Universidad Europea

# MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENERGÍAS RENOVABLES

## PROYECTO PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

Tutor: Maitane Urrutia Aparicio

GRUPO 6:
Diego Izquierdo Vara
Ana María Velasco Prieto
Antonio Medina Rodríguez
Blanca López Lanzarot
Laura Villar Alonso

# RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo el diseño y análisis de viabilidad técnica, energética y económica para una solución habitacional temporal destinada a alojar a los familiares de pacientes hospitalizados en el Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid, España.

La propuesta contempla la instalación de 44 viviendas modulares prefabricadas equipadas con sistemas de energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria, calefacción mediante suelo radiante y refrigeración por medio de sistemas de absorción.

El estudio se inicia con un análisis exhaustivo del emplazamiento y de las condiciones climáticas locales, y se desarrolla a través de una metodología rigurosa que incluye el cálculo de la demanda energética, el dimensionamiento de los sistemas y la evaluación del grado de cobertura solar. Asimismo, se prevé la integración de un sistema auxiliar conectado a la red del hospital, con el fin de garantizar el suministro energético durante periodos de baja radiación solar.

Se han dimensionado todos los sistemas energéticos en base a datos climáticos reales de Valladolid, alcanzando coberturas solares superiores al 80 % en ACS, mientras que para calefacción se recurre al uso del sistema auxiliar conectado a la red de calderas del hospital, cubriendo una demanda anual de 4.582 MJ. En cuanto a refrigeración, se incorpora un sistema de absorción basado en máquinas de absorción agua-bromuro de litio, demostrando que con 8 máquinas de 15 kW se puede satisfacer la demanda total de refrigeración de las 44 viviendas sin necesidad de recurrir a energía eléctrica convencional.

Desde el punto de vista económico, el presupuesto total del proyecto asciende a 1.055.490 €, que se desglosa en diversas partidas, incluyendo obra civil, adquisición de módulos, instalaciones energéticas y otros costes indirectos. Esta inversión se justifica por el alto impacto social y ambiental del proyecto, ofreciendo una solución sostenible, eficiente y replicable.

En términos de impacto y sostenibilidad, se espera que el proyecto no solo aborde una necesidad social inmediata, sino que promueva la adopción de tecnologías de energía renovable en infraestructuras urbanas. Al combinar eficiencia energética y sostenibilidad, se busca ofrecer una respuesta innovadora que mejore la calidad de vida de quienes enfrentan situaciones críticas relacionadas con la salud de sus seres queridos, proporcionando un entorno de alojamiento digno y adecuado para los familiares de pacientes.

Palabras clave: vivienda modular, agua caliente sanitaria, calefacción, Valladolid, energía solar.

# ABSTRACT

This project aims to design and evaluate the technical, energy, and economic feasibility of a temporary housing solution for the relatives of hospitalized patients at Río Hortega University Hospital in Valladolid, Spain.

The proposal includes the installation of prefabricated modular units equipped with solar thermal systems for domestic hot water production, underfloor heating, and absorption-based cooling. The systems have been dimensioned based on real climate data from Valladolid, resulting in over 80% solar coverage for hot water and heating during much of the year.

Additionally, the study includes the integration of LiBr–water absorption chillers to provide cooling using excess thermal energy during the summer months. It is demonstrated that 8 compact chillers of 15 kW can meet the total cooling demand of all 44 units without relying on conventional electricity.

From an economic perspective, the total project budget is €1,055,490, including civil works, housing units, solar energy systems, and indirect costs. This investment is justified by the project's strong social and environmental impact, offering a sustainable, efficient, and replicable solution.

By combining energy efficiency, renewable energy, and human-centered design, this project offers a replicable model that supports patient families while promoting sustainable infrastructure in healthcare settings.

Keywords: modular housing, domestic hot water, heating, Valladolid, solar energy.

ÍNDICE

*RESUMEN* ..... 2

*ABSTRACT* ..... 3

*1. Introducción* ..... 8

1.1 Objetivo ..... 10

1.2 Motivación ..... 10

*2. Metodología y datos* ..... 12

2.1 Metodología ..... 12

2.2 Descripción del emplazamiento ..... 12

2.2.1 Ubicación ..... 12
2.2.2 Estudio del terreno ..... 13
2.2.3 Condiciones ambientales ..... 14
2.2.4 Características de la radiación solar ..... 15
2.2.5 Determinación de la superficie a ocupar ..... 16
2.2.6 Accesos ..... 17
2.2.7 Normativa ..... 17

*3. Descripción de las casetas a instalar* ..... 19

3.1 Selección de las casetas ..... 19

3.2 Compra de casetas ..... 20

3.3 Elección de paneles térmicos ..... 21

*4. Energía solar para ACS* ..... 23

4.1 Cálculo de la superficie colectora ..... 23

4.1.1 Cálculo de la demanda y necesidades energéticas ..... 24
4.1.2 Aportación solar en función de la energía incidente ..... 26
4.1.3 Energía aprovechada por el campo de colectores ..... 27
4.1.4 Cobertura solar. Porcentaje de energía auxiliar ..... 29

*5. Instalación de calefacción* ..... 31

5.1 Sistema de calefacción por suelo radiante ..... 31

5.2 Sistema de energía convencional auxiliar ..... 32

5.3 Parámetros de diseño ..... 33

5.3.1 Datos vivienda modular ..... 33
5.3.2 Ocupación ..... 33
5.3.3 Ventilación ..... 34
5.3.4 Condiciones exteriores e interiores ..... 34
5.3.5 Envolvente del espacio a calefactar ..... 35
5.3.6 Coeficientes de transmisión térmica globales ..... 35
5.3.7 Cargas térmicas de calor ..... 37
5.3.8 Demanda de energía ..... 38

*6. Máquinas de Absorción* ..... 40

6.1 Circuito de refrigeración solar ..... 41

6.1.1 Justificación técnica y cálculo de demanda ..... 41
6.1.2 Diseño del sistema ..... 43
6.1.3 Ubicación de los equipos ..... 44
6.1.4 Dimensionamiento de equipos ..... 44

*7. Presupuesto ..... 45*
7.1 Obra civil y adquisición de módulos ..... 45
7.2 Instalación solar térmica para ACS y calefacción ..... 46
7.3 Sistema de calefacción por suelo radiante ..... 46
7.4 Sistema de refrigeración solar por absorción ..... 47
7.5 Otras partidas ..... 47
7.6 Resumen del presupuesto ..... 47
*8. Conclusiones ..... 48*
8.1 Conclusion ..... 50
*9. Bibliografía ..... 51*

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid (Fuente: Sede Electrónica del Catastro – Anexo 2) ..... 13
Figura 2. Vista aérea Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid (Fuente: Google Earth) 14
Figura 3. Irradiación solar en Valladolid (Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – Anexo 4) ..... 16
Figura 4. Área delimitada de ubicación de instalaciones (Fuente: Sede electrónica del Catastro) ..... 16
Figura 5. Esquema de las viviendas unifamiliares (Programa: AutoCAD)..... 17
Figura 6. Accesos a las futuras instalaciones (Fuente: Google Earth) ..... 17
Figura 7. Plano en planta del tipo de casa modular a instalar. (Fuente: Space Garden by Resan – Anexo 5) ..... 19

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto unidad vivienda unifamiliar (Fuente: Space Garden by Resan) ..... 20
Tabla 2. Cálculo del consumo mensual ($m^3$). Fuente: elaboración propia……25
Tabla 3. Cálculo de la necesidad mensual (MJ). Fuente: elaboración propia ..... 26
Tabla 4. Cálculo de la intensidad radiante ($W/m^2$). Fuente: elaboración propia ..... 27
Tabla 5. Cálculo de la superficie colectora necesaria ($m^2$). Fuente: elaboración propia ..... 28
Tabla 6. Cálculo de la energía auxiliar necesaria (kWh). Fuente: elaboración propia ..... 29
Tabla 7. Superficie total muros exteriores y superficie de huecos. Fuente: elaboración propia 33
Tabla 8. Muros del cerramiento norte y sur. Fuente: elaboración propia ..... 36
Tabla 9. Muro del cerramiento oeste. Fuente: elaboración propia ..... 36
Tabla 10. Muro, ventana y puerta del cerramiento este. Fuente: elaboración propia ..... 36
Tabla 11. Cubierta cerramiento horizontal. Fuente: elaboración propia ..... 37
Tabla 12. Perdidas térmicas de calor ..... 38
Tabla 13. Demanda de calefacción. Fuente: elaboración propia..... 39
Tabla 14. Valores de horas de uso: Fuente: elaboración propia ..... 39
Tabla 15. Valores energía térmica necesaria por meses. Fuente: elaboración propia ..... 40
Tabla 16. Presupuesto obra civil y adquisión de módulos. Fuente: elaboración propia..... 47
Tabla 17. Presupuesto instalación tércmia para ACS. Fuente: elaboración propia ..... 47
Tabla 18. Presupuesto instalación suelo radiante ..... 48
Tabla 19. Presupuesto sistema refrigeración por absorción. Fuente: elaboración propia ..... 48
Tabla 20. Presupuesto otras partidas. Fuente: elaboración propia ..... 48
Tabla 21. Resumen general presupuesto del proyecto. Fuente: elaboración propia ..... 49

# 1. Introducción

El ingreso de un familiar en un hospital genera inevitablemente una situación de estrés y preocupación. Esta circunstancia se ve agravada cuando los acompañantes residen en localidades alejadas y deben recorrer largas distancias para llegar al centro sanitario. En especial, en casos de hospitalizaciones prolongadas o situaciones de urgencia, el traslado se convierte en una necesidad ineludible para poder estar junto al paciente. Sin embargo, esta situación pone de manifiesto un problema recurrente: la escasez de opciones de alojamiento que sean accesibles, asequibles y estén ubicadas en las inmediaciones del hospital.

Ante la falta de alternativas, muchos familiares se ven obligados a pasar la noche en condiciones precarias dentro del propio centro hospitalario, durmiendo en sillas o espacios improvisados junto a la cama del paciente. Esta realidad no solo compromete su descanso, sino también su bienestar físico y emocional. Estudios como el de Verceles et al. (2014) han demostrado que más del 50% de los familiares de pacientes en unidades de cuidados intensivos presentan somnolencia diurna excesiva, con consecuencias negativas en su salud, concentración y calidad de vida (Verceles, Journal of Critical Care, 29).

En este contexto, resulta especialmente relevante analizar el caso del Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid, uno de los principales centros sanitarios de la región, que recibe a miles de pacientes cada año. En 2023, el hospital registró más de 468.000 consultas externas (León J. d., 2023), además de un elevado número de ingresos hospitalarios, lo que refleja la alta demanda asistencial. Según el Instituto Nacional de Estadística, la estancia media por ingreso hospitalario en España fue de 8,1 días en 2022 (Instituto Nacional de Estadística, 2024), lo que evidencia que muchas hospitalizaciones no son breves y requieren una presencia prolongada por parte de los acompañantes.

Cabe destacar que muchos de los pacientes atendidos en este hospital proceden de otras localidades (Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid, s.f.), lo que obliga a sus familiares a buscar alojamiento en la ciudad. No obstante, las opciones existentes pueden resultar costosas, limitadas o alejadas del hospital, dificultando así la permanencia cercana a sus seres queridos. Si bien es cierto que el Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid dispone de habitaciones individuales —193 de las 606 camas operativas actuales, según datos de la Consejería de Sanidad de Castilla y León—, lo que representa un 31,8 % del total, este recurso no siempre está disponible para todos los casos (Sanidad, 2019). Estas habitaciones individuales permiten, en determinadas situaciones, una mayor privacidad y comodidad tanto para el paciente como para su acompañante.

Aun así, es importante subrayar que la mera presencia física junto al paciente no es suficiente: el acompañante también necesita un entorno que le permita descansar adecuadamente y mantener su equilibrio emocional. Disponer de un espacio propio donde desconectar, dormir en

condiciones dignas y recuperar energías no solo mejora su bienestar, sino que también lo prepara para ofrecer un apoyo más efectivo durante el proceso de hospitalización. Velar por la salud mental y física del acompañante debe considerarse parte del abordaje integral del cuidado hospitalario.

A nivel nacional, la existencia de iniciativas como las viviendas de acogida de la Fundación Menudos Corazones o la Fundación Josep Carreras, que ofrecen alojamiento temporal gratuito a familias desplazadas por motivos médicos (Fundación Menudos Corazones, s.f.) (Fundación Josep Carreras, s.f.), pone de manifiesto que esta necesidad está ampliamente reconocida. Sin embargo, la disponibilidad de este tipo de recursos es limitada y no siempre accesible, especialmente en hospitales que no forman parte de estas redes. Tal es el caso del Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid, que actualmente no dispone de una infraestructura específica destinada al alojamiento temporal de familiares, lo que refuerza la necesidad de buscar soluciones alternativas que respondan a esta carencia.

Precisamente, estas circunstancias justifican la elección de este centro como objeto de estudio en el presente trabajo. A ello se suma el hecho de que el Hospital Universitario Río Hortega es un centro de referencia para diversas especialidades médicas dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, lo que implica que recibe pacientes derivados desde otras provincias como Palencia, Soria, Burgos o Segovia, aumentando aún más la probabilidad de desplazamientos familiares (Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid, s.f.).

En diferentes contextos, ya se han desarrollado con éxito soluciones modulares autosuficientes diseñadas para ofrecer condiciones básicas de habitabilidad en ausencia de infraestructuras convencionales. Un ejemplo destacado en el ámbito europeo fue desarrollado por la empresa española Abaton Arquitectura. Han creado viviendas portátiles autosuficientes (*ÁPH80*), diseñadas para su montaje en zonas rurales o situaciones de emergencia, con una superficie reducida, aislamiento de alta eficiencia y suministro energético basado en paneles solares (Ábaton, s.f.). Otro ejemplo destacable es el proyecto Urban Rigger, desarrollado en Copenhague como solución de vivienda flotante para estudiantes en entornos urbanos con escasez de suelo. Se trata de módulos habitacionales construidos a partir de contenedores marítimos reutilizados, dispuestos sobre plataformas flotantes. Cada unidad incorpora aislamiento térmico, paneles solares, sistemas de ventilación pasiva y recuperación de calor, y fue concebida como una solución energéticamente eficiente, modular y transportable (Rigger, s.f.).

Para abordar el problema que se expone, este trabajo propone la instalación de casetas en las inmediaciones del Hospital Universitario Río Hortega. Estas viviendas modulares, alimentadas por energía solar fotovoltaica, pretenden ofrecer una solución sostenible, económica y cercana para los familiares que necesiten pernoctar mientras sus seres queridos reciben atención médica.

En respuesta a esta necesidad, este trabajo plantea el diseño e implementación de un conjunto de casetas en una zona ajardinada de aproximadamente 10.000 m² anexa al Hospital Río Hortega. Estas viviendas modulares, alimentadas por sistemas de energía solar fotovoltaica, se conciben como una alternativa habitacional temporal, sostenible y eficiente para los familiares de pacientes hospitalizados.

El presente estudio se estructura en varios apartados que detallan los criterios de selección de las casetas, las características del sistema de energía solar para agua caliente sanitaria (ACS), así como los requisitos técnicos para garantizar un suministro térmico eficiente en calefacción y refrigeración. Se analizarán la superficie colectora necesaria, la demanda energética, la cobertura solar y el dimensionamiento de los diferentes componentes del sistema.

Además, se abordará el diseño de los sistemas de calefacción y refrigeración, estudiando la viabilidad de opciones como el suelo radiante o las bombas de calor alimentadas por la instalación solar. Finalmente, se incluirá un análisis presupuestario detallado para evaluar la viabilidad económica del proyecto.

Con esta propuesta, se busca desarrollar una solución técnicamente viable y energéticamente eficiente. A través del diseño y análisis detallado de los sistemas energéticos, este trabajo pretende aportar una solución innovadora y sostenible a un problema real, ofreciendo una alternativa habitacional accesible y funcional para los familiares de pacientes hospitalizados. De este modo, se pretende no solo optimizar el uso de energías renovables en infraestructuras auxiliares, sino también contribuir a mejorar la calidad de vida de quienes enfrentan una de las situaciones más difíciles: el cuidado de un ser querido en el hospital.

## 1.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo es diseñar y evaluar la viabilidad técnica, energética y económica de una solución habitacional temporal para los familiares de pacientes hospitalizados en el Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid. Concretamente, se plantea la instalación de casetas, alimentadas mediante energía solar térmica, destinada a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción mediante sistemas de bajo consumo, que proporcionen un espacio digno, próximo y funcional para el descanso de los acompañantes. El estudio incluye el análisis del emplazamiento, el dimensionamiento de los sistemas energéticos necesarios (ACS, calefacción y refrigeración), y una estimación presupuestaria que permita valorar su implementación real.

## 1.2 Motivación

La motivación principal de este trabajo surge de una problemática observada con frecuencia en el entorno hospitalario: la falta de recursos adecuados para que los familiares de pacientes ingresados, especialmente aquellos procedentes de otras localidades, puedan descansar en condiciones dignas durante su estancia. La evidencia científica ha demostrado que el descanso

insuficiente y las condiciones precarias afectan negativamente a la salud y al equilibrio emocional de los acompañantes, lo cual puede repercutir también en el proceso de recuperación del paciente. Ante la ausencia de soluciones institucionalizadas en centros como el Hospital Universitario Río Hortega, este proyecto busca aportar una propuesta innovadora y sostenible que combine la eficiencia energética con el bienestar humano, alineándose además con los principios de sostenibilidad y humanización de la atención sanitaria.

# 2. Metodología y datos

## 2.1 Metodología

Para el diseño de la instalación solar térmica de baja temperatura destinada a la producción de agua caliente sanitaria y calefacción en las casetas prefabricadas, se parte de la definición de las necesidades energéticas del sistema. Este análisis comienza con la estimación del consumo de agua caliente previsto, lo que permite calcular la energía térmica necesaria para cubrir la demanda. A partir de este dato, se dimensiona el campo de captadores solares, estableciendo el número de colectores en función de la radiación solar disponible, el rendimiento del sistema y la fracción de demanda que se pretende cubrir con energía solar. También se determina la parte restante que deberá ser asumida por un sistema auxiliar, garantizando así la continuidad del servicio en condiciones de baja radiación.

Una vez definido el campo solar, se procede al dimensionado del resto de componentes de la instalación: acumuladores, intercambiadores, conducciones, bombas de circulación y elementos de regulación y control. En paralelo, se analiza la posible integración del sistema térmico con el aporte a calefacción, dado que las casetas también deberán disponer de un sistema de climatización invernal.

El sistema de calefacción previsto se basa en suelo radiante, por su compatibilidad con fuentes de baja temperatura como la solar térmica y su eficiencia en espacios reducidos. La energía se suministra preferentemente desde el sistema solar, pero se contempla una conexión auxiliar mediante un bypass a la red de calefacción del hospital, que cubrirá la parte de la demanda no asumida por la instalación solar. Para dimensionar adecuadamente este sistema, se parte del estudio de las características constructivas de las casetas, analizando la superficie útil, los materiales empleados y las propiedades térmicas de la envolvente. Con estos datos, se estiman las pérdidas de calor y se define la carga térmica necesaria para garantizar el confort interior.

A continuación, se incorpora el análisis climático del emplazamiento, teniendo en cuenta la variación estacional, las temperaturas exteriores mínimas y máximas y las condiciones meteorológicas locales. Este análisis permite afinar el cálculo de la demanda térmica y ajustar el diseño del sistema solar y auxiliar. Finalmente, con toda la información recopilada, se dimensionan los elementos del sistema de calefacción y se evalúa la cobertura solar anual, asegurando un equilibrio entre eficiencia, viabilidad técnica y sostenibilidad energética.

## 2.2 Descripción del emplazamiento

### 2.2.1 Ubicación

El lugar donde se van a instalar los módulos como hogares temporales se sitúa en la Calle Dulzaina nº2 donde se encuentra el Hospital Universitario Río Hortega perteneciente a la

provincia de Valladolid (España). Las coordenadas geográficas de la edificación son las siguientes:

- Latitud: 41, 63º N
- Longitud: 4, 71º O

*Figura 1. Vista aérea Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid (Fuente: Sede Electrónica del Catastro – Anexo 2)*

La entrada de dicho edificio tiene una orientación sureste y fue construido en el año 2008 contando con una superficie de parcela de 153.713 m² de los cuales 144.593 m² son superficie construida. Como se observa en la Figura 1, el hospital está compuesto por un conjunto de edificaciones junto con una parte ajardinada situada en la parte superior de la zona delimitada, cuya orientación es noreste, colindante a la Calle Víctimas del Terrorismo.

### 2.2.2 Estudio del terreno

El hospital se encuentra ubicado en una zona urbana de baja densidad edificatoria, con terrenos predominantemente llanos y abiertos. En la parcela del hospital se llevó a cabo un estudio geotécnico donde se reveló la presencia de un suelo altamente compacto y con una elevada capacidad portante con unas condiciones favorables para la construcción de estructuras de una gran envergadura.(BOE 17 Junio, 2010)

*Figura 2. Vista aérea Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid (Fuente: Google Earth)*

En la evaluación ambiental del proyecto del helipuerto se indica que el terreno no presenta desniveles significativos ni obstáculos que puedan suponer un riesgo para las operaciones aéreas y donde no se identificaron espacios naturales protegidos ni áreas de interés florístico o faunístico en las cercanías.

Según el PGOU (Plan General de Ordenación Urbana) el área se clasifica como suelo con predominio de uso docente, sanitario y cultural a pesar de que en su zona este (unos 3 km) encontramos un polígono que está experimentando un desarrollo industrial. Las edificaciones colindantes no son de gran altura y se encuentran a unos 100 m de la parcela hospitalaria por lo que los impactos urbanísticos son mínimos. (BOE 17 Junio, 2010)

Para llevar a cabo las obras necesarias, se ha realizado un Plan de gestión de residuos (Anexo 6), un Estudio de seguridad y salud (Anexo 7) y un Plan de control de calidad (Anexo 8), donde se detallan las acciones que se han de tomar durante los trabajos de la obra civil para evitar posibles consecuencias ya sea sobre el terreno, así como sobre los trabajadores implicados.

### 2.2.3 Condiciones ambientales

Para realizar un estudio de las condiciones ambientales que presenta Valladolid y en concreto el área que vamos a estudiar, dividiremos en los aspectos más relevantes que detallamos a continuación:

- Calidad del agua: es adecuada y segura para el consumo en términos generales, pero es necesario un monitoreo para evitar problemas como los ocurridos en concreto, en enero de este año 2025, donde el Hospital prohibió el consumo de este en sus instalaciones debido a la detección de niveles elevados de metales que provocaba

turbidez en el agua, el cual se solventó. (Urbanismo, Obras Públicas y Medio Ambiente | Transparencia, 2024)

- Contaminación acústica: en las proximidades a la ubicación señalada, no son alarmantes debido a que no se encuentra en una zona de tráfico denso, actividades industriales o incluso ocio nocturno, por lo que los niveles de ruido no superan los límites acústicos. (Urbanismo, Obras Públicas y Medio Ambiente | Transparencia, 2024)
- Calidad del aire: ha ido mejorando en los últimos años aunque siguen estando presentes las partículas finas (PM 2,5) ozono o dióxido de nitrógeno que superan los límites aprobados por la Unión Europea para el año 2030. Las principales fuentes de contaminación son debidas al tráfico rodado o a la industrial, que tal y como se describía en el apartado anterior, están fuera de nuestra ubicación por lo que no es notorio. (Urbanismo, Obras Públicas y Medio Ambiente | Transparencia, 2024)
- ZBE (zonas de bajas emisiones): no es necesaria su aplicación aunque si en zonas centrales de la ciudad limitando el tráfico de vehículos más contaminantes.

La ubicación de las instalaciones del hospital es idónea en cuanto a los términos anteriormente mencionados ya que la calidad del aire, agua y ruido son positivas, aunque supervisadas en cuanto a medidas de mitigación para mejorar la salud y bienestar se refiere.

### 2.2.4 Características de la radiación solar

Valladolid disfruta de una notable radiación solar con un promedio de 3.016 horas de sol anuales y una Hora Solar Pico (HSP) de 5,39. (Mapa de Radiación Solar En España: Tablas Por Provincias - Solfy, 2025)

Si hacemos referencia más concreta a nuestra ubicación, podemos indicar que el Hospital actualmente aprovecha estas condiciones favorables mediante el uso de una instalación de 2.500 paneles solares, capaz de generar un megavatio de energía eléctrica. En los picos de producción, estos paneles cubren hasta el 50% de la demanda energética del hospital. (El HURH Escoge Las Energías Limpias| Hospital Del Río Hortega, 2025)

De esta forma y escogiendo las coordenadas de nuestra ubicación en la web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, obtenemos el gráfico de la Figura 3 donde podemos observar los niveles de irradiación solar desde el año 2013 al año 2023, siendo los valores superiores a 200 kWh/m² en los meses de verano y nunca inferiores a 50 kWh/m² en los meses de invierno. Con ello las previsiones para los próximos 10 años, se pueden estimar que serán relativamente similares.

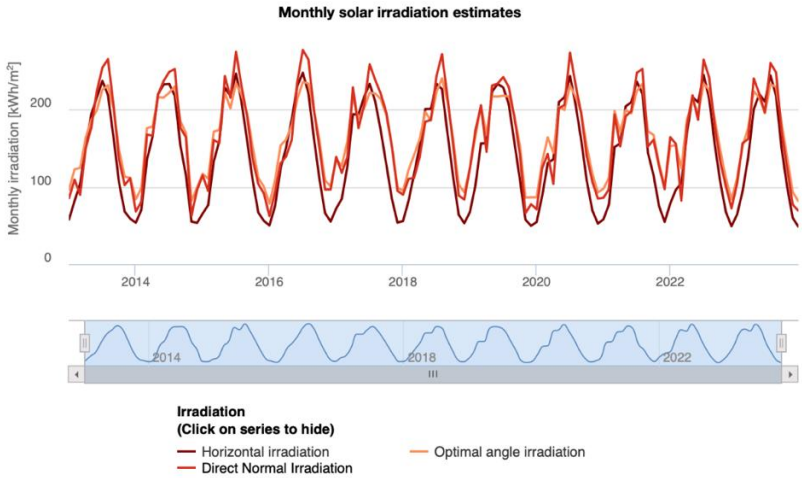



*Figura 3. Irradiación solar en Valladolid (Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – Anexo 4)*

### 2.2.5 Determinación de la superficie a ocupar

Centrándonos en la zona implicada de nuestro proyecto del total del área del complejo hospitalario, contamos con una superficie aproximada de 11.292 m² (1,1 Ha) donde ubicaremos inicialmente unas 44 viviendas o módulos unifamiliares sobre las que irán las instalaciones fotovoltaicas sombreada con una forma poligonal (Figura 4). De toda esta superficie con un perímetro de unos 900 m, contaremos con zonas ajardinadas para no estropear la zona actual, dotándola de vida vegetal de separación entre viviendas así como puntos de acceso peatonales a las mismas como los que se encuentran actualmente, siendo todo ello algo más detallado en la figura 5.

*Figura 4. Área delimitada de ubicación de instalaciones (Fuente: Sede electrónica del Catastro)*

*Figura 5. Esquema de las viviendas unifamiliares (Programa: AutoCAD)*

### 2.2.6 Accesos

En cuanto a los accesos, contamos con el aprovechamiento de las propias instalaciones del hospital, encontrándose estos en la delimitación de la superficie donde se va a actuar, por un lado, se encuentra una entrada en la zona este de la Figura 5 (representada con un vehículo) por la Calle Dulzaina y por otro lado en la parte oeste con accesos desde la Calle Víctimas del Terrorismo.

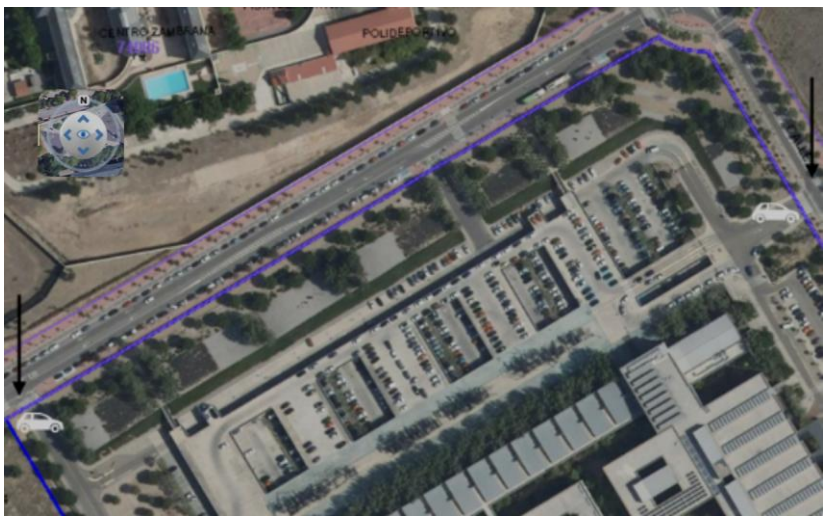


*Figura 6. Accesos a las futuras instalaciones (Fuente: Google Earth)*

### 2.2.7 Normativa

Valladolid cuenta con Ordenanzas sobre residuos y medio ambiente por parte de la diputación para aquellas actividades medioambientales, así como Planes de Ordenación Territorial en función de sus necesidades provinciales, todas ellas cumpliendo con los siguientes niveles superiores:

Nivel autonómico:

- **Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.**
- **Decreto 46/2022, de 24 de noviembre:** Regula los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones eléctricas en Castilla y León**.**
- **Decreto 127/2003, de 30 de octubre:** Establece los procedimientos para las autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en la comunidad.
- **Decreto 189/1997, de 26 de septiembre:** Regula el procedimiento para la autorización de instalaciones de producción de electricidad a partir de energía eólica.
- **Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.**
- **Ley 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León.**

Nivel estatal:

- **Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.**
- **Real Decreto 413/2014, de 6 de junio:** Regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos.
- **Real Decreto 244/2019, de 5 de abril:** Establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- **Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre:** Regula el acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- **Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre:** Aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, estableciendo el marco general para la ordenación territorial y urbanística en España.
- **Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.**
- **Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.**

# 3. Descripción de las casetas a instalar

## 3.1 Selección de las casetas

A la hora de realizar el estudio de las diferentes opciones que existen en el mercado español de las casas modulares, comenzaremos analizando los aislamientos y materiales técnicos que nos puedan ofrecer una alta eficiencia energética con certificación LEED, por ello hemos escogido la casa Space Garden by Resan. (LEED | Arquitectura Sostenible, 2022)

Uno de los objetivos es construir módulos que se transporten y se ensamblen en la ubicación anteriormente mencionada de forma definitiva. Este proceso de fabricación permite ahorrar en los tiempos de ejecución de la obra en campo.

A continuación, se adjunta un plano standard modificable, en cuanto a distribución, de los módulos que se han pensado cubren con todas las necesidades de nuestro proyecto. Está compuesto por una habitación con cama doble o individual, un baño, salón multifuncional con opción de sofá cama para alojar a otro familiar más y un hall con almacenaje de unión entre estancias, todo ello con la idea de permitir hospedarse a una única familia por paciente.

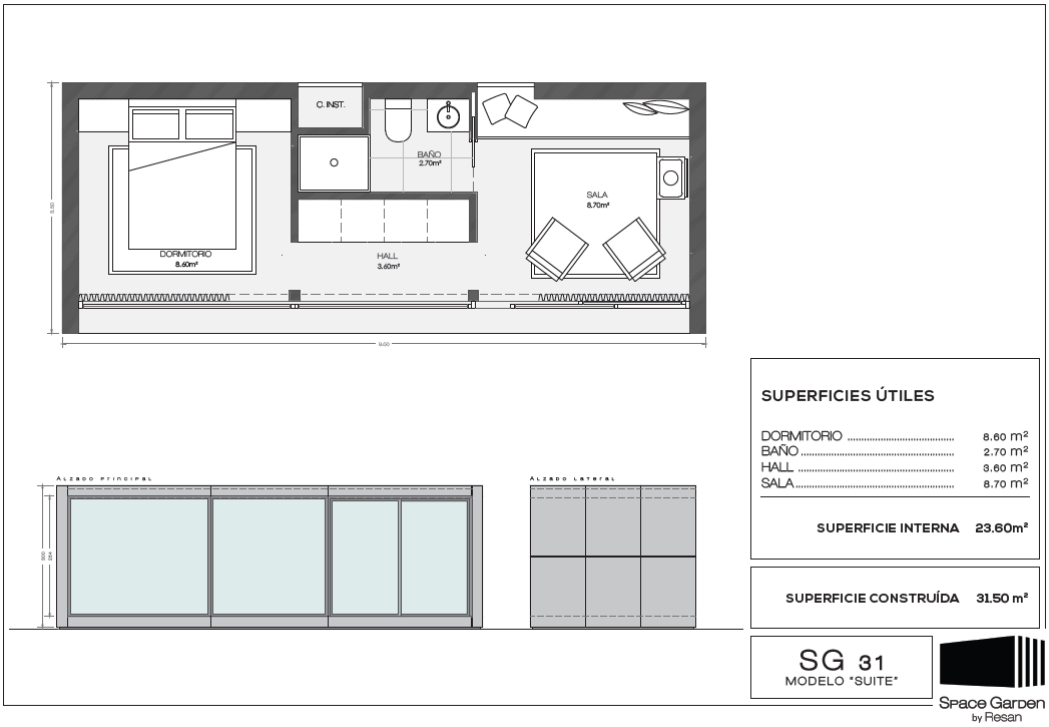



*Figura 7.* Plano en planta del tipo de casa modular a instalar. (Fuente: Space Garden by Resan – Anexo 5)

La estructura estará basada en acero al carbono laminado en caliente, formada por vigas de sección abierta y tubo cerrado, con acabado en imprimación anticorrosión de aproximadamente 30 m², todo eso sobre una losa de hormigón armado que será nuestra base de cimentación.

