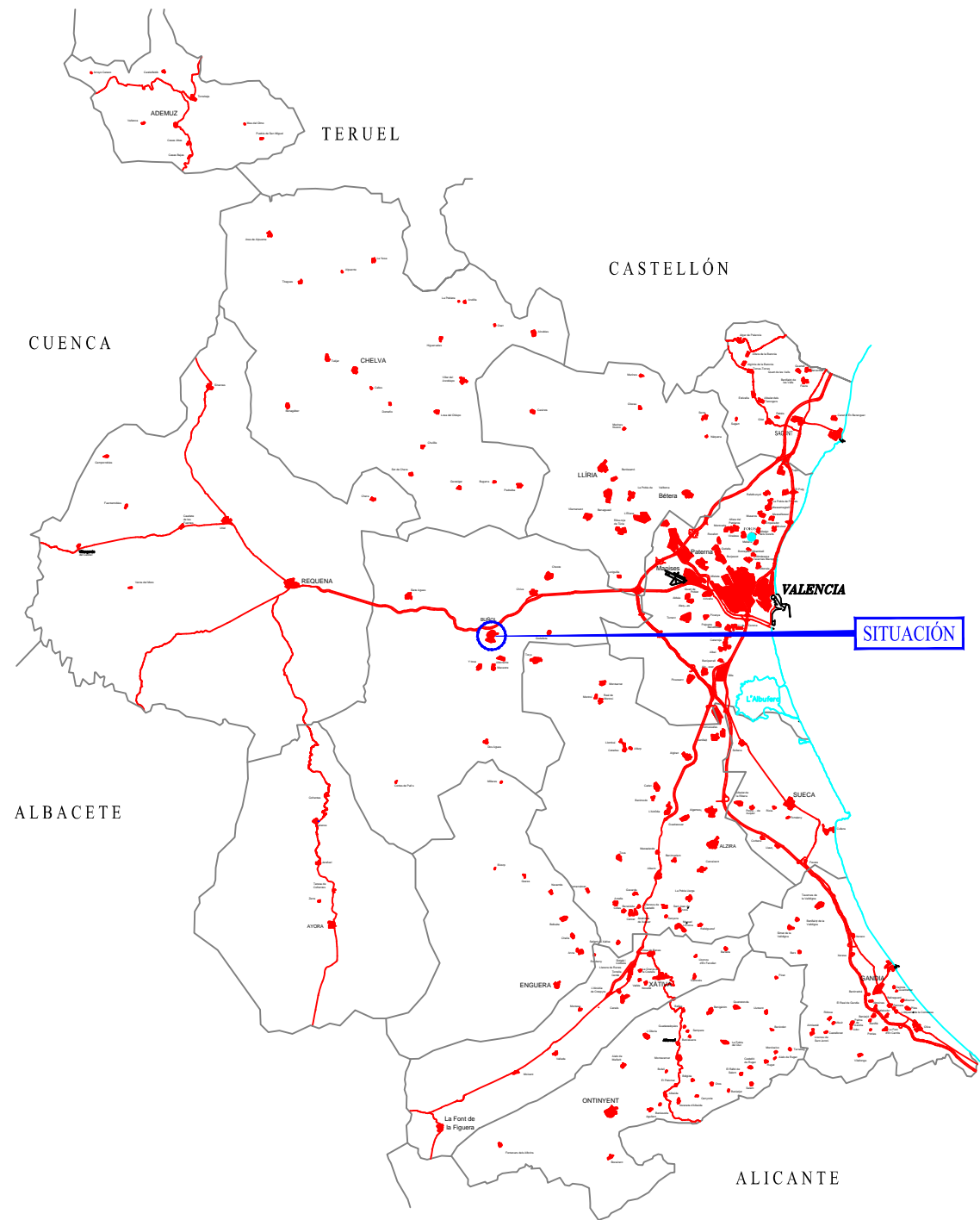
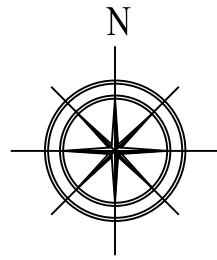
T. (+34) 91 393 04 11 F. (+34) 91 393 04 53

