



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE
INSTALACIÓN DE UN
SISTEMA DE CALEFACCIÓN
Y ACS CON BIOMASA.
ESTUDIO ECONÓMICO DE
AHORRO ENERGÉTICO.**

Alumno: M^a BELÉN HEREDIA GALÁN

Tutor: Prof. Dña. M^a ÁNGELES VERDEJO ESPINOSA
Depto.: INGENIERÍA ELÉCTRICA

JUNIO, 2014

Índice

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Objetivos del proyecto.....	5
1.3. Emplazamiento	5
1.1. Normas y reglamentación aplicable	6
1.2. Descripción de las instalaciones existentes	7
1.3. Justificación de implantación de un sistema de energías renovables.....	7
1.4. Justificación del proyecto	9
1.5. Cumplimiento del reglamento de instalaciones térmicas	9
A. <i>Exigencia de Bienestar e higiene</i>	9
1.5.1. Calidad del ambiente térmico	9
1.5.2. Calidad del aire interior	10
1.5.3. Exigencia de higiene	10
1.5.4. Exigencia de calidad del medio ambiente acústico.....	11
B. <i>Exigencia de eficiencia energética</i>	11
1.5.5. Eficiencia Energética en la Generación de calor. Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores calor	11
1.5.6. Eficiencia Energética en las redes de tuberías y conductos.	11
1.5.7. Eficiencia Energética de control	12
1.6. Equipos e instalaciones	13
1.6.1. Características de la caldera de biomasa.....	13
1.6.2. Silo de almacenamiento	14
1.6.3. Depósito de inercia.....	15
C. <i>Exigencias de seguridad</i>	16
1.6.4. Requisitos mínimos sala de calderas	16
1.6.5. Sala de máquinas de seguridad elevada.....	17
1.6.6. Sala de maquinas	18
1.6.7. Ventilación de la sala de calderas	19
1.6.8. Chimenea.....	20
1.6.9. Instalación eléctrica.....	20
1.6.10. Almacenamiento del biocombustible sólido	21
1.6.11. Seguridad de utilización	21
Bibliografía	23
2. ANEXO MEMORIA.....	24
2.1. Cálculos justificativos	24

2.1.1.	Dimensionado caldera biomasa	24
2.2.	Funcionamiento y consumos energéticos	27
2.2.1.	Horas de funcionamiento.....	27
2.2.2.	Demanda de energía final	28
2.2.3.	Consumo de combustible	28
2.2.4.	Energía generada por la caldera biomasa.....	31
2.3.	Estudio económico y de ahorro energético	32
2.3.1.	Análisis de emisiones de CO ₂	32
2.3.2.	Análisis de ahorro económico	33
2.3.3.	Plazo de amortización	34
2.4.	Otros equipos	34
2.4.1.	Sinfín de extracción.....	34
2.4.2.	Depósito de servicio	34
2.4.3.	Bombas.....	35
2.4.4.	Depósito de expansión.....	35
2.4.5.	Otros elementos.....	35
2.5.	Control y telegestión	36
2.5.1.	Control	36
2.5.2.	Termostatos de sala.....	36
2.6.	Pruebas y verificaciones	37
2.6.1.	Equipos	37
2.6.2.	Preparación y limpieza de redes de tuberías.....	37
2.6.3.	Prueba preliminar de estanquidad.....	38
2.6.4.	Prueba de resistencia mecánica.....	38
2.6.5.	Reparación de fugas	39
2.6.6.	Pruebas de libre dilatación	39
2.6.7.	Ajuste y equilibrado	40
2.6.8.	Sistemas de distribución de agua.....	40
2.6.9.	Control automático	41
2.6.10.	Eficiencia energética	41
2.7.	Estudio básico de seguridad y salud	43
2.7.1.	Prevención de riesgos laborales.....	43
2.7.2.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.....	52
2.7.3.	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo	58

2.7.4.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.....	60
2.7.5.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción ..	67
2.7.6.	La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los <i>riesgos derivados de las condiciones de trabajo</i>	67
2.7.7.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual	83
3.	PLIEGO DE CONDICIONES	84
4.	PRESUPUESTO	84
5.	PLANOS	84

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Antecedentes

Con este proyecto se pretende dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 2.3 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, entendiendo como reforma todo cambio que se efectúe y que suponga una modificación del proyecto original. La nueva instalación supondrá la sustitución de los equipos existentes por otros de diferentes características, incluyendo un cambio en el tipo de energía utilizada.

Se describen en este documento las modificaciones que se han de llevar a cabo, donde se proyecta una nueva sala de calderas y la adaptación de un espacio para almacén de combustible, todo ello conforme a la normativa de aplicación actualmente en vigor, en especial al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) R.D.1027/2007 y sus instrucciones Técnicas complementarias IT, así como al Código Técnico de la Edificación.

1.2. Objetivos del proyecto

Se redacta el presente documento como proyecto de instalación de un sistema de energías renovables para cubrir la demanda energética de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) de un edificio cuyo uso está destinado a residencia mediante la instalación de una caldera de biomasa.

Con esta sustitución se pretende conseguir mejoras medioambientales, al reducir las emisiones de CO₂, mejoras económicas por tener el combustible un precio inferior y mas estable, mantener las condiciones de utilización instalando una caldera lo suficientemente automatizadas para que su uso no suponga una dificultad para los usuarios frente al uso de una caldera tradicional existente.

1.3. Emplazamiento

<i>Uso del edificio:</i>	Residencia, centro de día
<i>Ubicación:</i>	Jaén
<i>UTM:</i>	X: 499947
	Y: 4196092

<i>Año de construcción:</i>	1940
<i>Año de reforma parcial:</i>	1997
<i>Superficie Construida:</i>	767 m ²
<i>Superficie útil por planta:</i>	237 m ²

1.1. Normas y reglamentación aplicable

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos HE 1 "Ahorro de energía. Limitación de demanda energética", HE 2 "Ahorro de energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas", HS 3 "Salubridad. Calidad del aire interior", HS 4 "Salubridad. Suministro de agua", HS 5 "Salubridad. Evacuación de aguas", SI "Seguridad en caso de incendio" y HR "Protección frente al ruido".
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1. Chimeneas modulares.
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2. Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- Norma UNE 123001 sobre Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.
- Norma UNE-EN ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico.
- Norma UNE-EN 12502 sobre Protección de materiales metálicos contra la corrosión.
- Norma UNE-EN 13410 sobre Aparatos suspendidos de calefacción por radiación que utilizan combustibles gaseosos. Requisitos de ventilación de los locales para uso no doméstico.
- Norma UNE-EN 14336 sobre Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- Norma UNE-EN ISO 16484 sobre Sistemas de automatización y control de edificios.
- Norma PNE 112076 sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua.

- Norma UNE 100030-IN sobre Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2. Descripción de las instalaciones existentes

Actualmente el edificio cuenta con una caldera de chapa de acero con quemador de gasóleo marca ROCA de 186 kW de potencia, para calefactar el edificio, la caldera está . La red de tuberías y radiadores del circuito de calefacción se encuentran en buen estado.