Si hablamos de la fachada y la cubierta, será metálica plana, no transitable formada por panel sándwich, cámara de aire y trasdosado interiormente con placa de pladur (aislamiento de lana de roca) y lámina impermeabilizante de PVC de la casa “Sika” revestido exteriormente con aislamiento térmico y rematada perimetralmente con acero galvanizado.

Referido a la parte de carpintería exterior, utilizaremos ventanas y puertas de la marca Kömmerling (Anexo 1 y 3) con un aislamiento térmico de valor en torno a 1 W/m2² y aislamiento acústico de unos 50 dB.

Tanto de la lámina utilizada como de la carpintería exterior, en la parte de anexos se pueden encontrar las fichas técnicas.

## 3.2 Compra de casetas

Como indicábamos en el apartado anterior hemos escogido la casa de Space Garden by Resan donde adquiriremos las casetas, debido a la variedad de materiales y medidas disponibles, así como la posibilidad de modificación de carpinterías interior y exterior que solicitemos en función de su uso y fin, como hemos comentado en el apartado anterior. Para su adquisición, debemos tener en cuenta una serie de características tal y como son el proyecto, la cimentación, movimiento de tierras o la licencia de obras.(Módulos Prefabricados - Space Garden by RESAN, 2025)

Como podemos observar en la siguiente tabla, nos facilitan un presupuesto, algo incompleto, a falta de ciertas características a definir sobre el terreno:

| DESCRIPCIÓN | OBSERVACIONES | COSTE |
|---|---|---|
| **MODELO (SUITE)** | Total vivienda 31,5 $m^2$ | 14.600 € |
| **LICENCIA DE OBRAS** | Solicitado al Ayuntamiento | Ayuntamiento |
| **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | Basado en el estudio geotécnico y topográfico | Requiere visita técnica |
| **CIMENTACIÓN** | Dimensiones a definir | Requiere visita técnica |
| **PROYECTO** | Visado por el colegio de arquitectos. Incluyendo proyecto básico y ejecutivo | 1.890 € |
| **ACOMETIDA Y CONEXIÓN DE SERVICIOS** | Luz y agua | 600 € |
| **TOTAL** | | **17.090 €** |

*Tabla 1. Presupuesto unidad vivienda unifamiliar (Fuente: Space Garden by Resan)*

Contamos inicialmente con 44 viviendas unifamiliares, por lo que el presupuesto total por el momento a falta de las visitas técnicas del arquitecto y el topógrafo entre otros, asciende a 751.960,00 €.

## 3.3 Elección de paneles térmicos

El aprovechamiento de la energía solar para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y apoyo a calefacción mediante sistemas de baja temperatura es una solución consolidada y eficaz en el ámbito de las energías renovables. Para ello, se emplean captadores solares térmicos, dispositivos diseñados para transformar la radiación solar en energía térmica útil, transfiriéndola a un fluido caloportador que alimenta un sistema de acumulación y distribución térmica.

Existen distintos tipos de captadores (Carbonell, 2023) (Prieto, 2013), entre los cuales destacan los colectores planos y los tubos de vacío. Los primeros presentan una mejor relación entre coste, rendimiento y durabilidad para instalaciones residenciales convencionales, siendo la opción preferida en climas templados como el de Castilla y León. A la hora de seleccionar un colector térmico para un sistema solar, deben tenerse en cuenta varios criterios técnicos, entre los que se incluyen:

- La eficiencia óptica del colector, que representa el rendimiento teórico en condiciones ideales.
- Los coeficientes de pérdidas térmicas, que indican la cantidad de calor que el sistema pierde por conducción y convección hacia el entorno.
- La superficie útil de captación, relacionada directamente con la cantidad de energía absorbida.
- La presión máxima de trabajo y la temperatura de estancamiento, que determinan su resistencia operativa.
- La vida útil estimada del equipo, su garantía comercial y la certificación de calidad conforme a normativas internacionales como UNE-EN ISO 9806 o IEC 61215.

Teniendo en cuenta estos criterios, se ha seleccionado para este proyecto el colector solar plano RothSol 207 (Roth, s.f.), fabricado por Roth Iberia, por ser una solución técnicamente eficiente, robusta y adecuada a las características del sistema a implementar. Este modelo está específicamente diseñado para cubrir las necesidades térmicas en viviendas unifamiliares o módulos habitacionales autónomos como los previstos en este trabajo.

Entre sus características técnicas más relevantes destacan una eficiencia óptica del 73,2 %, un coeficiente de pérdidas térmicas lineales de 3,771 W/m²·K y cuadráticas de 0,011 W/m²·K², lo que lo sitúa dentro del rango de captadores de alto rendimiento. Posee una superficie útil de captación de 1,89 m² y un volumen de fluido caloportador de 1,07 litros, con una presión de trabajo de hasta 10 bares y una temperatura de estancamiento de 194 °C, lo cual garantiza un funcionamiento fiable incluso en condiciones exigentes.

El diseño constructivo del RothSol 207 incorpora un absorbedor de aluminio con tratamiento selectivo Tinox y soldadura láser, lo que asegura una captación eficiente y una alta resistencia a

la corrosión. Su cubierta de vidrio solar templado de 4 mm con bajo contenido en hierro minimiza las pérdidas ópticas, y su carcasa presenta un aislamiento térmico eficiente que reduce las pérdidas globales. Además, cumple con las normas UNE-EN ISO 9806 y cuenta con una garantía comercial de hasta 10 años, lo que ofrece una seguridad adicional sobre su durabilidad.

La elección de este modelo responde, por tanto, a su equilibrio entre eficiencia, coste, fiabilidad y compatibilidad con las características constructivas y energéticas de las casetas, siendo una solución idónea para garantizar el suministro de ACS y calefacción mediante suelo radiante, con un aporte térmico mayoritario de origen solar.

# 4. Energía solar para ACS

El objetivo de la instalación solar térmica de baja temperatura que se va a instalar en las viviendas es proporcionar agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y refrigeración, aprovechando la energía del sol y fomentando así el uso de las energías renovables como forma de apoyo a la descarbonización.

La característica más representativa de las instalaciones solares térmicas para ACS son las altas temperaturas alcanzadas. Esto es debido a la imposibilidad de que los captadores para adaptarse a la demanda, algo que no pasa con las calderas. En este tipo de instalaciones, siempre que haya radiación solar se estará produciendo calor.

Una instalación solar térmica consta de un sistema de captación, otro de intercambio, de acumulación, de apoyo y de consumo. El sistema de captación transforma la radiación solar incidente en energía térmica, calentando un fluido que circula por el circuito primario. Los sistemas de intercambio se encargan de la transferencia de calor entre los distintos circuitos de la instalación. El sistema de acumulación almacenará la energía térmica hasta que se utilice. El sistema de apoyo complementa la aportación solar con energía adicional que se pueda necesitar para cubrir la demanda. El sistema de consumo está formado por los equipos que satisfacen la demandan de ACS. Básicamente, grifería y aparatos sanitarios. El sistema hidráulico está constituido por los circuitos, con sus correspondientes tuberías, bombas, etc, que interconectan los distintos sistemas y que garantizan la transferencia de calor.

Para incorporar este tipo de instalaciones en los distintos tipos de construcciones que existen, hay que tener en cuenta varias consideraciones, como son, intentar no romper con la estética de la construcción, buscar instalarlo en un sitio soleado, donde se eviten al máximo las sombras, y que se encuentre lo más próximo posible del sistema de acumulación y de los puntos de consumo, e intentar colocar los captadores orientados hacia el Sur geográfico, de tal forma que queden lo más perpendicular posible a los rayos del sol. Se conoce que variaciones de hasta 45º con respecto al Sur no afectan significativamente a las prestaciones de la Instalación. (Idae, 2020)

## 4.1 Cálculo de la superficie colectora

Los captadores solares son el principal componente de la instalación. Se encargan de captar la energía procedente del sol para luego transformarla en energía térmica. Es el equivalente al generador de calor.

Se trata de unos paneles solares por cuyo interior discurrirá un líquido (agua) que se calentará con la energía procedente del sol. En el caso del estudio se instalarán captadores planos que irán sobre unas estructuras ancladas a la superficie de la azotea de las viviendas. No se tendrán

en cuenta pérdidas por sombras debido a que no existen objetos que puedan tapar parte de la superficie colectora, y no habrá varias filas de paneles puesto que se requerirá de una superficie muy pequeña por caseta.

Su disposición debe ser lo más homogénea posible, con baterías y trazados iguales. Conviene además minimizar los recorridos del circuito primario para minimizar costes y pérdidas. La valvulería debe ser mínima ya que se encuentra en el exterior. (Idae, 2020)

### 4.1.1 Cálculo de la demanda y necesidades energéticas

El primer paso para definir la instalación será calcular la superficie colectora necesaria para cubrir la demanda esperada en estas viviendas. Para ello habrá que conocer el consumo diario y las temperaturas de preparación y agua fría.

Al tratarse de viviendas de nueva construcción, seguiremos los criterios de consumo definidos en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, para una temperatura de referencia de 60ºC. Según esto, para viviendas unifamiliares se deben considerar 30 litros al día por persona. El estudio se realizará teniendo en cuenta que se alojarán dos personas de media en cada caseta, ya que se dará la opción de alojar hasta a tres personas por vivienda en caso de que sea necesario.

Para calcular la demanda, hay que tener en cuenta que el rendimiento óptimo de la instalación se da a 45ºC, pero se debe aumentar estar temperatura hasta los 60ºC para evitar la proliferación de la bacteria legionela. (IDAE Instituto Para La Diversificación, 2009)

Al usar datos de consumo con una temperatura de referencia de 60ºC, habrá que adaptarlos a la temperatura óptima para la instalación, 45ºC, mediante la siguiente expresión (primera columna de la Tabla 2 (IDAE Instituto Para La Diversificación, 2009):

$$D_{45}(ºC) = D_{60}(ºC) \cdot \frac{60 - Ti}{45 - Ti}$$

Donde Ti se corresponde con la temperatura media del agua fría en cada mes. (Básico, 2023)

En la siguiente tabla se va a mostrar el resultado de los cálculos de demanda a 45ºC y el volumen de consumo mensual a 45ºC:

| Meses | Demanda a 45º | Nº personas | Nº días del mes | Volumen consumo mensual ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| Enero | 41,54 | 2 | 31 | 2,58 |
| Febrero | 42,16 | 2 | 28 | 2,36 |
| Marzo | 42,50 | 2 | 31 | 2,64 |
| Abril | 42,86 | 2 | 30 | 2,57 |
| Mayo | 43,64 | 2 | 31 | 2,71 |
| Junio | 45,00 | 2 | 30 | 2,70 |
| Julio | 46,67 | 2 | 31 | 2,89 |
| Agosto | 46,67 | 2 | 31 | 2,89 |
| Septiembre | 45,52 | 2 | 30 | 2,73 |
| Octubre | 43,64 | 2 | 31 | 2,71 |
| Noviembre | 42,50 | 2 | 30 | 2,55 |
| Diciembre | 41,84 | 2 | 31 | 2,59 |

*Tabla 2. Cálculo del consumo mensual ($m^3$). Fuente: elaboración propia*

El volumen consumido mensual será el resultado de multiplicar la demanda diaria por el número de personas y por el número de días que tiene el mes. Con esto se obtiene un volumen total anual de 31,92 m³. Dividiendo este resultado entre los 365 días que tiene un año se obtiene la demanda media diaria, 0,087 m³/d. por vivienda. Esta cantidad se aumentará en un 20% para asegurar cubrir la demanda. Con esto, se concluye que necesitaremos un depósito que almacene, al menos, 0,105 m³ diarios. Se elegirá uno que ronde los 120 l de capacidad para cada vivienda.

El siguiente paso será determinar la necesidad energética mensual en MJ. Para ello, se multiplicará el consumo diario por el número de día que tiene cada mes, por el Ce del agua y por el salto térmico, siendo el Ce del agua = 1 kcal/kg·ºC y el salto térmico la diferencia entre la temperatura óptima de la instalación (45ºC) y la temperatura media del agua de la red. Para conseguir el resultado en MJ, se multiplicará por la equivalencia 1th=4,184MJ y se obtendrán los resultados mostrados en la tabla.

| Meses | Consumo diario mínimo($m^3$) | Nº días al mes | Consumo mensual ($m^3$) | Tª media agua de red (ºC) | Salto térmico (ºC) | Necesidad mensual (th) | Necesidad mensual (MJ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 0,12 | 31 | 3,72 | 6 | 39 | 145,08 | 607,01 |
| Febrero | 0,12 | 28 | 3,36 | 8 | 37 | 124,32 | 520,15 |
| Marzo | 0,12 | 31 | 3,72 | 9 | 36 | 133,92 | 560,32 |
| Abril | 0,12 | 30 | 3,60 | 10 | 35 | 126,00 | 527,18 |
| Mayo | 0,12 | 31 | 3,72 | 12 | 33 | 122,76 | 513,63 |
| Junio | 0,12 | 30 | 3,60 | 15 | 30 | 108,00 | 451,87 |
| Julio | 0,12 | 31 | 3,72 | 18 | 27 | 100,44 | 420,24 |
| Agosto | 0,12 | 31 | 3,72 | 18 | 27 | 100,44 | 420,24 |
| Septiembre | 0,12 | 30 | 3,60 | 16 | 29 | 104,40 | 436,81 |
| Octubre | 0,12 | 31 | 3,72 | 12 | 33 | 122,76 | 513,63 |
| Noviembre | 0,12 | 30 | 3,60 | 9 | 36 | 129,60 | 542,25 |
| Diciembre | 0,12 | 31 | 3,72 | 7 | 38 | 141,36 | 591,45 |

*Tabla 3. Cálculo de la necesidad mensual (MJ). Fuente: elaboración propia*

Se puede observar que la necesidad energética será mayor en los meses de invierno que en los meses de verano, como es lógico por la diferencia de temperaturas entre verano (mayores) e invierno (menores).

Con estos resultados se puede concluir que la instalación será de pequeño tamaño. Para estas viviendas se realizará una instalación pequeña a medida, con la configuración más interesante. El esquema del circuito hidráulico se puede consultar en el Anexo 9.

### 4.1.2 Aportación solar en función de la energía incidente

El siguiente paso en el dimensionamiento de la instalación es conocer la aportación solar, teniendo en cuenta la desviación de la radiación con respecto al sur y la inclinación.

El Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura ofrece datos de energía en MJ/m²·d para la ubicación de la instalación. También proporciona valores de k, que es el factor de corrección para superficies inclinadas. Este factor de corrección representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.(IDAE Instituto Para La Diversificación, 2009)

La latitud de Valladolid es 41.7º. Se va a considerar una inclinación de los colectores de 40º, al no tratarse de una instalación de uso prioritario en invierno o verano. Con esta inclinación y para esa latitud, se obtienen los valores de k que se muestran en la tabla siguiente. También se tiene en cuenta otro factor de corrección equivalente a 0,94.

Otro dato necesario para el cálculo de la aportación solar es el número medio de horas de sol útiles de cada mes. Aquí se utilizan valores constantes para el hemisferio norte, para colectores orientados casi al ecuador e inclinados un ángulo +-15º.

Se corrigen los datos de energía proporcionados con el factor de corrección k y el valor 0,94 y se divide este valor entre el número medio de horas de sol al mes para conseguir el valor de intensidad radiante. Para transformarlo a W/m² se multiplica por 277,8 (1MJ=277,78Wh).

Con todos estos valores se realizan los cálculos reflejados a continuación:

| Meses | Energía (MJ/m$^2$·día) | Factor de corrección k | Energía aplicando k y 0,94 (MJ/m$^2$·d) | Nº medio de horas de sol | Intensidad radiante (W/m$_2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 5,5 | 1,4 | 7,24 | 8,0 | 251,34 |
| Febrero | 8,8 | 1,3 | 10,75 | 9,0 | 331,93 |
| Marzo | 13,9 | 1,18 | 15,42 | 9,0 | 475,90 |
| Abril | 17,2 | 1,05 | 16,98 | 9,5 | 496,43 |
| Mayo | 19,9 | 0,96 | 17,96 | 9,5 | 525,12 |
| Junio | 22,6 | 0,93 | 19,76 | 9,5 | 577,73 |
| Julio | 25,1 | 0,96 | 22,65 | 9,5 | 662,34 |
| Agosto | 23,0 | 1,06 | 22,92 | 9,5 | 670,15 |
| Septiembre | 18,3 | 1,22 | 20,99 | 9,0 | 647,78 |
| Octubre | 11,2 | 1,4 | 14,74 | 9,0 | 454,95 |
| Noviembre | 6,9 | 1,52 | 9,86 | 8,0 | 342,34 |
| Diciembre | 4,2 | 1,5 | 5,92 | 7,5 | 219,35 |

*Tabla 4. Cálculo de la intensidad radiante (W/m²). Fuente: elaboración propia*

Los resultados reflejan cómo la intensidad radiante será mayor los meses de verano, debido al mayor número de horas de sol y a la inclinación de los rayos con respecto a la superficie.

### 4.1.3 Energía aprovechada por el campo de colectores

Una vez calculados la necesidad energética para calentar el volumen requerido y la intensidad radiante aportada, se pasa al cálculo de la energía que se aprovecha por los colectores, y, por tanto, la superficie colectora necesaria para cubrir toda la demanda.

Para ello se debe conocer el rendimiento teórico y real de la instalación. El rendimiento teórico se calcula con la siguiente expresión:

$$\eta(\%) = F_{\mathbb{R}}(\tau\alpha)_n - \left(F_R U_L \cdot \frac{T_e - T_a}{I}\right) \cdot 100$$

$F_{\mathbb{R}}(\tau\alpha)_n$ es el rendimiento óptico del colector en %. Este valor lo proporciona el fabricante en la hoja de características del colector utilizado. En el caso de la instalación del estudio equivale a 73,2 %.

$F_R U_L$ es el factor global de pérdidas (W/m²·K). El fabricante del colector que se va a emplear ofrece esta información en dos valores, el coeficiente lineal y el coeficiente cuadrático de

pérdidas térmicas. La norma UNE EN ISO 9806-1 define que el factor global se puede determinar como $a_1+a_2\cdot(T_m-T_a)$. La Tmedia son 45º y la Ta es la temperatura ambiente media en as horas de sol de cada mes, sacada del Pliego de Condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura. I es la irradiancia que se tiene mes a mes ya calculada (W/m²).

Para el cálculo del rendimiento real se tendrán en cuenta unas pérdidas globales aproximadas de un 16%, por distribución, intercambio y acumulación del calor. Aplicando este porcentaje al rendimiento teórico, se obtendrá el real. Este rendimiento real por la energía incidente al mes será la energía o radiación solar incidente aportada real (MJ/m²·d). Tras esta operación, se calculará el porcentaje restante de energía que los colectores no son capaces de aportar al sistema. Después se calculará la energía incidente disponible multiplicando la energía aportada real por el número de días del mes. Por último, se calculará la superficie colectora necesaria diviendiendo la necesidad mensual de energía en MJ entre la energía incidente disponible por mes.

Los resulados aparecen reflejados en la siguiente tabla:

| Meses | Tª ambiente media en las horas de sol de cada mes | Factor global de pérdidas | Rendimiento teórico de la instalación (%) | Rendimiento real de la instalación (%) | Energía o radiación solar incidente aportada real (MJ/m²·d) | Pérdidas radiación solar incidente (MJ/m²·d) | Energía o radiación solar incidente disponible por mes (MJ/m²) | Superficie colectora necesaria (m²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 4 | 4,22 | 4,33% | 3,64% | 0,31 | 6,97 | 9,71 | 62,50 |
| Febrero | 6 | 4,20 | 23,85% | 20,04% | 2,56 | 8,60 | 71,82 | 7,24 |
| Marzo | 9 | 4,17 | 41,68% | 35,01% | 6,43 | 10,02 | 199,20 | 2,81 |
| Abril | 12 | 4,13 | 45,72% | 38,40% | 7,76 | 10,46 | 232,84 | 2,26 |
| Mayo | 17 | 4,08 | 51,45% | 43,22% | 9,24 | 10,20 | 286,42 | 1,79 |
| Junio | 21 | 4,04 | 56,44% | 47,41% | 11,15 | 10,39 | 334,51 | 1,35 |
| Julio | 24 | 4,00 | 60,51% | 50,83% | 13,71 | 11,14 | 424,89 | 0,99 |
| Agosto | 23 | 4,01 | 60,03% | 50,42% | 13,76 | 11,36 | 426,44 | 0,99 |
| Septiembre | 18 | 4,07 | 56,24% | 47,25% | 11,80 | 11,07 | 354,11 | 1,23 |
| Octubre | 13 | 4,12 | 44,20% | 37,13% | 6,51 | 9,27 | 201,96 | 2,54 |
| Noviembre | 8 | 4,18 | 28,04% | 23,56% | 2,76 | 7,54 | 82,95 | 6,54 |
| Diciembre | 4 | 4,22 | -5,72% | -4,80% | 0,31 | 6,97 | 9,71 | 62,50 |

*Tabla 5. Cálculo de la superficie colectora necesaria (m²). Fuente: elaboración propia*

Se puede observar cómo el rendimiento teórico de la instalación en diciembre es negativo debido a la escasa irradiancia, lo cual no tiene sentido físico. Es por ello que se adoptarán los datos del mes de enero también para diciembre.

También se observa que la superficie colectora necesaria para cubrir la demanda de ACS en el mes de enero es de 60m², algo no es viable debido a que la vivienda tiene una superficie de

30m². Habrá que tener en cuenta que se necesitará alguna instalación de apoyo que proporcione la energía auxiliar necesaria para cubrir la demanda.

### 4.1.4 Cobertura solar. Porcentaje de energía auxiliar

Con los resultados anteriores se va a pasar al cálculo de la energía auxiliar que hará falta los meses en los que no se pueda cubrir la demanda con la energía aportada por el sol.

Se ha elegido un captador solar del fabricante Roth, concretamente el modelo Rothsol 207. Su ficha de características se puede consultar en el Anexo 10. Se trata de un captador solar térmica plano de alto rendimiento cuya superficie absolvedora es de 1,89 m².

Según el CTE DBHE4, se debe cumplir la relación siguiente:

$$50 < \frac{Vacumulación\ del\ depósito}{Scolectores} < 180$$

Como el volumen del acumulador será de 120 l, mediante un sistema de ecuaciones y conociendo la superficie de absorción, se llega a la conclusión de que hará falta 1 colector por caseta, lo que supone una superficie de colectores de 1,89 m².

En la siguiente tabla se va a calcular la energía aportada por la instalación al mes, que será el resultado de multiplicar la energía disponible por la superficie de colectores. También se calcula el porcentaje de aportación energética y la energía auxiliar necesaria, que es la diferencia entre la necesidad mensual y la energía aportada.

| Meses | Superficie de colectores (m²) | Energía disponible por mes (MJ/m²) | Energía aportada instalación (MJ) | Necesidad mensual energía (MJ) | % aportación energética | Energía auxiliar necesaria (MJ) | Energía auxiliar necesaria (kWh) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 1,89 | 9,71 | 18,35 | 607,01 | 3,02 | 588,66 | 163,53 |
| Febrero | 1,89 | 71,82 | 135,74 | 520,15 | 26,10 | 384,42 | 106,79 |
| Marzo | 1,89 | 199,20 | 376,49 | 560,32 | 67,19 | 183,83 | 51,07 |
| Abril | 1,89 | 232,84 | 440,08 | 527,18 | 83,48 | 87,11 | 24,20 |
| Mayo | 1,89 | 286,42 | 541,33 | 513,63 | 105,39 | -27,71 | -7,70 |
| Junio | 1,89 | 334,51 | 632,23 | 451,87 | 139,91 | -180,36 | -50,10 |
| Julio | 1,89 | 424,89 | 803,03 | 420,24 | 191,09 | -382,79 | -106,34 |
| Agosto | 1,89 | 426,44 | 805,98 | 420,24 | 191,79 | -385,74 | -107,16 |
| Septiembre | 1,89 | 354,11 | 669,27 | 436,81 | 153,22 | -232,46 | -64,58 |
| Octubre | 1,89 | 201,96 | 381,70 | 513,63 | 74,31 | 131,93 | 36,65 |
| Noviembre | 1,89 | 82,95 | 156,77 | 542,25 | 28,91 | 385,48 | 107,09 |
| Diciembre | 1,89 | -10,49 | -19,83 | 591,45 | -3,35 | 611,28 | 169,81 |

*Tabla 6. Cálculo de la energía auxiliar necesaria (kWh). Fuente: elaboración propia*

Con esta superficie colectora se puede observar que habrá excedentes de energía los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, que se podrá aprovechar para la calefacción y refrigeración de la vivienda.

Para los meses en los que sigue siendo necesario un aporte externo de energía, será la caldera del hospital la que ofrezca dicho apoyo, debido a que aumentar la superficie de colectores para cubrir el 100% de la demanda no es una opción viable.

Para consultar el dimensionamiento de otros componentes de la instalación, consultar en Anexo 11.

# 5. Instalación de calefacción

Una vez cubierta la demanda de agua caliente sanitaria, se da prioridad a otros servicios como son calefacción y refrigeración. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 3*, 2024)

Existen diversos sistemas de calefacción para la climatización de una vivienda, entre las que se encuentran radiadores, fan-coils y el suelo radiante. Para optimizar el rendimiento de una instalación solar térmica, es recomendable asociarla a sistemas de calefacción que operen a bajas temperaturas. A modo de referencia, aproximadamente los rangos de temperatura para los distintos sistemas son los siguientes:

- Radiadores: 60-70º C
- Fan-coils: 40-50º C
- Suelo radiante: 30-35ºC

Dado que las viviendas prefabricadas se diseñan con materiales de alto aislamiento térmico, el suelo radiante es la opción más eficiente y confortable, ya que reduce el consumo energético, distribuyendo el calor de manera uniforme, trabajando a baja temperatura. (Lartey, 2014)

## 5.1 Sistema de calefacción por suelo radiante

El suelo radiante es un sistema de distribución de calor que consiste en hacer circular agua caliente por una red de tubos de polietileno reticulado instalados bajo el pavimento. La energía térmica se transfiere al suelo, permitiendo que la diferencia de temperaturas climatice la estancia de manera uniforme. (Lartey, 2014) El confort térmico óptimo en una vivienda se alcanza a temperaturas del suelo entre 22-25ºC y del aire a nivel de la cabeza entre 19-20ºC. Para lograr este equilibrio en casetas prefabricadas, el suelo radiante por agua es una opción eficiente. (*Carribero, Lucía*, 2010)

La característica fundamental de la calefacción mediante suelo radiante es que toda la superficie del piso funciona como emisor de calor. De esta forma, directamente sobre la estructura se coloca la capa emisora, compuesta por los siguientes componentes:

- Film de polietileno, que evita humedades por capilaridad
- Banda perimetral de polietileno, que absorbe los cambios de tamaño del cemento y el suelo cuando se calienta y minimiza las pérdidas de calor laterales
- Panel aislante de poliestireno expandido, que mejora la eficiencia térmica y permite la fijación de las tuberías
- Tuberías de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno, evitando la corrosión y asegurando la durabilidad
- Capa de mortero de cemento con aditivos, mejorando la transmisión térmica y resistencia mecánica

- Pavimento, adaptado a cada estancia (*Carribero, Lucía*, 2010)

En calefacción, el calor que transporta el agua se transfiere al mortero de cemento que rodea los tubos, y de ahí al pavimento que recubre toda la superficie del suelo. El pavimento, al calentarse, cede calor al ambiente. En este sistema, el agua circula a temperatura entre 35-40º C, manteniendo el suelo entre 20-28º C para conseguir una temperatura ambiente de las estancias entre 20-24º C.

El mortero de cemento que rodea los tubos debe incorporar aditivos para mejorar su conductividad térmica, su resistencia mecánica y evitar la aparición de grietas. Encima de esta capa se coloca el pavimento, cuya elección influye en la conducción del calor. Dependiendo del tipo de material utilizado, se consigue una mayor o menor eficiencia térmica y diferentes sensaciones de confort. Entre los materiales más empleados, el suelo cerámico es la mejor opción debido a su baja resistencia térmica y alta capacidad de conducción de calor. (Lartey, 2014)

Para maximizar la eficiencia y garantizar una temperatura homogénea, se ha optado por una configuración de los circuitos de tuberías en espiral, donde las tuberías de ida y retorno se alternan, evitando diferencias térmicas en el suelo.

El sistema se regula mediante colectores con cabezales electrotérmicos, permitiendo un control independiente de la temperatura en cada estancia. El grupo de impulsión, equipado con una válvula de tres vías termostática, que mezcla el agua procedente del sistema de producción con el agua de retorno para conseguir la temperatura óptima del agua de impulsión para el funcionamiento del suelo radiante. Además, el sistema cuenta con un vaso de expansión para mantener la presión del circuito, al tratarse de un circuito cerrado. (Lartey, 2014)

## 5.2 Sistema de energía convencional auxiliar

Además de su uso principal para la producción de agua caliente sanitaria (ACS), la energía solar térmica puede desempeñar un papel relevante como sistema de apoyo en la climatización de espacios habitables, como en este caso, en viviendas modulares, especialmente durante los meses más fríos. Fuente renovable que permite reducir significativamente la dependencia de sistemas convencionales, contribuyendo tanto a la calefacción como, en algunos casos, a la refrigeración, siempre que se integre adecuadamente en el diseño energético del conjunto.

En el caso de las casetas, la integración de captadores solares en la cubierta es una opción eficiente para captar energía térmica. No obstante, para garantizar un rendimiento óptimo y un sistema rentable, se recomienda que la aportación solar cubra entre un 20-50% de la demanda total de calefacción del periodo comprendido entre los meses de octubre y mayo. Este rango

permite un equilibrio entre aprovechamiento solar y viabilidad económica, evitando problemas de sobreproducción en los meses de baja demanda térmica.

La instalación solar dispone de un sistema auxiliar de energía convencional diseñado para garantizar el suministro de agua caliente en los momentos en los que la radiación solar sea insuficiente o la demanda supere la capacidad de captación.

Lo ideal sería cubrir la demanda de calefacción utilizando el excedente generado por el sistema solar térmico instalado. Esta energía, generada en periodos de alta irradiación solar, podría emplearse como apoyo para disminuir el consumo de energía convencional. Sin embargo, dado que el diseño de la instalación no está dimensionado para cubrir por completo las necesidades térmicas del espacio, se prevé el uso de un sistema auxiliar adicional que garantice el aporte energético necesario. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 3*, 2024).

El sistema auxiliar se basa en la red de calderas del propio hospital, configurado para entrar en funcionamiento únicamente cuando sea necesario. Concretamente, se ha diseñado un bypass que conecta la red de calefacción del hospital con las casetas, permitiendo la distribución de calor de manera eficiente y asegurando un suministro continuo. Por lo que, el sistema de calefacción mediante suelo radiante instalado dependerá exclusivamente de este respaldo auxiliar en los periodos en los que la energía solar excedente no sea suficiente, haciendo del conjunto una solución híbrida. (*Carribero, Lucía*, 2010)

## 5.3 Parámetros de diseño

Para realizar el cálculo de la demanda energética diaria de calefacción de cada módulo, es imprescindible determinar previamente una serie de parámetros y considerar un período de tiempo específico.

### 5.3.1 Datos vivienda modular

| **Muros Exteriores** | | **Huecos** | |
|---|---|---|---|
| Largo (m) | 9 | S($m^2$) Puerta | 1,80 |
| Ancho (m) | 3,5 | S($m^2$) Ventana | 1,20 |
| Altura (m) | 3 | | |

*Tabla 7. Superficie total muros exteriores y superficie de huecos. Fuente: elaboración propia*

### 5.3.2 Ocupación

Para determinar cuántas personas pueden alojarse en cada caseta (Hernández & Macho, 2015), se ha tomado como referencia la normativa del Código Técnico de la Edificación, CTE, que

establece una densidad de ocupación de una persona por cada 20 $m^2$ útiles en alojamientos de uso residencial público.

Tal como se detalla en el *apartado 1 del Anexo 5*, cada caseta cuenta con una superficie total de 31,5 $m^2$ y que, si se descuenta el espacio ocupado por mobiliario, la superficie útil real se reduce aproximadamente a 23,6 $m^2$. Con estos datos, y siguiendo el cálculo reflejado en el *Anexo 12*, se determina que la ocupación estimada es de 2 personas por caseta.

### 5.3.3 Ventilación

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, una vivienda modular destinada a alojamiento público debe cumplir con una calidad de aire interior clasificada como IDA 3, que corresponde a un nivel de calidad media. (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios., 2007)

Para esta categoría el caudal mínimo de aire exterior exigido por persona es de 8 $dm^3/s$ y, considerando una ocupación de 2 personas por caseta prefabricada el caudal total de ventilación requerido es de un valor de 57,6 $m^3/h$ por cada una de las viviendas modulares a instalar. Cada vivienda cuenta con una superficie útil de 23,6 $m^2$ y una altura media de 3 metros, lo que da como resultado un volumen interior de 70,8 $m^3$. Por lo tanto, se obtiene una tasa de renovación de aire de 0,81 renovaciones por hora.

Los cálculos detallados que justifican estos valores se encuentran recogidos en el *apartado 2* del *Anexo 12*.