E. [aritema@aritema.es](mailto:aritema@aritema.es) W. [www.aritema.es](http://www.aritema.es)



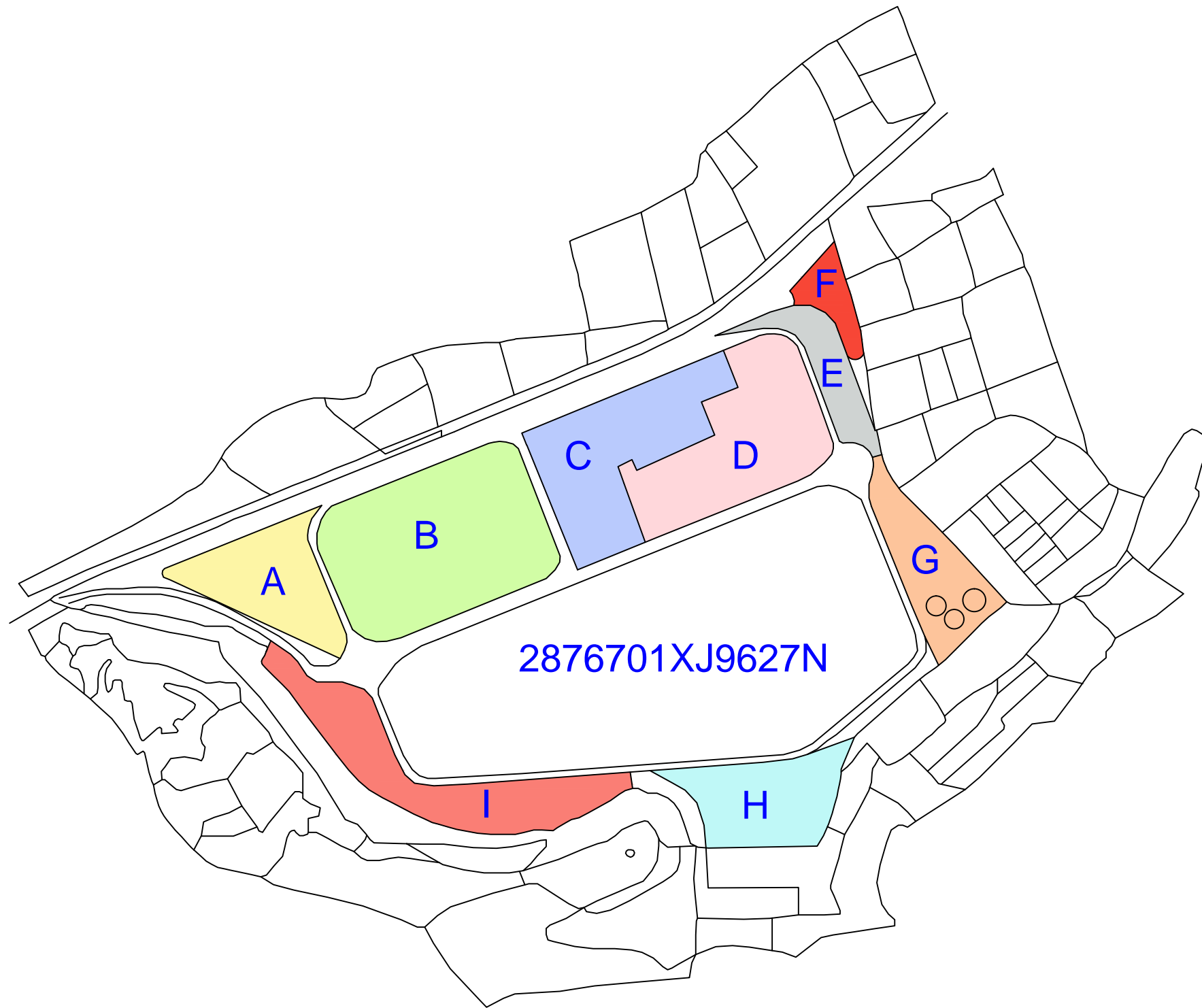


# PLANOS



E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO: <b>DARÍO HERRERO CABALLER</b>		FIRMA:	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...</b>		FECHA: 01/09/2015	
NOMBRE DEL PLANO: <b>PLANO DE SITUACIÓN</b>		Nº PLANO: <b>1</b>	ESCALA: <b>1:900000</b>
		COTAS EN m	

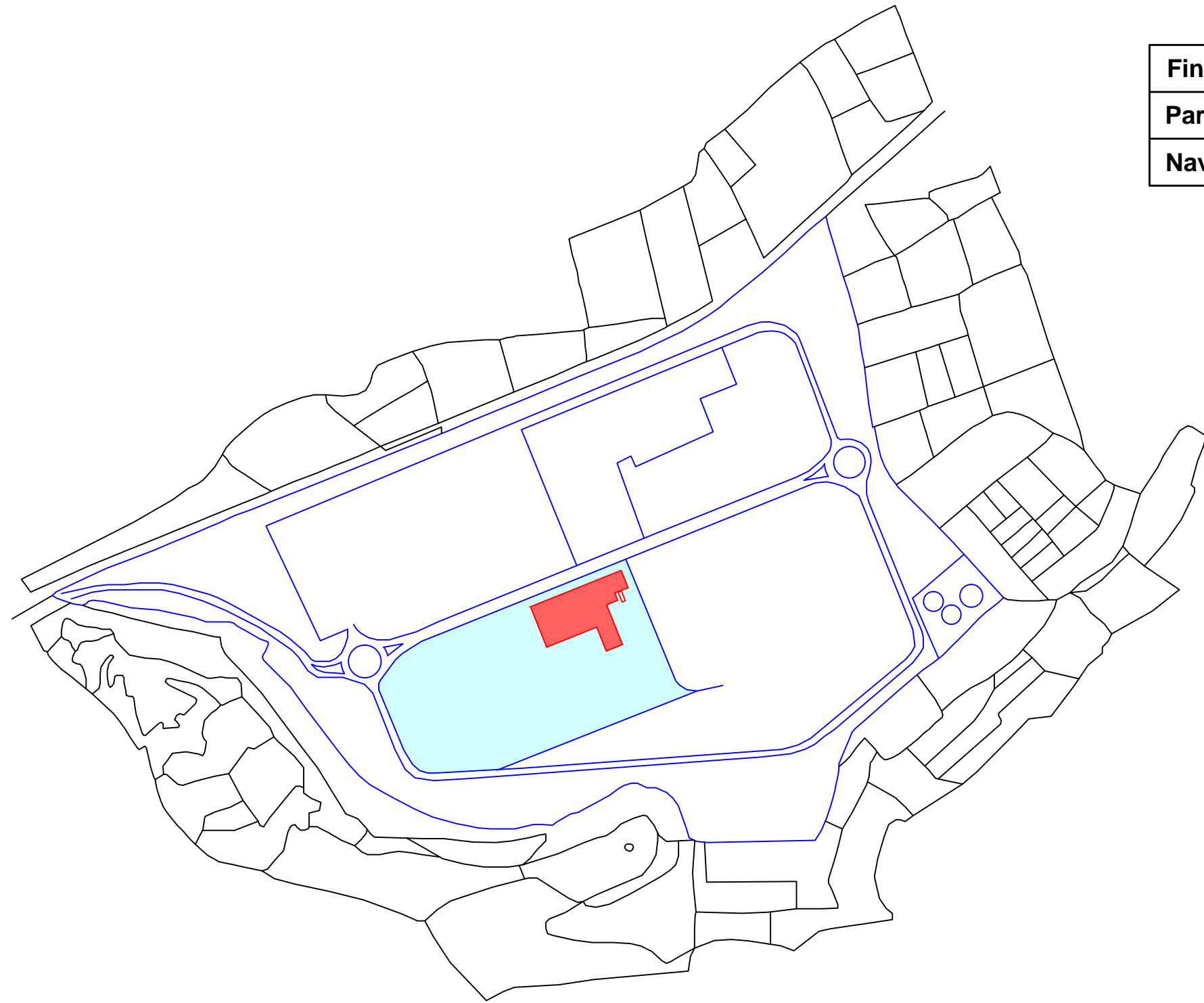




### Finca catastral

<b>A</b>	2376501XJ9627N
<b>B</b>	2777401XJ9627N
<b>C</b>	2777402XJ9627N
<b>D</b>	2777403XJ9627N
<b>E</b>	3080402XJ9638S
<b>F</b>	3080401XJ9638S
<b>G</b>	3177902XJ9637N
<b>H</b>	2974701XJ9627S
<b>I</b>	2574401XJ9627S