La demanda de agua caliente sanitaria se cubre con cuatro calentadores eléctricos con un total de 400 litros de capacidad.

1.3. Justificación de implantación de un sistema de energías renovables

Basándonos en el empleo de las energías renovables, en concreto biomasa, mediante el aprovechamiento de los subproductos agrícolas, se pretende cubrir la demanda prevista de calor y ACS

Son muchas las ventajas que se derivan del uso de biomasa como combustible, que inciden de manera directa e indirecta en el usuario y en la sociedad. Las más importantes son:

BENEFICIOS PARA EL USUARIO:

- AHORRO en costes de combustible: la biomasa es más barata que los combustibles tradicionales: gasoil, propano y gas natural.
- VERSATILIDAD en cuanto al tipo de biomasa a emplear, puesto que las calderas de biomasa pueden quemar varios tipos de biomasa, no estando limitados a un único combustible o suministrados, lo que proporciona varias opciones de precios y la posibilidad de optar por el más competitivo en cada momento.
- Instalaciones LIMPIAS Y EFICIENTES, de elevado rendimiento, con la última tecnología.
- Instalaciones SEGURAS, sin riesgo de explosiones.
- Sinónimo de MODERNIDAD y buena imagen.

BENEFICIOS PARA LA SOCIEDAD:

- Energía respetuosa con el Medio Ambiente.
 - Durante su crecimiento, las especies vegetales de las que se obtiene la biomasa absorben CO₂ del ambiente, lo que compensa el CO₂ generado durante la combustión. Es decir, el uso de biomasa como combustible no contribuye al aumento de gases que provocan el efecto invernadero, como es el caso de los combustibles tradicionales.
 - El contenido en sulfuro es insignificante, no contribuyendo a las emanaciones causantes de la lluvia ácida como ocurre con los combustibles fósiles.
 - El uso de biomasa forestal generada en la limpieza de los montes y en la construcción de cortafuegos reduce la posibilidad de incendios.
- Beneficio económico: generación de empleo relacionado con la recolección, preparación, logística, etc. de la biomasa.
- Beneficio social:
 - Incidencia favorable en zonas rurales, al generarse actividad económica en zonas deprimidas.
 - Incremento de la actividad en el sector forestal, que se encuentra actualmente en retroceso.
 - La utilización de la biomasa como combustible supone aprovechar eficientemente un residuo que hasta hace poco tiempo no tenía ningún valor.

Además, la biomasa es un RECURSO LOCAL que no está sujeto a las fluctuaciones de precios de la energía provocadas por las variaciones en el mercado internacional de las importaciones de combustibles. El uso de la biomasa ayudaría a paliar la situación de dependencia energética del exterior que sufre España.

1.4. Justificación del proyecto

Ante el alto costo de mantenimiento en la temporada otoño/invierno del inmueble, se proyecta la sustitución del actual sistema de generación de calor y ACS por otro más moderno y eficiente, utilizando combustible de biomasa, que resulta más económico y ecológico.

Este cambio ha de dar como resultado un menor gasto en el acondicionamiento térmico del edificio, como consecuencia de un consumo inferior de combustible.

1.5. Cumplimiento del reglamento de instalaciones térmicas

Al tratarse de la reforma de una instalación en funcionamiento, destinada a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas usuarias del centro, su instalación está contemplada dentro del ámbito de aplicación del RITE, por lo que será solo parcialmente de aplicación este en la parte reformada.

A. Exigencia de Bienestar e higiene

1.5.1. Calidad del ambiente térmico

Tratándose de un cambio de caldera, combustible y de reforma de la sala técnica, no hay que contemplar la justificación de la calidad del ambiente térmico en el presente proyecto técnico.

Condiciones exteriores

Las condiciones climáticas exteriores no han variado con respecto a las que en su día se establecieron con los datos de la localidad de Salamanca, dentro de la zona climática D2 con temperatura bulbo seco en invierno - 8º C.

Condiciones interiores

Las condiciones de temperaturas interiores son las mismas que en su día se fijaron para su diseño, para una temperatura operativa de 21/23ºC.

1.5.2. Calidad del aire interior

Los requisitos de calidad de aire interior son los que se establecieron en el diseño del sistema con la normativa vigente en el año de construcción de inmueble.

1.5.3. Exigencia de higiene

El RD 865/2003 y el informe UNE 100030 prescriben que la temperatura del agua de retorno al sistema de preparación y acumulación de agua caliente para usos sanitarios RACS sea mayor que 50 °C; está reconocido que esta temperatura es suficiente para que la proliferación de la legionela esté controlada.

El agua caliente sanitaria (ACS) se produce en el intercambiador y se almacena en un depósito de acero inoxidable o de acero doble vitrificado (en adelante, sistema de acumulación).

Lo anterior significa que, teniendo en cuenta las pérdidas de calor en las redes de distribución de impulsión y retorno y en los mismos depósitos acumuladores, la temperatura del agua almacenada debe ser igual a 50 °C más la caída de temperatura provocada por dichas pérdidas. La caída de temperatura depende de la extensión de las redes de acometida y retorno y del nivel de aislamiento térmico y suele estar comprendida entre 4 y 7 °C. Por esta razón, conviene almacenar el agua a una temperatura prudencialmente mayor, por ejemplo 60 °C, quizás algo excesiva, aún cuando se emplee grifería mono-mando. A esta temperatura la legionela tarda en morir muy poco tiempo.

El mantenimiento de la temperatura de 50 °C en el retorno del ACS se logrará mediante una sonda de temperatura que actuará sobre una válvula automática puesta en el circuito de carga procedente de la central de producción de calor.

1.5.4. Exigencia de calidad del medio ambiente acústico

Al tratarse exclusivamente de la reforma de la sala de calderas de una instalación en funcionamiento, no es de aplicación el documento básico de protección contra el ruido DB-HR del Código Técnico de la Edificación.

B. Exigencia de eficiencia energética

Se opta como procedimiento de verificación el sistema simplificado, ya que se adoptan soluciones basadas en la limitación indirecta del consumo de energía de la instalación térmica mediante el cumplimiento de los valores límite y soluciones especificadas en la exigencia de eficiencia energética establecidas en la Instrucción Técnica 1.2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios(RITE).

1.5.5. Eficiencia Energética en la Generación de calor. Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores calor

Se proyecta una caldera de hueso de aceituna tipo HERZ FIREMATIC 130 de rendimiento > +93%. La potencia que suministra la nueva unidad de calor se ajusta a la demanda máxima simultánea de la instalación.

Al ser caldera de Biomasa, queda excluida en el requerimiento del fraccionamiento de potencia conforme establece la IT 1.2.4.1.2.2. en su apartado 4; no obstante la caldera dispone de sistema progresivo desde el 25 al 100% de su potencia nominal.