### 5.3.4 Condiciones exteriores e interiores

El siguiente parámetro por definir es la temperatura del interior del espacio, la cual viene determinada por el RITE en función de la estacionalidad.

Para el diseño térmico del sistema de calefacción se ha tomado como referencia una temperatura interior de 21˚C, según lo establecido en el RITE. (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios., 2007)

La temperatura exterior mínima considerada corresponde a -2,8 ˚C, según la Guía Técnica de Condiciones Climáticas del IDAE para la ciudad de Valladolid. (Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, 2010)

Con los valores presentados se obtiene un salto térmico ΔT de 23 ˚C, utilizado posteriormente para obtener los cálculos energéticos.

Los cálculos se reflejan de manera detallada en el *apartado 3 del Anexo 12*.

### 5.3.5 Envolvente del espacio a calefactar

La envolvente térmica es fundamental para garantizar el confort térmico y la eficiencia energética del espacio calefactado. Un adecuado diseño y elección de materiales permiten minimizar las pérdidas de calor y optimizar el consumo energético.

Para definir la envolvente del edificio, se agrupan los cerramientos que limitan con el exterior según su tipología, materiales y espesor. Incluyendo muros verticales, huecos de ventanas y puertas, cubiertas y otros elementos, y considerando su orientación. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 4*, 2024)

A continuación, se presenta el perfil constructivo de los cerramientos exteriores (CTE-Elementos constructivos, 2010) que componen el tipo de vivienda modular escogida, teniendo en cuenta la ficha técnica adjunta en el *Anexo 1*, Memoria de Calidades para vivienda modular.

El muro exterior está constituido, de dentro hacia fuera por los siguientes elementos:

- Placa de yeso laminado (acabado interior)
- Chapa galvanizada de 48 mm (estructura de soporte)
- Aislamiento de lana mineral (aislamiento térmico y acústico)
- Cámara de aire sin aislamiento (refuerzo del aislamiento y evita condensaciones)
- Panel sandwich (proporciona rigidez)
- Panel de composite de aluminio (acabado exterior)

La cubierta en contacto con el exterior es plana y no transitable y está compuesta por:

- Panel sándwich
- Lámina impermeabilizante de PVC

Para la ventana se tiene una configuración tipo climalit 4-15-4, doble acristalamiento con vidrio de baja emisividad según ficha técnica del *Anexo 3*.

La puerta exterior de acceso a la caseta es de PVC con un panel aislante de poliuretano y doble acristalamiento. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 4*, 2024)

### 5.3.6 Coeficientes de transmisión térmica globales

Se presentan a continuación los resultados consolidados de las transmitancias térmicas globales calculadas para cada elemento que compone la envolvente térmica del espacio a calefactar, incluyendo sus superficies asociadas. El desarrollo detallado de los cálculos puede consultarse en el *apartado 4 del Anexo 12*.

| Cerramiento norte | *Muro* | **Uglobal (W/m2K)** |
|---|---|---|
| | | 0,233 |
| | | **Superficie neta (m2)** |
| | | 10,50 |

| Cerramiento sur | *Muro* | **Uglobal (W/m2K)** |
|---|---|---|
| | | 0,233 |
| | | **Superficie neta (m2)** |
| | | 10,50 |

*Tabla 8. Muros del cerramiento norte y sur. Fuente: elaboración propia*

| Cerramiento oeste | *Muro* | **Uglobal (W/m2K)** |
|---|---|---|
| | | 0,233 |
| | | **Superficie neta (m2)** |
| | | 27 |

*Tabla 9. Muro del cerramiento oeste. Fuente: elaboración propia*

| Cerramiento este | *Muro* | **Uglobal (W/m2K)** | *Ventana* | **Uglobal (W/m2K)** | *Puerta* | **Uglobal (W/m2K)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,233 | | 1,8 | | 0,41 |
| | | **Superficie neta (m2)** | | **Superficie neta (m2)** | | **Superficie neta (m2)** |
| | | 27 | | 1,2 | | 1,8 |

*Tabla 10. Muro, ventana y puerta del cerramiento este. Fuente: elaboración propia*

| | | |
|---|---|---|
| **Cerramiento horizontal** | *Cubierta* | **Uglobal (W/m2K)** |
| | | 0,298 |
| | | **Superficie neta (m2)** |
| | | 31,5 |

*Tabla 11. Cubierta cerramiento horizontal. Fuente: elaboración propia*

### 5.3.7 Cargas térmicas de calor

El objetivo es determinar la carga térmica o pérdidas de calor (W) que se producen en el interior del espacio habitable, considerando tanto las pérdidas por transmisión térmica a través de los cerramientos como las pérdidas asociadas a la ventilación o renovación de aire.

Las pérdidas por transmisión van a depender del tipo de cerramiento (a través del coeficiente de transmisión térmica global U), la superficie expuesta al cerramiento y el gradiente térmico entre el interior del módulo (temperatura deseada) y el exterior (temperatura ambiente). Los cerramientos con mayor transmitancia térmica o mayor superficie expuesta van a generar más perdidas de calor

Las pérdidas por renovación de aire son las relacionadas con el caudal de aire que debe ser introducido al espacio habitable para asegurar una buena ventilación. Estas pérdidas dependen de las propiedades físicas del aire, como su densidad y calor específico, y del salto térmico entre la temperatura interior y exterior. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 4*, 2024)

Ambos tipos de pérdidas son clave para calcular la energía necesaria para mantener la temperatura deseada en el interior de la caseta. El desarrollo de los cálculos y expresiones utilizadas para obtener las cargas térmicas y las pérdidas totales se encuentran desarrolladas en el *apartado 5 del Anexo 12*.

Una vez definidas todas las variables, se obtienen las pérdidas de calor totales:

| Cálculo de las demandas o cargas térmicas de calor | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Pérdidas por transmisión muro (W)** | **Pérdidas por transmisión ventana (W)** | **Pérdidas por transmisión puerta (W)** | **Pérdidas por transmisión cubierta (W)** | **Pérdidas por renovación de aire (W)** | **Pérdidas totales (W)** |
| 398,44 | 51,41 | 17,77 | 311,05 | 493,18 | 1271,85 |

*Tabla 12. Perdidas térmicas de calor*

### 5.3.8 Demanda de energía

La generación solar depende directamente de la irradiancia solar, que varía considerablemente según la estación del año. Durante el verano, la producción de energía puede superar la demanda, generando excedentes que podrían no aprovecharse si no se cuenta con un sistema adecuado de almacenamiento, conexión a la red eléctrica o incluso un buen diseño del sistema. En cambio, en invierno, la radiación solar al ser mucho menor da como resultado una producción insuficiente si solo se utiliza esta vía para cubrir el 100% de la demanda.

Por lo que, generalmente, el objetivo es cubrir entre un 20-50% de la energía requerida para calefacción con energía solar térmica con el fin de optimizar la viabilidad económica y técnica, garantizando que el sistema solar sea útil sin generar pérdidas por exceso de producción. Esta cobertura mínima asegura que el sistema tenga un impacto positivo en los costes energéticos y al no superar el 50% se evita la problemática de sobreproducción de energía en periodos de baja demanda.

Para determinar la demanda energética diaria (W/día) de calefacción de la caseta prefabricada, es necesario considerar que esta varía cada hora debido a los cambios en la temperatura exterior.

La carga térmica se refiere a la potencia máxima necesaria para mantener el confort en condiciones extremas, normalmente en enero, mientras que la demanda energética se refiere a la cantidad de energía necesaria para condiciones estándar de uso.

La demanda energética de calefacción se va a calcular utilizando el método de grados-día, que permite conocer la energía necesaria en un periodo de tiempo (mensual o anual). Este cálculo depende de la superficie, la transmitancia térmica de los cerramientos anteriormente definidos, el caudal de renovación de aire y los grados-día. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 4*, 2024)

Se ha aplicado el método en base a 15˚C para la ubicación de referencia a la localidad de Valladolid. Los grados-día reflejan la severidad del clima, es decir, cuanto más baja sea la temperatura media exterior con respecto a los grados base, mayor será el número de grados-día, y, por tanto, mayor la demanda de calefacción.

La información mensual se ha extraído de la guía técnica del IDAE y la serie de cálculos se muestran en el *apartado 6 del Anexo 12*.

En la *tabla 13* se recogen los valores mensuales de grados-día con su correspondiente demanda energética diaria expresada en (W/día) y (MJ). Se observa que los meses con mayores necesidades de calefacción son claramente diciembre, enero y febrero, coincidiendo con los valores más altos de grados-día.

| **Demanda de calefacción** | | | |
|---|---|---|---|
| **Mes** | **Gdía_15 (ºC)** | **Q (W/día)** | **Q (MJ)** |
| **Enero** | 346 | 16825,29 | 908,57 |
| **Febrero** | 274 | 13324,07 | 719,50 |
| **Marzo** | 202 | 9822,86 | 530,43 |
| **Abril** | 154 | 7488,71 | 404,39 |
| **Mayo** | 76 | 3695,73 | 199,57 |
| **Junio** | 19 | - | - |
| **Julio** | 9 | - | - |
| **Agosto** | 8 | - | - |
| **Septiembre** | 29 | 1410,21 | 76,15 |
| **Octubre** | 93 | 4522,40 | 244,21 |
| **Noviembre** | 237 | 11524,84 | 622,34 |
| **Diciembre** | 334 | 16241,75 | 877,05 |
| | | **84855,86** | **4582,22** |

*Tabla 13. Demanda de calefacción. Fuente: elaboración propia*

Aunque la época oficial de calefacción abarca generalmente de noviembre a marzo, se ha decidido extender el análisis desde octubre hasta mayo, ya que de este modo se estima el uso de la calefacción según las necesidades del usuario, incluso fuera de la temperada habitual.

Se ha obtenido una demanda total anual de calefacción de 4.582 MJ por vivienda. Esta cifra se basa en el uso diario estimado de 15 horas de calefacción, representando un escenario razonable para este tipo de casetas que son destinadas a un alojamiento continuo.

Dado que el proyecto contempla la instalación de un total de 44 módulos en el emplazamiento previsto, la demanda energética total anual asociada al conjunto es de aproximadamente 201.618 MJ.

# 6. Máquinas de Absorción

Con el objetivo de ofrecer confort térmico durante los meses cálidos en las viviendas modulares y aprovechar los excedentes de energía térmica generados por los captadores solares durante el verano, se plantea la instalación de un sistema de refrigeración solar por absorción.

Las máquinas de absorción constituyen una alternativa eficiente y sostenible a los sistemas de climatización tradicionales, especialmente cuando se dispone de una fuente térmica gratuita, como en este caso, la instalación solar térmica ya prevista en el proyecto. Dado que los datos del TFM muestran un excedente térmico mensual de hasta 2.800 MJ en verano (véase tabla 8), este recurso puede ser canalizado para cubrir las necesidades de refrigeración sin recurrir a fuentes energéticas externas.

Las máquinas de absorción operan mediante un ciclo termodinámico en el que se utiliza una solución absorbente para desplazar el refrigerante y transferir calor, en lugar de emplear un compresor eléctrico como en las máquinas de compresión.

- En el ciclo de absorción más común para aplicaciones solares, el de agua–bromuro de litio ($H_2O$–LiBr):
- El agua actúa como refrigerante, evaporándose a baja presión y absorbiendo calor del ambiente (enfriamiento).
- El bromuro de litio actúa como absorbente, capturando el vapor de agua en el absorbedor.
- La solución absorbente se calienta en el generador (alimentado con energía solar térmica), separando el agua.
- El agua vaporizada pasa por un condensador y vuelve al evaporador para reiniciar el ciclo.

Este sistema es particularmente adecuado para instalaciones solares porque permite utilizar energía térmica de baja temperatura (85–95 °C). Aunque su COP (Coeficiente de Rendimiento) es inferior (aproximadamente 0,7 en sistemas pequeños), su bajo consumo eléctrico y compatibilidad con energía solar compensan esta limitación (Franchini et al., 2012).

## 6.1 Circuito de refrigeración solar

### 6.1.1 Justificación técnica y cálculo de demanda

Para justificar la viabilidad de un sistema de refrigeración solar por absorción, es necesario conocer con precisión la demanda térmica de refrigeración en las viviendas modulares y, a partir de ella, determinar la energía solar térmica necesaria para cubrirla.

A continuación, se define cada variable y se desarrolla el cálculo para **cada mes del año**, centrándose en los meses cálidos (mayo-septiembre), cuando existe carga térmica significativa y la radiación solar es suficiente.

*Variables de diseño:*

- Superficie útil por vivienda ($A_v$): 31,5 m²
- Carga térmica específica en refrigeración (q): 80 W/m² (IDAE, 2009)
- Coeficiente del rendimiento de la máquina de absorción (COP): 0,7
- Temperatura interior objetivo ($T_{ext}$): 24 °C
- Sistema operativo solo si Text > 15 °C, escalando en función de la temperatura.
- Potencia frigorífica necesaria( $P_f$)
- Tiempo de funcionamiento del sistema (t)
- Energía frigorífica diaria demandada $E_{f,MJ}$
- Energía térmica necesaria para alimentar la máquina de absorción $E_{th}$

**Cálculo de la potencia frigorífica por vivienda:**

Vamos a realizar el cálculo de la potencia frigorífica necesaria por vivienda, que viene definida por el producto entre la superficie útil de la vivienda y la carga térmica específica en refrigeración

$$P_f = A_v \cdot q$$

$$P_f = 31{,}5m^2 \cdot 80\frac{W}{m^2} = 2.520W = 2{,}52kW$$

Obteniendo un valor de potencia frigorífica por vivienda de 2,52kW

**Criterio para estimar las horas de uso diario:**

Para este estudio se adoptan los siguientes rangos de funcionamiento, basados en el análisis climático de Valladolid y en los datos climáticos medios de Valladolid en los últimos años:

| T Media mensual(ºC) | Horas de uso (h/día) |
|---|---|
| >24 | 10,00 |
| 22-24 | 8,00 |
| 19-22 | 6,00 |
| 17-19 | 4,00 |
| <16 | 0,00 |

*Tabla 14 Valores de horas de uso*

**Cálculo de energía frigorífica diaria:**

La energía frigorífica que se necesita cada día depende del tiempo que el sistema esté activo. Esto se define como el producto de la potencia frigorífica por el tiempo de funcionamiento del sistema:

$$E_f = P_f \cdot t$$

Para el mes de agosto, por ejemplo, con 10 horas de funcionamiento el valor de energía frigorífica diaria necesaria sería:

$$E_f = 2{,}52kW \cdot \frac{10h}{día} = 25{,}20\ kWh/\boldsymbol{día}$$

Utilizamos 10 horas de media de horas de clima cálido que tendrá el día para que el equipo esté funcionando tal y como hemos definido anteriormente.

**Cálculo de la energía térmica solar necesaria**

Como el sistema de absorción no trasforma toda la energía térmica en frío, se debe tener en cuenta su eficiencia mediante el coeficiente de rendimiento de la máquina de absorción (COP). La energía térmica solar necesaria vendrá expresada por el cociente de energía frigorífica diaria y el COP:

$$E_{th} = \frac{E_{f,MJ}}{\mathrm{COP}}$$

$$E_{th} = \frac{25{,}20\ \mathrm{kWh/día}}{0{,}7} = 36{,}00\ kWh/día$$

Ahora vamos a extrapolarlo a todos los meses del año, para conocer la energía térmica necesaria para refrigerar cada una de las viviendas durante el año:

| Meses | T Media (ºC) | Horas de uso (h/día) | Pf | Ef | COP | Eth |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 4 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |
| Febrero | 4,8 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |
| Marzo | 10,4 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |
| Abril | 14,3 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |
| Mayo | 15,3 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |
| Junio | 20,9 | 6 | 2,52 | 15,12 | 0,7 | 21,6 |
| Julio | 23,8 | 8 | 2,52 | 20,16 | 0,7 | 28,8 |
| Agosto | 24,5 | 10 | 2,52 | 25,20 | 0,7 | 36,0 |
| Septiembre | 19,1 | 6 | 2,52 | 15,12 | 0,7 | 21,6 |
| Octubre | 15,9 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |
| Noviembre | 9,8 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |
| Diciembre | 4,3 | 0 | 2,52 | 0 | 0,7 | 0 |

*Tabla 15 Valores energía térmica necesaria por meses*

Como se puede observar, la demanda energética de refrigeración se concentra entre mayo y septiembre, siendo los meses de julio y agosto los más críticos, lo cual coincide con el máximo de producción solar. Esto justifica la instalación de un sistema de refrigeración solar por absorción con plena capacidad de funcionamiento autónomo durante esos meses.

### 6.1.2 Diseño del sistema

El sistema propuesto para la climatización estival se basa en el aprovechamiento de la energía térmica solar sobrante mediante un circuito de refrigeración por absorción. La tecnología seleccionada es la máquina de absorción agua–bromuro de litio ($H_2O$–LiBr), debido a su fiabilidad, disponibilidad comercial y compatibilidad con temperaturas de entrada entre 85 °C y 95 °C, que son las alcanzadas por los colectores solares térmicos instalados en las viviendas.

El sistema completo se compone de los siguientes subsistemas:

- Captadores solares térmicos: ya dimensionados previamente para cubrir ACS y calefacción, con producción excedente durante los meses cálidos.
- Depósitos de inercia solar: acumulan energía térmica cuando no hay consumo inmediato, permitiendo alimentar la máquina de absorción incluso con variabilidad solar.
- Intercambiador de calor de alta eficiencia: transfiere el calor del circuito primario solar al circuito secundario que alimenta la máquina de absorción.
- Máquina de absorción: genera agua fría utilizando el calor solar para impulsar el ciclo termodinámico, sin necesidad de compresores eléctricos.
- Fan-coils interiores: distribuyen el aire frío en las estancias principales de las viviendas, con funcionamiento silencioso y alta eficiencia.
- Circuito de disipación térmica: evacúa el calor residual del condensador y absorbedor al exterior mediante un aerotermo o torre de refrigeración compacta.

Este diseño modular y adaptable garantiza un alto rendimiento, fácil mantenimiento y adaptación al contexto arquitectónico de viviendas modulares prefabricadas.

### 6.1.3 Ubicación de los equipos

Dado el espacio limitado de cada vivienda y el objetivo de minimizar el impacto visual y funcional, se propone una configuración semi-centralizada, con distribución de equipos de la siguiente manera:

- Máquinas de absorción**:** se ubicarán en módulos técnicos exteriores, uno por cada conjunto de 5–6 viviendas.
- Depósitos acumuladores e intercambiadores: se instalarán en armarios técnicos compartidos anexos a las viviendas, bien integrados en fachadas laterales o cubiertas.
- Fan-coils interiores: irán colocados en el salón-dormitorio principal de cada módulo, dentro de falso techo o mobiliario alto, con rejillas de impulsión hacia la zona de uso.
- Unidad exterior de disipación térmica: será una torre evaporativa o un aerotermo, ubicada en una zona ventilada y protegida del sol directo, siempre alejada de zonas sensibles al ruido.

Esta configuración permite un uso racional del espacio y evita la instalación de elementos mecánicos dentro del espacio habitable.

### 6.1.4 Dimensionamiento de equipos

Para calcular el número necesario de máquinas de absorción, se toma como referencia la demanda total máxima del sistema durante el mes de agosto:

- Viviendas totales del proyecto: 44
- Demanda máxima diaria de frío por vivienda: 25,20 kWh/día/Vivienda
- Demanda total: 1.108,8 kwh/día

Las máquinas de absorción comerciales compactas disponibles para instalaciones solares suelen tener una potencia frigorífica de entre 10 y 20 kWh/día. Vamos a suponer elección de equipos de potencia 15 kwh/día.

A continuación, se desarrolla el cálculo para conocer cuántos equipos hay que instalar. Tomamos los valores del mes de agosto, que es el de mayor demanda frigorífica:

$$N^{o}{}_{equipos} = \frac{1.108{,}8\ \text{kWh/día}}{150\ \text{kWh/día}} = 7{,}39\ equipos$$

Se instalarán por tanto 8 equipos de absorción compartidos por cada 6 viviendas, facilitando:

- Capacidad suficiente incluso en los días más exigentes

- Mantenimiento sencillo por agrupación
- Flexibilidad para futuras ampliaciones

La incorporación de un sistema de refrigeración solar mediante máquinas de absorción en el presente proyecto no solo resulta técnicamente viable, sino también altamente recomendable desde el punto de vista energético, funcional y ambiental. Aprovechando el excedente térmico solar producido en los meses de mayor radiación, el sistema propuesto permite cubrir íntegramente la demanda de refrigeración de las 44 viviendas modulares entre junio y septiembre, sin recurrir al consumo eléctrico convencional ni a fuentes fósiles.

El análisis térmico detallado demuestra que cada vivienda requiere un máximo de 25,2 kWh de refrigeración en verano, perfectamente abastecidos mediante una configuración de 8 máquinas de absorción de 15 kWh, distribuidas estratégicamente en módulos técnicos comunes. El sistema ha sido diseñado para integrarse de forma no invasiva, con mínima ocupación interior, alta eficiencia operativa, y adaptabilidad a condiciones reales de uso.

Además, la solución aporta importantes beneficios colaterales: reduce la dependencia energética del hospital, evita sobrecargas en la red eléctrica durante olas de calor, y posiciona el complejo como referente en sostenibilidad y arquitectura bioclimática.

En conjunto, esta estrategia de climatización estival refuerza la coherencia del proyecto con los principios de la transición energética, el confort saludable y el aprovechamiento inteligente de las energías renovables, consolidando un modelo replicable en otros entornos sanitarios o residenciales temporales.

# 7. Presupuesto

El presente apartado desarrolla el presupuesto completo del proyecto de instalación de tecnologías renovables para 44 módulos habitacionales temporales destinados a acompañantes de hospitalizados en el Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid. El coste se ha desglosado en función de las diferentes partidas necesarias para la ejecución e instalación de los sistemas energéticos y constructivos previstos en el proyecto.

## 7.1 Obra civil y adquisición de módulos

Se realiza una estimación de coste de la parte de obra civil y adquisición de módulos para la elaboración del proyecto:

| Concepto | Coste unitario (€) | Unidades | Coste total (€) |
|---|---|---|---|
| Módulo habitacional tipo suite (31,5 m²) | 14.600 | 44 | 642.400 |
| Proyecto visado por colegio de arquitectos | 1.890 | 1 | 1.890 |
| Acometida y conexión de servicios (agua y luz) | 600 | 44 | 26.400 |
| Licencia de obras (estimada) | 300 | 44 | 13.200 |
| Movimiento de tierras y cimentación | 800 | 44 | 35.200 |
| **Subtotal obra civil y módulos** | | | **719.090 €** |

*Tabla 16 Presupuesto de obra civil y adquisión de módulos. Fuente: adaptado de Space Garden by RESAN*

## 7.2 Instalación solar térmica para ACS y calefacción

Se ha optado por la instalación de captadores solares planos RothSol 207, con superficie útil de 1,89 m² por módulo, considerando un acumulador de 120 L. A continuación, se muestra el presupuesto de la parte de instalación solar térmica para ACS y Calefacción:

| Concepto | Coste unitario (€) | Unidades | Coste total (€) |
|---|---|---|---|
| Captador solar plano RothSol 207 | 650 | 44 | 28.600 |
| Acumulador vertical 120 L | 450 | 44 | 19.800 |
| Intercambiador de calor + accesorios | 300 | 44 | 13.200 |
| Válvulas, bombas, controladores, tuberías | 250 | 44 | 11.000 |
| Estructura soporte e instalación | 200 | 44 | 8.800 |
| **Subtotal sistema ACS + calefacción** | | | **81.400 €** |

*Tabla 17 Presupuesto instalación solar térmica para acs y calefacción. Fuente: elaboración propia*

## 7.3 Sistema de calefacción por suelo radiante

La instalación del sistema de calefacción radiante por agua se considera como una medida eficiente para baja temperatura. Se muestra el presupuesto estimado para el sistema de calefacción por suelo radiante propuesto:

| Concepto | Coste unitario (€) | Unidades | Coste total (€) |
|---|---|---|---|
| Red suelo radiante completa | 600 | 44 | 26.400 |
| Caldera auxiliar de apoyo (eléctrica o gas) | 700 | 44 | 30.800 |
| **Subtotal calefacción** | | | **57.200 €** |

*Tabla 18 Presupuesto sistema de calefacción por suelo radiante. Fuente: elaboración propia.*

## 7.4 Sistema de refrigeración solar por absorción

Se instalarán 8 máquinas de absorción de 15 kWh de capacidad diaria, distribuidas en módulos técnicos comunes que abastezcan a 5-6 viviendas cada una, tal y como se ha obtenido en los cálculos anteriormente realizados en esta memoria. Se muestra una tabla con el presupuesto de dichos equipos, así como sus componente y circuitos correspondientes:

| Concepto | Coste unitario (€) | Unidades | Coste total (€) |
|---|---|---|---|
| Máquina de absorción 15 kWh (agua–LiBr) | 6.000 | 8 | 48.000 |
| Circuito solar de impulsión y retorno | 1.500 | 8 | 12.000 |
| Intercambiador y acumuladores térmicos extra | 2.000 | 8 | 16.000 |
| Estructura e integración técnica | 1.200 | 8 | 9.600 |
| **Subtotal refrigeración solar** | | | **85.600 €** |

*Tabla 19 Presupuesto Sistema de refrigeración solar por absorción. Fuente: elaboración propia*

## 7.5 Otras partidas

Se muestra a continuación otras partidas recurrentes en este tipo de proyectos. Esto incluye supervisión técnica e ingeniería, imprevisto y contingencias, la logística de transporte y montaje de equipos e incluso la formación de usuarios y documentación técnica que pudiera ser necesario:

| Concepto | Coste estimado (€) |
|---|---|
| Supervisión técnica e ingeniería (5%) | 46.100 |
| Imprevistos y contingencias (5%) | 46.100 |
| Transporte y montaje de equipos | 15.000 |
| Formación de usuarios y documentación técnica | 5.000 |
| **Subtotal otras partidas** | **112.200 €** |

*Tabla 20 Presupuesto de otras partidas. Fuente: elaboración propia*

## 7.6 Resumen del presupuesto

Una vez se establece todos los ítems que van a formar parte del proyecto, con sus asignaciones de coste económico correspondiente, se realiza una tabla resumen con el presupuesto general del proyecto definido en la presente memoria:

| Categoría | Coste total (€) |
|---|---|
| Obra civil y adquisición de módulos | 719.090 |
| Instalación solar térmica ACS y calefacción | 81.400 |
| Calefacción por suelo radiante | 57.200 |
| Refrigeración solar por absorción | 85.600 |
| Otras partidas | 112.200 |
| **TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO** | **1.055.490 €** |

*Tabla 21 Resumen presupuesto general del proyecto. Fuente: elaboración propia*

El presupuesto ha sido diseñado con márgenes de seguridad en cada componente y basándose en precios de mercado actuales (2024-2025).

Aunque el proyecto no resulta rentable desde una perspectiva económica convencional —ya que no se prevén ingresos por uso o alquiler de las viviendas—, sí puede considerarse plenamente viable desde el punto de vista técnico, funcional y social. La inversión total estimada de 1.055.490 €, aunque significativa, es coherente con la envergadura del sistema propuesto y con el objetivo principal del proyecto: mejorar el bienestar y la calidad de vida de los familiares de pacientes hospitalizados, especialmente aquellos procedentes de zonas rurales alejadas de Valladolid.

En este sentido, se trata de un proyecto cuya rentabilidad se mide en términos de impacto social y compromiso institucional, no en retorno económico. Se ofrece una alternativa habitacional digna, temporal y energéticamente eficiente, alineada con los principios de sostenibilidad, equidad y humanización del entorno sanitario. Por tanto, el proyecto se considera viable, necesario y justificado, con un enfoque claramente orientado al servicio público y al bienestar ciudadano.

# 8. Conclusiones

El presente proyecto surge como respuesta a una problemática que afecta a numerosos residentes de localidades cercanas a Valladolid, quienes se ven obligados a realizar desplazamientos frecuentes y prolongados para acudir al Hospital Universitario Río Hortega, ya sea en calidad de pacientes o como acompañantes de personas hospitalizadas. En este contexto, se plantea la implementación de un conjunto de viviendas temporales en las inmediaciones del hospital, destinadas a ofrecer alojamiento digno y accesible a los familiares de pacientes ingresados, reduciendo así la necesidad de desplazamientos constantes y facilitando su permanencia cercana durante el proceso de hospitalización.

El objetivo principal del estudio ha sido dimensionar una instalación solar térmica de baja temperatura capaz de cubrir las demandas de agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y refrigeración de las viviendas, contribuyendo así a la descarbonización del sector de la edificación.

Tras el análisis detallado de la superficie disponible en el entorno del hospital, se ha comprobado la existencia de una zona verde superior a 11.000 m², idónea para la instalación de 44 viviendas modulares de 30 m² cada una, con acceso tanto peatonal como rodado. El estudio topográfico y de las condiciones ambientales confirma la viabilidad técnica del emplazamiento para el desarrollo del proyecto.

Tras el correspondiente dimensionamiento, se concluye que un único colector de 1,89 m² por vivienda resulta suficiente para satisfacer parcialmente la demanda de ACS. No obstante, se descarta la posibilidad de alcanzar una cobertura total debido a la limitada superficie disponible en cubierta. Para cubrir el 100 % de la demanda energética, se requeriría una superficie de entre 50 y 60 m² por unidad, lo cual es inviable dadas las dimensiones reducidas de las viviendas.

Ante esta limitación, se contempla como solución complementaria el aprovechamiento de la caldera existente en el hospital, sobredimensionada y, por tanto, capaz de asumir la carga energética auxiliar necesaria durante los meses de mayor demanda térmica. Asimismo, se propone la incorporación de colectores solares de mayor eficiencia o la identificación de espacios adicionales en el entorno inmediato para instalar colectores adicionales que refuercen la producción térmica de la instalación.

En cuanto al sistema de calefacción, se ha optado por una solución eficiente basada en suelo radiante. No obstante, el aporte energético proporcionado por la instalación solar no alcanza el mínimo del 20 % establecido como umbral de cobertura mediante energías renovables, siendo necesario recurrir al sistema convencional durante los meses fríos, cuando la radiación solar disponible resulta insuficiente. Se ha estimado una demanda anual de calefacción de aproximadamente 4.582 MJ por vivienda, un valor coherente con las condiciones climáticas de Valladolid, caracterizadas por inviernos rigurosos, y que se encuentra dentro del rango correspondiente a viviendas energéticamente eficientes.

El estudio también demuestra la viabilidad técnica de la refrigeración solar mediante máquinas de absorción agua–LiBr, que permiten aprovechar el excedente térmico generado en verano. Se ha dimensionado un sistema compuesto por 8 máquinas de 15 kWf ubicadas en módulos técnicos compartidos, capaz de cubrir la demanda de refrigeración de las 44 viviendas sin necesidad de recurrir a electricidad convencional. Esta solución contribuye a completar el ciclo de autosuficiencia energética y refuerza la resiliencia del sistema ante escenarios de altas temperaturas.

Desde el punto de vista económico, se ha elaborado un presupuesto detallado que contempla la totalidad de los componentes del proyecto: obra civil, adquisición de los módulos habitacionales, instalaciones térmicas (suelo radiante y refrigeración solar), transporte, montaje y supervisión técnica. El coste total estimado asciende a 1.055.490 €, una inversión considerada razonable atendiendo al impacto social del proyecto, su carácter modular y su potencial replicabilidad en otros entornos sanitarios.

Cabe destacar que la finalidad del presente proyecto no es obtener rentabilidad económica, sino responder a una necesidad social real: ofrecer una alternativa digna y energéticamente sostenible de alojamiento para los familiares de personas hospitalizadas. En este sentido, se considera que el proyecto es viable, coherente con los objetivos de desarrollo sostenible y alineado con el compromiso institucional de mejorar la atención humanizada en el entorno hospitalario.

## 8.1 Conclusion

This project arises in response to a challenge faced by many residents of towns near Valladolid, who are often forced to travel long distances to access healthcare services at the Río Hortega University Hospital, either as patients themselves or as companions of hospitalized individuals. In this context, the project proposes the implementation of a set of temporary housing units in the vicinity of the hospital, aimed at providing dignified and accessible accommodation for the relatives of admitted patients. This initiative seeks to reduce the need for continuous travel and facilitate the presence of family members during hospitalization periods.

The main objective of the study has been to design a low-temperature solar thermal installation capable of meeting the domestic hot water (DHW), heating, and cooling demands of the housing units, thereby contributing to the decarbonization of the building sector.

Following a detailed analysis of the available land surrounding the hospital, a green area exceeding 11,000 m² was identified as suitable for the installation of 44 modular homes, each with a surface area of 30 m² and accessible by both pedestrians and vehicles. The topographic and environmental conditions of the site confirm the technical feasibility of the project's development.

Based on the corresponding system sizing, it was concluded that a single solar collector of 1.89 m² per dwelling is sufficient to partially meet the DHW demand. However, full coverage is not feasible due to the limited roof surface area. Achieving 100% energy demand coverage would require a collector area between 50 and 60 m² per unit, which is unfeasible given the compact dimensions of the homes.

To address this limitation, the use of the hospital's existing boiler is proposed as a complementary energy source. Since the boiler is oversized, it is capable of handling the additional thermal load during periods of high demand. In parallel, the implementation of more efficient solar collectors or the identification of additional nearby surfaces for supplementary collectors is also suggested to enhance the system's thermal output.