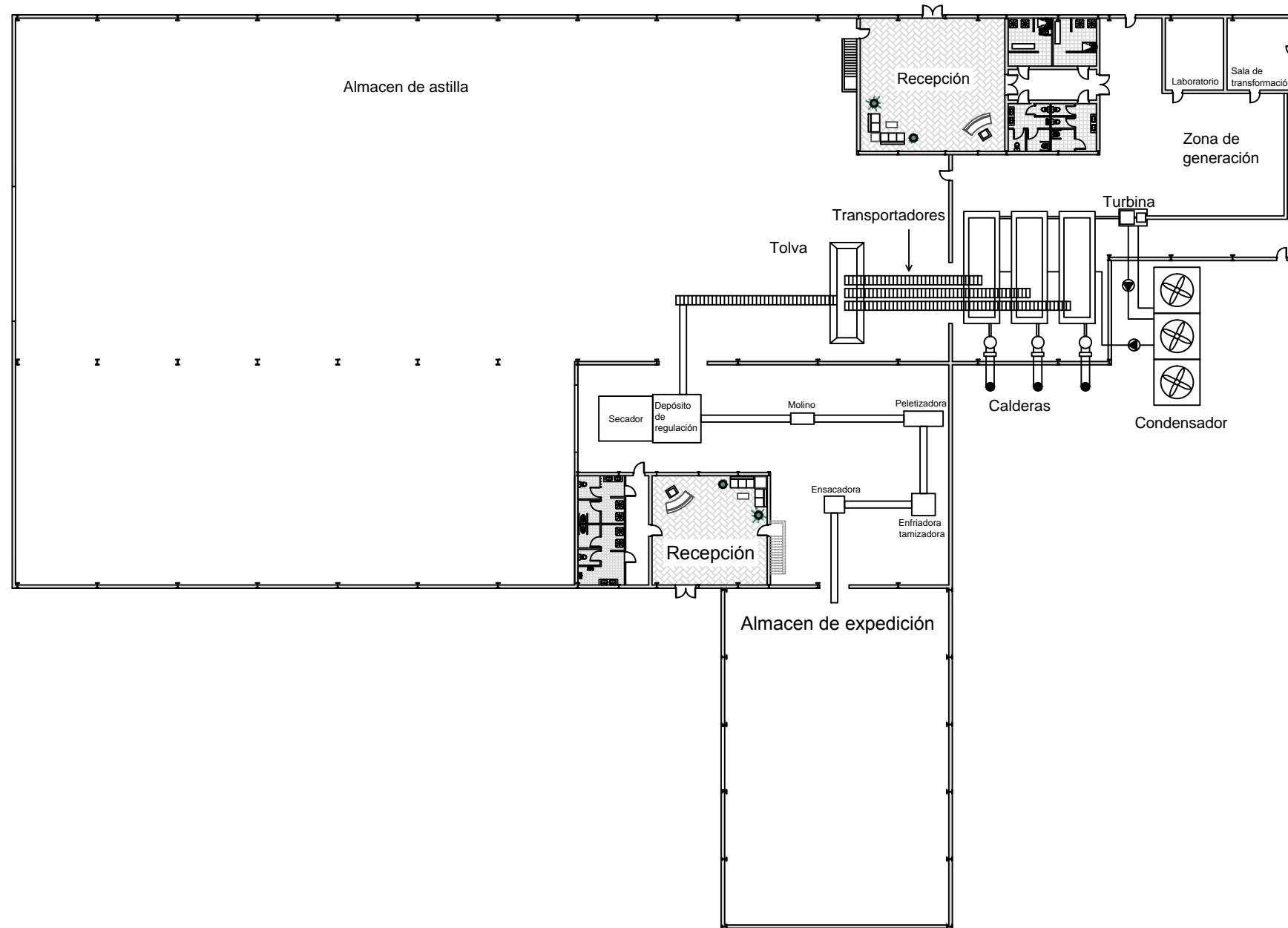
E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA:	01/09/2015
NOMBRE DEL PLANO:	PARCELARIO	Nº PLANO:	2
		ESCALA:	1:6000
		COTAS EN m.	