1.5.6. Eficiencia Energética en las redes de tuberías y conductos.

Todas las tuberías y accesorios, así como los equipos, aparatos y depósitos han de disponer de aislamiento térmico, ya que la temperatura de los fluidos es mayor de 40°C y están instalados en locales no calefactados, considerándose como tal a la sala de calderas.

Las tuberías objeto de modificación en el cuarto de calderas han de aislarse térmicamente con coquillas de material elastomérico flexible, cuyo espesor, utilizando el método simplificado del RITE estará de acuerdo con la siguiente tabla, en función del diámetro exterior de la tubería y de la temperatura del fluido en la red, considerando al material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0,040 W/(m K).

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	< 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 \leq D \leq 60$	30	30	40
$60 \leq D \leq 90$	30	30	40

Tabla 1. Espesores mínimos aislamiento de tuberías

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de retorno de agua serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.

1.5.7. Eficiencia Energética de control

Se ha dotado a la instalación de control automático para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas.

La caldera dispone de una regulación integrada mediante sistema de T-Control con pantalla táctil:

- ✓ Regulación de combustión
- ✓ Regulación mediante sonda Lambda que controla el flujo de aire de combustión y entrada de combustible
- ✓ Regulación dos zona calefacción

El sistema central de control dispone también de sondas de temperatura del depósito de inercia. Para el control de la temperatura del agua en las redes de impulsión de los circuitos de fan-coils existentes, se dispone de sonda de temperatura exterior, sondas de temperatura en las redes de impulsión/ retorno; con los valores de estas sondas el sistema automático actuará sobre las válvulas de tres vías instaladas.

También el sistema central de gestión realiza control y mando sobre el sinfín de extracción de combustible y sobre el sistema de aspiración.

A nivel de usuario se proyectan termostatos digitales de ambiente tipo TX136 dotados de sistema central de control de horas de funcionamiento.

1.6. Equipos e instalaciones

Según las necesidades energéticas del edificio, y en base a los metros cuadrados a calefactar, la potencia necesaria para cubrir la demanda de calefacción del edificio es de 97,62 kW.

Considerando que la instalación de biomasa ha de cubrir también las necesidades energéticas de agua caliente sanitaria, se dimensiona una potencia de 23,26 kW para ACS.

La potencia a instalar, y adaptándonos a las dimensiones de las calderas del mercado, se ha de instalar una caldera de biomasa de 130 kW. El periodo de utilización del sistema para calefacción se dimensiona para 6 meses al año.

1.6.1. Características de la caldera de biomasa

Características de la caldera:

Marca y modelo	HERZ firematic 130
Potencia nominal	130 kW
Potencia mínima	36,7 kW
Rendimiento	> 93 %
Temperatura de los gases	130 – 140 °C
Peso	1370 kg

Tabla 2. Características caldera

La caldera de biomasa cumple con los requerimientos de la norma EN 303/5 de calderas de calefacción. Parte 5; calderas especiales para combustibles sólidos.

El modelo de caldera seleccionado consta de los siguientes componentes:

- Cuerpo de la caldera con aislamiento,

- ❑ Intercambiador de seguridad,
- ❑ Sistema de aspiración con regulación de velocidad,
- ❑ Limpieza automática de la parrilla de combustión mediante sistema basculante
- ❑ con limpieza de incrustaciones,
- ❑ Limpieza automática de intercambiadores,
- ❑ Cámara de combustión con 2 zonas,
- ❑ Sistema RSE anti-retorno de la llama,
- ❑ Control de nivel de almacén intermedio mediante sensores infrarrojos,
- ❑ Encendido automático mediante soplador de aire caliente,
- ❑ Extracción automática de cenizas de combustión y gases,
- ❑ Recogida de cenizas en cajón central,
- ❑ Accesorios de limpieza,

Las características mínimas de los combustibles utilizados han de ser:

Granulometría	Máx. 30 mm
Poder calorífico	Mín. 3.500 kcal/kg
Humedad	Máx. 20%

Tabla 3. Características del combustible

1.6.2. Silo de almacenamiento

La instalación de biomasa lleva asociado un silo de almacenamiento del combustible a emplear, cuya capacidad será de aproximadamente 40 m³, en los cuales nos aseguran el suministro de combustible necesario para un mes. En caso de disponer de espacio se dimensionará el silo de una tamaño superior, con el fin almacenar la biomasa para un periodo de tiempo superior.

El combustible es transportado a un tornillo sin fin, el cual llega hasta el depósito de entrada a la caldera, que comunica directamente con la entrada de la caldera.

1.6.3. Depósito de inercia

La caldera lleva instalado un depósito de inercia de 1000 litros de acero negro sin recubrimiento, con serpentín y sin boca de registro. Aptos para su utilización en circuitos cerrados de calefacción. Las características mínimas que debe de cumplir son las que se detallan en la tabla 3:

- Presión máxima de trabajo: 6 bar
- Temperatura máxima de trabajo: 80°C
- Aislado con poliuretano expandido sin CFC

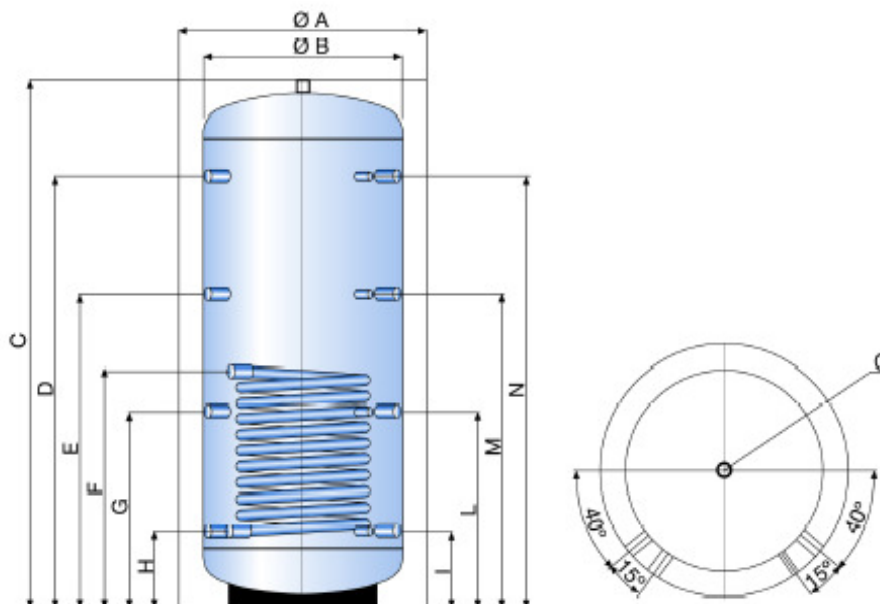
MODELO	VOLUMEN (litros)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D $\varnothing 1 \frac{1}{2}''$ (mm)	E $\varnothing 1 \frac{1}{2}''$ (mm)	F $\varnothing 1''$ (mm)	G $\varnothing 1 \frac{1}{2}''$ (mm)	H $\varnothing 1''$ (mm)	PESO (kg)
DPAN/I/DI 1000 (o similar)	1000	990	790	2030	1710	1245	960	310	1 $\frac{1}{4}''$	190

DP: depósito; AN: acero negro; I: intercambiador DI: depósito de inercia

Tabla 3. Características depósito de inercia

TABLA E/S

C	SALIDA A.C.S.
D	ENTRADA AUXILIAR
E	SALIDA AUXILIAR
F	ENTRADA SERPENTIN
H	SALIDA SERPENTIN



C. Exigencias de seguridad

1.6.4. Requisitos mínimos sala de calderas

Se define la Sala de Maquinas al local técnico donde se alojan los equipos de producción de frío o Calor y otros equipos auxiliares y accesorios de la instalación.