For the heating system, an efficient underfloor heating solution was selected. Nevertheless, the energy contribution from the solar installation does not reach the minimum threshold of 20%

renewable coverage, making it necessary to rely on the conventional system during colder months, when solar radiation is insufficient. The annual heating demand per dwelling was estimated at approximately 4,582 MJ, a value that aligns with Valladolid's cold winter climate and falls within the range of energy-efficient homes.

The study also confirms the technical feasibility of solar-powered cooling through water–LiBr absorption machines, which make use of the surplus thermal energy produced during the summer months. A system consisting of eight 15 kWf machines, housed in shared technical modules, was sized to fully meet the cooling needs of the 44 housing units without relying on conventional electricity. This solution completes the energy self-sufficiency cycle of the homes and enhances the system's resilience to extreme climate conditions.

From an economic perspective, a comprehensive budget has been developed, covering all project components: civil works, acquisition of modular units, thermal installations (underfloor heating and solar cooling), transportation, assembly, and technical supervision. The total estimated cost of the project amounts to €1,055,490—a reasonable investment considering its social impact, modular nature, and potential for replication in other healthcare environments.

It is important to emphasize that the primary goal of this project is not financial profitability, but rather to address a real social need: to provide a dignified and energy-efficient housing alternative for the families of hospitalized patients. In this regard, the project is considered technically and economically viable, consistent with the Sustainable Development Goals, and aligned with institutional commitments to enhancing humanized care in the hospital environment.

# 9. Bibliografía


Ábaton. (s.f.). *Ábaton* . Obtenido de Ábaton : https://abaton.es/es/proyecto/casa-transportable-aph80/

Arquitectura Sostenible. (2022). LEED. Arquitectura Sostenible. https://arquitectura-sostenible.es/certificados/leed/

Básico, D. (2023). MINISTERIO DE VIVIENDA Y AGENDA URBANA Ahorro de energía.

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2013). Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-12886

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2014). Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-6307

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2019). Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se establecen las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-5102

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2020). Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, por el que se regula el acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-17077

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2015). Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-11616

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2007a). Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-22137

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2007b). Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-17902

Carbonell, M. (2 de Febrero de 2023). *HogaarSense*. Obtenido de https://www.hogarsense.es/energia-solar/comparacion-tipos-captadores-solares?

Carbonell, M. (2023). Comparación de tipos de captadores solares. *HogarSense*. https://www.hogarsense.es/energia-solar/comparacion-tipos-captadores-solares

Carribero, Lucía. (2010). https://rodin.uca.es/handle/10498/9763?locale-attribute=es

CTE-Elementos constructivos. (2010). https://www.codigotecnico.org/pdf/Programas/CEC/CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf

Documento Básico – Ahorro de energía (DB-HE) CTE https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html

Documento Básico – Seguridad en caso de incendio (DB-SI) CTE https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEnCasoDeIncendio.html

Dirección General Del Catastro. Sede Electrónica del Catastro.

Universidad Europea-Energía térmica y termoeléctrica - Tema 3. (2024). https://libraryguides.vu.edu.au/apa-referencing/7CourseNotesPresentations

Universidad Europea-Energía térmica y termoeléctrica - Tema 4. (2024). https://guides.douglascollege.ca/APA-7/CourseRelatedMaterial

Franchini, G., Perdichizzi, A., & Ravelli, S. (2012). Performance analysis of a solar-powered absorption chiller for air-conditioning. Energy Procedia, 30, 836–846.

Fundación Josep Carreras. (s.f.). *Fundación Josep Carreras*. https://fcarreras.org/servicios-sociales-para-pacientes-y-familiares

Fundación Menudos Corazones. (s.f.). *Fundación Menudos Corazones*. https://www.menudoscorazones.org/quienes/que-hacemos/alojamiento-gratuito-ninos-hospitalizados

Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto. (2010). https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-condiciones-climaticas-exteriores-de-proyecto

Google Earth. (2025). Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid [41.6273, -4.7796]. https://earth.google.com

Hernández, A. J., & Macho, J. J. G. (2015). *Instalación de calefacción y producción de agua caliente sanitaria por energía solar en una superficie comercial.*

Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid. (s.f.). https://www.saludcastillayleon.es/HRHortega/en/area-influencia

Hospital Universitario Río Hortega. (2025). El HURH escoge energías limpias y sigue trabajando para cuidar el medio ambiente. Salud Castilla y León. https://www.saludcastillayleon.es/HRHortega/es/actualidad/hurh-escoge-energias-limpias-sigue-trabajando-cuidar-medio

Idae. (2020). Guía Técnica de Energía Solar Térmica IDAE - ASIT. Guías IDAE 022. www.idae.eswww.asit-solar.com

IDAE Instituto para la Diversificación. (2009). www.idae.es

IDAE. (2009). *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura.* Madrid.

Instituto Nacional de Estadística. (21 de 02 de 2024). *Instituto Nacional de Estadística*. https://www.ine.es/dyngs/Prensa/EMH2022.htm

Instituto Nacional para la Diversificación y Ahorro de la Energía. PVGISD Datos de Radiación solar. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2020). Guía técnica de energía solar térmica. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Junta de Castilla y León. (1999). Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León. https://www.tramites.jcyl.es/web/jcyl/Normativa/es/Plantilla100Detalle/1255141917749//1284410089028//1284410089028.html

Junta de Castilla y León. (2022). Decreto 46/2022, de 24 de noviembre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones eléctricas en Castilla y León. https://www.tramites.jcyl.es/web/jcyl/Normativa/es/Plantilla100Detalle/1284410089028//1284410089028//1284410089028.html

Junta de Castilla y León. (2003). Decreto 127/2003, de 30 de octubre, por el que se establece el procedimiento para las autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León. https://www.tramites.jcyl.es/web/jcyl/Normativa/es/Plantilla100Detalle/1284410089028//1284410089028//1284410089028.html

Junta de Castilla y León. (1997). Decreto 189/1997, de 26 de septiembre, por el que se regula el procedimiento para la autorización de instalaciones de producción de electricidad a partir de energía eólica en Castilla y León. https://www.tramites.jcyl.es/web/jcyl/Normativa/es/Plantilla100Detalle/1284410089028//1284410089028//1284410089028.html

Junta de Castilla y León. (2003). Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León. https://www.tramites.jcyl.es/web/jcyl/Normativa/es/Plantilla100Detalle/1284410089028//1284410089028//1284410089028.html

Junta de Castilla y León. (2015). Ley 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León. https://www.tramites.jcyl.es/web/jcyl/Normativa/es/Plantilla100Detalle/1284410089028//1284410089028//1284410089028.html

Kömmerling. (s.f.). *Puertas y ventanas Kömmerling*. https://www.kommerling.es/

León, J. d. (2023). *Actividad asistencial en Atención Primaria y Hospitalaria.* Catilla y León .

León, J. d. (29 de julio de 2023). *Actividad asistencial en Atención Primaria y Hospitalaria.* Castilla y León. https://www.diariodevalladolid.es/valladolid/240729/230858/hospital-rio-hortega-ariende-urgencias-diarias-clinico-valladolid.html

Lartey, J. (2014). Proyecto de climatización y producción de ACS en Aparta-Hotel de lujo.

Ministerio de Fomento. (2023). *Documento Básico HE Ahorro de energía.*

Ministerio de Hacienda. Disponible en: https://www.sedecatastro.gob.es

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010, 31 de mayo). Resolución de 31 de mayo de 2010 de la Secretaría de Estado de Cambio Climático sobre la evaluación de impacto ambiental del proyecto Helipuerto del Hospital Río Hortega de Valladolid. Datos BOE Fácil. https://datos.boefacil.es/ministerio-de-medio-ambiente-y-medio-rural-y-marino/resolucion-de-31-de-mayo-de-2010-de-la-secretaria-de-estado-de-cambio-climatico-sobre-la-evaluacion-de-impacto-ambiental-del-proyecto-helipuerto-del-hospital-rio-hortega-de-valladolid-17-06-2010

Prieto, R. (17 de Enero de 2013). *Energías Renovbles y Limpias*. Obtenido de https://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2013/01/captadores-solares-planos-frente-a-los-de-tubos-de-vacio.html

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. (2007).

Rigger, U. (s.f.). *Urban Rigger*. Obtenido de Urban Rigger: https://urbanrigger.com/#intro

Roth. (s.f.). *Roth*. Obtenido de https://www.roth-spain.com/energia-solar-termica/rothsol

Sanidad, C. d. (2019). *El nuevo Río Hortega cumple diez años con más profesionales, más tecnología y mejores prestaciones.* Castilla y León.

Sika España. (s.f.). Sarnafil: Membrana de impermeabilización. Sika. https://esp.sika.com/es/sarnafil-membrana-impermeabilizacion.html

Solfy. (2025). Mapa de radiación solar en España: Tablas por provincias. Solfy. https://solfy.net/placas-solares/mapa-de-radiacion-solar-en-espana-tablas-por-provincias

Space Garden by RESAN. (2025). Módulos prefabricados. Space Garden by RESAN. https://spacegardenbyresan.es/

Space Garden by RESAN. (2025). *Catálogo y presupuesto de módulos prefabricados*. https://spacegardenbyresan.es/

Térmica, A. S. (2020). *Guía Técnica de Energía Solar Térmica.* Madrid: Guía IDAE 022.

Tutiempo.net. (2023). Clima histórico de Valladolid. https://www.tutiempo.net/clima/2023/ws-81410.html

Verceles, A. C. (2014). Association between poor sleep, fatigue, and delayed return to baseline functional status after critical illness. Journal of Critical Care, 29(5).

## Índice de ANEXOS

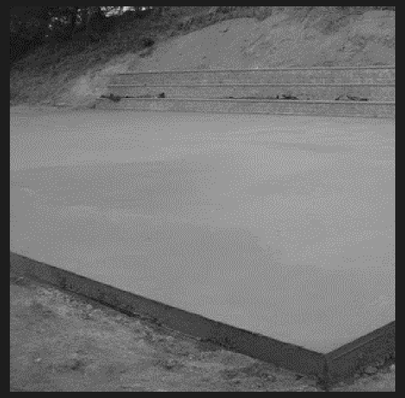
ANEXO 1 Memoria Calidades de la Caseta
ANEXO 2 Ficha del Catastro
ANEXO 3 Climalit
ANEXO 4 Datos solares
ANEXO 5 Plano de la caseta
ANEXO 6 Estudio GR
ANEXO 7 Estudio SS
ANEXO 8 Plan CC
ANEXO 9 Circuito hidráulico
ANEXO 10 Características técnicas del colector
ANEXO 11 Descripción del resto de componentes de la instalación
ANEXO 12 Calefacción

# ANEXO 1

# MEMORIA DE CALIDADES

Space Garden
by Resan

# MEMORIA DE CALIDADES



CIMENTACIÓN

FACHADA

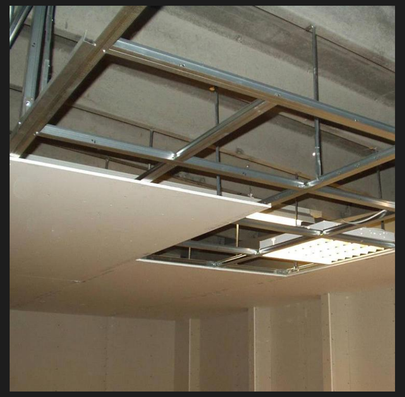
PAVIMENTO
LAMINADO

ESTRUCTURA

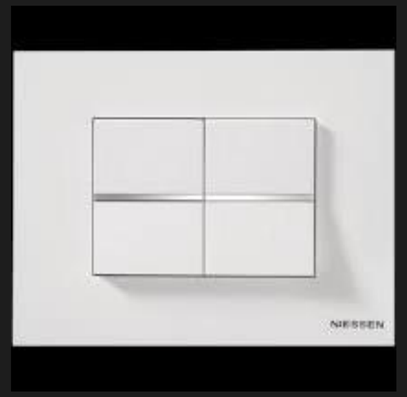
TABIQUERÍA Y
TRASDOSADO

CARPINTERÍA
EXTERIOR

CUBIERTA



FALSO TECHO




INSTALACIÓN
ELÉCTRICA

Space Garden
by Resan

# MEMORIA DE CALIDADES

ILUMINACIÓN

PLATO DE DUCHA
DE RESINAS

MUEBLE DE
LAVABO

TRANSPORTE

GRIFERÍA DE DUCHA
TERMÓSTATICA

GRIFO DE LAVABO

MONTAJE

INODORO

CLIMATIZACIÓN

Space Garden
by Resan

# MEMORIA DE CALIDADES

**- CIMENTACIÓN (No se incluye en el presupuesto)**
Solera de hormigón armado será realizada por la propiedad.

**- ESTRUCTURA**
Bastidor de suelo y cubierta formada por perfiles conformados en frío en chapa galvanizada y lacada. Correas tipo omegas plegadas en chapa galvanizada. Pilares formados por perfiles plegados en acero galvanizado y lacados.

**- CUBIERTA**
Cubierta plana no transitable compuesta por panel sandwich y lámina impermeabilizante de PVC

**- CERRAMIENTOS**
Fachada compuesta por panel sándwich, cámara de aire, y trasdosado interior con una placa de cartón yeso (tipo Pladur) y aislamiento de lana de roca sobre perfilaría de chapa galvanizada de 48 mm. Acabado exterior con panel de composite de aluminio.

- **TABIQUERÍA**
Tabique de cartón-yeso formado por dos placas tipo Pladur y perfilería de 48 mm. de espesor provisto de aislamiento acústico de lana de roca.

**- PAVIMENTOS INTERIORES**
Pavimento laminado marca Parador o similar y rodapié lacado blanco.

**- FALSOS TECHOS**
Falsos techos continuos de placa de cartón yeso tipo Pladur, provisto de aislamiento térmico de lana de roca.

**- PINTURA**
Pintura de paramentos verticales y horizontales con pintura plástica, en color blanco o tonalidades suaves

**- INSTALACIÓN ELÉCTRICA**
Instalaciones eléctricas con protecciones de circuitos, mecanismos de color blanco de la marca NIESSEN serie ZENIT o similar, un punto de televisión. Iluminación LED No Incluye antena receptora de TV. No incluye acometida eléctrica a la red general, tendrá que ser realizada por la propiedad

**- CARPINTERIA EXTERIOR**
Carpintería de aluminio lacado con rotura de puente térmico abatibles, fijos o correderas según planos, acristalamiento doble con cámara de aire tipo Climalit o similar. NO incluye persianas

**- CLIMATIZACIÓN**
Preinstalación de aire acondicionado.

**- TRANSPORTE (No se incluye en el presupuesto)**
Instalación, transporte y montaje en lugar de destino (no incluye la grúa para la ubicación en la parcela, se presupuestará una vez conocida la ubicación.)

## EXTRAS:

**- CLIMATIZACIÓN**
Instalación de un equipo de aire acondicionado 1x1, frio-calor, formado por unidad exterior condensadora y unidad interior climatizadora

**- BAÑO**
Baño formado por plato de ducha de resinas, con grifería termostática de TRES o similar, mampara, inodoro de pie DURASTYLE de DURAVIT, mueble de lavabo y grifo de TRES o similar

Space Garden
by Resan

# ANEXO 2

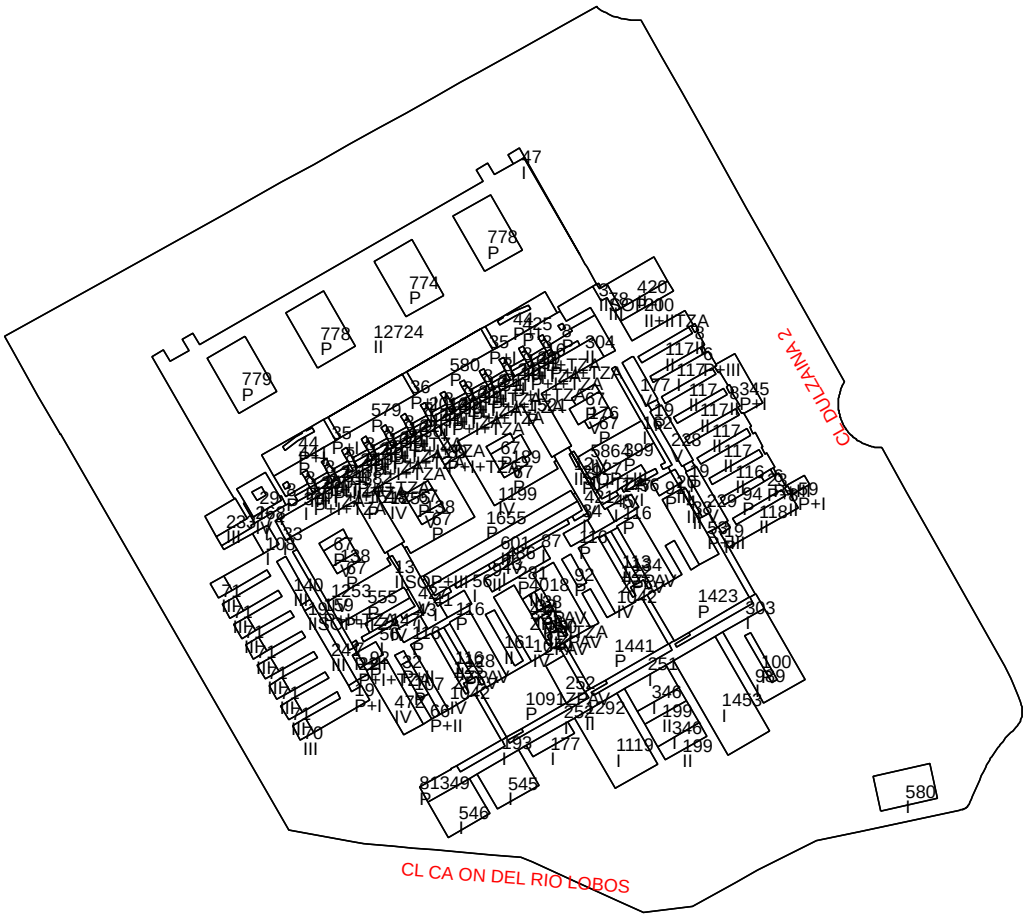
GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE HACIENDA | SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA | DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO | Sede Electrónica del Catastro

# CROQUIS CATASTRAL

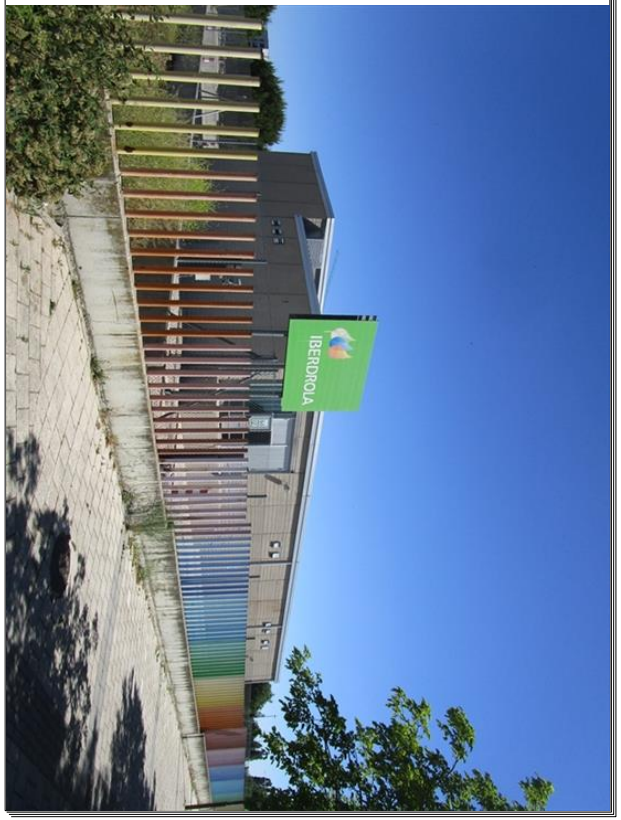
## PARCELA CATASTRAL 7408699UM5170G

**CL DULZAINA, 0002. VALLADOLID [Valladolid]**

**31 de marzo de 2025 18:36**




| | |
|---|---|
| SUPERFICIE PARCELA : | 153.713 m² |
| SUPERFICIE CONSTRUIDA | |
| Sobre Rasante : | 147,970 m² |
| Bajo Rasante : | 0 m² |
| TOTAL : | 147,970 m² |




PLANTA GENERAL

CROQUIS A ESCALA 1:4000

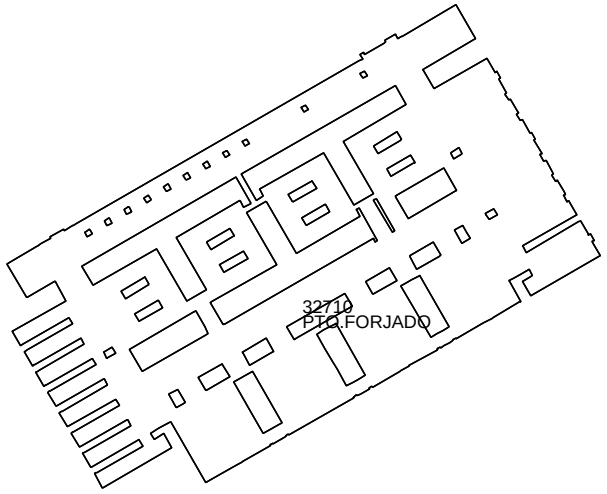
FOTOGRAFÍA

# CROQUIS CATASTRAL

## PARCELA CATASTRAL 7408699UM5170G

**CL DULZAINA, 0002. VALLADOLID [Valladolid]**

**31 de marzo de 2025 18:36**




SUPERFICIE PARCELA : 153.713 m²
SUPERFICIES GRÁFICAS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| PTO.FORJA | 32710 | PATIO |
| **TOTAL** | **32710** | |

PLANTA SOTANO

CROQUIS A ESCALA 1:4000

# CROQUIS CATASTRAL

## PARCELA CATASTRAL 7408699UM5170G

## CL DULZAINA, 0002. VALLADOLID [Valladolid]

**31 de marzo de 2025 18:36**

| | |
|---|---|
| SUPERFICIE PARCELA : | 153.713 m² |

SUPERFICIES SEGÚN USOS

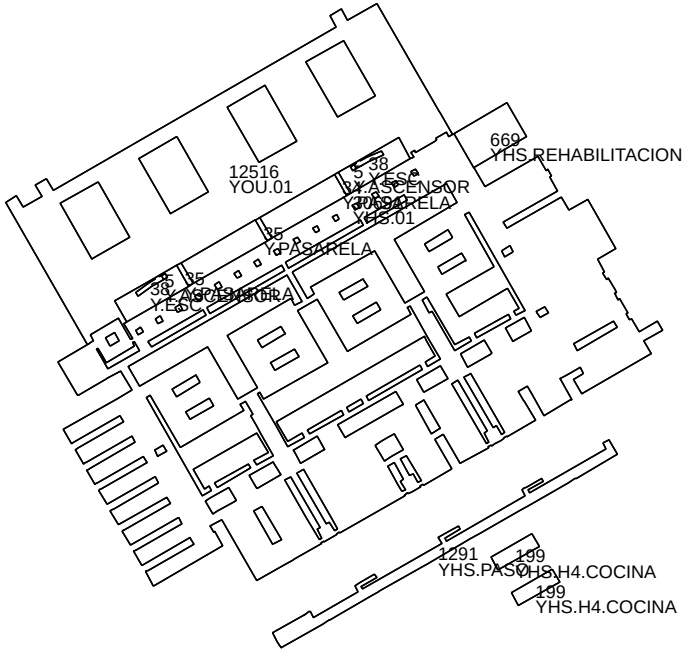
| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| Y | 1188 | SANIDAD, BENEF. USO PROPIO |
| AAP.01 | 12476 | APARCAMIENTO |
| IEL.03 | 580 | IEL |
| YHS.H0 | 572 | YHS |
| YHS.ARCHI* | 1622 | YHS |
| YHS.AUTOS* | 572 | YHS |
| YHS.BIBLI* | 194 | YHS |
| YHS.CAPIL* | 185 | YHS |
| YHS.CIRUG* | 2773 | YHS |
| YHS.CLIMA* | 1535 | YHS |
| YHS.DIALI* | 947 | YHS |
| YHS.DOCEN* | 293 | YHS |
| YHS.GESTI* | 1096 | YHS |
| YHS.INFOR* | 353 | YHS |
| YHS.INST | 3120 | YHS |
| YHS.INVES* | 668 | YHS |
| YHS.LABOR* | 365 | YHS |
| YHS.LIMP | 101 | YHS |
| YHS.MEDIC* | 1380 | YHS |
| YHS.MEDIC* | 1355 | YHS |
| YHS.PASO | 10149 | YHS |
| YHS.PATOL* | 927 | YHS |
| YHS.PEDIA* | 2440 | YHS |
| YHS.SALON | 391 | YHS |
| YHS.SEGURI* | 190 | YHS |
| YHS.TAMO | 468 | YHS |
| YHS.TANAT* | 661 | YHS |
| YHS.VESTU* | 2621 | YHS |
| YHS.H5.AAL | 996 | YHS |
| YHS.H1.BO* | 571 | YHS |
| YHS.H4.CO* | 1113 | YHS |
| YHS.H2.EN* | 202 | YHS |
| YHS.H6.ES* | 1010 | YHS |
| YHS.H5.LE* | 479 | YHS |
| YHS.H3.TA* | 1143 | YHS |
| **TOTAL** | **54736** | |

# CROQUIS CATASTRAL

## PARCELA CATASTRAL 7408699UM5170G

## CL DULZAINA, 0002. VALLADOLID [Valladolid]

31 de marzo de 2025 18:36




SUPERFICIE PARCELA : 153.713 m²

SUPERFICIES SEGÚN USOS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YHS.01 | 30691 | YHS |
| YOU.01 | 12516 | YOU |
| Y.ASCENSOR | 10 | SANIDAD, BENEF. USO PROPIO |
| Y.ESC | 76 | SANIDAD, BENEF. USO PROPIO |
| Y.PASARELA | 104 | SANIDAD, BENEF. USO PROPIO |
| YHS.PASO | 1291 | YHS |
| YHS.REHAB | 669 | YHS |
| YHS.H4.CO* | 398 | YHS |
| **TOTAL** | **45755** | |

SUPERFICIES GRÁFICAS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YOU.01 | 12516 | YOU |
| YHS.01 | 30691 | YHS |
| Y.ESC | 76 | SANIDAD, BENEF. USO PROPIO |
| Y.ASCENSOR | 10 | SANIDAD, BENEF. USO PROPIO |
| Y.PASARELA | 104 | SANIDAD, BENEF. USO PROPIO |
| YHS.PASO | 1291 | YHS |
| YHS.REHAB | 669 | YHS |
| YHS.H4.CO* | 398 | YHS |
| **TOTAL** | **45755** | |

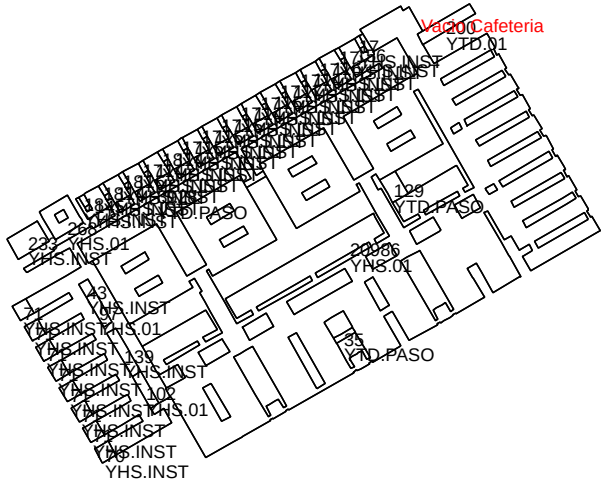
GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE HACIENDA | SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA | DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO | Sede Electrónica del Catastro

# CROQUIS CATASTRAL

## PARCELA CATASTRAL 7408699UM5170G

## CL DULZAINA, 0002. VALLADOLID [Valladolid]

**31 de marzo de 2025 18:36**




SUPERFICIE PARCELA : 153.713 m²

SUPERFICIES SEGÚN USOS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YHS.01 | 21453 | YHS |
| YTD.01 | 200 | YTD |
| YHS.INST | 2922 | YHS |
| YTD.PASO | 4092 | YTD |
| **TOTAL** | **28667** | |

SUPERFICIES GRÁFICAS

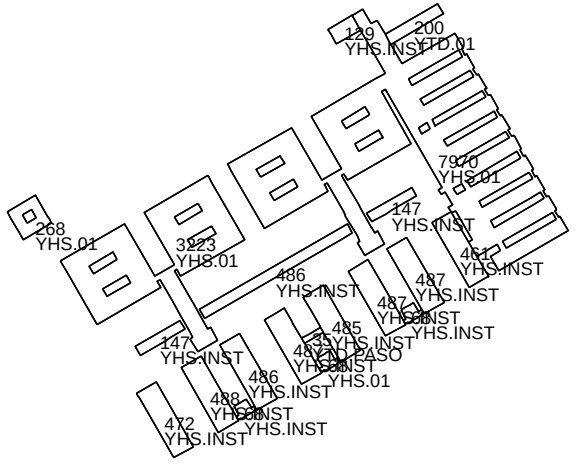
| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YHS.INST | 2922 | YHS |
| YTD.PASO | 4092 | YTD |
| YHS.01 | 21453 | YHS |
| YTD.01 | 200 | YTD |
| **TOTAL** | **28667** | |

# CROQUIS CATASTRAL

## PARCELA CATASTRAL 7408699UM5170G

**CL DULZAINA, 0002. VALLADOLID [Valladolid]**

**31 de marzo de 2025 18:36**




SUPERFICIE PARCELA : 153.713 m²

SUPERFICIES SEGÚN USOS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YHS.01 | 11529 | YHS |
| YTD.01 | 200 | YTD |
| YHS.INST | 4898 | YHS |
| YTD.PASO | 35 | YTD |
| **TOTAL** | **16662** | |

SUPERFICIES GRÁFICAS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YHS.01 | 11529 | YHS |
| YHS.INST | 4898 | YHS |
| YTD.PASO | 35 | YTD |
| YTD.01 | 200 | YTD |
| **TOTAL** | **16662** | |

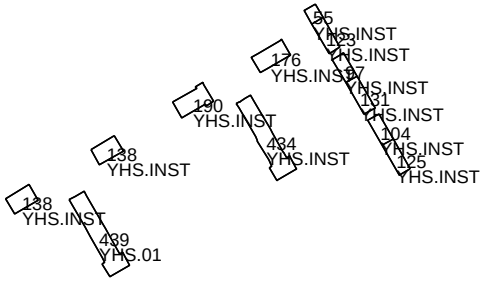
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO
Sede Electrónica del Catastro

# CROQUIS CATASTRAL

## PARCELA CATASTRAL 7408699UM5170G

## CL DULZAINA, 0002. VALLADOLID [Valladolid]

**31 de marzo de 2025 18:36**




SUPERFICIE PARCELA : 153.713 m²

SUPERFICIES SEGÚN USOS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YHS.01 | 439 | YHS |
| YHS.INST | 1711 | YHS |
| **TOTAL** | **2150** | |

SUPERFICIES GRÁFICAS

| Código | Sup. en m² | Descripción |
|---|---|---|
| YHS.INST | 1711 | YHS |
| YHS.01 | 439 | YHS |
| **TOTAL** | **2150** | |

# ANEXO 3

Descubre nuestra recomendación del cristal idóneo para tu ventana:
**cambiatusventanas.climalit.es**

El blog de Climalit
**climalit.es/blog/**

Cálculo de la U de la ventana
**saint-gobain-glass.es/es/calcula-el-confort-de-la-ventana-con-caluwin**

Calcular datos técnicos y prestaciones
**calumenlive.com.**

Saint-Gobain Glass
**@SGGlassSpain**

Climalit

**climalit.es**


SAINT-GOBAIN

**SAINT-GOBAIN GLASS ESPAÑA**

*c/ Príncipe de Vergara, 132*
*28002 Madrid*
**www.saint-gobain-glass.com**
**www.climalit.es**


# CAMBIAMOS EL MUNDO SIENDO MÁS SOSTENIBLES

## EL RETO DE LA DESCARBONIZACIÓN

Desde 2010, en CLIMALIT® hemos **reducido nuestra huella de carbono en un 10%** para proteger nuestro planeta. CLIMALIT ECOLÓGICO® es la gama con una reducción de la huella de carbono de entre un 20 y un 30 %.

## FABRICAR CERCA DE TÍ, SUMA

CLIMALIT® **fabrica cerca de ti, reduciendo el impacto del $CO_2$** en el transporte y apoyando a las empresas locales.

## REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ES CLAVE

Con CLIMALIT® **reduces el consumo de energía hasta un 40%**, mejorando el aislamiento del acristalamiento de tu ventana.

## PARTICIPAMOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

CLIMALIT® contribuye al **desarrollo de la economía circular**, con un **30% de material reciclado** en el vidrio. CLIMALIT ECOLÓGICO® lo hace con alrededor de un 70%.

## TU CASA, TU ZONA DE CONFORT

**Materiales y soluciones que aportan** una temperatura agradable, evitan ruidos y permiten disfrutar de la luz natural.

https://climalit.es/sostenibilidad/


*Saint-Gobain Glass España se reserva el derecho a modificar este catálogo sin previo aviso, en función de disponibilidad y actualizaciones de gama. Sujeto a modificaciones técnicas. Todas las marcas que aparecen son marcas registradas por Saint-Gobain. Realización: Simetría y Color. - Octubre 2022.*


CLIMALIT®

# SÚMATE A CLIMALIT® POR UN MUNDO MEJOR

SAINT-GOBAIN

# CLIMALIT®

La marca **CLIMALIT®** ofrece soluciones en doble y triple acristalamiento que responden a cualquier necesidad de confort. Hoy en día se demandan, cada vez más, soluciones multi-prestación que cubren distintas necesidades al mismo tiempo, tanto en construcción nueva como en proyectos de renovación de viviendas. Un doble acristalamiento consiste en dos piezas de vidrio ensambladas mediante un perfil intercalario.
Si le añadimos un segundo perfil y una tercera pieza de vidrio, será un triple acristalamiento.