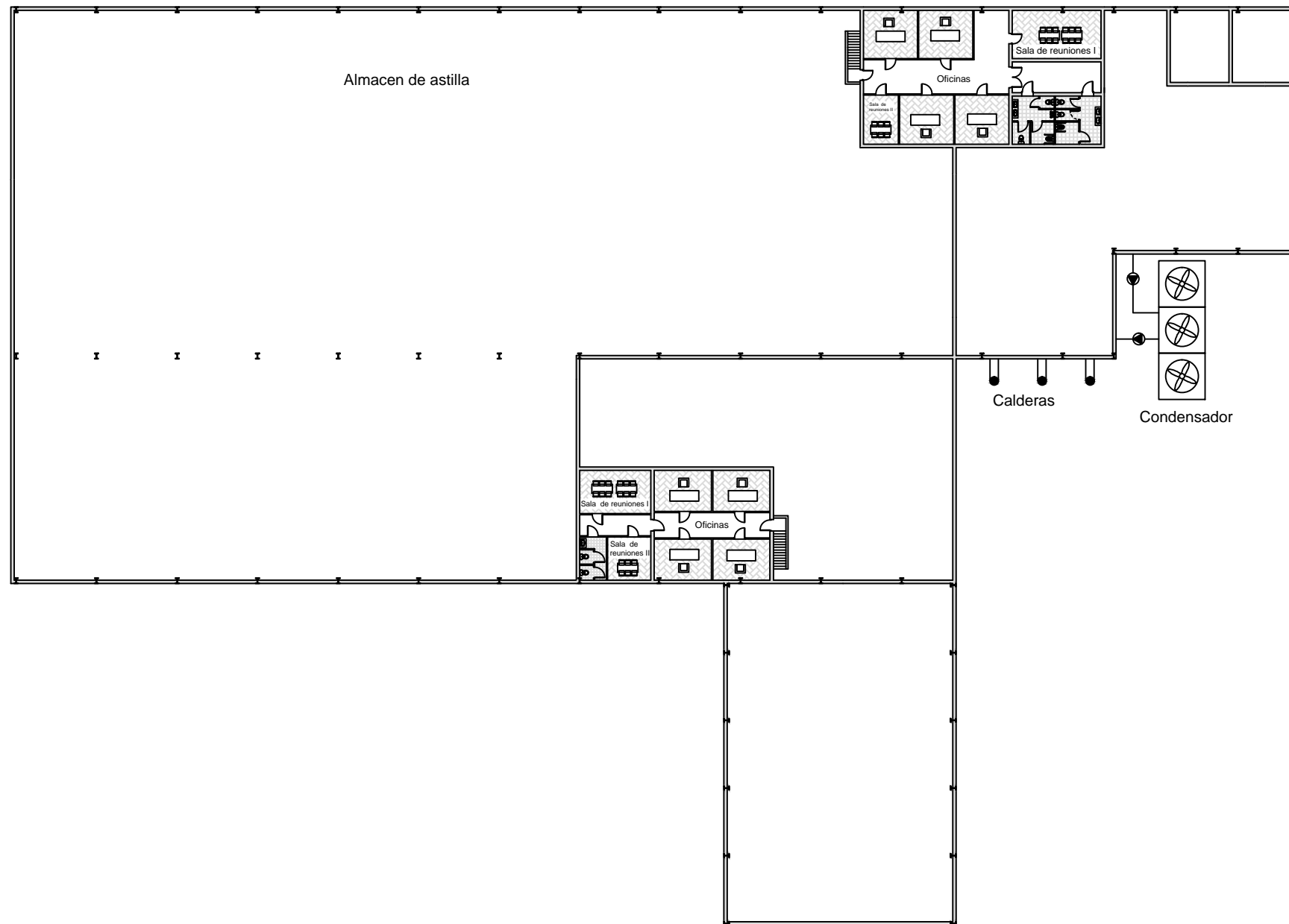
### Áreas


<b>Finca catastral</b>	134.471 m <sup>2</sup> = 13,4471 ha
<b>Parcela</b>	54.316 m <sup>2</sup> = 5,4316 ha
<b>Nave</b>	5.717 m <sup>2</sup> = 0,5717 ha

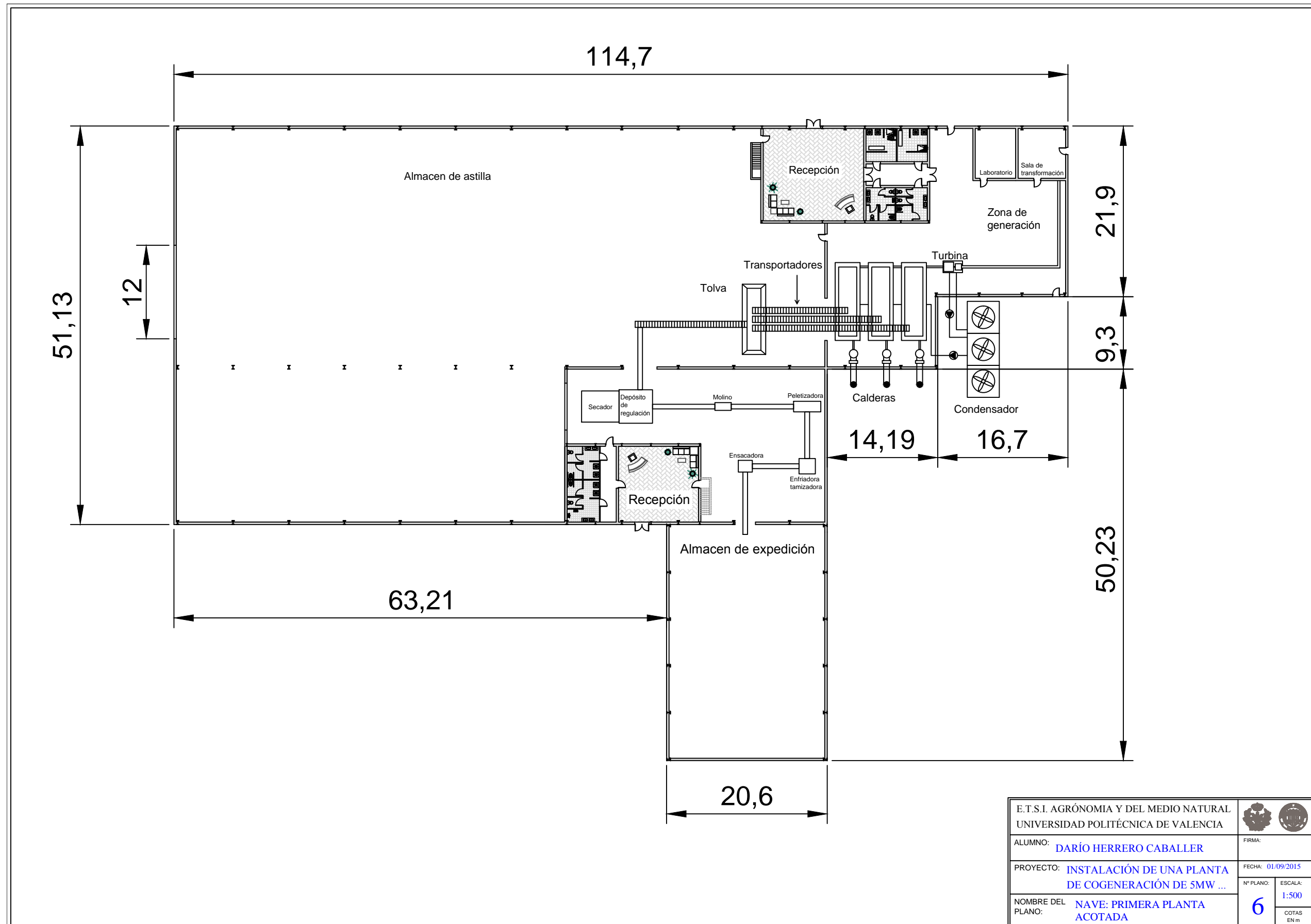
E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL			
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA		FIRMA:	
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FECHA:	01/09/2015
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	Nº PLANO:	ESCALA:
NOMBRE DEL PLANO:	URBANIZACIÓN DE LA PARCELA	3	1:6000
			COTAS EN m