Los locales anexos a la Sala de Maquinas que comuniquen con el resto del edificio o con el exterior a través de la misma Sala se consideraran parte de la misma.

No tendrán consideración de Sala de Maquinas los locales en los que se sitúen generadores de calor con potencia térmica no superior a 70 kW o equipos autónomos de climatización de cualquier potencia.

Los locales que alojan los equipos de producción de frío o calor deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- La puerta de acceso comunicará directamente con el exterior o a través de un vestíbulo con el resto del edificio. - Ningún punto de la Sala estará a más de 15 metros de una salida.
- Las puertas de acceso se abrirán siempre hacia fuera.
- Las puertas tendrán una permeabilidad no superior a $1 \text{ L} / (\text{s} \cdot \text{m}^2)$ bajo una presión diferencial de 100 Pa, salvo cuando estén en contacto directo con el exterior.
- La resistencia ante el fugo de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 (véase la norma UNE 23-093), por lo menos.
- La clase de combustibilidad de los materiales empleados en los cerramientos y acabados de la Sala será M0 (véase la norma UNE 23-727).
- No se permitirá ninguna toma de ventilación que comunique con otros locales cerrados.
- Cuando la Sala sea adyacente a un local ocupado, la atenuación acústica del elemento de separación será como mínimo de 50 dB en la banda de octava de frecuencia central 125 Hz.
- Los elementos de cerramiento de la Sala no permitirán filtraciones de humedad.
- La Sala dispondrá de un eficaz sistema de desagüe por gravedad o, en caso necesario, por bombeo.
- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la Sala o, por lo menos, el interruptor general estará situado en las proximidades de la puerta principal de acceso. Este interruptor no podrá cortar la alimentación al sistema de

ventilación de la Sala.

- El interruptor del sistema de ventilación forzada de la Sala, si existe, también se situará en las proximidades de 1ª puerta principal de acceso.
- El nivel de iluminación medio en servicio de la Sala de Máquinas será, como mínimo, de 200 lux. con una uniformidad media de 0,5, que podrá reforzarse por medio de elementos portátiles para acceder a lugares escondidos. Las luminarias y tomas de corriente tendrán un grado de protección IP 55 y una protección mecánica grado 7 (véase la norma UNE 20-324), por lo menos.
- Cada salida de la Sala estará señalizada por medio de un aparato autónomo de emergencia.

1.6.5. Sala de máquinas de seguridad elevada

Las instalaciones que requieren Sala de Máquinas de seguridad elevada son las siguientes:

- I. Las realizadas en edificios institucionales o de pública concurrencia (véase definición en la norma UNE 100.000)
- II. Las que trabajen con agua a temperatura superior a 110 °C.

Además de los requisitos exigidos en el apartado anterior para cualquier Sala de Maquinas, una Sala de Maquinas de seguridad elevada deberá cumplir con las siguientes exigencias:

- ❑ La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será al menos RF-240.
- ❑ Ningún punto de la Sala estará a más de 7,5 metros de una salida, cuando la sala tenga más de 100 m² de superficie en planta.
- ❑ Cuando la Sala tenga dos o más accesos, uno de ellos al menos dará salida directa al exterior. Este acceso no estará próximo a ninguna escalera, ni a escapes de humos o fuegos.
- ❑ El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la Sala o, por lo menos, el interruptor general y el interruptor del sistema de ventilación deberán situarse fuera de la misma y en la proximidad de uno de los accesos.

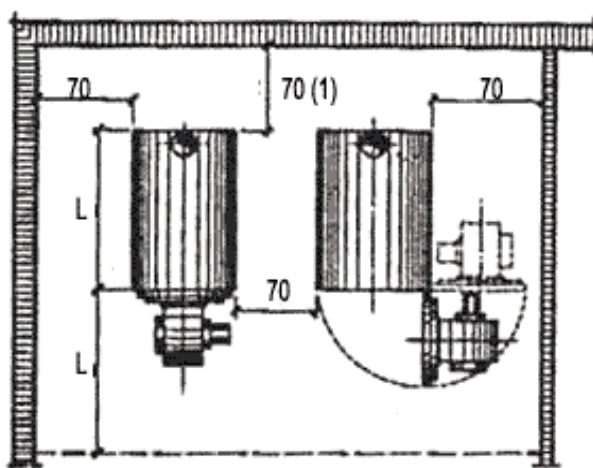
1.6.6. Sala de maquinas

La maquinaria deberá ser accesible en todas sus partes de forma que puedan realizarse de manera adecuada y sin peligro las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción.

La sala tendrá las dimensiones acotadas en el plano de planta, frente a la caldera dado que utilizan biocombustible solido, existirá un espacio libre frontal de vez y media a profundidad de la caldera. La altura de la sala es superior a 2,50 m.

En la figura 1 se indican los espacios mínimos libres que deben dejarse alrededor de los generadores de calor, según estén alimentados por combustibles gaseosos o líquidos o por combustibles sólidos.

fig. 1: Espacios libres mínimos en Salas de Calderas (cotas en cm.)



(1) Distancia igual a "L" para fuelóleo

L = Longitud de la caldera, en cm.

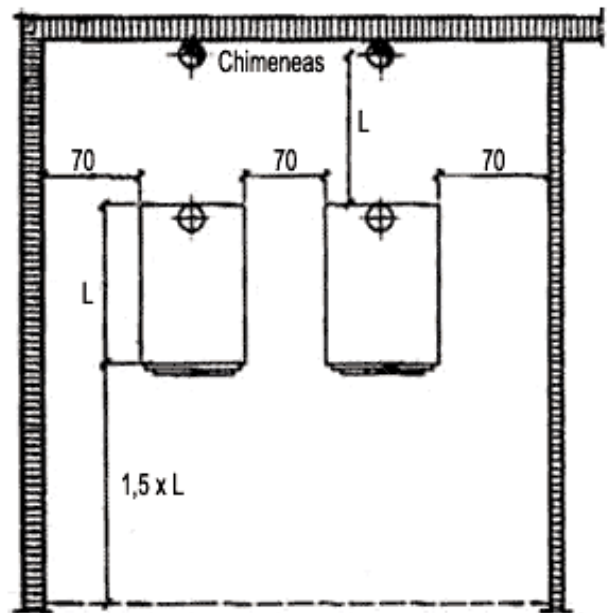
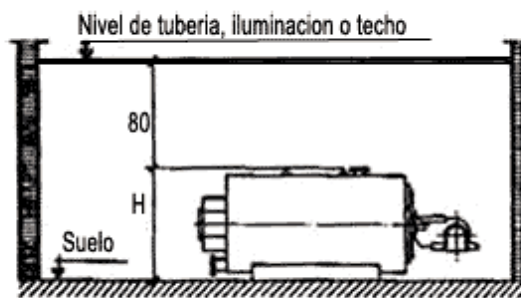