**CLIMALIT PLUS®**, la gama de soluciones que integra vidrios con capa, responde a las exigencias de confort térmico del Código Técnico de la Edificación, conforme a la normativa europea y a la climatología. Además del plus de aislamiento térmico y/o del control solar, aportado mediante una capa magnetrónica, estos acristalamientos pueden integrar vidrios especiales que aporten seguridad o aislamiento acústico. Así, estas soluciones permiten construir espacios más confortables y mejoran la eficiencia energética: una vivienda bien aislada, mantendrá mejor la temperatura interior. Nos ayudará a ahorrar energía, con el consiguiente ahorro para nuestro bolsillo y de esta manera contribuiremos a la protección del planeta.

**Con CLIMALIT ECOLÓGICO®, ¡siente el confort y protege el planeta!**

Participar en el reto de la descarbonización del planeta, requiere de una elección aún más responsable: **CLIMALIT ECOLÓGICO®** es la gama de acristalamientos con excelentes valores de eficiencia energética y baja huella de carbono, fundamentalmente gracias a innovadores vidrios que nos permiten contribuir al máximo a preservar nuestro entorno.

Las soluciones más sencillas no incluidas en una de estas gamas, se encuadrarían en CLIMALIT BASIC®.

## Razones para elegir CLIMALIT®:

1. Es la primera marca de doble acristalamiento lanzada en España, hace más de 40 años.
2. Es sinónimo de calidad, garantía, prestigio, fiabilidad e innovación.
3. Permite alcanzar los mejores niveles de confort térmico y acústico todo el año.
4. Ofrece seguridad a los usuarios y protección en los espacios.
5. Los vidrios que lo componen son de Saint-Gobain Glass: ofrecen unas prestaciones y calidad excelentes, con capas en constante innovación.
6. La marca N de AENOR, el marcado CE y Saint-Gobain avalan su calidad.
7. Cuentan con 10 años de garantía desde la fecha de su fabricación*.
8. Contribuyen a la protección del medioambiente.
9. Es el mejor aliado para ahorrar en las facturas de calefacción y aire acondicionado.
10. Está fabricado en España por una red exclusiva de empresas acreditadas por Saint-Gobain Glass.

**Luz sin calor**

**Aislamiento térmico**

**Ahorro**

**Seguridad**

**Silencio**

*Ver condiciones en www.climalit.es

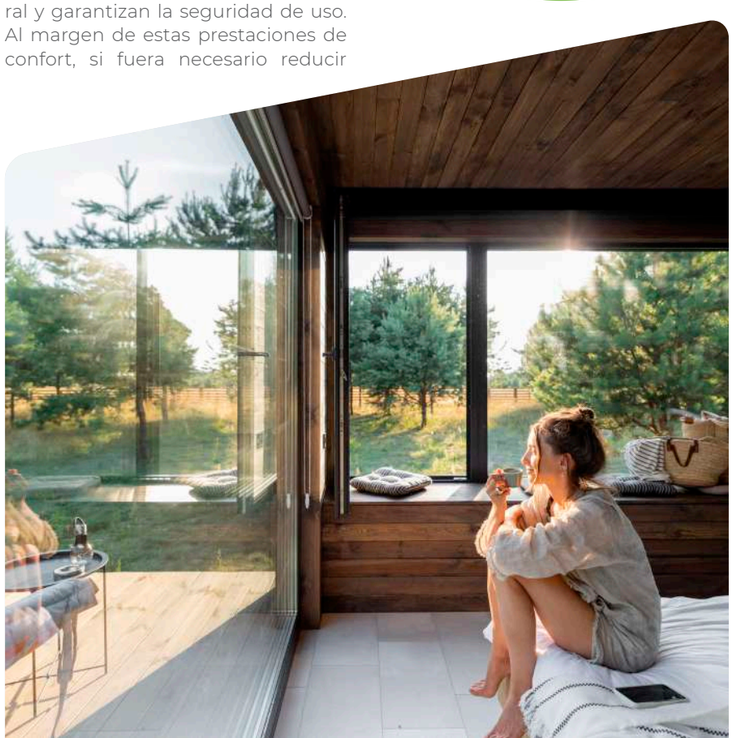


# CLIMALIT ECOLÓGICO®

**CLIMALIT ECOLÓGICO** es una gama de vidrios diseñada para personas que, además de disfrutar del bienestar y cuidar el bolsillo, luchan y ponen su granito de arena para proteger el planeta. Estos vidrios complementan acciones diarias, como separar los residuos a conciencia o leer las etiquetas para comprobar que el producto ha sido fabricado sosteniblemente.

**CLIMALIT ECOLÓGICO** es una gama de dobles y triples acristalamientos cuyos vidrios han sido fabricados por Saint-Gobain bajo el proceso actualmente más respetuoso con el medioambiente. Por ello cuentan con una **huella de carbono reducida (ORAÉ), contribuyendo al máximo a proteger nuestro entorno**; vocación que igualmente caracteriza a las empresas de su Red *CLIMALIT Partners* que fabrican los dobles y triples acristalamientos de esta gama.

Además, las soluciones de la gama **CLIMALIT ECOLÓGICO** se caracterizan por llevar vidrio **PLANISTAR ONE ORAÉ** al exterior, vidrios de seguridad laminados **STADIP ORAÉ** al interior y cámaras con perfil intercalario *warm-edge* y argón. Así, ofrecen un excelente aislamiento térmico con la mayor entrada posible de luz natural y garantizan la seguridad de uso. Al margen de estas prestaciones de confort, si fuera necesario reducir los ruidos molestos del exterior, la gama comprende soluciones específicas con confort acústico reforzado, **STADIP SILENCE ORAÉ.**



## *Un plus de compromiso con el medio ambiente*

Las zonas acristaladas de las fachadas son las áreas de mayor contacto con el exterior. El hecho de aislar los edificios de forma eficaz con el uso de acristalamientos de mayores prestaciones, tiene un impacto directo en los consumos de energía. La calefacción, el aire acondicionado y la iluminación de los edificios constituyen el mayor gasto energético de las ciudades en Europa.
CLIMALIT está destinado a mejorar el aislamiento y, por tanto, a reducir los consumos de energía que utilizamos para mantener temperaturas confortables dentro de los edificios. Si los edificios estuvieran equipados con dobles acristalamientos de altas prestaciones CLIMALIT, podrían ahorrar hasta 90 millones de toneladas de $CO_2$ al año en Europa; es decir, el equivalente a las emisiones generadas por 9,8 millones de europeos durante un año.*
Por otro lado, los impactos medioambientales se reducen en cada etapa del ciclo de vida de CLIMALIT. Los ahorros de energía conseguidos tras diez meses de uso de un CLIMALIT, compensan la energía utilizada para su producción y transporte. Además, los vidrios de Saint-Gobain Glass utilizados en la composición de un CLIMALIT contienen un 30% de vidrio reciclado y en el caso del CLIMALIT ECOLÓGICO, alrededor de un 70 %. Incluso al final de su vida útil, los vidrios de un CLIMALIT son aptos para ser reciclados.

* Fuente: Eurostat/Class for Europe.

**Doble acristalamiento CLIMALIT ECOLÓGICO®.** Composición con cámara 16 mm, argón e intercalario *warm-edge*

| Vidrio Exterior *(Capa en cara 2)* | Vidrio interior | Transmitancia Térmica *Ug [W/m2K]* | Factor Solar *g* | Transmisión Luminosa *TL [%]* | Reflexión Exterior RLe *RLe [%]* | Acústica *Rtr [dB]* | Seguridad | Reducción* vs PLANICLEAR *%* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE ORAÉ® 4 mm | STADIP ORAÉ 44.1 | 1 | 0,38 | 71 | 14 | 35dB(-1; -5) | NPD/2B2 | 25 |
| PLANISTAR ONE ORAÉ® 6 mm | STADIP ORAÉ 44.1 | 1 | 0,37 | 71 | 14 | 39dB(-2; -6) | NPD/2B2 | 23 |
| STADIP PLANISTAR ONE ORAÉ® 44.1 | STADIP ORAÉ 44.1 | 1 | 0,36 | 70 | 14 | 38dB(-2; -6) | 2B2/2B2 | 27 |
| PLANISTAR ONE ORAÉ® 4 mm | STADIP SILENCE ORAÉ 44.1Si | 1 | 0,38 | 71 | 14 | 37dB(-1; -5) | NPD/2B2 | 25 |
| PLANISTAR ONE ORAÉ® 6 mm | STADIP SILENCE ORAÉ 44.1Si | 1 | 0,37 | 71 | 14 | 41dB(-3; -7) | NPD/2B2 | 23 |
| STADIP PLANISTAR ONE ORAÉ® 44.1 | STADIP SILENCE ORAÉ 44.1Si | 1 | 0,36 | 70 | 14 | 43dB(-3; -7) | 2B2/2B2 | 27 |

Se recomienda cámara de 16 mm para obtener las mejores prestaciones de eficiencia energética.

**Triple acristalamiento CLIMALIT ECOLÓGICO®.** Composición con cámaras 16 mm, argón e intercalario *warm-edge*

| Vidrio Exterior *(Capa en cara 2)* | Vidrio Intermedio | Vidrio interior | Transmitancia Térmica *Ug [W/m2K]* | Factor Solar *g* | Transmisión Luminosa *TL [%]* | Reflexión Exterior RLe *RLe [%]* | Acústica *Rtr [dB]* | Seguridad | Reducción* vs PLANICLEAR *%* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE ORAÉ® 4 mm | ORAÉ® 4 | STADIP XN ORAÉ 44.1 | 0,5 | 0,35 | 64 | 16 | 38dB(-1;-6) | NPD/2B2 | 23 |
| PLANISTAR ONE ORAÉ® 4 mm | ORAÉ® 4 | STADIP SILENCE XN ORAÉ® 44.1 Si | 0,5 | 0,35 | 65 | 16 | 39dB(-3;-7) | NPD/2B2 | 23 |
| STADIP PLANISTAR ONE ORAÉ® 44.1 | ORAÉ® 4 | STADIP XN ORAÉ 44.1 | 0,5 | 0,33 | 63 | 16 | 41dB(-2;-6) | 2B2/2B2 | 24 |
| STADIP PLANISTAR ONE ORAÉ® 44.1 | ORAÉ® 4 | STADIP SILENCE XN ORAÉ® 44.1 Si | 0,5 | 0,33 | 63 | 16 | 46dB(-2;-7) | 2B2/2B2 | 24 |

# CLIMALIT

## PLUS®

Los acristalamientos CLIMALIT PLUS están compuestos por, al menos, un vidrio con capa de Aislamiento Térmico Reforzado (A.T.R.) y/o control solar fabricado por Saint-Gobain Glass.

Existen **tres niveles de confort térmico** disponibles para cubrir las necesidades de cualquier vivienda:
- PLANITHERM XN
- PLANITHERM 4S
- PLANISTAR ONE

**CLIMALIT PLUS con PLANITHERM XN**

**Excelente aislamiento térmico**

**CLIMALIT PLUS con PLANITHERM 4S**

**Aislamiento térmico reforzado todo el año**

+ **Control Solar** (permitiendo el ahorro en aire acondicionado)

**CLIMALIT PLUS con PLANISTAR ONE**

**Aislamiento térmico reforzado y luz sin calor**

+ + **Control Solar** (gran limitación de la entrada de radiación solar directa, permitiendo un importante ahorro en aire acondicionado)

+ + + **Gran aporte Luminoso** (aprovechamiento máximo de la luz natural)

### Aislamiento térmico

CLIMALIT PLUS puede llegar a mejorar hasta en un 40% la capacidad de aislamiento con respecto a un doble acristalamiento básico (4/6/4), pudiendo reducir los gastos de calefacción en invierno y los de aire acondicionado en verano.

### Luz sin calor

Si se necesitan mayores prestaciones de control solar que las ofrecidas por un vidrio con Planitherm 4S o Planistar One, se recomienda incorporar al doble acristalamiento CLIMALIT PLUS un vidrio de la familia COOL-LITE, la gama de vidrios con altas prestaciones de control solar de Saint-Gobain Glass.



### Seguridad

Es imprescindible tener en cuenta el nivel de seguridad en las viviendas, tanto para evitar intrusiones y proteger los bienes, como para preservar la integridad física de las personas.
Los vidrios laminados STADIP / STADIP PROTECT actúan como una barrera de seguridad frente al exterior, ya que se fabrican con varios butirales de polivinilo (PVB) en su interior. Además de seguridad frente agresión o vandalismo, reducen el riesgo de lesiones a los usuarios en caso de rotura, puesto que, si se rompieran, los trozos de cristal se adherirían al butiral de plástico.
El vidrio SECURIT es un vidrio templado de seguridad, apto para resistir impactos que, en caso de rotura, reduce los riesgos de daños al romperse en pequeños fragmentos.

### Silencio y tranquilidad

La elección de un cerramiento adecuado es fundamental para reducir las molestias acústicas ocasionadas, disipando el ruido exterior.
Añade un plus de seguridad y aislamiento acústico a tu ventana con CLIMALIT PLUS, integrando en su composición, un vidrio de seguridad y atenuación acústica STADIP SILENCE.

### Un plus de ahorro

Las superficies acristaladas pueden constituir un problema de pérdida de energía, por eso es imprescindible contar con un buen aislamiento, evitando que la ventana se convierta en un punto débil de la vivienda.
Gracias a los acristalamientos CLIMALIT PLUS con PLANITHERM XN, PLANITHERM 4S o PLANISTAR ONE, se reducen las pérdidas de energía de calefacción y/o refrigeración a través del cristal hasta un 50% más que con un doble acristalamiento básico (4/6/4) y con respecto a un vidrio sencillo (monolítico), el ahorro puede ser de hasta 4 veces más.

### Beneficios de CLIMALIT PLUS®

- **Aislamiento térmico reforzado** en las estaciones frías.
- **Reduce el efecto** conocido como "pared fría".
- **Permite el ahorro** en calefacción y aire acondicionado.
- **Minimiza las pérdidas de calor** a través de las ventanas.
- **Reduce el riesgo** de condensaciones.
- **Máximo confort** en la vivienda.

## DOBLE ACRISTALAMIENTO CLIMALIT PLUS®

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 6 / cámara de argón 90% 16mm / 44.2Si

| Vidrio Exterior *(Capa en cara 2)* | Vidrio interior | Transmitancia Térmica *Ug [W/m2K]* | Factor Solar *g* | Factores luminosos *TL [%]* | *RLe [%]* | *RLe [%]* | Seguridad | Acústica *Rtr [dB]* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | STADIP SILENCE | 1,0 | 0,37 | 70 | 14 | 15 | NPD/1B1 | 42 (-2,-7) |
| PLANITHERM 4S | STADIP SILENCE | 1,0 | 0,42 | 64 | 27 | 23 | NPD/1B1 | 42 (-2,-7) |
| PLANITHERM XN | STADIP SILENCE | 1,1 | 0,61 | 80 | 12 | 11 | NPD/1B1 | 42 (-2,-7) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 6 / cámara de argón 90% 16mm / 44.2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | STADIP PROTECT | 1,0 | 0,37 | 70 | 14 | 15 | NPD/1B1 | 37 (-1,-5) |
| PLANITHERM 4S | STADIP PROTECT | 1,0 | 0,42 | 64 | 27 | 23 | NPD/1B1 | 37 (-1,-5) |
| PLANITHERM XN | STADIP PROTECT | 1,1 | 0,61 | 80 | 12 | 11 | NPD/1B1 | 37 (-1,-5) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 6 / cámara de argón 90% 16mm / 4

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | PLANICLEAR | 1,0 | 0,38 | 72 | 14 | 15 | NPD/NPD | 35 (-1,-5) |
| PLANITHERM 4S | PLANICLEAR | 1,0 | 0,42 | 65 | 27 | 24 | NPD/NPD | 35 (-1,-5) |
| PLANITHERM XN | PLANICLEAR | 1,1 | 0,61 | 81 | 12 | 11 | NPD/NPD | 35 (-1,-5) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 6 / cámara de aire 16mm / 44.2Si

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | STADIP SILENCE | 1,3 | 0,37 | 70 | 14 | 15 | NPD/1B1 | 42 (-2,-7) |
| PLANITHERM 4S | STADIP SILENCE | 1,3 | 0,42 | 64 | 27 | 23 | NPD/1B1 | 42 (-2,-7) |
| PLANITHERM XN | STADIP SILENCE | 1,4 | 0,61 | 80 | 12 | 11 | NPD/1B1 | 42 (-2,-7) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 44.1 Si / cámara de argón 90% 16mm / 44.2Si

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | STADIP SILENCE | 1,0 | 0,36 | 70 | 14 | 15 | 2B2/1B1 | 44 (-3,-8) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 44.1 Si / cámara de argón 90% 16mm / 44.2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | STADIP PROTECT | 1,0 | 0,36 | 70 | 14 | 15 | 2B2/1B1 | 43 (-4,-8) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 44.1 Si / cámara de argón 90% 16mm / 4

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | PLANICLEAR | 1,0 | 0,36 | 71 | 14 | 15 | 2B2/1B1 | 37 (-1,-5) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 44.1 Si / cámara de aire 16mm / 44.2Si

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | STADIP SILENCE | 1,3 | 0,36 | 70 | 14 | 15 | 2B2/1B1 | 44 (-3,-8) |

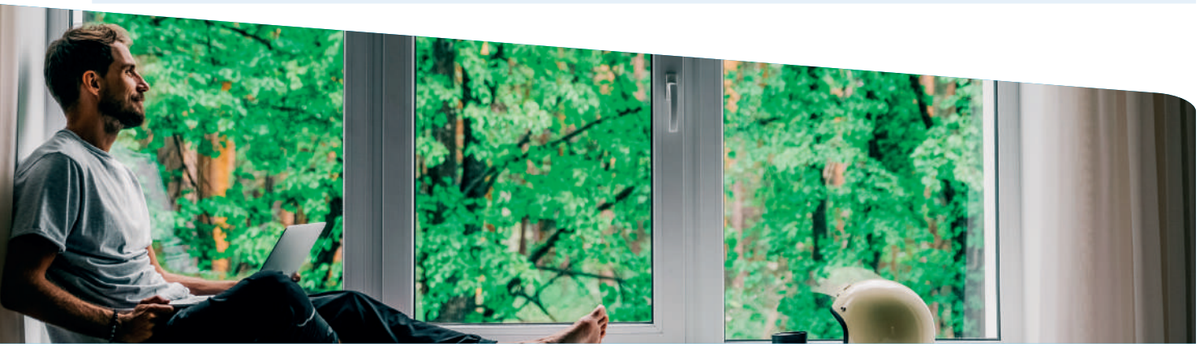
## TRIPLE ACRISTALAMIENTO CLIMALIT PLUS®

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 6 / cámara de argón 90% 18mm / 4 / cámara de argón 90% 18mm / 44.2 Si

| Vidrio Exterior *(Capa en cara 2)* | Vidrio Intermedio | Vidrio interior | Transmitancia Térmica *Ug [W/m2K]* | Factor Solar *g* | Factores luminosos *TL [%]* | *RLe [%]* | *RLe [%]* | Seguridad | Acústica *Rtr [dB]* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANISTAR ONE | PLANICLEAR | STADIP SILENCE PLANITHERM XN | 0,5 | 0,35 | 64 | 16 | 17 | NPD/NPD/1B1 | 43 (-3,-8) |
| PLANITHERM 4S | | | 0,5 | 0,39 | 58 | 29 | 24 | NPD/NPD/1B1 | 43 (-3,-8) |
| PLANITHERM XN | | | 0,5 | 0,53 | 72 | 14 | 14 | NPD/NPD/1B1 | 43 (-3,-8) |

**CLIMALIT PLUS®.** Composición: 44.1 Si / cámara de argón 90% 18mm / 4 / cámara de argón 90% 18mm / 44.2 Si

| Vidrio Exterior *(Capa en cara 2)* | Vidrio Intermedio | Vidrio interior | Transmitancia Térmica *Ug [W/m2K]* | Factor Solar *g* | Factores luminosos *TL [%]* | *RLe [%]* | *RLe [%]* | Seguridad | Acústica *Rtr [dB]* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STADIP SILENCE PLANISTAR ONE | PLANICLEAR | STADIP SILENCE PLANITHERM XN | 0,5 | 0,33 | 63 | 16 | 17 | 2B2/NPD/1B1 | 47 (-2,-7) |





# AUTENTICIDAD DE CLIMALIT®

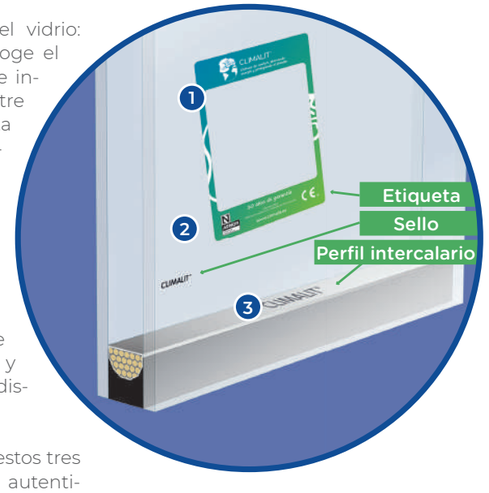
Los dobles y triples acristalamiento CLIMALIT son fabricados, exclusivamente, por la Red de Fabricantes Licenciatarios de la marca **CLIMALIT** de Saint-Gobain Glass.
Encuentre a su fabricante más cercano en www.climalit.es, sección Fabricantes.

## Identificación de CLIMALIT®

La identificación de los dobles y triples acristalamientos **CLIMALIT** se realiza a través de tres elementos:

1. **La etiqueta CLIMALIT®:** Informa sobre las características del producto (composición, espesor de las cámaras, dimensiones...). Permite identificar el pedido y a su fabricante, lo que sirve para garantizar el producto.
2. **El sello impreso** sobre el vidrio: Además de la marca, recoge el código de fabricación, que indica al fabricante, el semestre y el año de fabricación. Esta pequeña firma permanece inalterable con el tiempo, de forma que siempre se puede identificar un volumen **CLIMALIT.**
3. **El perfil intercalario** de aluminio grabado con **CLIMALIT***: Únicamente las empresas fabricantes y licenciatarios de la marca disponen del mismo.

La presencia simultánea de estos tres identificadores asegura la autenticidad del producto y la garantía de **CLIMALIT**.




*Los perfiles rígidos de plástico warm-edge y los flexibles de espuma orgánica pueden no llevar grabada la marca CLIMALIT**.**

# CALIDAD Y GARANTÍA

## La calidad de CLIMALIT®

**Saint-Gobain Glass exige a los fabricantes Licenciatarios de la marca CLIMALIT la obtención y mantenimiento de la certificación Marca N** para la producción de dobles y triples acristalamientos objeto de la misma.
La marca N de AENOR para unidad de vidrio aislante es una certificación conforme con la norma Europea **UNE-EN 1279.**

AENOR
UNIDADES DE VIDRIO AISLANTE

## Garantía

**El fabricante garantiza cada volumen de CLIMALIT por un período de 10 años** a partir de la fecha de fabricación. Se aplicará, únicamente, contra todo defecto de fabricación que pueda producir disminución de visibilidad a causa de la formación de condensaciones de humedad, o de depósito de polvo en el interior de la cámara de doble o triple acristalamiento.
Todo ello, siempre y cuando:

- Los volúmenes de CLIMALIT hubieran sido instalados correctamente y en una carpintería adecuada.
- En la instalación de las ventanas, se hubieran respetado las especificaciones y las normas de puesta en obra, recogidas en la normativa oficial o en el Manual del Vidrio de Saint-Gobain.
- El mantenimiento regular de la ventana haya sido el adecuado. La falta de limpieza o un mantenimiento inadecuado podrían causar obstrucción del drenaje en el galce de la carpintería y dañar el acristalamiento, deterioro que no cubrirá la garantía.

Garantía
CLIMALIT®
10 años

Más información en www.climalit.es

# ANEXO 4

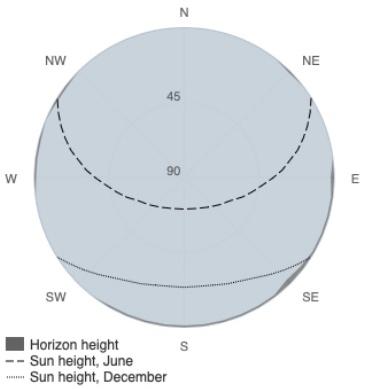
# Report generated on

## PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

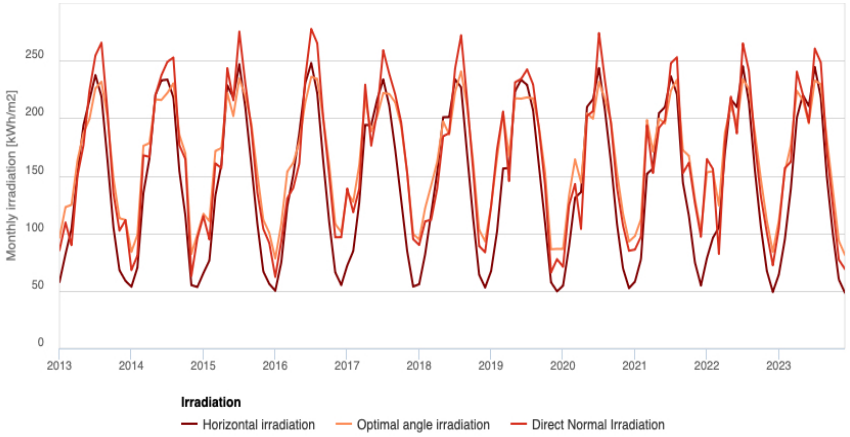
### Provided inputs

| | |
|---|---|
| Latitude/Longitude: | 41.629,-4.718 |
| Horizon: | Calculated |
| Database used | PVGIS-SARAH3 |
| Start year: | 2013 |
| End year: | 2023 |
| Variables included in this report: | |
| Global horizontal irradiation: | Yes |
| Direct Normal Irradiation: | Yes |
| Global irradiation optimum angle: | Yes |
| Global irradiation at angle ° | No |
| Diffuse/global ratio | No |
| Average temperature | No |

### Outline of horizon at chosen location:




### Monthly solar irradiation estimates




**Global horizontal irradiation**

| Month | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| January | 57.72 | 53.54 | 65.37 | 50.04 | 72.04 | 55.72 | 67.16 | 54.46 | 57.97 | 78.39 | 64.08 |
| February | 81.84 | 70.17 | 76.32 | 74.63 | 84.49 | 81.94 | 101.76 | 88.59 | 77.33 | 96.09 | 94.55 |
| March | 103.93 | 135.03 | 132.76 | 123.58 | 126.31 | 117.32 | 156.23 | 130.82 | 151.62 | 105.06 | 138.56 |
| April | 152.63 | 164.82 | 159.44 | 150.95 | 194.08 | 152.95 | 156.65 | 135.72 | 156.21 | 169.68 | 200.41 |
| May | 193.9 | 219.97 | 228.37 | 187.1 | 193.86 | 200.79 | 223.4 | 209.86 | 204.36 | 216.51 | 220.2 |
| June | 215.76 | 232.83 | 217.67 | 230.44 | 216.29 | 200.96 | 233.32 | 216.3 | 209.65 | 209.64 | 210.56 |
| July | 237.29 | 233.43 | 246.78 | 247.77 | 233.6 | 233.61 | 228.82 | 243.44 | 236.25 | 245 | 244.35 |
| August | 218.93 | 218.11 | 209.27 | 221.65 | 210.84 | 226.77 | 206.75 | 206.46 | 220.71 | 213.69 | 218.11 |
| September | 163.75 | 153.99 | 159.74 | 162.69 | 172.73 | 168.79 | 157.68 | 161.11 | 143.94 | 154.58 | 149.43 |
| October | 105 | 115.33 | 108.45 | 109.51 | 128.81 | 113.04 | 109.2 | 107.97 | 115 | 105.54 | 99.9 |
| November | 67.85 | 54.94 | 66.76 | 65.98 | 84.53 | 63.93 | 57.38 | 69.5 | 74.66 | 67.28 | 59.83 |
| December | 58.69 | 53.31 | 55.97 | 55.06 | 53.67 | 52.9 | 49.55 | 52.34 | 54.65 | 49.04 | 48.53 |

**Direct Normal Irradiation**

| Month | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| January | 85.35 | 68.05 | 114.85 | 62.15 | 138.75 | 89.85 | 123.44 | 70.92 | 85.84 |
| February | 109.25 | 80.57 | 94.72 | 92.93 | 118.32 | 110.33 | 173.11 | 124.45 | 97.09 |
| March | 89.7 | 167.67 | 160.67 | 130.43 | 138.6 | 111.75 | 205.64 | 142.72 | 193.6 |
| April | 149.98 | 166.34 | 156.64 | 139.43 | 228.96 | 138.75 | 145.36 | 103.88 | 152.47 |
| May | 176.4 | 219.97 | 243.37 | 160.61 | 176.17 | 184.29 | 231.15 | 201.96 | 191.66 |
| June | 223.94 | 237.27 | 215.61 | 235.61 | 205.59 | 186.89 | 233.98 | 205.96 | 197.89 |
| July | 254.48 | 248.94 | 275.09 | 277.36 | 258.87 | 243.28 | 242.28 | 273.81 | 247.76 |
| August | 265.42 | 252.61 | 229.88 | 265.04 | 238.57 | 271.9 | 229.28 | 232.25 | 252.8 |
| September | 205.73 | 176.47 | 191.17 | 199.47 | 220.67 | 215.57 | 190.04 | 194.89 | 152.25 |
| October | 134.33 | 164.41 | 135.48 | 149.66 | 196.33 | 154.79 | 141.77 | 139.46 | 161.14 |
| November | 102.3 | 62.93 | 103.71 | 96.51 | 152.5 | 88.85 | 65.99 | 106.73 | 126.2 |
| December | 111.29 | 95.95 | 91.51 | 96.59 | 94.84 | 83.51 | 77.53 | 84.8 | 97.02 |

PVGIS ©European Union, 2001-2025.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2025/03/31

Joint Research Centre

European Commission

**Global irradiation optimum angle**

| Month | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| January | 96.27 | 83.88 | 116.86 | 78.14 | 135.51 | 94.58 | 123.77 | 86.36 | 97.53 | 152.94 | 111 |
| February | 122.73 | 98.54 | 110.58 | 108.04 | 127.37 | 121.98 | 165.65 | 132.93 | 112.1 | 153.85 | 153.61 |
| March | 124.65 | 175.92 | 171.45 | 153.6 | 159.04 | 141.54 | 204.63 | 164.12 | 198.22 | 124.15 | 176.39 |
| April | 163.56 | 178.27 | 174.04 | 161.3 | 216.72 | 162.06 | 167.47 | 144.08 | 170.95 | 187.46 | 223.74 |
| May | 186.97 | 216.29 | 221.86 | 179.68 | 188.48 | 197.12 | 217.29 | 204.04 | 199.45 | 211.02 | 215.52 |
| June | 199.17 | 215.71 | 201.88 | 213.55 | 201.54 | 185.89 | 216.88 | 199.55 | 195.29 | 194.72 | 195.54 |
| July | 225.89 | 221.92 | 234.4 | 235.87 | 221.75 | 222.66 | 218.03 | 231.48 | 224.08 | 233.7 | 232.7 |
| August | 231.62 | 230.13 | 218.95 | 234.06 | 221.05 | 240.56 | 217.12 | 216.52 | 233.17 | 225.51 | 229.52 |
| September | 200.76 | 185.48 | 195.38 | 199.79 | 213.68 | 209.96 | 191.86 | 196.89 | 172.08 | 187.55 | 182.4 |
| October | 147.73 | 169.57 | 151.77 | 159.28 | 192.92 | 161.73 | 153.4 | 152.71 | 167.27 | 147.04 | 137.83 |
| November | 113.01 | 82.01 | 111.67 | 108.06 | 152.37 | 102.98 | 86.08 | 117.13 | 129.74 | 110.81 | 93.37 |
| December | 111.6 | 99.13 | 100.34 | 100.95 | 99.36 | 93.03 | 86.43 | 92.82 | 101.22 | 83.97 | 81.38 |

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

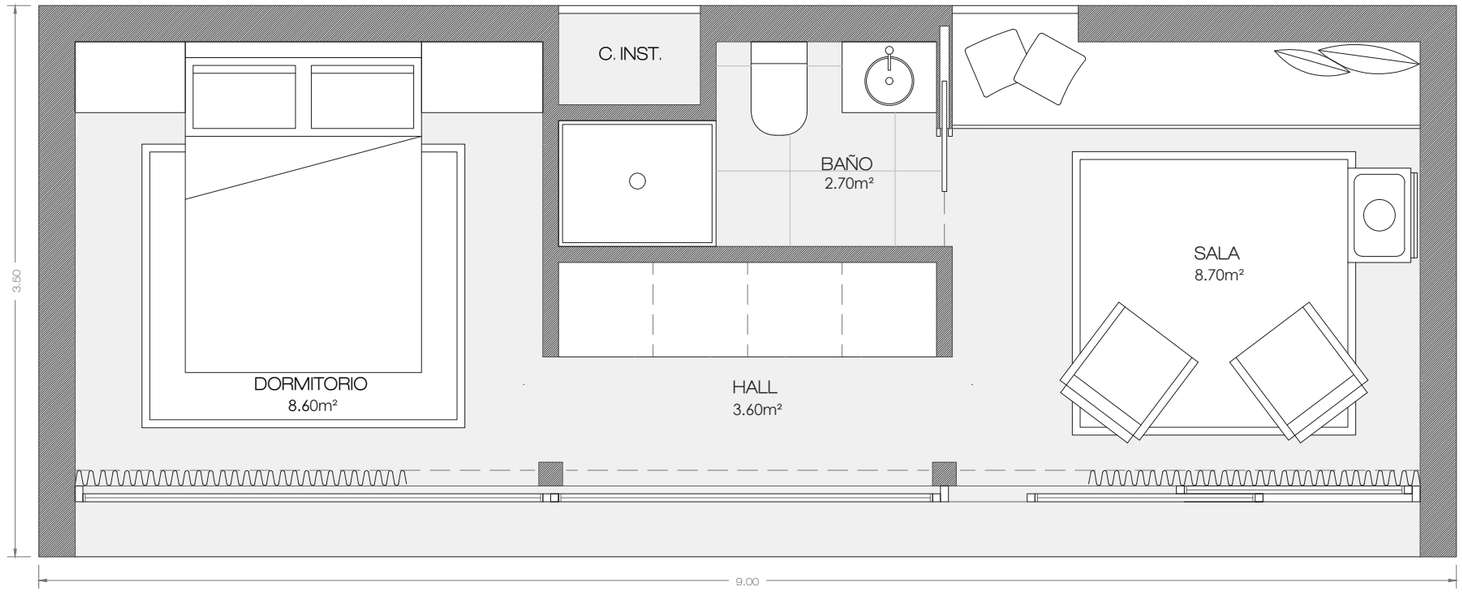
Joint Research Centre

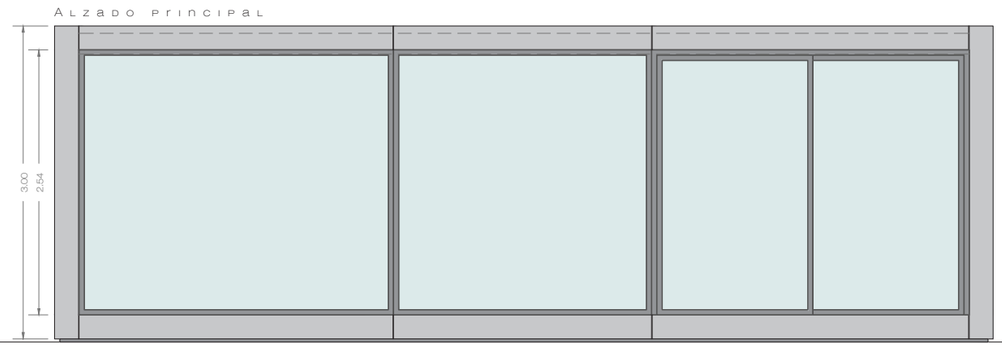
PVGIS ©European Union, 2001-2025.