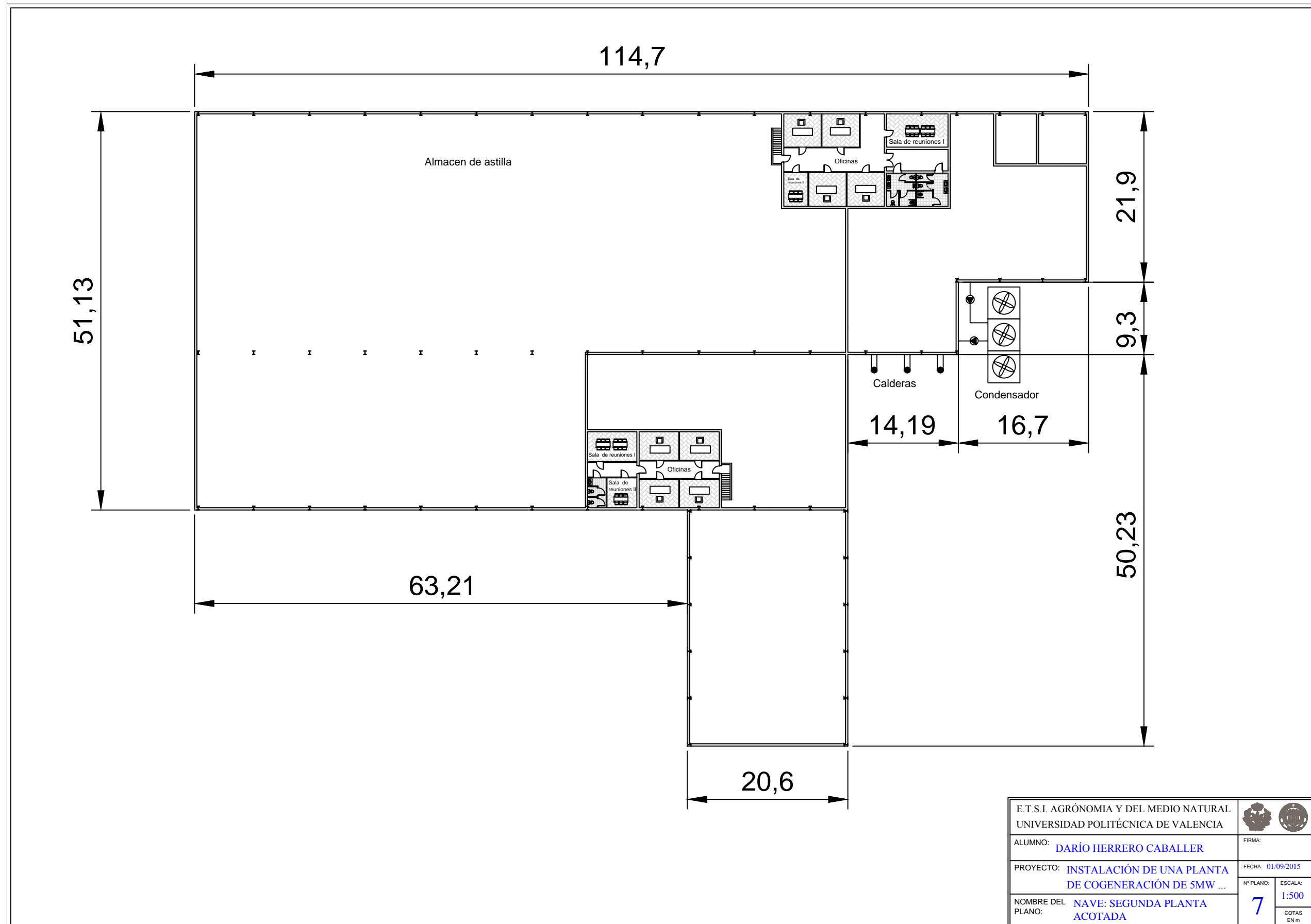
E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA:	01/09/2015
Nº PLANO:	4	ESCALA:	1:500
NOMBRE DEL PLANO:	NAVE: PRIMERA PLANTA	COTAS EN m	