fig.1.2: Generador de calor con combustibles sólidos

fig.1.1: Generador de calor con combustibles gaseosos o líquidos

fig.1.3: Alturas libres

*H = Altura de la caldera, en cm.
H + 80 debe ser mayor o igual que 220 cm.*

En cualquier caso, deberán seguirse las instrucciones que para la instalación de los equipos indique el fabricante, cuando sus exigencias superen las mínimas indicadas en las figuras citadas.

Además, entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas deberán dejarse los pasos y accesos libres para permitir el movimiento de los equipos, o de parte de ellos, desde la Sala al exterior y viceversa. Se cuidará en particular la accesibilidad de la conexión entre generadores de calor y chimeneas.

Igual atención se prestará a las transmisiones de potencia entre motores y máquinas movidas, que, además, deberán estar protegidas contra contactos accidentales.

En caso de maquinaria situada a la intemperie, los espacios mínimos de los equipos entre sí serán los indicados anteriormente para interiores. Además, se tendrán en cuenta las exigencias de los intercambiadores exteriores de la maquinaria frigorífica y de las torres de refrigeración en cuanto se refiere a movimiento de aire, con respecto a otros equipos y a los obstáculos presentados por construcciones cercanas.

1.6.7. Ventilación de la sala de calderas

La sala de calderas dispone de medios suficientes de ventilación natural directa mediante un hueco dotado de lamas al exterior de 1,50x0,50 m lo que en total suma 0,75 m² de ventilación. Los orificios de ventilación por el exterior distarán al menos 50 cm de cualquier hueco practicable o rejillas de ventilación de otros locales distintos de la sala de máquinas. Las aberturas estarán protegidas para evitar al entrada de cuerpos extraños y que no puedan ser obstruidos o inundados.

La sección mínima para ventilación será:

$$S = 130 \text{ kW} \times 5 \text{ cm}^2/\text{kW} = 650 \text{ cm}^2$$

La sección existente de 2.500 cm² cumple holgadamente con la mínima requerida.

1.6.8. Chimenea

Se proyecta una chimenea modular metálica con eje vertical situado por el exterior del patio y construida mediante elementos de acero inoxidable categoría 316L en pared interior e inoxidable categoría 304 con el exterior, diámetros de 250/300 mm. La chimenea sobrepasara 1 m el punto más alto de la cubierta.

1.6.9. Instalación eléctrica

Renovación parcial de la instalación eléctrica, para ello partiendo de la línea de alimentación se ha de instalar un cuadro de mando y protección general donde se coloca una protección de cabecera y el sistema de corte y desconexión desde el exterior.

Todos los circuitos han de estar protegidos contra los efectos de las sobreintensidades motivadas por sobrecargas o cortocircuitos que puedan presentarse en los mismos, para lo cual la interrupción de los circuitos se realizará en un tiempo conveniente mediante interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte.

Para el alumbrado de la sala se proyectas pantallas fluorescentes estanca de 2x36W de potencia accionada mediante interruptor de 10A en caja de superficie IP 54.

Para el alumbrado del vestíbulo, se proyecta un punto de luz con aparato tipo “Ojo de buey” de 60 W.

Para el alumbrado de emergencia se proyectan aparatos autónomos de 70 lúmenes, alimentados desde el cuadro con línea independiente.

1.6.10. Almacenamiento del biocombustible sólido

Se ha previsto un almacenamiento de combustible sólido tipo hueso de aceituna dentro del edificio, con un volumen aproximado de 40 m³.

Las paredes de separación de este recinto con el resto de la sala están construidas en ½ pie de ladrillo hueco perforado enfoscado por ambas caras, con lo que la estabilidad al fuego supera los 120 minutos que establece el DB SI. El recinto carece de puerta de acceso, aunque dispone de un pequeño registro para inspección, limpieza y mantenimiento, este registro podrá ser utilizado para el vaciado del almacenamiento.

La entrada de combustible se realizará desde la calle, para ello se colocará una boca de entrada de 4" donde se acoplará al sistema neumático de carga del vehículo de transporte, en el interior se ha instalado una zona de impacto contra la abrasión derivada del golpeteo de los biocombustibles y evitar su desintegración por impacto. En el recinto de almacenamiento también se ha previsto una boca de salida de aire para evitar sobrepresiones, esta boca estará dotada de un filtro de retención de polvo.

El recinto de almacenamiento de combustible ha de carecer de instalación eléctrica.

1.6.11. Seguridad de utilización

a. Superficies calientes

No existe ninguna superficie caliente con la que exista posibilidad de contacto accidental.

b. Accesibilidad

Todos los equipos y aparatos estarán situados de forma tal que resulte fácil su limpieza, mantenimiento y reparación. Los elementos de medida, control, protección y maniobra están instalados en lugares visibles y accesibles.

c. Señalización

En la sala de máquinas se dispondrá de un plano con el esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección.

Todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo figure en el “Manual de Uso y Mantenimiento”, deben estar situadas en lugar visible, en sala de máquinas y locales técnicos.

d. Medición

La instalación dispondrá de la instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes, y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en su funcionamiento. Los aparatos de medida están situados en lugares visibles y fácilmente accesibles para su lectura y mantenimiento.

Para la medida de la temperatura en circuitos de agua, el sensor penetra en el interior de la tubería a través de una vaina rellena de una sustancia conductora de calor. No existirán termómetros o sondas de contacto.

Las medidas de presión, en los circuitos de agua se realizarán mediante manómetros equipados con dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora.