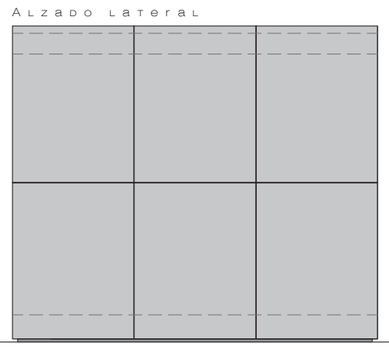
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2025/03/31

# ANEXO 5




## SUPERFICIES ÚTILES

| | |
|---|---|
| DORMITORIO | 8.60 m² |
| BAÑO | 2.70 m² |
| HALL | 3.60 m² |
| SALA | 8.70 m² |

**SUPERFICIE INTERNA 23.60m²**

**SUPERFICIE CONSTRUÍDA 31.50 m²**

# SG 31

MODELO “SUITE”

Space Garden
by Resan

# ANEJO Nº6
# ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE COSNTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN ..... 3
2. ESTIMACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR ..... 3
3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS ..... 8
4. OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN Y SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS ..... 9
5. PLANOS ..... 15
6. PLIEGO DE CONDICIONES ..... 16
7. VALORACIÓN DEL COSTE ESPECÍFICO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS ..... 21

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el RD 105/2008, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición de las obras previstas conforme a lo dispuesto en el art. 4, con el siguiente contenido:

1- Identificación de los residuos que se van a generar (según Orden MAM/304/2002).
2- Medidas para la prevención de estos residuos.
3- Operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
4- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

## 2. ESTIMACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR

**Generalidades**

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos. Sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado. Así, por ejemplo, al iniciarse una obra es habitual que haya que derribar una construcción existente y/o que se deban efectuar ciertos movimientos de tierras. Durante la realización de la obra también se origina una importante cantidad de residuos en forma de sobrantes y restos diversos de embalajes. Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el derribo con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar. La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos del comedor del personal si lo hubiera y de otras actividades, que si bien no son propiamente la ejecución material se originarán durante el transcurso de la obra: reciclar los residuos de papel de la oficina de la obra, los toners y tinta de las impresoras y fotocopiadoras, los residuos biológicos, etc.

En el presente anejo la identificación de residuos se hará según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

**Clasificación y descripción de los residuos**

**RCDs de Nivel I**. Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

**RCDs de Nivel II**. Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. No son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no. Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, "cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor".

| | | |
|---|---|---|
| **RCDs Nivel I** | | |
| | **1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN** | |
| | 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 |
| | 17 05 06 | Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06 |
| | 17 05 08 | Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07 |
| **RCDs Nivel II** | | |
| | **RCD: Naturaleza no pétrea** | |
| | **1. Asfalto** | |
| | 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01 |
| | **2. Madera** | |
| X | 17 02 01 | Madera |
| | **3. Metales** | |
| X | 17 04 01 | Cobre, bronce, latón |
| X | 17 04 02 | Aluminio |
| X | 17 04 03 | Plomo |
| X | 17 04 04 | Zinc |
| X | 17 04 05 | Hierro y Acero |
| X | 17 04 06 | Estaño |
| X | 17 04 06 | Metales mezclados |
| X | 17 04 11 | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 |
| | **4. Papel** | |
| X | 20 01 01 | Papel |
| | **5. Plástico** | |
| X | 17 02 03 | Plástico |
| | **6. Vidrio** | |
| X | 17 02 02 | Vidrio |
| | **7. Yeso** | |
| X | 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01 |
| | **RCD: Naturaleza pétrea** | |
| | **1. Arena Grava y otros áridos** | |
| | 01 04 08 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07 |
| | 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla |
| | **2. Hormigón** | |
| X | 17 01 01 | Hormigón |
| | **3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos** | |
| X | 17 01 02 | Ladrillos |
| | 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos |
| X | 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06. |
| | **4. Piedra** | |
| X | 17 09 04 | RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03 |

| | RCD: Potencialmente peligrosos y otros | |
|---|---|---|
| | **1. Basuras** | |
| | 20 02 01 | Residuos biodegradables |
| | 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales |
| | | |
| | **2. Potencialmente peligrosos y otros** | |
| | 17 01 06 | Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's) |
| X | 17 02 04 | Madera, vidrio o plastico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas |
| | 17 03 01 | Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla |
| | 17 03 03 | Alquitrán de hulla y productos alquitranados |
| | 17 04 09 | Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas |
| | 17 04 10 | Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's |
| | 17 06 01 | Materiales de aislamiento que contienen Amianto |
| X | 17 06 03 | Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas |
| | 17 06 05 | Materiales de construcción que contienen Amianto |
| | 17 08 01 | Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's |
| | 17 09 01 | Residuos de construcción y demolición que contienen mercúrio |
| X | 17 09 02 | Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's |
| X | 17 09 03 | Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's |
| | 17 06 04 | Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03 |
| | 17 05 03 | Tierras y piedras que contienen SP's |
| | 17 05 05 | Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas |
| | 17 05 07 | Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas |
| X | 15 02 02 | Absorventes contaminados (trapos,...) |
| X | 13 02 05 | Aceites usados (minerales no clorados de motor,...) |
| X | 16 01 07 | Filtros de aceite |
| X | 20 01 21 | Tubos fluorescentes |
| X | 16 06 04 | Pilas alcalinas y salinas |
| X | 16 06 03 | Pilas botón |
| X | 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plastico contaminado |
| X | 08 01 11 | Sobrantes de pintura o barnices |
| X | 14 06 03 | Sobrantes de disolventes no halogenados |
| X | 07 07 01 | Sobrantes de desencofrantes |
| X | 15 01 11 | Aerosoles vacios |
| X | 16 06 01 | Baterías de plomo |
| | 13 07 03 | Hidrocarburos con agua |
| | 17 09 04 | RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03 |

**Estimación de los residuos a generar.**

La estimación se realizará en función de las categorías indicadas anteriormente, y expresadas en Toneladas y Metros Cúbicos tal y como establece el RD 105/2008.

En ausencia de datos más contrastados se manejan parámetros estimativos estadísticos de 20cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tn/m³.

En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:

| GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) | | |
|---|---|---|
| **Estimación de Residuos** | | |
| Superficie Construida total | 0,00 | $m^2$ |
| Volumen de resíduos | 2.000,00 | $m^3$ |
| Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/$m^3$) | 1,50 | Tn/$m^3$ |
| Toneladas de residuos | 3.000,00 | Tn |
| Estimación volumen tierras procedentes de excavación | 1.500,00 | $m^3$ |
| Presupuesto estimado de la obra (PEM) | 1.850.000,00 | € |
| Presupuesto estimado de movimiento de tierras en proyecto | 60.000,00 | € ( 1,0-2,5 % del PEM si no hay ppto expecífico) |

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados para obras similares de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos plasmados en el Plan Nacional de RCDs 2001-2006, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

| RCDs Nivel I | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Tn | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RDC | | Toneladas de cada tipo de RDC | Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5) | $m^3$ Volumen de Residuos |
| **1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN** | | | | |
| Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto | | 2250,00 | 1,50 | 1500,00 |

| RCDs Nivel II | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | % | Tn | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RDC | % de peso | de cada tipo de RDC | tipo (entre 1,5 y 0,5) | Volumen de Residuos |
| **RCD: Naturaleza no pétrea** | | | | |
| 1. Asfalto | 0,050 | 150,00 | 1,30 | 115,38 |
| 2. Madera | 0,040 | 120,00 | 0,60 | 200,00 |
| 3. Metales | 0,025 | 75,00 | 1,50 | 50,00 |
| 4. Papel | 0,003 | 9,00 | 0,90 | 10,00 |
| 5. Plástico | 0,015 | 45,00 | 0,90 | 50,00 |
| 6. Vidrio | 0,005 | 15,00 | 1,50 | 10,00 |
| 7. Yeso | 0,002 | 6,00 | 1,20 | 5,00 |
| **TOTAL estimación** | 0,140 | **420,00** | | **440,38** |
| **RCD: Naturaleza pétrea** | | | | |
| 1. Arena Grava y otros áridos | 0,040 | 120,00 | 1,50 | 80,00 |
| 2. Hormigón | 0,120 | 360,00 | 1,50 | 240,00 |
| 3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos | 0,540 | 1.620,00 | 1,50 | 1.080,00 |
| 4. Piedra | 0,050 | 150,00 | 1,50 | 100,00 |
| **TOTAL estimación** | 0,750 | **2.250,00** | | **1.500,00** |
| **RCD: Potencialmente peligrosos y otros** | | | | |
| 1. Basuras | 0,001 | 3,00 | 0,90 | 3,33 |
| 2. Potencialmente peligrosos y otros | 0,001 | 3,00 | 0,50 | 6,00 |
| **TOTAL estimación** | 0,001 | **3,00** | | **9,33** |

## 3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Se establecen las siguientes pautas las cuales deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos, aportando la información dentro del Plan de Gestión de Residuos, que él estime conveniente en la Obra para alcanzar los siguientes objetivos.

**Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan.** Hay que prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución. También es necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

**Gestionar los residuos que se originan de la manera más eficaz para su valorización.** Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

**Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero.** La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

**Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión.** No se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, definir un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, y que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

**Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.** Se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

**Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.** La información sobre las empresas de servicios e industriales dedicadas a la gestión de residuos es una base imprescindible para planificar una gestión eficaz.

**El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios.** El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales.

**Reducir el volumen de residuos, lo que aportará un ahorro en el coste de su gestión.** El coste actual de vertido de los residuos no incluye el coste ambiental real de la gestión de estos residuos. Hay que tener en cuenta que cuando se originan residuos también se producen otros costes directos, como los de almacenamiento en la obra, carga y transporte; asimismo se generan otros costes indirectos, los de los nuevos materiales que ocuparán el lugar de los residuos que podrían haberse reciclado en la propia obra; por otra parte, la puesta en obra de esos materiales dará lugar a nuevos residuos. Además, hay que considerar la pérdida de los beneficios que se podían haber alcanzado si se hubiera recuperado el valor potencial de los residuos al ser utilizados como materiales reciclados.

**Incluir un apartado en los contratos de suministro de materiales en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella.** Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de los materiales de embalaje que padecemos.

**Etiquetar debidamente los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos.** Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

## 4. OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN Y SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

**Proceso de gestión de residuos sólidos, inertes y materiales de construcción.**

De manera esquemática, el proceso a seguir es el siguiente:

- Recepción del material bruto.
- Separación de Residuos Orgánicos y Tóxicos y Peligrosos si los hubiera y envío a vertedero o gestores autorizados, respectivamente.
- Almacenamiento y reutilización de tierras de excavación aptas para su uso.
- Separación de voluminosos para su reciclado.
- Separación de maderas, plásticos cartones y férricos para su reciclado.
- Tratamiento del material apto para el reciclado y su clasificación.

**Medidas de segregación "in situ" previstas (clasificación/selección).**

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse, para facilitar su valorización posterior, en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Obras iniciadas posteriores a 14 de Agosto de 2.008:

| | |
|---|---|
| Hormigón | 160,00 T |
| Ladrillos, tejas, cerámicos | 80,00 T |
| Metales | 4,00 T |
| Madera | 2,00 T |
| Vidrio | 2,00 T |
| Plásticos | 1,00 T |
| Papel y cartón | 1,00 T |

Estos valores quedarán reducidos a la mitad para aquellas obras iniciadas posteriores a 14 de Febrero de 2.010.

Medidas empleadas (se marcan las casillas según lo aplicado):

| | |
|---|---|
| **X** | Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos. |
| | Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos…). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008. |
| | Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, |

| | |
|---|---|
| | y posterior tratamiento en planta. |

**Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos (en este caso se identificará el destino previsto).**

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo):

| | OPERACIÓN PREVISTA | DESTINO INICIAL |
|---|---|---|
| X | No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado. | Externo |
| | Reutilización de tierras procedentes de la excavación. | |
| | Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización. | |
| | Reutilización de materiales cerámicos. | |
| | Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio… | |
| | Reutilización de materiales metálicos. | |
| | Otros (indicar). | |

**Previsión de operaciones de valorización "in situ" de los residuos generados.**

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo):

| | OPERACIÓN PREVISTA |
|---|---|
| X | No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado. |
| | Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía. |
| | Recuperación o regeneración de disolventes. |

| | |
|---|---|
| | Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes. |
| | Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos. |
| | Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas. |
| | Regeneración de ácidos y bases. |
| | Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos. |
| | Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE. |
| | Otros (indicar). |

**Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".**

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas para la gestión de residuos no peligrosos, indicándose por parte del poseedor de los residuos el destino previsto para estos residuos.

Se indican a continuación las características y cantidad de cada tipo de residuos.

| RCDs Nivel I | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN** | | **Tratamiento** | **Destino** | **Cantidad** |
| | 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | Sin tratamiento esp. | Restauración / Vertedero | 0,00 |
| | 17 05 06 | Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06 | Sin tratamiento esp. | Restauración / Vertedero | 0,00 |
| | 17 05 08 | Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07 | Sin tratamiento esp. | Restauración / Vertedero | 0,00 |
| **RCDs Nivel II** | | | | | |
| | **RCD: Naturaleza no pétrea** | | **Tratamiento** | **Destino** | **Cantidad** |
| | **1. Asfalto** | | | | |
| | 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01 | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 150,00 |
| | **2. Madera** | | | | |
| X | 17 02 01 | Madera | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 120,00 |
| | **3. Metales** | | | | |
| X | 17 04 01 | Cobre, bronce, latón | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 7,50 |
| X | 17 04 02 | Aluminio | Reciclado | | 0,63 |
| X | 17 04 03 | Plomo | | | 2,25 |
| X | 17 04 04 | Zinc | | | 2,25 |
| X | 17 04 05 | Hierro y Acero | Reciclado | | 65,37 |
| X | 17 04 06 | Estaño | | | 42,00 |
| X | 17 04 06 | Metales mezclados | Reciclado | | 0,00 |
| X | 17 04 11 | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 | Reciclado | | 0,00 |
| | **4. Papel** | | | | |
| X | 20 01 01 | Papel | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 9,00 |
| | **5. Plástico** | | | | |
| X | 17 02 03 | Plástico | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 45,00 |
| | **6. Vidrio** | | | | |
| X | 17 02 02 | Vidrio | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 15,00 |
| | **7. Yeso** | | | | |
| X | 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01 | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 6,00 |

| | RCD: Naturaleza pétrea | | Tratamiento | Destino | Cantidad |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1. Arena Grava y otros áridos** | | | | |
| | 01 04 08 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07 | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,00 |
| | 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,00 |
| | **2. Hormigón** | | | | |
| X | 17 01 01 | Hormigón | Reciclado / Vertedero | Planta de reciclaje RCD | 360,00 |
| | **3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos** | | | | |
| X | 17 01 02 | Ladrillos | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 567,00 |
| | 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,00 |
| X | 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06. | Reciclado / Vertedero | Planta de reciclaje RCD | 562,50 |
| | **4. Piedra** | | | | |
| X | 17 09 04 | RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03 | Reciclado | | 150,00 |

| | RCD: Potencialmente peligrosos y otros | | Tratamiento | Destino | Cantidad |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1. Basuras** | | | | |
| | 20 02 01 | Residuos biodegradables | Reciclado / Vertedero | Planta de reciclaje RSU | 0,00 |
| | 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | Reciclado / Vertedero | Planta de reciclaje RSU | 0,00 |

| | 2. Potencialmente peligrosos y otros | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 17 01 06 | Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's) | Depósito Seguridad | Gestor autorizado RPs | 0,00 |
| X | 17 02 04 | Madera, vidrio o plastico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas | Tratamiento Fco-Qco | | 0,03 |
| | 17 03 01 | Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla | Depósito / Tratamiento | | 0,00 |
| | 17 03 03 | Alquitrán de hulla y productos alquitranados | Depósito / Tratamiento | | 0,00 |
| | 17 04 09 | Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas | Tratamiento Fco-Qco | | 0,00 |
| | 17 04 10 | Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's | Tratamiento Fco-Qco | | 0,00 |
| | 17 06 01 | Materiales de aislamiento que contienen Amianto | Depósito Seguridad | | 0,00 |
| X | 17 06 03 | Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas | Depósito Seguridad | | 0,03 |
| | 17 06 05 | Materiales de construcción que contienen Amianto | Depósito Seguridad | | 0,00 |
| | 17 08 01 | Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's | Tratamiento Fco-Qco | | 0,00 |
| | 17 09 01 | Residuos de construcción y demolición que contienen mercúrio | Depósito Seguridad | | 0,00 |
| X | 17 09 02 | Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's | Depósito Seguridad | | 0,03 |
| X | 17 09 03 | Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's | Depósito Seguridad | | 0,03 |
| | 17 06 04 | Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03 | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,00 |
| | 17 05 03 | Tierras y piedras que contienen SP's | Tratamiento Fco-Qco | Gestor autorizado RPs | 0,00 |
| | 17 05 05 | Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas | Tratamiento Fco-Qco | | 0,00 |
| | 17 05 07 | Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas | Depósito / Tratamiento | | 0,00 |
| X | 15 02 02 | Absorventes contaminados (trapos,...) | Depósito / Tratamiento | | 0,03 |
| X | 13 02 05 | Aceites usados (minerales no clorados de motor,...) | Depósito / Tratamiento | | 0,06 |
| X | 16 01 07 | Filtros de aceite | Depósito / Tratamiento | | 0,03 |
| X | 20 01 21 | Tubos fluorescentes | Depósito / Tratamiento | | 0,06 |
| X | 16 06 04 | Pilas alcalinas y salinas | Depósito / Tratamiento | | 0,03 |
| X | 16 06 03 | Pilas botón | Depósito / Tratamiento | | 0,03 |
| X | 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plastico contaminado | Depósito / Tratamiento | | 1,59 |
| X | 08 01 11 | Sobrantes de pintura o barnices | Depósito / Tratamiento | | 0,60 |
| X | 14 06 03 | Sobrantes de disolventes no halogenados | Depósito / Tratamiento | | 0,05 |
| X | 07 07 01 | Sobrantes de desencofrantes | Depósito / Tratamiento | | 0,23 |
| X | 15 01 11 | Aerosoles vacios | Depósito / Tratamiento | | 0,15 |
| X | 16 06 01 | Baterías de plomo | Depósito / Tratamiento | | 0,03 |
| | 13 07 03 | Hidrocarburos con agua | Depósito / Tratamiento | | 0,00 |
| | 17 09 04 | RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03 | Depósito / Tratamiento | Restauración / Vertedero | 0,00 |

## 5. PLANOS

Dada la magnitud de las obras que nos ocupan no se prevé que tengan instalaciones propias de almacenaje, manejo y separación de los residuos generados, por lo que no se incluyen planos de las mismas, sino que se utilizarán a este efecto los Contenedores Municipales y el Punto Limpio más cercano.

## 6. PLIEGO DE CONDICIONES

**Definiciones** (Según artículo 2 RD 105/2008):

- **Productor** de los residuos, que es el titular del bien inmueble en quien reside la decisión de construir o demoler. Se identifica con el titular de la licencia o del bien inmueble objeto de las obras.
- **Poseedor** de los residuos, que es quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en la misma.
- **Gestor**, quien lleva el registro de estos residuos en última instancia y quien debe otorgar al poseedor de los residuos, un certificado acreditativo de la gestión de los mismos.
- **RCD**, Residuos de la Construcción y la Demolición.
- **RSU,** Residuos Sólidos Urbanos.
- **RNP,** Residuos NO Peligrosos.
- **RP,** Residuos Peligrosos.

**Obligaciones del Productor de Residuos** (artículo 4 RD 105/2008):

Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un "estudio de gestión de residuos", el cual ha de contener como mínimo:

- Estimación de los residuos que se van a generar.
- Las medidas para la prevención de estos residuos.
- Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
- Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc…
- Pliego de Condiciones.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.

Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

**Obligaciones del Poseedor de los Residuos en la Obra** (artículo 5 RD 105/2008):

Presentar ante el promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos.

Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.

Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de qué valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.

Si él no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que él lo ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos.

Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.

En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.

Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.

Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.

Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.

Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.

Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.

Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.

Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.

Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

El personal de la obra, que está bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estará obligado a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.
- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.

**Con carácter General:**

**Gestión de residuos de construcción y demolición.** Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores. La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento

correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

**Certificación de los medios empleados.** Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

**Limpieza de las obras.** Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

**Con carácter Particular:**

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares… para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.

Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles…).

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, con la ubicación y condicionado a lo que al respecto establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro.

En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra ala que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la mismo. Los contadores

permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación d cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.

La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el tanto el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) como los transportistas o gestores autorizados son centros con la autorización pertinente.

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.

Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.

En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

## 7. VALORACIÓN DEL COSTE ESPECÍFICO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS

A continuación se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material:

| ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (calculo sin fianza) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipología RCDs | Estimación ($m^3$) | Precio gestión en Planta / Vestedero / Cantera / Gestor (€/$m^3$) | Importe (€) | % del presupuesto de Obra |
| **RCDs Nivel I** | | | | |
| Tierras y pétreos de la excavación | 1500,00 | 1,20 | 1.800,00 | 0,0973% |
| Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 € | | | | **0,0973%** |
| **RCDs Nivel II** | | | | |
| RCDs Naturaleza Pétrea | 1.500,00 | 4,20 | 6.300,00 | 0,3405% |
| RCDs Naturaleza no Pétrea | 440,38 | 4,00 | 1.761,52 | 0,0952% |
| RCDs Potencialmente peligrosos | 9,33 | 25,00 | 233,25 | 0,0126% |
| Presupuesto aconsejado límite mínimo del 0,2% del presuesto de la obra | | | | **0,4484%** |
| **RESTO DE COSTES DE GESTIÓN** | | | | |
| 6.1.- % Presupuesto mínimo hasta cubrir RCD Nivel I | | | 0,00 | 0,0000% |
| 6.2.- % Presupuesto mínimo hasta cubrir RCD Nivel II | | | 0,00 | 0,0000% |
| 6.3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc... | | | 1.850,00 | 0,1000% |
| **MÍNIMO TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs** | | | **11.944,77** | **0,6457%** |
| **PRESUPUESTO MÍNIMO ADOPTADO PLAN GESTION RCDs** | | | **12.100,00** | **0,6541%** |

| AJUSTE DEL PRESUPUESTO DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LLEGAR AL PRESUPUESTO ADOPTADO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipología RCDs | Volumen Adoptado ($m^3$) | Precio gestión en Planta / Vestedero / Cantera / Gestor (€/$m^3$) | Importe (€) | % del presupuesto de Obra |
| **RCDs Nivel I** | | | | |
| Tierras y pétreos de la excavación | 1519,49 | 1,20 | 1.823,39 | 0,0986% |
| Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 € | | | | **0,0986%** |
| **RCDs Nivel II** | | | | |
| RCDs Naturaleza Pétrea | 1519,49 | 4,20 | 6.381,87 | 0,3450% |
| RCDs Naturaleza no Pétrea | 446,10 | 4,00 | 1.784,41 | 0,0965% |
| RCDs Potencialmente peligrosos | 9,45 | 25,00 | 236,28 | 0,0128% |
| Presupuesto aconsejado límite mínimo del 0,2% del presuesto de la obra | | | | **0,4542%** |
| **RESTO DE COSTES DE GESTIÓN** | | | | |
| 6.1.- % Presupuesto mínimo hasta cubrir RCD Nivel I | | | 0,00 | 0,0000% |
| 6.2.- % Presupuesto mínimo hasta cubrir RCD Nivel II | | | 0,00 | 0,0000% |
| 6.3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc... | | | 1874,04 | 0,1013% |
| **PRESUPUESTO ADOPTADO PLAN GESTION RCDs** | | | **12.100,00** | **0,6541%** |

# ANEJO Nº7

# ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

# Estudio de Seguridad y Salud

## PROYECTO PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

Dirección obra: Hospital Universitario Rio Hortega
Calle Dulzaina, 2
47012 Valladolid

Redactado. Marzo 2025

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 5

2. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES ..... 6

*2.1. – ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA* ..... *8*

2.1.1. – Formación e información ..... 8

2.1.2. – Modelo de organización preventiva ..... 9

2.1.3. – Recursos preventivos ..... 9

*2.2. – RECONOCIMIENTOS MÉDICOS* ..... *10*

*2.3. – INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR* ..... *10*

2.3.1. – Vestuarios y aseos ..... 10

2.3.2. - Comedor ..... 10

2.3.3. – Abastecimiento de agua ..... 11

2.3.4. - Limpieza ..... 11

*2.4. – INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA* ..... *11*

2.4.1. – Instalación provisional de electricidad ..... 11

2.4.2. – Extinción de incendios ..... 11

3. PLAN DE EMERGENCIAS ..... 12

*3.1. – PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN PRIMEROS AUXILIOS* ..... *12*

3.1.1. – Reanimación cardiopulmonar ..... 12

3.1.2. – Actuaciones ante una hemorragia ..... 13

3.1.3. – Actuaciones ante una herida ..... 13

3.1.4. – Actuaciones ante una quemadura ..... 14

3.1.5. – Actuaciones ante convulsiones ..... 14

3.1.6. – Actuaciones ante intoxicaciones ..... 15

*3.2. - BOTIQUÍN* ..... *15*

*3.3. – RECORRIDO AL HOSPITAL* ..... *15*

4. ACTIVIDADES QUE FORMAN LA OBRA ..... 16

*4.1. – IMPLANTACIÓN Y TRABAJOS PREVIOS* ..... *16*

*4.2. - ACOPIOS* ..... *17*

*4.3. – MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS (GENERAL)* ..... *19*

*4.4. – ELEVACIÓN DE CARGAS MEDIOS MECÁNICOS* ..... *22*

*4.5. – MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS* ..... *24*

*4.6. – SERVICIOS AFECTADOS POR LAS OBRAS* ..... *26*

*4.7. – DESVÍO DE TRÁFICO Y PEATONES SEÑALIZADOS* ..... *29*

*4.8. – PROTOCOLO ACTUACIÓN PARA TRABAJOS EN EXTERIOR DURANTE OLAS DE CALOR Y*

*PERIODOS DE ALTAS TEMPERATURAS* ..... *30*

4.8.1. – Ámbito de aplicación ..... 30

4.8.2. – Alertas meteorológicas ..... 31

4.8.3. – Organización del trabajo ..... 32

4.8.4. – Información y formación en materia de seguridad y salud en el trabajo a altas temperaturas ..... 33

*4.9. – DESBROCE DEL TERRENO* ..... *34*

*4.10. – TALA DE ÁRBOLES* ..... *37*

*4.11. – DEMOLICIONES POR MEDIOS MECÁNICOS* ..... *39*

*4.12. – ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS DURANTE LA OBRA* ..... *41*

*4.13. – MOVIMIENTO DE TIERRAS* ..... *42*

*4.14. – EXCAVACIÓN EN ZANJA* ..... *43*

*4.15. – COLOCACIÓN DE CONDUCCIONES* ..... *45*

*4.16. – COLOCACIÓN DE MALLA ANTIHIERBAS* ..... *47*

*4.17. - RELLENOS* ..... *48*

*4.18. – HINCADO DE ESTRUCTURA SOPORTE* ..... *50*

*4.19. – TRABAJOS CON HORMIGÓN* ..... *51*

*4.20. – COLOCACIÓN DE RED DE TIERRAS* ..... *52*

*4.21. – ESTRUCTURA METÁLICA* ..... *53*

*4.22. – SOLDADURA OXIACETILÉNICA–OXICORTE* ..... *55*

*4.23. – SOLDADURA ELÉCTRICA* ..... *60*

*4.24. – INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES* ..... *63*

*4.25. – CIMENTACIÓN. MONTAJE DE LOSA* ..... *64*

*4.26. – MONTAJE DE PREFABRICADOS DE GRAN TAMAÑO* ..... *65*

*4.27. – MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS* ..... *67*

*4.28. – INSTALACIÓN ACOMETIDA ELÉCTRICA* ..... *69*

*4.29. – TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO* ..... *71*

*4.30. – EJECUCIÓN DE CERRAMIENTO DE PARCELA* ..... *74*

*4.31. - CARPINTERÍA METÁLICA* ..... *75*

*4.32. – REMATES DE CUALQUIER UNIDAD DE OBRA* ..... *77*

5. EQUIPOS DE TRABAJO ..... 78

*5.1. – EQUIPOS DE TRABAJO EN GENERAL* ..... *78*

*5.2. – HERRAMIENTAS MANUALES EN GENERAL* ..... *80*

*5.3. – HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES* ..... *80*

*5.4. – MARTILLO HIDRÁULICO* ..... *81*

*5.5. - RADIAL* ..... *83*

*5.6. – TALADRO ELÉCTRICO* ..... *84*

*5.7. - REMACHADORA ..... 85*
*5.8. – DESBROZADORA MANUAL ..... 86*
*5.9. - MOTOSIERRA ..... 88*
*5.10. – COMPACTADORES MANUALES ..... 92*
*5.11. – HORMIGONERA ELÉCTRICA ..... 93*
*5.12. – VIBRADOR DE AGUJA ..... 94*
*5.13. – SOLDADURA OXIACETILÉNICA – OXICORTE ..... 95*
*5.14. – SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO ..... 97*
*5.15. – GENERADOR ELÉCTRICO ..... 99*
*5.16. - GÓNDOLA ..... 101*
*5.17. – RETROEXCAVADORA CON EQUIPO DE MARTILLO ROMPEDOR ..... 102*
*5.18. – PALA CARGADORA SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS ..... 104*
*5.19. - MOTONIVELADORA ..... 106*
*5.20. – COMPACTADOR VIBRANTE AUTOPROPULSADO ..... 107*
*5.21. - DÚMPER ..... 108*
*5.22. – CAMIÓN BASCULANTE DE TRANSPORTE ..... 108*
*5.23. – CAMIÓN HORMIGONERA ..... 110*
*5.24. – CAMIÓN GRÚA ..... 110*
*5.25. – GRÚA AUTOPROPULSADA ..... 112*
*5.26. – MANIPULADORA TELESCÓPICA ..... 113*
*5.27. – CARRETILLA ELEVADORA ..... 115*
*5.28. - BARRENADORA ..... 116*
*5.29. – PLATAFORMA ELEVADORA ..... 117*
*5.30. – GATO HIDRÁULICO ..... 118*

6. MEDIOS AUXILIARES ..... 119
*6.1. – ESCALERA DE MANO ..... 119*
*6.2. – CARRETILLA DE MANO ..... 120*
*6.3. – BATEAS EMPLINTADAS PARA TRANSPORTE DE MATERIALES SUELTOS ..... 122*
*6.4. – ESLINGAS DE ACERO ..... 123*
*6.5. – ESLINGAS TEXTILES ..... 127*
*6.6. – GARRAS DE SUSPENSIÓN DE PERFILERÍA METÁLICA ..... 128*
*6.7. – PUNTALES METÁLICOS ..... 129*
*6.8. – CUBILOTE DE HORMIGONADO PARA GANCHO GRÚA ..... 130*
*6.9. – CONTENEDOR DE ESCOMBROS ..... 131*

7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS ..... 132
*7.1. – ÁMBITO DE APLICACIÓN DE ESTE PLIEGO ..... 132*
*7.2. – LEGISLACIN Y NORMATIVA APLICABLE ..... 132*

*7.3. – OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES INTERVINIENTES EN LA OBRA ..... 135*

*7.4. – SERVICIOS DE PREVENCIÓN ..... 136*

*7.5. – CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL ..... 137*

8. PRESUPUESTO ..... 139

## 1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, teniendo como objetivo la prevención de accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros que las actividades y medios materiales previstos puedan ocasionar durante la ejecución del PROYECTO DE OBRAS PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID.