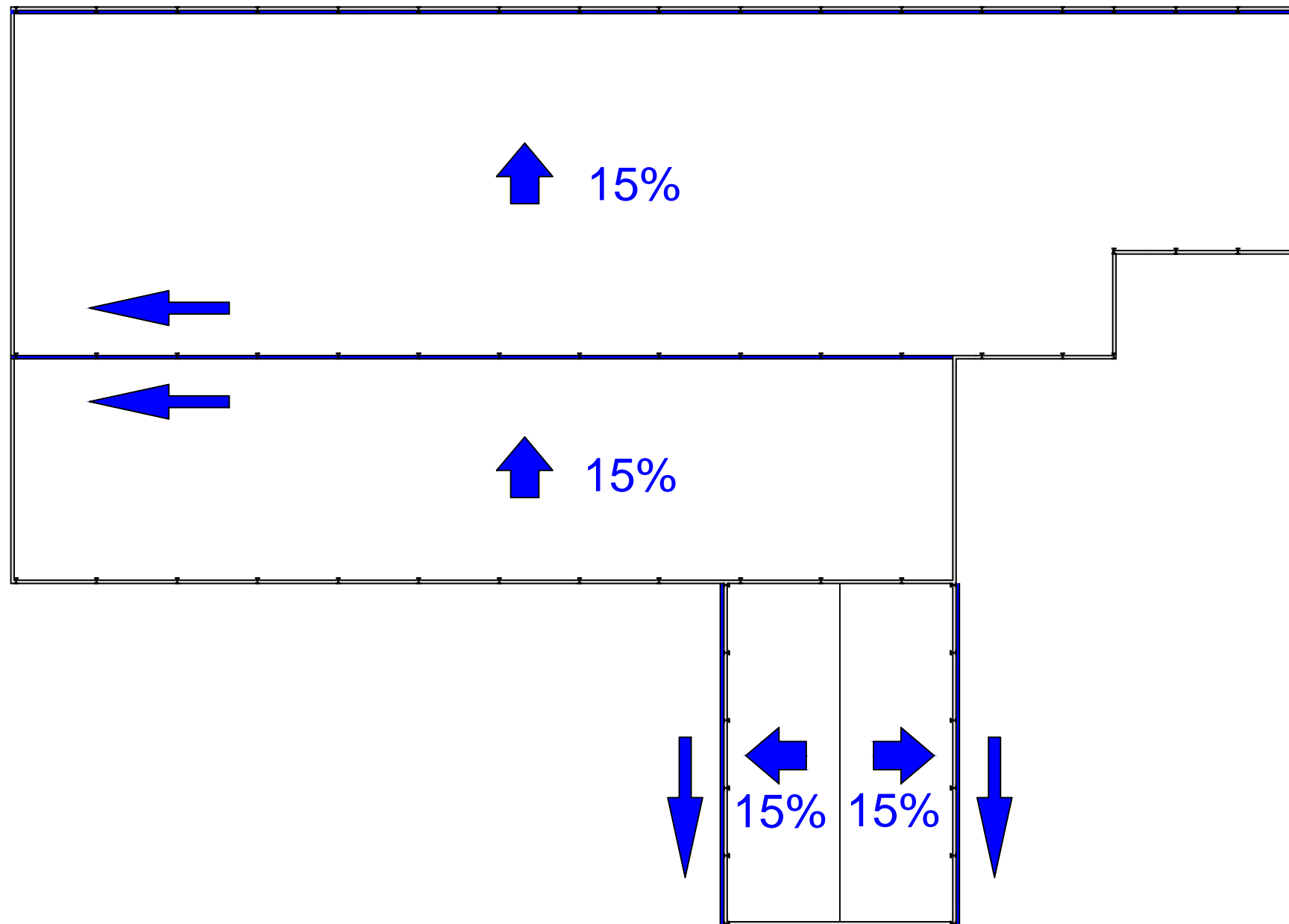
E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA:	01/09/2015
NOMBRE DEL PLANO:	NAVE: SEGUNDA PLANTA	Nº PLANO:	5
		ESCALA:	1:500
		COTAS	EN m




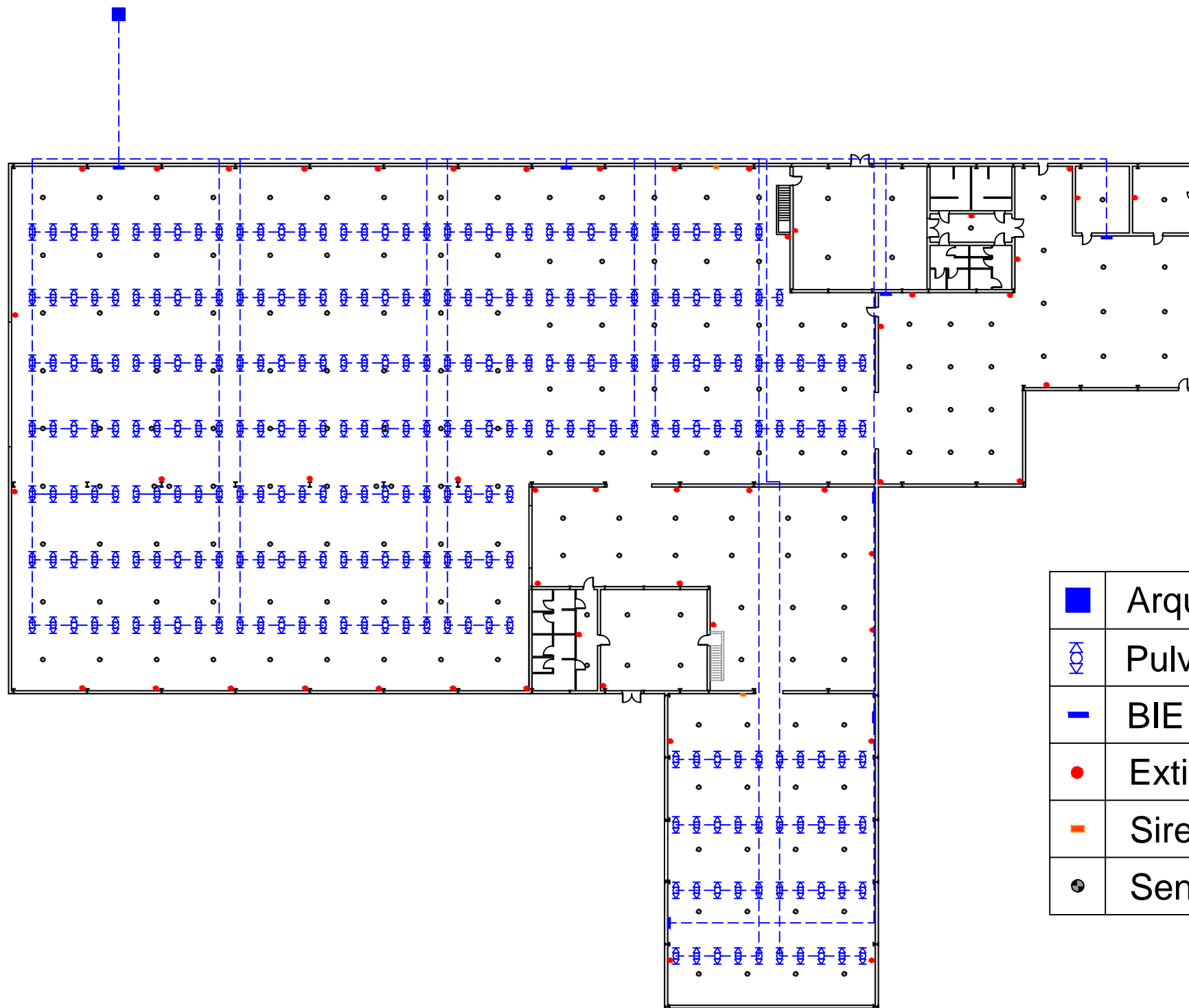
E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA: 01/09/2015	
NOMBRE DEL PLANO:	NAVE: PRIMERA PLANTA ACOTADA	Nº PLANO:	ESCALA:
		6	1:500
			COTAS EN m