Bibliografía

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, (2007). Biomasa: edificios.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios. RITE 2007.
- CIEMAT, (2007), Energía de la biomasa, manual de energías renovables
- AGENER, Agencia de gestión energética de la provincia de Jaén (2006), proyecto e-TOON
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, (2007). Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios.
- Agencia Andaluza de la Energía. Calefacción con biomasa
- www.termosun.com/?menu=productos&submenu=herz

2. ANEXO MEMORIA

2.1. Cálculos justificativos

2.1.1. Dimensionado caldera biomasa

Para el dimensionado de la instalación se ha utilizado una hoja de cálculo de elaboración propia, la cual está basada en diferentes manuales consultados de diseño de instalaciones de biomasa.

a.1. Calefacción

Metros cuadrados a calefactar: 711 m²

La potencia térmica del generador para calefacción se calcula según la siguiente fórmula:

$$Q = q * A * F1 * F2$$

Siendo:

Q: potencia

q: demanda específica de calor

F1: factor de corrección para otras temperaturas mínimas

F2: factor de corrección para distintos tipos de edificios

Edificio	aislamiento térmico exterior	tipo de vidrio en ventana	altura de la habitación	demanda térmica específica
edificio antiguo	no	Simple	> 2,5 m	160 - 190 W/m ²
edificio antiguo	parcialmente	vidrio doble	> 2,5 m	110 - 130 W/m ²
edificio nuevo	si	vidrio doble	> 2,5 m	70 - 90 W/m ²

Tabla 5. demanda de calefacción de un edificio

T min (°C)	F1
-6	0,76
-8	0,82
-10	0,88
-12	0,94
-14	1
-16	1,06

Tipo edificio	F2
casa aislada	1
casa adosada (final)	0,95
Casa adosada (medio)	0,9
<i>Boques de viviendas:</i>	
< 8 viviendas	0,7
> 8 viviendas	0,65

Al tratarse de un edificio público, los datos de partida que tomamos son:

q: 160 W/m²

F1: 0,82

F2: 0,9

$$Q = q \cdot A \cdot F1 \cdot F2$$

$$Q = 83.954,88 \text{ kcal}$$

$$\underline{\underline{Q_{\text{calefacción}} = 97,62 \text{ kW}}}$$

a.2. Agua Caliente Sanitaria (ACS)

Total acumulación: 400 litros

T^a del agua en la caldera 80 °C

T^a del agua en el acumulador 60 °C

Para mantener la temperatura del acumulador se instalará entre la caldera y el depósito un intercambiador de calor

La potencia necesaria para cubrir la demanda de ACS se calculan según se indica:

$$Q_{ACS} = \text{acumulación} * (T_{\text{agua}} - 10^{\circ}\text{C}) / 860 \text{ kcal/kW}$$

$$\underline{Q_{ACS} = 23,26 \text{ kW}}$$

a.3. Caldera seleccionada

Según las características de las calderas existentes en el mercado, se selecciona una caldera de 130 kW marca HERZ o similar.

La caldera será apta para quemar hueso de aceituna, dotada de intercambiador de seguridad, sistema de aspiración con regulación de velocidad, limpieza automática de la parrilla de combustión mediante sistema basculante con limpieza de incrustaciones, limpieza automática de intercambiadores, cámara de combustión con 2 zonas, sistema anti-retorno de la llama, control de nivel de almacén intermedio mediante sensores infrarrojos, encendido automático mediante soplador de aire caliente, extracción automática de cenizas de combustión y gases.

La caldera dispondrá de sistema de regulación/control sobre su primario y sobre dos circuitos de calefacción con bombas, válvulas mezcladoras, sondas exteriores, sondas de ida y retorno.

La caldera llegara a obra en su embalaje de transporte original precintado sin muestras de golpes o arañazos, se colocará sobre bancada cumpliendo las mediadas mínimas que la norma indica, el instalador aportará los certificados de garantía y de control de su calidad, entregando las normas de instalación, mantenimiento y uso. El control de recepción comprobará lo anteriormente expuesto.

2.2. Funcionamiento y consumos energéticos

2.2.1. Horas de funcionamiento

Se ha de considerar que el edificio tiene un uso de centro de día, residencia de ancianos, lo que implica un mayor periodo de funcionamiento diario, incluidos los fines de semana y festivos. En la siguiente tabla se desglosan las horas de funcionamiento mensuales:

MES	HORAS DIARIAS		Días/mes	HORAS MENSUALES
Enero	Mañana	4	31	217
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
Febrero	Mañana	4	28	196
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
Marzo	Mañana	4	31	217
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
Abril	Mañana	3	30	180
	Tarde / noche	3		
	Total	6		
Mayo	Mañana	4	31	217
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
Junio	Mañana	4	30	210
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
Julio	Mañana	4	31	217
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
Agosto	Mañana	4	31	217
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
Septiembre	Mañana	3	30	180
	Tarde / noche	3		
	Total	6		
Octubre	Mañana	3	31	186
	Tarde / noche	3		
	Total	6		
Noviembre	Mañana	4	30	210
	Tarde / noche	3		

	Total	7		
Diciembre	Mañana	4	31	217
	Tarde / noche	3		
	Total	7		
TOTAL AÑO				2.464 horas

Tabla 4. Horas de funcionamiento instalación de biomasa

Datos de partida:

	Tiempo de uso [años]
Equipos	20
Instalación	20
Construcción	50

2.2.2. Demanda de energía final

Potencia caldera	Horas de funcionamiento	Energía final demandada
<i>[kW]</i>	<i>[h/año]</i>	<i>[kWh/año]</i>
130	2.464	320.320

Combustible	Hueso de aceituna		
Coste unitario	0,12	€/kg	
PCI	3.900	kcal/kg	4,54 kWh/kg
Demanda anual estimada	70.555	kg/año	

2.2.3. Consumo de combustible

BIOMASA

	<i>Horas de funcionamiento</i>	<i>Consumo mensual de biomasa (kg)</i>
Enero (calefacción)	217	7.225
Febrero (calefacción)	196	6.526
Marzo (calefacción)	217	7.225
Abril (refrigeración)	180	5.993
Mayo (refrigeración)	217	7.225
Junio (refrigeración)	210	6.992
Julio (refrigeración)	217	7.225
Agosto (refrigeración)	217	7.225
Septiembre (refrigeración)	180	5.993
Octubre (calefacción)	186	6.193
Noviembre (calefacción)	210	6.992
Diciembre (calefacción)	217	7.225
<i>TOTAL</i>	<i>2.464</i>	<i>82.041</i>

GASOIL

	Horas de funcionamiento	Consumo mensual de gasoil (kg)
Enero (calefacción)	217	2.995,14
Febrero (calefacción)	196	2.705,28
Marzo (calefacción)	217	2.995,14
Abril (refrigeración)	180	2.484,44
Mayo (refrigeración)	217	2.995,14
Junio (refrigeración)	210	2.898,52
Julio (refrigeración)	217	2.995,14
Agosto (refrigeración)	217	2.995,14
Septiembre (refrigeración)	180	2.484,44
Octubre (calefacción)	186	2.567,26
Noviembre (calefacción)	210	2.898,52
Diciembre (calefacción)	217	2.995,14
TOTAL	2.464	34.009,28

2.2.4. Energía generada por la caldera biomasa

<i>Mes</i>	<i>Horas de funcionamiento</i>	<i>Energía (kWh/mes)</i>
Enero (calefacción)	217	28.210
Febrero (calefacción)	196	25.480
Marzo (calefacción)	217	28.210
Abril (ACS)	180	23.400
Mayo (ACS)	217	28.210
Junio (ACS)	210	27.300
Julio (ACS)	217	28.210
Agosto (ACS)	217	28.210
Septiembre (ACS)	180	23.400
Octubre (calefacción)	186	24.180
Noviembre (calefacción)	210	27.300
Diciembre (calefacción)	217	28.210
TOTAL	2.464	320.320 kWh/año