De acuerdo con ello, este estudio debe ser complementado, antes del inicio de la obra, por el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, el plan de seguridad y salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997. En su conjunto, el plan de seguridad y salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualizaciones que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

El estudio evaluativo de los riesgos potenciales existentes en cada fase de las actividades constructivas o por conjuntos de tajos de la obra proyectada, se llevan a cabo mediante la detección de necesidades preventivas en cada una de las fases, a través del análisis del proyecto y sus definiciones, sus previsiones técnicas y de la formación de los precios de cada unidad de obra, así como de las prescripciones técnicas en su Pliego de Condiciones.

En resumen, de análisis de necesidades preventivas se desarrolla en las páginas anexas, mediante el estudio de las actividades y tajos del proyecto, la detección e identificación de riesgos y condiciones peligrosas en cada uno de ellos y posterior selección de las medidas preventivas correspondientes en cada caso.

# 2. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

Con el fin de asegurar un nivel adecuado de seguridad laboral en la obra, son necesarias ciertas medidas generales a disponer en la obra, no siendo éstas susceptibles de asociarse inequívocamente a actividades o medios concretos.

## 4.1.- ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA

### 4.1.1.- Formación e información

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. En su aplicación, todos los trabajadores recibirán una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, junto con las medidas de prevención y protección que deberán emplear. Los trabajadores serán informados de las medidas de seguridad colectivas y los equipos de protección individual que deben establecerse en el tajo. Esta información deberá repetirse cada vez que se cambie de tajo.

El contratista facilitará el plan de seguridad y salud de la obra a todas las subcontratas y trabajadores autónomos integrantes de la obra, así como a los representantes de los trabajadores específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. En su aplicación, todos los trabajadores recibirán una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, junto con las medidas de prevención y protección que deberán emplear. Los trabajadores serán informados de las medidas de seguridad colectivas y los equipos de protección individual que deben establecerse en el tajo. Esta información deberá repetirse cada vez que se cambie de tajo.

### 4.1.2.- Modelo de organización preventiva

El contratista designará un Técnico de Prevención asignado a la obra, que prestará asesoramiento en materia de prevención de riesgos, coordinará la redacción del Plan de Seguridad y Salud y sus anexos y dirigirá las tareas de formación e información del personal encargado de la ejecución de las obras.

Se adscribirá al organigrama preventivo al Jefe de Obra y a los Jefes de Producción, quienes participarán activamente en la planificación preventiva de los trabajos, quienes participarán activamente en la planificación preventiva de los trabajos, teniendo presente la forma más segura para su realización, desde el momento de su concepción. Para colaborar en las citadas labores de planificación y supervisar el cumplimiento de las medidas previstas en el desarrollo de los diferentes procedimientos de trabajo, se asignará un Técnico de Seguridad independiente del equipo de producción en lo que a toma de decisiones se refiere y cuyas funciones serán las de vigilar el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud, proponiendo las modificaciones a éste que considere necesarias y promover en el trabajo comportamientos

seguros y la correcta utilización de los equipos de trabajo y de protección, fomentando el interés y cooperación de os trabajadores en la acción preventiva.

4.1.3.- Recursos preventivos

Siguiendo lo establecido en el RD 604/2006, se designarán los Recursos Preventivos para todos los tajos necesarios. Sus funciones se complementarán con las establecidas para el técnico de seguridad.

La presencia de los Recursos Preventivos es una medida preventiva complementaria que tiene como finalidad vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, comprobando su eficacia, en relación con los riegos derivados de la situación que determine su necesidad.
Para desempeñar las funciones de Recurso Preventivo será preciso:

- Poseer una formación mínima de 60 horas según establece el Convenio General del Sector de la Construcción.
- Poseer una formación profesional o académica que capacite para llevar a cabo responsabilidades profesionales equivalentes o similares a las que precisan las actividades a realizar, o
- Acreditar una experiencia no inferior a dos años en una empresa, institución o Administración pública que lleve consigo el desempeño de niveles profesionales de responsabilidades equivalentes o similares a los que precisan las actividades a realizar.

La normativa establece que tanto en la evaluación de riesgos laborales como en el Plan de Seguridad y Salud deberán identificar aquellos riesgos en que es necesaria la presencia del Recurso Preventivo y que la planificación de la actividad deberá indicar la forma de llevar a cabo dicha presencia. La presencia de recurso preventivo está prevista en los siguientes supuestos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo, si las circunstancias del caso asŕ lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

## 4.2.- RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

Todos los trabajadores serán sometidos a un reconocimiento médico en el momento de su contratación y periódicamente una vez al año.

Previo a la incorporación de cada trabajador a la obra, el contratista deberá contar con el certificado aptitud médica para el trabajo específico que vaya a realizar cada trabajador.

## 4.3.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones de higiene y bienestar a disponer en la obra estarán definidas en el Plan de Seguridad y Salud, que elaborará el contratista antes del comienzo de la obra, de acuerdo con las normas específicas de aplicación y, en concreto, con los apartados 15 a 18 de la parte A del RD 1627/1997.

El coste de la instalación y mantenimiento de las instalaciones de higiene y bienestar correrá a cargo del contratista, sin perjuicio de que consten o no en el presupuesto de la obra y que, en caso afirmativo, sean retribuidos por el promotor de acuerdo con tales presupuestos, siempre que se realicen efectivamente.

En general, las instalaciones de higiene y bienestar estarán formadas por:

### 4.3.1.- Vestuarios y aseos

Se dispondrá de un inodoro cada 25 trabajadores, un lavabo por cada 10 trabajadores y una taquilla o lugar adecuado para dejar la ropa y efectos personales por cada trabajador.

### 4.3.2.- Comedor

El contratista dotará la obra de locales para comer, en número y dimensiones suficientes en función del número de trabajadores.

### 4.3.3.- Abastecimiento de agua

La obra contará con abastecimiento de agua potable

### 4.3.4.- Limpieza

Las instalaciones de higiene y bienestar deberán limpiarse con la frecuencia necesaria para que en todo momento se encuentren en adecuadas condiciones de higiene y asepsia.

## 4.4.- INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

### 4.4.1.- Instalación provisional de electricidad

La acometida alimentará a un cuadro general de mando y protección, que estará en el interior del armario de distribución general, el cual será de material aislante, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor multipolar y protección contra fuegos a tierras y sobrecargas, así como cortacircuitos, mediante interruptores magneto térmicos y diferencial de 300 mA.

La instalación eléctrica provisional de obra se deberá diseñar dividida en tres circuitos fuerza para máquinas fijas, fuerza para máquinas portátiles y alumbrado. Todos estos circuitos de alimentación de cuadros secundarios estarán debidamente protegidos con diferencial e

interruptores magneto térmicos.

Los interruptores magneto térmicos tendrán un poder de corte nominal de 10 KA.

Tras los magneto térmicos se instalará en cada circuito un interruptor diferencial de 0,3 Amperios para fuerza de máquinas fijas y de 0,03 Amperios para fuerza de máquinas portátiles de alumbrado.

Todos los conductores empleados en esta instalación estarán aislados para una tensión nominal mínima de 1000 V y carentes de empalmes. Cualquier alargamiento se resolverá con sistemas de toma− corrientes.

Todas las máquinas eléctricas deben tener sus masas metálicas accesibles unidas a tierra mediante un conductor de protección incluido en la manguera de alimentación eléctrica.

Los aparatos de alumbrado portátil excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua y su conexión se efectuará con clavijas y bases de corriente bipolares con toma de tierra.

4.4.2.- Extinción de incendios

Se dotará a la obra de extintores portátiles de polvo polivalente, que se instalarán en lugares fácilmente accesibles debidamente señalizados, protegidos de la radiación solar y de las inclemencias del tiempo.

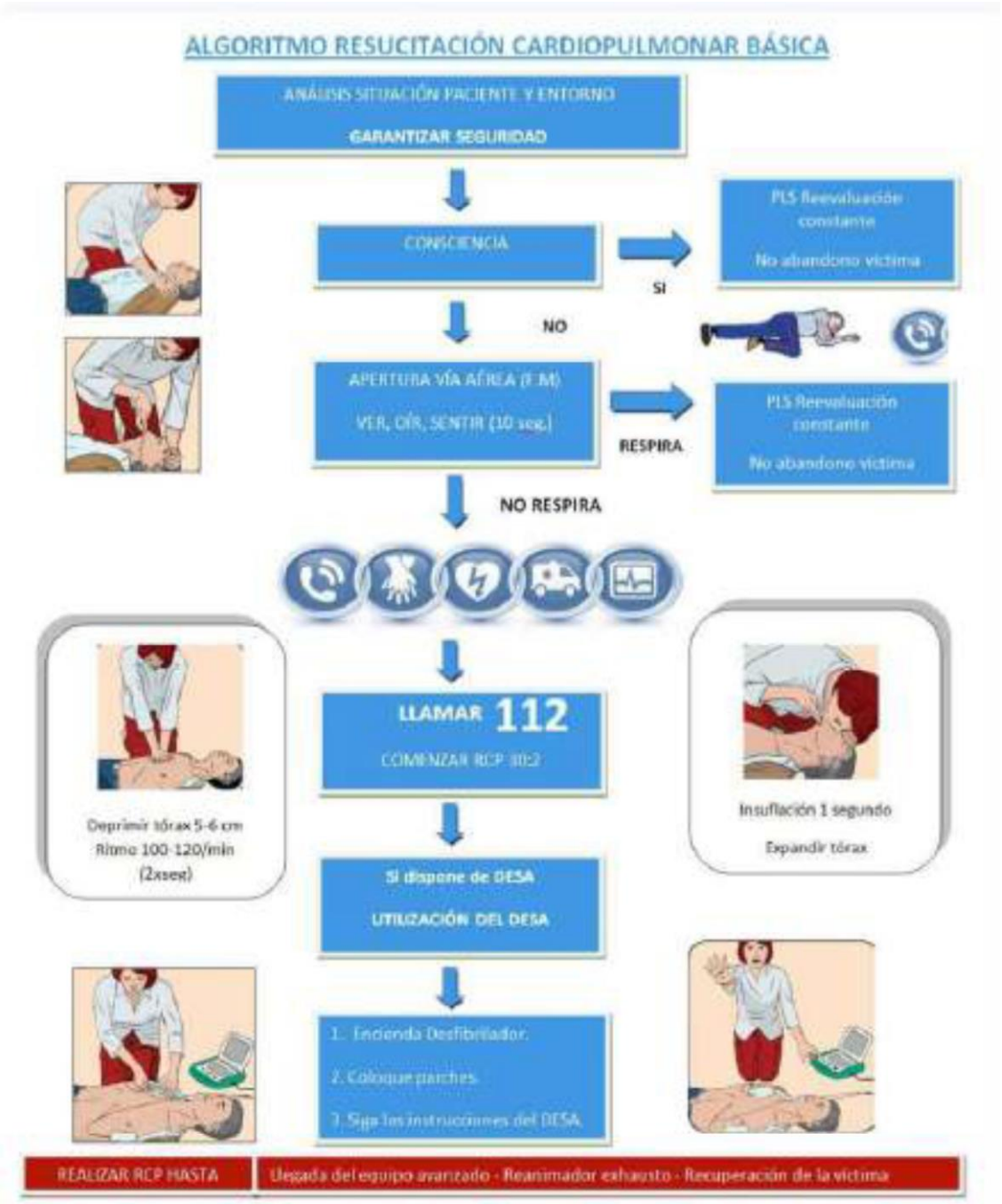
Los extintores irán provistos de una placa con datos de presión, número y fechas de las pruebas. Contarán además con una etiqueta de características y empleo.

## 3. PLAN DE EMERGENCIAS

El contratista definirá en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, un Plan de emergencias específico para la obra donde definirá las acciones a desarrollar ante cualquier contingencia que pueda surgir durante los trabajos.

### 5.1.- PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN PRIMEROS AUXILIOS.

5.1.1.- Reanimación cardiopulmonar


ALGORITMO RESUCITACIÓN CARDIOPULMONAR BÁSICA
ANÁLISIS SITUACIÓN PACIENTE Y ENTORNO
GARANTIZAR SEGURIDAD
CONSCIENCIA
SI
PLS Reevaluación constante
No abandono víctima
NO
APERTURA VÍA AÉREA (F M)
VER, OÍR, SENTIR (10 seg.)
RESPIRA
PLS Reevaluación constante
No abandono víctima
NO RESPIRA
LLAMAR 112
COMENZAR RCP 30:2
Si dispone de DESA
UTILIZACIÓN DEL DESA
1. Encienda Desfibrilador.
2. Coloque parches.
3. Siga las instrucciones del DESA.
Deprimir tórax 5-6 cm
Ritmo 100-120/min
(2xseg)
Insuflación 1 segundo
Expandir tórax
REALIZAR RCP HASTA
Llegada del equipo avanzado - Reanimador exhausto - Recuperación de la víctima

5.1.2.- Actuaciones ante una hemorragia

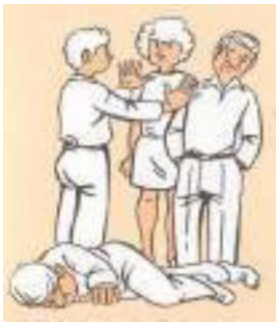
El sangrado de la mayoría de las heridas puede detenerse aplicando presión directa sobre la herida. Esto evita la interrupción del suministro sanguíneo al miembro afectado. Cuando el sangrado es severo y una arteria principal ha sido afectada, la presión puede resultar insuficiente y puede ser necesario colocar un torniquete.

5.1.3.- Actuaciones ante una herida

5.1.4.- Actuaciones ante una quemadura

5.1.5.- Actuaciones ante convulsiones

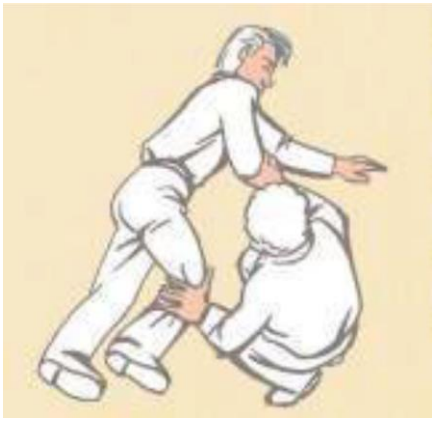
- No impedir los movimientos.
- Colocar a la víctima tumbada donde no pueda hacerse daño.



- Impedir que se muerda la lengua, poniendo un pañuelo doblado entre los dientes.

5.1.6.- Actuaciones ante intoxicaciones

- Recabar información del tóxico (ficha de seguridad y etiqueta). En su defecto, si se requiere más información, llamar al Servicio de Información Toxicológica (Tel. 91 562 04 20).
- Si hay signos de asfixia, hacer respiración artificial boca a boca.
- Colocar en posición de seguridad (según figura) y evitar el enfriamiento tapándole con una manta.
- Trasladar a centro médico aportando toda la información posible.



En caso de ingestión:

- Si está consciente provocar el vómito, salvo que la información del producto no lo aconseje (corrosivos, hidrocarburos)

## 5.2.- BOTUQUÍN

La obra dispondrá de botiquín suministrado por su servicio de prevención y se situará en lugar accesible a todos los trabajadores.

El contenido del botiquín será el que la mutua y el servicio de prevención consideren necesarios, teniendo en cuenta los conocimientos específicos de los trabajadores.

## 5.3.- RECORRIDO AL HOSPITAL

El Hospital más cercano a la obra es el siguiente:

HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL RÍO HORTEGA
Calle Dulzaina, 2
47012 Valladolid
983 42 04 00

## 4. ACTIVIDADES QUE FORMAN LA OBRA

### 6.1.- IMPLANTACIÓN Y TRABAJOS PREVIOS

Descripción de la actividad

Montaje de las instalaciones de higiene: comedores, vestuarios y aseos, mediante camión grúa y con la ayuda de escaleras de mano.

Replanteos iniciales.

Aprovisionamiento del botiquín, extintores y efectos elementales de protección individual, colectiva y de señalización.

Vallado perimetral del solar con accesos distintos para vehículos y personal.

Se colocarán señales de "Prohibido el paso a personas ajenas a la obra", "Uso obligatorio del caso de seguridad", "ropa de trabajo", "calzado de seguridad", "caídas a distinto y mismo nivel", atropellos en todas las entradas así como cualquier otra que sea necesaria de las contempladas en el R.D. 485/1997 de Señalización de Lugares de Trabajo que sean necesarias para tajos concretos.

Evaluación de riesgos

- Atropellos y colisiones
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes y pinchazos contra objetos y herramientas.

- Caídas de materiales
- Incendios
- Electrocución
- Proyección de partículas.
- Inhalación de gases al realizar acometida de saneamiento

Medidas preventivas

- Bajo ningún concepto se invadirán con acopios otros recintos fuera de las zonas permitidas.
- Cualquier abertura realizada para hacer las conexiones de instalaciones en la obra, será debidamente señalizada y cuando sea necesario se protegerá.
- Si se invadiera la calzada urbana, se habilitará una acera provisional con valla móvil y señalización nocturna para el tránsito de peatones.
- Las conexiones con el saneamiento suelen realizarse a arquetas superficiales, si se realizar directamente a algún colector en profundidad se usará equipo de respiración autónoma.
- Para los trabajos sobre la cubierta de las casetas será obligatorio el uso de arnés anclado a punto fijo. El acceso a la misma será mediante escalera de mano correctamente dispuesta, sobresaliendo un metro por encima del punto de desembarco.

Equipos de Protección individual.

- Ropa de alta visibilidad.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de uso general, cuero o anti corte.

## 6.2.- ACOPIOS

Descripción de la actividad

Conjunto de recomendaciones a seguir para un correcto acopio que llega a obra y a los tajos.

Evaluación de riesgos

- Atropellos
- Vuelcos
- Caída de materiales
- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas

- Las zonas de acopio lógicamente se colocarán teniendo en cuenta los mejores accesos a la obra y las zonas más libres y amplias del recinto de obra.
- Las zonas de acopio se realizarán en lugar seguro, entendiendo por tal aquel en el que no se puedan producir derrumbes de material por inclinación del terreno o mal acopio, en zona sólida.
- Si la zona de acopios estuviera fuera del recinto de obra, se deberá cerrar con valla de pies de hormigón, para evitar que pueda acceder personal ajeno al de la propia obra.
- De ser factible, la zona de acopios se colocará lo más alejada posible de la zona de personal, tanto de oficinas como de vestuarios y comedores.
- Si se tienen que acopiar tierras dentro del recinto de obra, estas se colocarán retiradas del borde del talud de la excavación más próxima, al menos 2 m. Si el talud es inestable se determinará mediante estudio geológico el peso que se puede acopiar, y la distancia mínima al borde del talud a la que se puede colocar.
- El suelo del acopio estará limpio sin desniveles.
- Se organizarán las distintas zonas según materiales y oficios aunque se vayan trasladando por necesidades de obra: Tierras, encofrados, puntales, productos cerámicos, armaduras, etc.
- Se procurará que las zonas de paso del personal de la obra estén fuera de las zonas de acopio de materiales.
- No deberán acceder a las zonas de acopio personal distinto del que sea necesario para recoger los materiales
- Los acopios serán ordenados y estables, siguiendo las recomendaciones del suministrador en cuanto a la correcta manipulación y alturas máximas de acopio.
- Para las operaciones de estrobaje o desestrobaje de material, no se adoptarán posiciones inseguras, y en caso de riesgo de caída en altura superior a 2m será obligatorio el uso de arnés anclado a punto fijo o línea de vida.

Equipos de Protección individual.

- Ropa de alta visibilidad.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de uso general, cuero o anticorte.

## 6.3.- MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS (GENERAL)

MANIPULACIÓN DE CARGAS DE POCO PESO:

- Elementos que se colocan manualmente: acopio de materiales, colocación de equipos, ● Retirada de elementos de pequeño tamaño,
- La manipulación de los elementos que requieren prácticamente todas las actividades (montaje de bionda, montaje de encofrados para el hormigonado,…).

SIEMPRE QUE SEA POSIBLE SE UTILIZARÁN EQUIPOS DE TRABAJO O INCLUSO HERRAMIENTAS MANUALES AUXILIARES PARA EL LEVANTAMIENTO DE CARGAS, AUNQUE EN NUMEROSAS OCASIONES ES INEVITABLE REALIZAR ESTA MANIPULACIÓN.

Evaluación de Riesgos.

- Caídas de personas al mismo nivel
- Cortes y golpes con los elementos a manipular

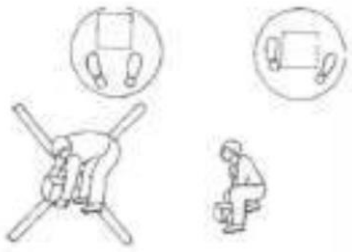
Medidas Preventivas.

Para realizar las acciones de manipulación manual de cargas correctamente, se deben seguir las consignas de seguridad siguientes:

- PLANIFICAR EL LEVANTAMIENTO

  - Utilizar las ayudas mecánicas precisas. Siempre que sea posible se deberán utilizar ayudas mecánicas.
  - Seguir las indicaciones que aparezca en el embalaje acerca de los posibles riesgos de la carga, como pueden ser un centro de gravedad inestable, materiales corrosivos, etc.
  - Si no aparecen indicaciones en el embalaje, observar bien la carga, prestando especial atención a su forma y tamaño, posible peso, zonas de agarre, posibles puntos peligrosos, etc. Probar a alzar primero un lado, ya que no siempre el tamaño de la carga ofrece una idea exacta de su peso real.
  - Solicitar ayuda de otras personas si el peso de la carga es excesivo o se deben adoptar posturas incómodas durante el levantamiento y no se puede resolver por medio de la utilización de ayudas mecánicas.
  - Tener prevista la ruta de transporte y el punto de destino final del levantamiento, retirando los materiales que entorpezcan el paso.
  - Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados.

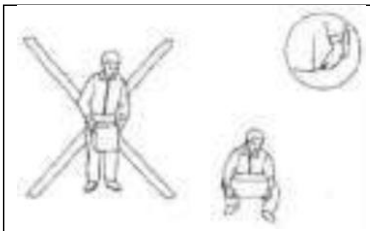
- UBICACIÓN DE LOS PIES
  - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que otro en la dirección del movimiento.

| | |
|---|---|
|  | Acérquese al objeto. Cuanto más pueda aproximarse al objeto, con más seguridad lo levantará.<br>El objeto debe levantarse cerca del cuerpo, pues de otro modo los músculos de la espalda y los ligamentos están sometidos a tensión, y aumenta la presión en los discos intervertebrales.<br>Deben tensarse los músculos del estómago y de la espalda de manera que ésta permanezca en la misma posición durante toda la operación de levantamiento. |

- ADOPTAR POSTURA DE LEVANTAMIENTO

| | |
|---|---|
| | Doblar las piernas manteniendo en todo momento la espalda recta y mantener el mentón metido. No flexionar demasiado las rodillas. |

- AGARRE FIRME

| | |
|---|---|
|  | Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y pegarla al cuerpo. El mejor tipo de agarre sería un agarre en gancho, pero también puede depender de las preferencias individuales, lo importante es que sea seguro. Cuando sea necesario cambiar el agarre, hacerlo suavemente o apoyando la carga, ya que incrementa los riesgos.<br>Trate de agarrar firmemente el objeto, utilizando totalmente ambas manos, en ángulo recto con los hombros. Empleando sólo los dedos no podrá agarrar el objeto con firmeza. |

- LEVANTAMIENTO SUAVE

| | |
|---|---|
| | Levante suavemente, por extensión de las piernas manteniendo la espalda recta.<br>No dar tirones a la carga ni moverla de forma rápida o brusca. |

- EVITE GIROS

Procurar n o efectuar nunca giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.

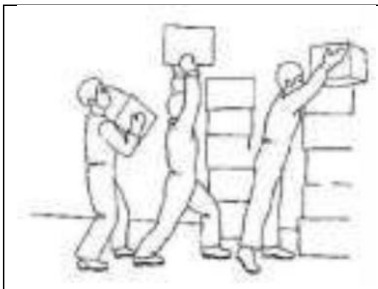
Cuando se gira el cuerpo al mismo tiempo que se levanta un peso, aumenta el riesgo de lesión de la espalda. Coloque los pies en posición de andar, poniendo ligeramente uno de ellos en dirección del objeto.

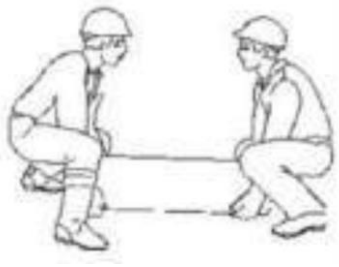
Levántelo, y desplace luego el peso del cuerpo sobre el pie situado en la dirección en que se gira.

- CARGA PEGADA AL CUERPO

Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento.

- DEPOSITAR LA CARGA
  - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, por ejemplo, la altura de los hombros o más, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre.
  - Depositar la carga y después ajustarla si es necesario.
  - Realizar levantamientos espaciados.

| | |
|---|---|
|  | Si tiene que levantar algo por encima de los hombros, coloque los pies en posición de andar. Levante primero el objeto hasta la atura del pecho.<br>Luego, comience a levantarlo separando los pies para poder moverlo, desplazando el peso del cuerpo sobre el pie delantero.<br>La altura del levantamiento adecuada para muchas personas es de 70 –80 cm. Levantar algo del suelo puede requerir el triple de esfuerzo. |

| | |
|---|---|
|  | Las personas que a menudo levantan objetos conjuntamente deben tener una fuerza equiparable y practicar colectivamente ese ejercicio. Los movimientos de alzado han de realizarse al mismo tiempo y a la misma velocidad. |
| | Las operaciones de porte repercuten sobre todo en la parte posterior del cuello y en los miembros superiores, en el corazón y en la circulación. |

## 6.4.- ELEVACÍON DE CARGAS MEDIOS MECÁNICOS

Evaluación de Riesgos.

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caída de objetos y materiales

Medidas Preventivas.

- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado son capaces de resistir a la carga y que se encuentran en perfecto estado de conservación y funcionamiento.
- Se comprobará que el estribado de las piezas es correcto y no permite el desplazamiento o caída de la carga.
- El estribado de piezas y la sujeción a estructuras de poleas de reenvío se harán preferentemente por medio de cáncamos y grilletes. Cuando esto no fuera posible, los cables y estrobos se protegerán con cantoneras.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Se acotará y señalizará la zona de izado.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.
- Se procurará que las parejas de radioteléfonos utilizados en la obra, emitan en diferentes longitudes de onda para evitar interferencias: en cualquier caso, se deben utilizar claves de identificación cada vez que se dé una orden por medio de radioteléfono.
- El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado; se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.

- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras, dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.
- Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado
- para ello. El izado de la carga se hará vertical y no en sentido oblicuo.
- Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
- Para el izado de materiales menudos emplearán recipientes cuya capacidad de carga esté calculada y reflejada de forma bien visible sobre el recipiente.
- Se prohíbe terminantemente situarse sobre piezas suspendidas.
- Se prohibirá dejar los aparatos de elevación con cargas
- suspendidas. Especial atención a la presencia de líneas eléctricas aéreas.
- Si en la proximidad de la grúa hay líneas eléctricas se respetarán siempre las distancias mínimas establecidas, en caso de duda se pedirá el corte de corriente.
- Se prohibirá dejar los aparatos de elevación con cargas suspendidas.
- Se comprobará que el terreno sobre el que ha de asentarse la grúa tiene la resistencia
- adecuada. No se emplearán grúas para arrastrar piezas ni para arrancar objetos empotrados.
- Se comprobará con frecuencia el correcto funcionamiento de los mecanismos limitadores de carga y del anemómetro; se prohíbe terminantemente anular o modificar estos aparatos.
- No se efectuarán izados cuando la velocidad del viento sobrepase la velocidad límite establecida en las especificaciones de la grúa.
- Aun cuando la velocidad del viento no llegue al límite, se considerará el posible efecto sobre la pieza debido al tamaño o forma de ésta, desistiendo del izado cuando se sospeche que se pueden producir oscilaciones de la pieza a causa del viento.
- Las maniobras con grúa se efectuarán con todos los gatos apoyados.
- Durante la parada de fin de jornada se adoptarán las precauciones especificadas al efecto por el fabricante.

ELEMENTOS AUXILIARES PARA LA ELEVACIÓN DE CARGAS

Ganchos

- No se sobrepasará la carga máxima de utilización.
- No se usarán ganchos viejos, ni se intentará enderezar éstos.
- Los ganchos han de contar con pestillo para evitar que se desenganche la carga.

Cables

- Existen muchos tipos de cables, según la disposición de alambres y cordones de la forma de enrollamiento, etc.
- Cada tipo de cable está pensado para una utilización concreta, usarlo de otra forma puede dar lugar a accidentes, por tanto, debemos:

- Elegir el cable más adecuado: Un cable está bien elegido si tiene la composición adecuada y la capacidad de carga necesaria para la operación a realizar, además de carecer de defectos apreciables. No obstante, se puede dar una regla muy importante, y es que un cable de alma metálica no debe emplearse para confeccionar eslingas, porque puede partirse con facilidad aún con cargas muy inferiores a lo habitual.
- Realizar un mantenimiento correcto. En cuanto a mantenimiento de los cables, damos a continuación las siguientes reglas:
- Desarrollo de cables: Si el cable viene en rollos, lo correcto es hacer rodar el rollo. Si viene en carrete, se colocará éste de forma que pueda girar sobre su eje.
- Cortado de cables: El método más práctico para cortar cable es por medio de soplete; también puede utilizarse una cizalla.
- Engrase de cables: La grasa reduce el desgaste y protege al cable de la corrosión.
- Almacenamiento de cables: Deberá ser en lugares secos y bien ventilados, los cables no deben apoyar en el suelo.

Eslinga

Eslingas y estrobos son elementos fundamentales en el movimiento de cargas, su uso es tan frecuente en las obras que a menudo producen accidentes debido a la rotura de estos elementos o al desenganche de la carga.

- Para utilizar correctamente eslingas y estrobos, debemos tener en cuenta los puntos siguientes:
- Cuidar el asentamiento de las eslingas, es fundamental que la eslinga quede bien asentada en la parte baja del gancho.
- Evitar los cruces de eslingas. La mejor manera de evitar éstos es reunir los distintos ramales en un anillo central.
- Elegir los terminales adecuados. En una eslinga se puede colocar diversos accesorios: anillas, grilletes, ganchos, etc., cada uno tiene una aplicación concreta.
- Asegurar la resistencia de los puntos de enganche.
- Conservarlas en buen estado. No se deben dejar a la intemperie y menos aún tiradas por el suelo. Como mejor están son colgadas.

- Para utilizar correctamente eslingas y estrobos, debemos tener en cuenta los puntos siguientes:
- Cuidar el asentamiento de las eslingas, es fundamental que la eslinga quede bien asentada en la parte baja del gancho.
- Evitar los cruces de eslingas. La mejor manera de evitar éstos es reunir los distintos ramales en un anillo central.
- Elegir los terminales adecuados. En una eslinga se puede colocar diversos accesorios: anillas, grilletes, ganchos, etc., cada uno tiene una aplicación concreta.
- Asegurar la resistencia de los puntos de enganche.
- Conservarlas en buen estado. No se deben dejar a la intemperie y menos aún tiradas por el suelo. Como mejor están son colgadas.

## 6.5.- MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

### PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Si se trabaja con productos químicos, se debe conocer con precisión las características de peligrosidad de estos productos, es decir si son irritantes, nocivos, tóxicos, cancerígenos.

Solamente de esta manera se podrán evitar estos riesgos tomando las medidas de prevención o protección adecuadas.

Para ello, existen dos herramientas indispensables: el etiquetado y las fichas de datos de seguridad, los cuales contienen la información necesaria para manipular productos químicos peligrosos en condiciones de seguridad. En el contexto de estas herramientas aparecen varios instrumentos que ayudan a codificar ciertos riesgos bien a través de pictogramas o símbolos, o a través de indicaciones de peligro normalizadas: frases R y frases S.

Las fichas de datos de seguridad y el etiquetado, además de ser imprescindibles para manipular productos químicos peligrosos, ofrecen una información fundamental para la compra de productos. La peligrosidad de los productos químicos debe ser un criterio adicional a los actuales que se debe introducir a la hora de comprarlos, primando la compra de los productos menos peligrosos siempre que sea posible.