E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA:	01/09/2015
NOMBRE DEL PLANO:	NAVE: SEGUNDA PLANTA ACOTADA	Nº PLANO:	7
		ESCALA:	1:500
		COTAS	EN m



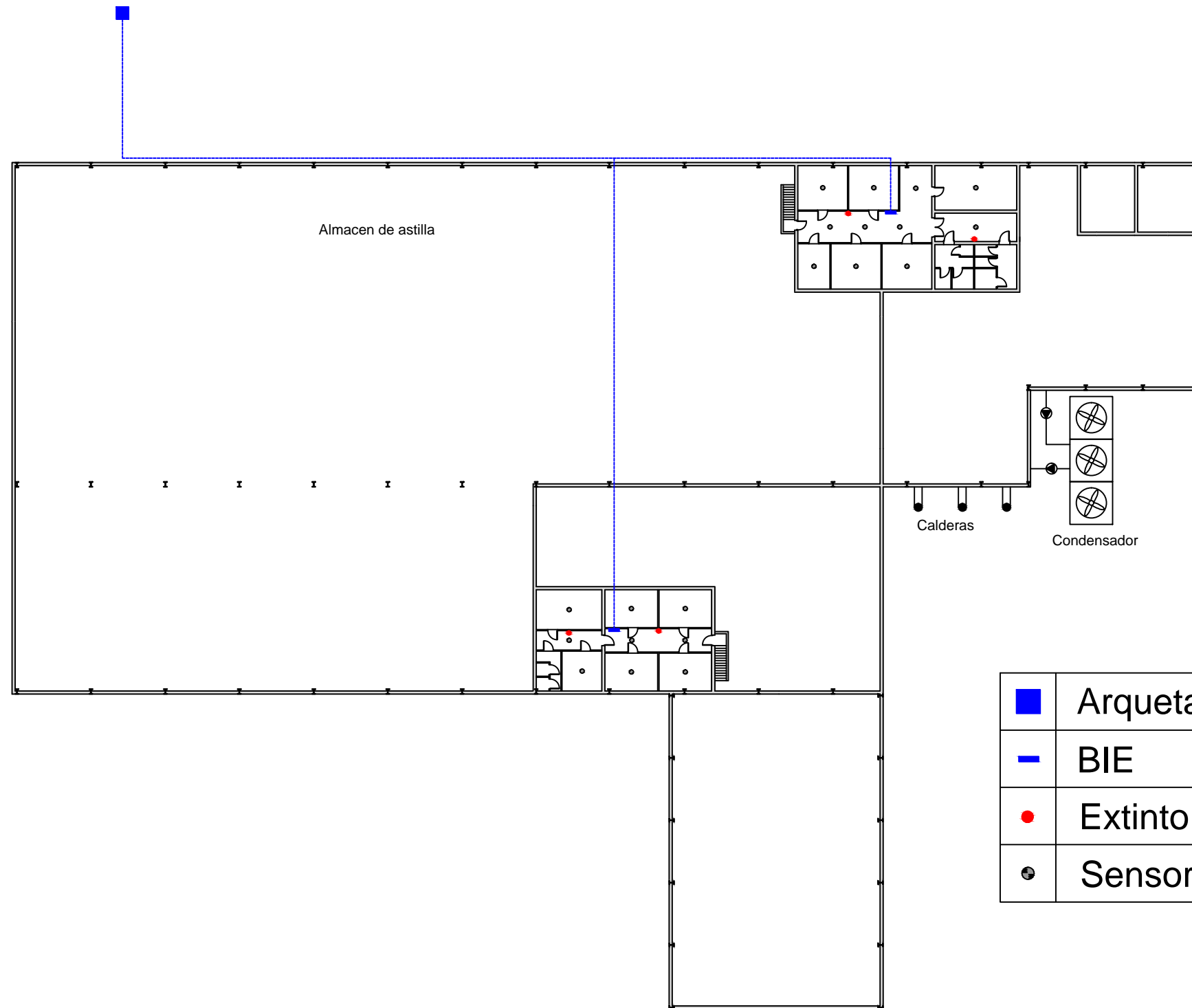
E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE SMW ...	FECHA:	01/09/2015
Nº PLANO:	8	ESCALA:	1:500
NOMBRE DEL PLANO:	CUBIERTA Y EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	COTAS EN m	



	Arqueta
	Pulverizador
	BIE
	Extintor
	Sirena
	Sensor de humos

E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA		
ALUMNO: DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA: 01/09/2015	
NOMBRE DEL PLANO: PLANO INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS PRIMERA PLANTA	Nº PLANO: 9	ESCALA: 1:500
		COTAS EN m