2.3. Estudio económico y de ahorro energético

2.3.1. Análisis de emisiones de CO₂

Mes	Emisión CO ₂ gasoil (kg)	Emisión CO ₂ biomasa (130 kW)	Ahorro CO ₂ (kg)
Enero	24.217,20	3.124,80	21.092,40
Febrero	21.873,60	2.822,40	19.051,20
Marzo	24.217,20	3.124,80	21.092,40
Abril	10.044,00	1.296,00	11.777,40
Mayo	12.108,60	1.562,40	14.198,31
Junio	0,00	0,00	7.068,60
Julio	0,00	0,00	7.304,22
Agosto	0,00	0,00	7.304,22
Septiembre	10.044,00	1.296,00	11.777,40
Octubre	10.378,80	1.339,20	9.039,60
Noviembre	23.436,00	3.024,00	20.412,00
Diciembre	24.217,20	3.124,80	21.092,40
TOTAL	160.536,60	20.714,40	171.210,15

En total se dejarían de emitir a la atmósfera 171,21 t de CO₂ al año.

2.3.2. Análisis de ahorro económico

Mes	Coste mensual biomasa (€/mes)	Coste mensual gasoil (€/mes)	Ahorro Económico (€/mes)
Enero	867	1.946,84	1.079,84
Febrero	783	1.758,43	975,43
Marzo	867	1.946,84	1.079,84
Abril	719	1.614,89	895,89
Mayo	867	1.946,84	1.079,84
Junio	839	1.884,04	1.045,04
Julio	867	1.946,84	1.079,84
Agosto	867	1.946,84	1.079,84
Septiembre	719	1.614,89	895,89
Octubre	743	1.668,72	925,72
Noviembre	839	1.884,04	1.045,04
Diciembre	867	1.946,84	1.079,84
TOTAL	9.845	22.106,03	12.262,05

2.3.3. Plazo de amortización

Inversión	33.359,75
Ahorro anual	12.262,05 €
Periodo de retorno de la inversión	2,72 años

2.4. Otros equipos

2.4.1. Sinfín de extracción

El depósito de combustible estará dotado en su base y centro geométrico de un equipo mecánico de extracción de 4,5 m de longitud y 102 mm de diámetro dotado de servomotor de 180 W controlado mediante el cuadro de caldera. Este equipo llegará a la obra en su embalaje de transporte original precintado sin muestras de golpes o arañazos.

En la salida de sinfín se conectarán las bocas del sistema de transporte de aire, que conectarán con el depósito de almacenamiento junto a caldera dotado del sistema de aspiración.

El instalador aportará los certificados de garantía y de control de su calidad, entregando las normas de instalación, mantenimiento y uso. El control de recepción comprobará lo anteriormente expuesto.

2.4.2. Depósito de servicio

Junto a la caldera se colocará el depósito de servicio dotado del sistema de aspiración que vaciará en el contenedor intermedio de caldera que permite que su descarga se realice por caída libre. El contenedor estará formado por paneles de acero pintado exterior y chapa galvanizada interior. La geometría del contenedor permitirá vaciarlo completamente. El instalador aportará los certificados de garantía y de control de su calidad, entregando las normas de instalación, mantenimiento y uso.

El control de recepción comprobará lo anteriormente expuesto.

2.4.3. Bombas

Las bombas serán del tipo WILO STRATOS con clase eficiencia energética **A** y las siguientes características:

- tipo 40/1-8 CAN PN 6/10
- Caudal 11.5 m³/H
- Altura imp. 2 m cda
- Tensión 230V
- P. abs. 310 W

Las bombas llegarán a la obra en su embalaje de transporte original precintado sin muestras de golpes o arañazos. El instalador aportará los certificados de garantía y de control de su calidad, entregando las normas de instalación, mantenimiento y uso. El control de recepción comprobará lo anteriormente expuesto.

2.4.4. Depósito de expansión

El depósito de expansión será cerrado de acero de 120 litros de capacidad, de una presión máxima de trabajo de 3 bar, pintado exteriormente y provisto de membrana elástica cuya cámara contendrá nitrógeno a presión. El depósito dispondrá de purgador y manómetro, conectarán con las calderas mediante tubería de acero. El instalador aportará los certificados de garantía y de control de su calidad, entregando las normas de instalación, mantenimiento y uso. El control de recepción comprobará lo anteriormente expuesto.

2.4.5. Otros elementos

Llaves, válvulas de seguridad, elementos de medida, etc. serán de marca reconocida y de referencia según la descripción del presupuesto, llegarán a la obra en su embalaje de transporte original precintado sin muestras de golpes o arañazos, el instalador aportará los certificados de garantía y de control de su calidad, entregando las normas de instalación y mantenimiento.

El control de recepción comprobará lo anteriormente expuesto.

2.5. Control y telegestión

2.5.1. Control

Se propone un sistema de control de la sala de calderas gestionado por la centralita de la caldera Herz firematic 130 que controle:

- ✓ Regulación de acumulador
- ✓ Elevación de la temperatura de retorno (bomba y válvula de mezcla)
- ✓ Regulación circuitos (bomba y válvula mezcladora)
- ✓ Protección contra heladas y modo vacaciones
- ✓ Gestión de sonda exterior

2.5.2. Termostatos de sala

El termostato digital posee las siguientes características y funciones:

- ✓ Tensión de alimentación: 230V. Tolerancia: 100-250V (fuente de alimentación universal).
- ✓ Salida por contacto de relé, configurable mediante puente interno para:
- ✓ Contacto polarizado con la tensión de alimentación del termostato (por defecto).
- ✓ Contacto libre de tensión.
- ✓ Interfaz de usuario de fácil comprensión con display LCD de color azul y backlight de LED de alta luminosidad.
- ✓ Pulsadores: ON/OFF, MODO, SUBIR y BAJAR.
- ✓ Selección y visualización del estado ON/OFF del termostato.
- ✓ Sensor de temperatura integrado para medición de la temperatura ambiente de la sala.
- ✓ Visualización de la medida de temperatura ambiente de la sala.
- ✓ Selección y visualización de la temperatura de confort (consigna), pudiendo ser esta selección bloqueada parcial o totalmente.
- ✓ Rango de selección de consigna: 15,0°C a 30,0°C, en intervalos de 0,5°C.
- ✓ Bloqueo del teclado del termostato.
- ✓ Registro de las horas de funcionamiento (parciales y totales):

- ✓ Visualización informativa (sólo lectura) de las horas de funcionamiento parciales (mes), anuales (año) y totales (total). Puesta a cero de las horas únicamente desde ordenador.
- ✓ Reloj de tiempo real para visualización de la hora.
- ✓ Dimensiones reducidas (101x93x24 mm).
- ✓ Base de montaje para instalación en pared, tabique o similar, así como en caja universal de mecanismo.

2.6. Pruebas y verificaciones

2.6.1. Equipos

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto y los datos reales de funcionamiento.

Los quemadores se ajustarán a las potencias de los generadores, verificando, al mismo tiempo los parámetros de la combustión; se medirán los rendimientos de los conjuntos caldera-quemador, exceptuando aquellos generadores que aporten la certificación CE conforme al Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero.

2.6.2. Preparación y limpieza de redes de tuberías

Antes de realizar la prueba de estanquidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua deben ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje.

Las pruebas de estanquidad requerirán el cierre de los terminales abiertos. Deberá comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos y accesorios deben quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones; para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con

una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

Tras el llenado, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En las redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

2.6.3. Prueba preliminar de estanquidad

Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se empleará el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado.

La prueba preliminar tendrá la duración suficiente para verificar la estanquidad de todas las uniones.

2.6.4. Prueba de resistencia mecánica

Esta prueba se efectuará a continuación de la prueba preliminar: una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba. En el caso de circuitos cerrados de agua refrigerada o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar; para circuitos de agua caliente sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces, con un mínimo de 6 bar.

Para los circuitos primarios de las instalaciones de energía solar, la presión de la prueba será de una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las líneas de seguridad.

Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba.

La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

2.6.5. Reparación de fugas

La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo.

Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

2.6.6. Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias, y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. En el caso de instalaciones con captadores solares se llevará a la temperatura de estancamiento.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

2.6.7. Ajuste y equilibrado

Las instalaciones térmicas deben ser ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

2.6.8. Sistemas de distribución de agua

La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo con lo siguiente:

De cada circuito hidráulico se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.

Se comprobará que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.

Cada bomba, de la que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frío a los caudales y temperaturas de diseño.

Las unidades terminales, o los dispositivos de equilibrado de los ramales, serán equilibradas al caudal de diseño.

En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.

Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.

De cada intercambiador de calor se deben conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.

2.6.9. Control automático

Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto o memoria técnica, y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control.

Para ello, se establecerán los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, en base a los niveles del proceso siguientes: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y telegestión.

Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos especificados en el proyecto o memoria técnica. Son válidos a estos efectos los protocolos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 16484-3.

Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o tele gestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas deberán ser realizado por personal cualificado o por el mismo suministrador de los programas.

2.6.10. Eficiencia energética

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

Comprobación funcionamiento de la instalación en condiciones de régimen.

Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.

Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable; Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control.

Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en régimen; Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto.

Comprobación del funcionamiento y del consumo de los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.

Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

2.7. Estudio básico de seguridad y salud

2.7.1. Prevención de riesgos laborales

2.7.1.1. Introducción

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- ❑ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ❑ Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ❑ Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ❑ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ❑ Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2.7.1.2. Derechos y obligaciones

I. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la

salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

II. Principios de la acción preventiva

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- ❑ Evitar los riesgos.
- ❑ Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- ❑ Combatir los riesgos en su origen.
- ❑ Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- ❑ Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- ❑ Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- ❑ Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- ❑ Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

III. Evaluación de los riesgos

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.

- ❑ Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- ❑ Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- ❑ Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ❑ Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- ❑ La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- ❑ Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- ❑ El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- ❑ Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - ❑ Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - ❑ Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - ❑ Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - ❑ Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- ❑ Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- ❑ Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
 - ❑ Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.

- ❑ Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- ❑ Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- ❑ Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- ❑ Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

IV. Equipos de trabajo y medios de protección

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- ❑ La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- ❑ Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

V. Información, consulta y participación de los trabajadores

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- ❑ Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

VI. Formación de los trabajadores

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

VII. Medidas de emergencia

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

VIII. Riesgo grave e inminente

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de

dicho peligro.

IX. Vigilancia de la salud

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

X. Documentación

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- ❑ Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- ❑ Medidas de protección y prevención a adoptar.
- ❑ Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- ❑ Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- ❑ Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

XI. Coordinación de actividades empresariales

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

XII. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales

o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

XIII. Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

XIV. Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

XV. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

XVI. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el

cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- ❑ Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- ❑ Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- ❑ No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- ❑ Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ❑ Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

2.7.1.3. Servicios de prevención

I. Protección y prevención de riesgos profesionales

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad

especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

II. Servicios de prevención

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

2.7.1.4. Consulta y participación de los trabajadores

i. Consulta de los trabajadores

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- ❑ La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ❑ La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- ❑ La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- ❑ El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

ii. Derechos de participación y representación

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

iii. Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

2.7.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo**, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del

tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

CONDICIONES AMBIENTALES

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- ❑ La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- ❑ La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- ❑ Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - ❑ Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - ❑ Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - ❑ Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- ❑ La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- ❑ Se evitarán los olores desagradables.

ILUMINACIÓN

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo

llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- ❑ Areas o locales de uso ocasional: 50 lux
- ❑ Areas o locales de uso habitual: 100 lux
- ❑ Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- ❑ Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- ❑ Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- ❑ Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- ❑ Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- ❑ Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

2.7.3. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el**

trabajo, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- ❑ Las características de la señal.
- ❑ Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- ❑ La extensión de la zona a cubrir.
- ❑ El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y

verificados regularmente.

2.7.4. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas 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 o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas 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 la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- ❑ Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- ❑ Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- ❑ En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

2.7.4.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

2.7.4.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

2.7.4.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la

presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

2.7.4.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimientos de tierras y maquinaria pesada en general

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

2.7.4.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa

antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre

la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

2.7.5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

2.7.5.1. Introducción

2.7.6. La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción***, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

2.7.6.1. Estudio básico de seguridad y salud

RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

- ❑ Montaje de vidrio.
- ❑ Pintura y barnizados.
- ❑ Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- ❑ Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- ❑ Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- ❑ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ❑ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- ❑ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ❑ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ❑ Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- ❑ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ❑ Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- ❑ Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- ❑ Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- ❑ Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- ❑ Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- ❑ Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- ❑ Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- ❑ Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- ❑ Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- ❑ Agresión mecánica por proyección de partículas.
- ❑ Golpes.
- ❑ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ❑ Incendio y explosiones.
- ❑ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ❑ Carga de trabajo física.
- ❑ Deficiente iluminación.
- ❑ Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

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

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

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

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al limite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente

instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado".

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes

horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablonos, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de

prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo

y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- ❑ Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- ❑ La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- ❑ La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- ❑ Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se

suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

2.7.6.2. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

2.7.7. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

2.7.7.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las **normas de desarrollo reglamentario** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

2.7.7.2. Obligaciones generales del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

PROTECTORES DE LA CABEZA.

- ❑ Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- ❑ Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- ❑ Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- ❑ Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- ❑ Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- ❑ Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).

- ❑ Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- ❑ Guantes dieléctricos para B.T.
- ❑ Guantes de soldador.
- ❑ Muñequeras.
- ❑ Mango aislante de protección en las herramientas.

PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- ❑ Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- ❑ Botas dieléctricas para B.T.
- ❑ Botas de protección impermeables.
- ❑ Polainas de soldador.
- ❑ Rodilleras.

PROTECTORES DEL CUERPO

- ❑ Crema de protección y pomadas.
- ❑ Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- ❑ Traje impermeable de trabajo.
- ❑ Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- ❑ Fajas y cinturones antivibraciones.
- ❑ Pértiga de B.T.
- ❑ Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- ❑ Linterna individual de situación.
- ❑ Comprobador de tensión.