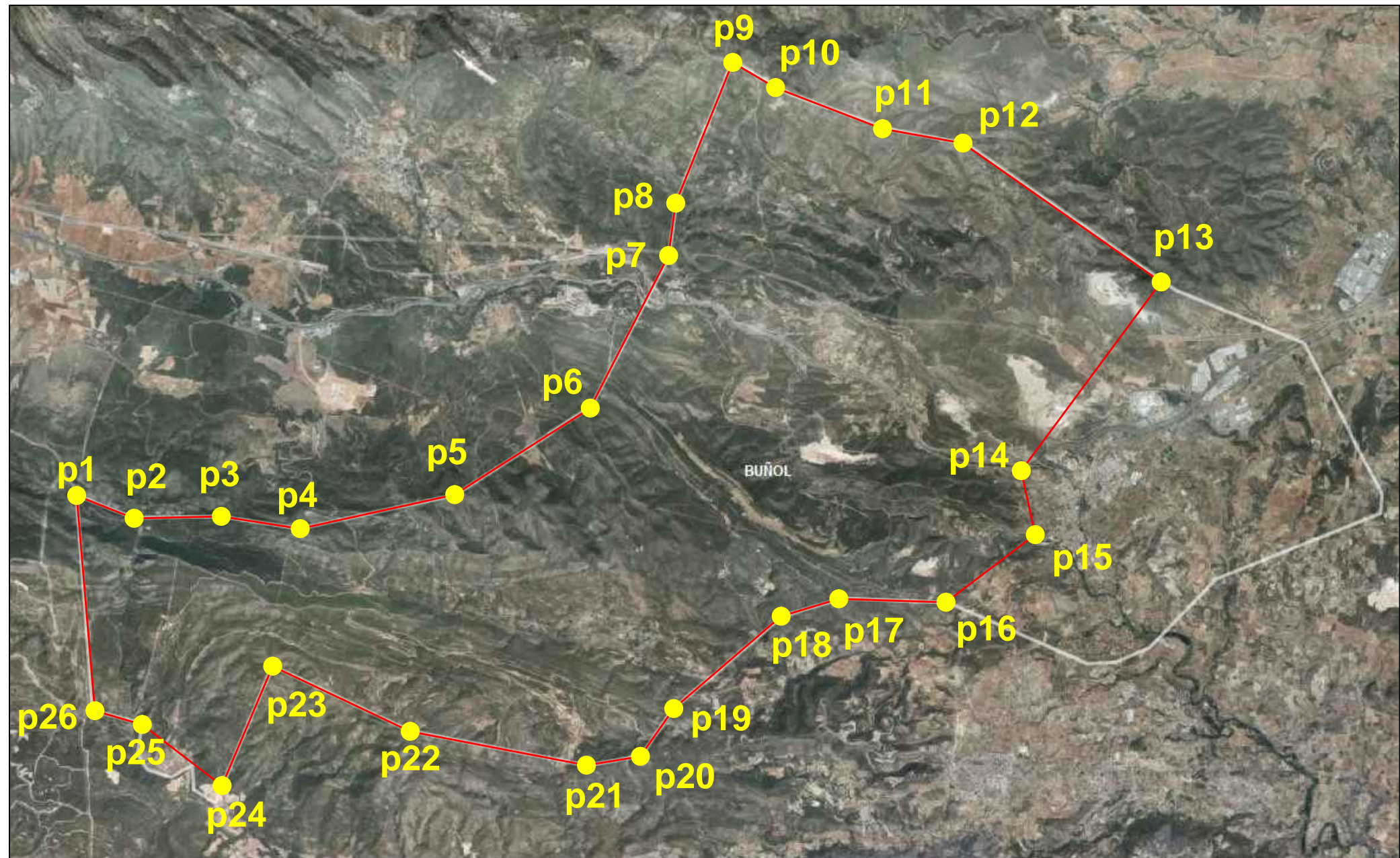
■	Arqueta
—	BIE
●	Extintor
●	Sensor de humos

E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA:	01/09/2015
Nº PLANO:	10	ESCALA:	1:500
NOMBRE DEL PLANO:	PLANO INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS SEGUNDA PLANTA	COTAS EN m	

**ETRS89 UTM zone 30N**

<b>p1</b>	X674078.78966 Y4366212.12178
<b>p2</b>	X674955.93072 Y4365845.86822
<b>p3</b>	X676396.21700 Y4365859.26247
<b>p4</b>	X677664.60316 Y4365687.60119
<b>p5</b>	X680182.30200 Y4366193.04831
<b>p6</b>	X682367.31560 Y4367619.55667
<b>p7</b>	X683643.12945 Y4370021.81406
<b>p8</b>	X683757.57031 Y4370899.19396
<b>p9</b>	X684634.95021 Y4373130.79066
<b>p10</b>	X685484.48950 Y4372674.17264
<b>p11</b>	X687105.73496 Y4372082.89488
<b>p12</b>	X688297.05761 Y4371814.72081
<b>p13</b>	X691520.47507 Y4369640.34454
<b>p14</b>	X689278.00220 Y4366703.17406
<b>p15</b>	X689535.49412 Y4365492.00833
<b>p16</b>	X688068.17590 Y4364490.50602
<b>p17</b>	X686370.63653 Y4364547.72644
<b>p18</b>	X685416.96273 Y4364299.77125
<b>p19</b>	X683566.83555 Y4362716.67274
<b>p20</b>	X683166.29255 Y4362106.32151
<b>p21</b>	X682269.83918 Y4361915.58675
<b>p22</b>	X679408.81777 Y4362468.71756
<b>p23</b>	X677234.44150 Y4363498.68526
<b>p24</b>	X676402.51490 Y4361592.48306
<b>p25</b>	X675117.28566 Y4362545.01146
<b>p26</b>	X674335.27314 Y4362792.96665

**Área total de gestión: 85,08km<sup>2</sup> = 8.508 ha**



E.T.S.I. AGRÓNOMIA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
ALUMNO:	DARÍO HERRERO CABALLER	FIRMA:	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE 5MW ...	FECHA:	01/09/2015
NOMBRE DEL PLANO:	HECTÁREAS A GESTIONAR	Nº PLANO:	11
		ESCALA:	1:80000
		COTAS EN m	