### ETIQUETADO

Todo producto químico, sustancia o preparado, clasificado como peligroso debe incluir en su envase una etiqueta bien visible que es la primera información básica que recibe el usuario sobre los peligros inherentes al mismo y sobre las precauciones a tomar en su manipulación. Esta etiqueta, redactada en el idioma oficial del Estado, contendrá:

- Nombre de la sustancia
- Nombre, dirección y teléfono del fabricante o importador. Es decir, del responsable de su comercialización en la Unión Europea (UE).
- Símbolos e indicaciones de peligro normalizadas.

Siempre que un producto químico sea trasvasado desde su recipiente original a otro deberemos identificar el nuevo recipiente con los datos anteriormente indicados.

FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD

La ficha de datos de seguridad constituye un sistema de información fundamental, que permite, principalmente a los usuarios profesionales, tomar las medidas necesarias para la protección de la salud, la seguridad y el medio ambiente en el lugar de trabajo.

La ficha de datos de seguridad debe facilitarse obligatoriamente por parte del responsable de la comercialización, ya sea el fabricante, importador o distribuidor, de un compuesto químico o un preparado peligroso al destinatario del mismo que sea usuario profesional.

La entrega se realizará de forma gratuita y en caso de productos o preparados peligrosos nunca más tarde de la primera entrega del producto y posteriormente siempre que se produzcan revisiones por nuevos conocimientos significativos relativos a la seguridad y a la protección de la salud y el medio ambiente.

En el caso de preparados que no estén clasificados como peligrosos, pero que contengan, al menos, una sustancia peligrosa para la salud o el medio ambiente, o una sustancia para la que existan límites de exposición en el lugar de trabajo, en una concentración individual igual o superior al 1% en peso para los no gaseosos e igual o superior al 0.2% en volumen para los gaseosos, el proveedor deberá suministrar al destinatario, previa solicitud de usuario profesional, una ficha de datos de seguridad.

Las fichas de datos de seguridad deberán redactarse, al menos, en español y debe ser comprensible por el usuario al que va destinada.

La ficha de datos de seguridad está formada por los 16 puntos (en negrita los fundamentales para la manipulación de productos químicos peligrosos) que se detallan a continuación:

1. Identificación de la sustancia y del responsable de su comercialización
2. Composición/información sobre los componentes
3. Identificación de los peligros
4. Primeros auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento
8. Controles de la exposición/protección personal
9. Propiedades físicas y químicas

10. Estabilidad y reactividad
11. Información toxicológica
12. Información ecológica
13. Consideraciones relativas a la eliminación
14. Información relativa al transporte
15. Información reglamentaria
16. Otra información

## 6.6.- SERVICIOS AFECTADOS POR LAS OBRAS

Descripción de la actividad

Antes de empezar a excavar, se deberán conocer los servicios públicos subterráneos que puedan atravesar la parcela, tales como agua, gas, electricidad, etc. Una vez conocidos estos servicios, es preciso conectar con los departamentos a los que pertenecen y confirmar su localización.

Los servicios afectados de cuya existencia tengamos noticias habrán de ser correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán las siguientes medidas preventivas.

CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

Medidas preventivas

- Recabar toda la información necesaria de la compañía suministradora, y solicitar nos sea indicado el trazado y la intensidad de campo, mediante detectores de campo.

- No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.
- No habrá cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el peso de la maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de la obra o ajeno a la misma.
- Emplear señalización indicativa de riesgo, indicando la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad.
- Se fijará el trazado y profundidad por información recibida o haciendo catas con herramientas manuales, estudiando las interferencias respecto de las distintas zonas de actividad.
- En el caso de profundidades superiores a 1,00 m se podrá empezar la excavación a máquina, hasta llegar a la distancia de 1,00 m sobre la conducción, momento en el que se procederá como se indica en el punto anterior.
- No utilizar picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terreno blando, donde puedan estar situados cables subterráneos.

- En caso de contacto con una línea eléctrica con maquinaria de excavación, deben observarse las siguientes normas:
- El conductor o maquinaria estará adiestrado para conservar la calma e incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución.
- Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- En caso de contacto, el conductor no abandonará la cabina, sino que intentará bajar el basculante y alejarse de las zonas de riesgo.
- Advertirá a las personas que allí se encuentren que no deben tocar la máquina.
- No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si se desciende antes, el conductor estará en el circuito línea – máquina − suelo y seriamente expuesto a electrocutarse.
- Si es posible separar la máquina y en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible de la máquina evitando tocar ésta.

CONDUCCIONES DE GAS

Medidas preventivas

- Cuando se realicen excavaciones cerca de conducciones de gas, se tomarán precauciones especiales para no dañar la tubería y evitar los peligros del trabajo en presencia de gas. Estas precauciones serán contempladas en el plan de seguridad y salud y adoptadas durante la ejecución de la obra.

- Cuando se trate de conducciones principales de gas se dispondrá de una persona responsable de la empresa explotadora durante todos los trabajos que puedan afectar a la conducción. Se seguirán las normas siguientes:
- Se identificará el trazado de la tubería.
- Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad; se actuará del mismo con las canalizaciones enterradas de otros servicios, indicando siempre el área de seguridad a adoptar.
- En el caso de conducciones enterradas a profundidades iguales o inferiores a 1,00 m, se empezará siempre haciendo catas a mano, hasta llegar a la generatriz superior de la tubería, en número que se estime necesario para asegurarse de su posición exacta.
- En casos de profundidades superiores a 1,00 m, se podrá empezar la excavación con máquina hasta llegar a 1,00 m sobre la tubería, procediéndose a continuación como se indica en el punto anterior.
- Se estará en contacto continuo con la compañía explotadora, a la cual habrán de solicitarse los protocolos previstos de actuación para el caso de rotura de la conducción.

LÍNEAS TELEFÓNICAS

Medidas preventivas

- Cuando se realicen movimiento de maquinaria cerca de conducciones aéreas telefónicas, se tomarán precauciones para no dañar el cable y evitar los riesgos que esto podría suponer por ejemplo con la caída de postes. Estas precauciones serán contempladas en el plan de seguridad y salud y adoptadas durante la ejecución de la obra.
- Se estará en contacto continuo con la compañía explotadora, a la cual habrán de solicitarse los protocolos previstos de actuación para el caso de rotura de la conducción.

CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Medidas preventivas

- Cuando deban realizarse trabajos sobre conducciones de agua se tomarán las medidas precisas que eviten que accidentalmente se dañen estas tuberías y, en consecuencia, se suprima el servicio. Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad y adoptando las siguientes normas básicas:
- No deben realizarse excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0.50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá dicha excavación y se apuntalará la tubería, a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria o herramientas.
- Se instalarán sistemas de señalización e iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera, a juicio de la jefatura de obra.
- No se almacenará ni adosará ningún tipo de material sobre la conducción.

CONDUCCÍON DE SANEAMIENTO

Medidas preventivas

- Antes de entrar operarios a arquetas o tramos de colectores con aguas residuales en servicio, se realizarán mediciones de las condiciones ambientales existentes en el interior del colector o arqueta. En caso de detectar presencia de gases o falta de oxŕgeno se prohibirá la entrada de operarios.
- Nunca se realizarán excavaciones por medios mecánicos (palas, martillos rompedores) a una distancia inferior a 50 cm de los colectores, distancia a partir de la cual se realizará la excavación por medios manuales.
- En tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente parta evitar que sea dañado por maquinaria herramientas, etc.

- No se someterá a ningún tipo de esfuerzo adicional al colector, como realizando acopios sobre la misma, etc...
- Si se produce accidentalmente una rotura o fuga en la canalización se suspenderán los trabajos que se estén realizando hasta que la conducción se haya reparado y se subsanen los desperfectos que puedan afectar a la seguridad de los tajos que se estaban realizando en el momento de la rotura.
- En caso de detectar la presencia de gases en el interior de los colectores o arquetas se prohibirá entrar en los mismos hasta en tanto no desaparezcan las concentraciones de gases recogidas por el detector de gases, hecho éste que se verificará mediante la realización de una nueva medición.
- No se permitirá la presencia de una sola persona en el interior de pozos y arquetas. Existirá siempre una persona en el exterior para actuar rápidamente en caso de emergencia

## 6.7.- DESVÍO DE TRÁFICO Y PEATONES SEÑALIZADOS

Descripción.

Si bien en este apartado se dan algunas pautas a seguir durante la realización de desvíos para tráfico y peatones se realizará estudio detallado dependiendo del caso conforme a la normativa vigente en cada caso.

Evaluación de riesgos.

- Atropellos, colisiones, vuelcos.
- Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
- Exposición a condiciones meteorológicas adversas.

Medidas preventivas.

- Antes de comenzar un trabajo deben instalarse apropiados dispositivos de protección y aviso.
- Las barreras de protección deben ser del tipo apropiado.
- Todas las señales de tráfico deben ajustarse a las normativas vigentes.
- Debe tenerse especial cuidado de que los suministros, equipo almacenado y vehículos aparcados no obstruyan las señales.
- Las señales nocturnas deben ser de reflexión o iluminadas.
- Entre los focos de luz para iluminación nocturna se incluyen linternas, destelladores y luces eléctricas.
- Todas las señales deben inspeccionarse diariamente en cuanto a que sean legibles, posición adecuada, limpieza, reemplazándose inmediatamente las deterioradas.
- Se utilizarán las siguientes protecciones colectivas:

- Conos.
- Cinta de balizamiento.
- Balizas luminosas.
- Señales normalizadas.
- Vallas de desviación de tráfico.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad si existe riesgo de caída de materiales desde zonas superiores.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Chaleco reflectante

## 6.8.- PROTOCOLO ACTUACIÓN PARA TRABAJOS EN EXTERIOR DURANTE OLAS DE CALOR Y PERIODOS DE ALTAS TEMPERATURAS.

### 6.8.1.- Ámbito de aplicación.

El protocolo de actuación será de aplicación en determinados lugares o puestos de trabajo donde se registren temperaturas muy elevadas.

La exposición a temperaturas excesivas puede provocar agotamiento, síncope por calor, calambres, deshidratación, insolación, golpe de calor o alteraciones cutáneas.

Consideraremos que el riesgo es elevado cuando las temperaturas superan los 30ºC, a la sombra. El riesgo se acrecienta cuando se supera el 70% de humedad. Así mismo, cuando las temperaturas nocturnas están por encima de los 25ºC.

### 6.8.2.- Alertas meteorológicas

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) emite avisos para los fenómenos meteorológicos adversos entre los que se encuentran las temperaturas máximas y las olas de calor. Los avisos se clasifican en niveles según el posible alcance de determinados umbrales.

Las denominaciones, significados y recomendaciones a la población de los niveles de alerta son los siguientes:

- Amarillo. No existe riesgo meteorológico para la población en general, aunque sí para alguna actividad concreta. Recomendación: mantenerse informado de la predicción meteorológica más actualizada. Algunas actividades al aire libre pueden verse alteradas.
- Naranja. Existe un riesgo meteorológico importante (fenómenos meteorológicos no habituales y con cierto grado de peligro para las actividades usuales). Recomendación: tomar precauciones y mantenerse informado de la predicción meteorológica más actualizada. Las actividades habituales y al aire libre pueden verse alteradas.

- Rojo. El riesgo meteorológico es extremo (fenómenos meteorológicos no habituales, de intensidad excepcional y con un nivel de riesgo para la población muy alto). Recomendación: tomar medidas preventivas y actuar según las indicaciones de las autoridades. Mantenerse informado de la predicción meteorológica más actualizada. Las actividades habituales pueden verse gravemente alteradas.

En la siguiente tabla elaborada por la AEMET se recoge la sensación térmica por calor y el riesgo de sufrir patologías asociadas a la exposición a altas temperaturas. Esta información deberá ser tenida en cuenta a la hora de organizar el trabajo y establecer medidas preventivas.

**TABLA DE VALORES DE SENSACIÓN TÉRMICA POR CALOR (HEAT INDEX)**

| HUMEDAD RELATIVA (%) | TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CELSIUS ( C ) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| 45 | 27 | 28 | 29 | 30 | 32 | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 51 | 54 | 57 | 61 | 64 |
| 50 | 27 | 28 | 30 | 31 | 33 | 34 | 36 | 38 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | 58 | 62 | | |
| 55 | 28 | 29 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 43 | 46 | 48 | 52 | 55 | 59 | 62 | | | |
| 60 | 28 | 29 | 31 | 33 | 35 | 37 | 40 | 42 | 45 | 48 | 51 | 55 | 59 | 63 | | | | |
| 65 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 39 | 41 | 44 | 48 | 51 | 55 | 59 | 63 | | | | | |
| 70 | 29 | 31 | 33 | 35 | 38 | 40 | 43 | 47 | 50 | 54 | 58 | 63 | | | | | | |
| 75 | 29 | 31 | 34 | 36 | 39 | 42 | 46 | 49 | 53 | 58 | 62 | | | | | | | |
| 80 | 30 | 32 | 35 | 38 | 41 | 44 | 48 | 52 | 57 | 61 | | | | | | | | |
| 85 | 30 | 33 | 36 | 39 | 43 | 47 | 51 | 56 | 60 | 65 | | | | | | | | |
| 90 | 31 | 34 | 37 | 41 | 45 | 49 | 54 | 58 | 64 | | | | | | | | | |
| 95 | 31 | 35 | 38 | 42 | 47 | 51 | 57 | 62 | | | | | | | | | | |
| 100 | 32 | 36 | 40 | 44 | 49 | 54 | 60 | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Precaución | 27 a 32 | Posible fatiga por exposición prolongada o actividad física. |
| Precaución extrema | 33 a 40 | Insolación, golpe de calor, calambres. Posibles por exposición prolongada o actividad física. |
| Peligro | 41 a 53 | Insolación, golpe de calor, calambres. Muy posibles por exposición prolongada o actividad física. |
| Peligro extremo | 54 o más | Golpe de calor, insolación inminente. |

Permanecer bajo el sol puede incrementar los valores del índice de calor en 8 C.
Cuando la temperatura es menor que 32 C (temperatura de la piel), el viento disminuye la sensación térmica. Si es mayor de 32 C, la aumenta.

6.8.3.- Organización del trabajo.

PRECAUCÍON DE 27ºC A 32ºC.

- Establecer pausas periódicas avisando a la plantilla a través de los medios necesarios, como mínimo 10 minutos cada hora, o permitir que las personas trabajadoras realicen pausas en función de sus necesidades.
- Evitar el trabajo en solitario.
- Habilitar zonas de descanso frescas y con sombra.
- Proporcionar agua fresca en cantidad suficiente.
- La ropa de trabajo será ligera para facilitar la traspiración, proporcionar gafas de sol y crema protectora.
- Instalar carpas portátiles o sombrillas, en aquellos trabajos que requieran que la persona trabajadora esté situada en un lugar expuesto a calor durante más de media hora.
- Rotaciones para evitar las zonas donde el calor sea mayor.

PRECAUCÍON EXTREMA DE 33ºC A 40ºC

- Establecer pausas periódicas avisando a la plantilla a través de los medios necesarios, como mínimo 10 minutos cada hora, o permitir que las personas trabajadoras realicen pausas en función de sus necesidades.
- Evitar el trabajo en solitario.
- Habilitar zonas de descanso frescas y con sombra.
- Proporcionar agua fresca en cantidad suficiente.
- La ropa de trabajo será ligera para facilitar la traspiración, proporcionar gafas de sol y crema protectora.
- Instalar carpas portátiles o sombrillas, en aquellos trabajos que requieran que la persona trabajadora esté situada en un lugar expuesto a calor durante más de media hora.
- Establecer programas de aclimatación en función del esfuerzo físico que conlleva la tarea.
- Limitar el trabajo físico y proporcionar ayudas para disminuir el esfuerzo físico.
- Sólo se utilizarán vehículos con aire acondicionado.
- Organización del trabajo: adecuar horarios para evitar las horas de mayor calor, las tareas de mayor esfuerzo se realizarán en las horas de menor calor, establecer rotaciones para evitar las zonas donde el calor sea mayor.

PELIGRO DE 41ºC A 53ºC

- Reducción del tiempo de trabajo y de la duración de la exposición a altas temperaturas durante la jornada.
- Sólo se trabajará en turno de mañana y durante las horas de menor temperatura para lo que se adaptarán los horarios de entrada y salida, evitando las horas de mayor calor.
- Establecer pausas periódicas avisando a la platilla a través de los medios necesarios, como mínimo 15 minutos cada hora, o permitir que las personas trabajadoras realicen pausas en función de sus necesidades.
- Evitar el trabajo en solitario.
- Sólo se utilizarán vehículos con aire acondicionado.
- Habilitar zonas de descanso frescas y con sombra.
- Proporcionar agua fresca en cantidad suficiente y suero fisiológico.
- La ropa de trabajo será ligera para facilitar la traspiración, proporcionar gafas de sol y crema protectora.

- Instalar carpas portátiles o sombrillas, en aquellos trabajos que requieran que a persona trabajadora esté situada en un lugar expuesto a calor durante más de media hora.
- Establecer programas de aclimatación en función del esfuerzo físico que conlleva la tarea.
- Acordad con el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales la temperatura a la que se suspende la actividad laboral, así como el tiempo máximo de exposición a altas temperaturas.

6.8.4.- Información y formación en materia de seguridad y salud en el trabajo a altas temperaturas.

La empresa informará y formará a las personas trabajadoras que vayan a estar expuestas a altas temperaturas previamente al inicio de los trabajos.

Remitirá la información a las personas trabajadoras periódicamente durante el periodo estival y la formación se repetirá de forma periódica.

Entre la información a las personas trabajadoras se incluirán las siguientes recomendaciones:

- Beber mucha agua antes, durante y después de la jornada laboral.
- Dieta equilibrada y rica en sales minerales, evitar comer mucha cantidad de comida.
- No beber alcohol ya que aumenta la pérdida de agua y facilita la deshidratación.
- Usar ropa ligera.
- Cubrirse la cabeza durante los trabajos al sol, usar protección solar y gafas de sol.
- Si es posible intentar trabajar en zonas de sombra.
- Prestar atención a los cambios de estado de salud individual y a los compañeros.
- Informar a la empresa de los problemas en el abastecimiento de agua o si la ropa de trabajo fuera inadecuada.
- Realizar pausas frecuentes a lo largo de toda la jornada laboral para reponerse.
- Adaptar el ritmo de trabajo a la tolerancia al calor.
- En caso de encontrarse mal, avisar de inmediato para recibir atención médica. No continuar trabajando, ni conducir.

También se facilitará información acerca de cómo identificar un golpe de calor y nociones básicas en primeros auxilios.

El golpe de calor consiste en el efecto más grave que puede experimentar el cuerpo cuando se ve expuesto a situaciones de calor intenso. Con la exposición al calor, el cuerpo aumenta su temperatura de forma incontrolada y causa lesiones en los tejidos. Además, provoca fallos en el sistema nervioso central y en el mecanismo normal de regulación de la temperatura por lo que la temperatura corporal aumenta todavía más hasta alcanzar incluso más de 40ºC. al principio aumenta la sudoración, pero si la temperatura aumenta, la piel se

seca y se calienta de forma que con la deshidratación cesa la sudoración, aparecen convulsiones, aumenta el ritmo cardiaco y respiratorio y aparecen alteraciones de la conciencia.

Síntomas del golpe de calor:

- ✓ Fatiga, sed intensa y falta de sudoración.
- ✓ Piel seca y caliente
- ✓ Vértigos y mareos
- ✓ Palidez
- ✓ Confusión mental
- ✓ Náuseas y vómitos
- ✓ Palpitaciones
- ✓ Dificultad respiratoria
- ✓ Calambres musculares
- ✓ Convulsiones.

Primeros auxilios en caso de golpe de calor:

- ✓ Colocar a la persona en un lugar fresco y aireado.
- ✓ Aplicar compresas de agua fría en al frente y muñecas de la víctima
- ✓ Abanicar a la víctima para enfriar el cuerpo.
- ✓ No controlar las convulsiones, es un mecanismo de defensa para eliminar el calor y hacerlo puede provocar daños musculares.
- ✓ Elevar la cabeza de la víctima sobre material blando para que no sufra golpes en el caso de convulsiones.

## 6.9.- DESBROCE DEL TERRENO

Descripción

Operación consistente en la retirada de la primera capa de tierra vegetal, donde hubiera, así como el talado de árboles y su retirada.

Evaluación de riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes cortes por objetos/herramientas.
- Proyección de partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Accidentes causados por seres vivos.
- Incendios forestales.
- Exposición a temperaturas extremas.

- Caída y golpes de material vegetal por manipulación

Medidas preventivas

- Se deberá extremar la precaución en los métodos de trabajo para no provocar chispas.
- El repostaje de combustible y mantenimiento se debe realizar en zonas de seguridad con las precauciones adecuadas que garanticen la no deflagración.
- Todos los trabajos afectados deberán tener dispuestos para su uso inmediato extintores y herramientas adecuadas que garanticen que en un primer ataque, sea extinguido un fuego incipiente sin mayores consecuencias.
- No colocarse debajo de ramas que han de ser cortadas.
- Prestar máxima atención cuando se realicen trabajos de campo.
- Realizar un adecuado uso de las herramientas de trabajo y mantenerlas almacenadas correctamente y afiladas si son de corte, sin holguras y con los mangos en perfecto estado.
- Cuando la máquina esté funcionando y se observe algún atasque no meter las manos, detener siempre la máquina.
- No retirar nunca las protecciones, si por motivo de mantenimiento o limpieza han sido retiradas, volver a colocarlas antes de poner en marcha la máquina, y utilizar las protecciones adecuadas a la herramienta que se usa.
- La motosierra deberá contar con los siguientes elementos de seguridad:
  - Freno de cadena.
  - Captor de cadena.
  - Protector de mano.
  - Fijador de aceleración.
  - Botón de parada fácil.
  - Dispositivos de amortiguación de las vibraciones.
- El manejo de la motosierra queda restringido al personal especializado en su manejo y acreditado por la empresa. El operador debe tener autorización de uso por escrito.
- Extremar las precauciones en los cortes de los árboles, estudiar la dirección de caída y avisar donde y cuando cae.
- En los desplazamientos parar el motor y llevar puesto el cubre espadas.
- Utilizar la motosierra con las dos manos.
- Parar completamente el motor y dejar enfriar la máquina antes de realizar cualquier ajuste en la misma.
- No cortar ramas con la punta de la espada y no trabajar más de una persona en cada fuste. Evitar rebotes y el contacto con las piedras.
- Si se notan vibraciones anormales durante el trabajo, para la máquina y revisar el útil de corte.

- No usar la motosierra con los brazos estirados ni por encima del hombro. Trabajar con las rodillas flexionadas y la espalda recta.
- Debe existir una separación entre equipos de motosierras equivalente al doble del árbol apeado. Guardar la distancia de seguridad (5−6 metros) respecto a otros compañeros.
- La cadena debe estar bien afilada y con la tensión adecuada. En el afilado usar siempre guantes.
- Mantener en correcto estado el freno de la cadena.
- Siempre que se vaya a arrancar la motosierra, el freno de cadena debe estar accionado.
- No arrancar la motosierra en el lugar donde se ha repostado combustible.
- Colocar la motosierra en el suelo para su arranque y asegurarse de que cualquier persona esté lo suficientemente alejada antes de poner en marcha la máquina.
- Se evitará el uso de ropas demasiado holgadas, así como bufandas u otros atuendos incompatibles con la actividad.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad con protector auditivo u pantalla facial.
- Guantes de protección con capa de protección contra cortes.
- Chaqueta de protección anticorte en hombros y brazos.
- Pantalones de protección anticorte.
- Botas de seguridad con cordones par el trabajo con motosierra con protección anticorte en toda la parte delantera y en la lengüeta, con puntera reforzada y suela con relieve antideslizante.

## 6.10.- TALA DE ÁRBOLES

Descripción de la actividad

La tala se puede dividir en tres partes bien diferenciadas:

- Replanteo de la superficie necesaria para la obra, marcando así los árboles cuya tala sea necesaria, para posteriormente estudiar las posibles afecciones que pueda provocar el árbol en su caída, y tomar las medidas necesarias para evitar el problema, bien sea eliminando a priori ese posible objeto afectado, podando la rama que pudiera interferir con ese objeto o dirigiendo la trayectoria de caída del árbol hacia la zona donde interese.
- Tala o abatimiento del árbol. Mediante una motosierra se corta la base del tronco de manera que el árbol tienda a caer hacia una determinada dirección prevista a priori. Si es necesario se guía la caída del árbol mediante la utilización de cuerdas o métodos similares.

- Una vez el árbol ya ha sido talado se procede a la retirada del mismo de la zona, para lo cual se corta el tronco y las ramas en trozos fácilmente manejables cargándoles en el camión que les transportará al vertedero.

Evaluación de riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes cortes por objetos/herramientas.
- Proyección de partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Accidentes causados por seres vivos.
- Incendios forestales.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Caída y golpes de material vegetal por manipulación

Medidas preventivas

- Se deberá extremar la precaución en los métodos de trabajo para no provocar chispas.
- El repostaje de combustible y mantenimiento se debe realizar en zonas de seguridad con las precauciones adecuadas que garanticen la no deflagración.
- Todos los trabajos afectados deberán tener dispuestos para su uso inmediato extintores y herramientas adecuadas que garanticen que en un primer ataque, sea extinguido un fuego incipiente sin mayores consecuencias.
- No colocarse debajo de ramas que han de ser cortadas.
- Prestar máxima atención cuando se realicen trabajos de campo.
- Realizar un adecuado uso de las herramientas de trabajo y mantenerlas almacenadas correctamente y afiladas si son de corte, sin holguras y con los mangos en perfecto estado.
- Cuando la máquina esté funcionando y se observe algún atasque no meter las manos, detener siempre la máquina.
- No retirar nunca las protecciones, si por motivo de mantenimiento o limpieza han sido retiradas, volver a colocarlas antes de poner en marcha la máquina, y utilizar las protecciones adecuadas a la herramienta que se usa.
- La motosierra deberá contar con los siguientes elementos de seguridad:
  - Freno de cadena.
  - Captor de cadena.
  - Protector de mano.
  - Fijador de aceleración.

- Botón de parada fácil.
- Dispositivos de amortiguación de las vibraciones.

- El manejo de la motosierra queda restringido al personal especializado en su manejo y acreditado por la empresa. El operador debe tener autorización de uso por escrito.
- Extremar las precauciones en los cortes de los árboles, estudiar la dirección de caída y avisar donde y cuando cae.
- En los desplazamientos parar el motor y llevar puesto el cubre espadas.
- Utilizar la motosierra con las dos manos.
- Parar completamente el motor y dejar enfriar la máquina antes de realizar cualquier ajuste en la misma.
- No cortar ramas con la punta de la espada y no trabajar más de una persona en cada fuste. Evitar rebotes y el contacto con las piedras.
- Si se notan vibraciones anormales durante el trabajo, para la máquina y revisar el útil
- de corte. No usar la motosierra con los brazos estirados ni por encima del hombro. Trabajar con las rodillas flexionadas y la espalda recta.
- Debe existir una separación entre equipos de motosierras equivalente al doble del árbol apeado. Guardar la distancia de seguridad (5−6 metros) respecto a otros compañeros.
- La cadena debe estar bien afilada y con la tensión adecuada. En el afilado usar siempre guantes.
- Mantener en correcto estado el freno de la cadena.
- Siempre que se vaya a arrancar la motosierra, el freno de cadena debe estar accionado.
- No arrancar la motosierra en el lugar donde se ha repostado combustible.
- Colocar la motosierra en el suelo para su arranque y asegurarse de que cualquier persona esté lo suficientemente alejada antes de poner en marcha la máquina.

- Se evitará el uso de ropas demasiado holgadas, así como bufandas u otros atuendos incompatibles con la actividad.
- Si el árbol es de poca altura (menor de 4 metros) y su destino no es ser replantado, el proceso podrá llevarse a cabo acotando la zona afectada y abatiendo el árbol por corte directo en cuña mediante motosierra. Tras la caída del árbol, éste será troceado y evacuado del lugar hacia su destino final. La eliminación del tocón se efectuará con una pala mixta o con retroexcavadora, según el tamaño del mismo. Cuando sea necesario derribar árboles de más de 4 metros de altura, el proceso consistirá en acotar la zona afectada, atirantar el árbol por su copa, abatirlo mediante corte en cuña en la base con motosierra y, finalmente, trocearlo para su evacuación.
- Para la labor de atirantado se elevará a un trabajador mediante grúa y cesta, el cual eslingará adecuadamente el árbol en su tercio superior. Si sopla el viento que mueva el árbol en demasía, se suspenderán el eslingado y/o abatimiento del mismo, dado el

inevitable riesgo de movimiento no previstos del árbol.

- Si el árbol es de alto valor ecológico, su traslado habrá de ser integral, incluyendo también su bulbo de raíces. Para ello habrá que delimitarse la zona de peligro para, posteriormente, atirantarlo por su copa sea cual sea su altura. Tras esto, será necesario el socavamiento de la base de raíces hasta la profundidad que determine como necesaria un técnico competente en la materia. El conjunto de tronco y raíces será tumbado con cuidado en una zona cercana para su carga en camión de longitud adecuada.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad con protector auditivo u pantalla facial.
- Guantes de protección con capa de protección contra cortes.
- Chaqueta de protección anticorte en hombros y brazos.
- Pantalones de protección anticorte.
- Botas de seguridad con cordones par el trabajo con motosierra con protección anticorte en toda la parte delantera y en la lengüeta, con puntera reforzada y suela con relieve antideslizante.

## 6.11.- DEMOLICIONES POR MEDIOS MECÁNICOS

Descripción.

Esta actividad corresponde a los trabajos de picado mediante retroexcavadora mixta provista de martillo hidráulico y posterior retirada de escombros mediante camión basculante.

Evaluación de riesgos.

- Interferencias con conducciones eléctricas, gas, etc.
- Generación de polvo.
- Ruido.
- Inundaciones.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Choques y golpes de objetos.
- Electrocuciones.
- Contaminaciones por aguas residuales.
- Proyecciones de partículas.

Medidas preventivas.

- La zona de demolición se delimitará para impedir que nadie ajeno a los trabajos entre en la zona de trabajo.

- Protección de los servicios públicos, de instalaciones generales que pasen cerca de la zona a demoler.
- Antes de inicio de los trabajos deberán ser anuladas las acometidas de gas, electricidad, agua, y demás servicios existentes.
- Protección del polvo producido por la demolición y retirada de escombros de la vía pública, regando si fuera necesario. Se dejarán previstas tomas de agua.
- Cuando una máquina de demolición este trabajando, no se permitirá el acceso al terreno comprendido en su radio de trabajo; si permanece estática, se señalará su zona de peligrosidad actuándose en el mismo sentido.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la máquina a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- No se realizarán mediciones, replanteos ni ningún otro trabajo en las zonas donde estén trabajando máquinas hasta que estén paradas y el lugar seguro de no ofrecer riesgos de vuelcos o desprendimientos de tierras.
- Los elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte al suprimir las tensiones.
- El corte de un elemento se realizará por piezas de tamaño manejable por una sola
- persona. Los compresores, martillos, neumáticos y similares, se utilizarán previa autorización de los responsables de la obra.
- Las cargas empezarán a elevarse lentamente, con el fin de observar si se producen anomalías. En caso de que se produjeran, se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial. No se descenderán las cargas solo bajo control del freno.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad cuando se abandone la cabina de las máquinas y exista riesgo de caída de materiales.
- Gafas anti proyecciones, en las proximidades de la demolición.
- Calzado de seguridad homologado contra caída de objetos, con plantilla reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Mascarilla auto filtrantes para materia particulada, siempre que la maquina no tenga cabina estanca, o para trabajadores a la intemperie.
- Protectores auditivos.
- Chaleco reflectante en proximidades de maquinaria en movimiento.

## 6.12.- ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS DURANTE LA OBRA

Descripción

A lo largo de toda la obra se deberá eliminar escombros que hayan aparecido por las distintas actividades realizadas. Las zonas de trabajo deberán estar lo más limpias y despejadas posibles.

Evaluación de riesgos.

- Caída a distinto nivel.
- Polvo ambiental.
- Pinchazos y golpes en manos y pies.

Medidas preventivas.

- Los trabajadores deben mantener su lugar de trabajo limpio y ordenado.
- Preferiblemente se utilizarán trompas para la evacuación de escombros.
- Los escombros evacuados en bateas o contenedores, lógicamente se colocarán de tal manera que no exista peligro de que rebosen, pudiendo caer.
- Los escombros que no puedan evacuarse, se colocarán en una zona de la obra donde no interfieran en las zonas de paso de personas o vehículos.
- La recogida y evacuación de escombros se ejecutará periódicamente evitando una acumulación excesiva.
- Si se evacuan escombros desde ventanas con elementos sujetos por grúa, tanto el grufsta, como el personal que haga los trabajos, se cerciorará de que no hay operarios, ni trabajando ni transitando por abajo.

Equipos de protección individual.

- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad cuando exista riesgo de caída de materiales desde zonas superiores.
- Cinturón de seguridad tipo arnés cuando exista riesgo puntual de caída a distinto nivel.
- Guantes.
- Mascarilla para materia particulada.

## 6.13.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

Descripción

Incluyen en esta actividad todos los trabajos de excavación, extendidos y compactación con el empleo de retroexcavadora, pala cargadora, motoniveladora, compactador, cuba de riego, etc.

Evaluación de riesgos.

- Atropellos por máquinas y vehículos.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos de máquinas.
- Interferencias con servicios enterrados.
- Propios del tráfico de vehículos
- Polvo
- Ruido
- Golpes por objetos.
- Golpes contra objetos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas.

- Antes del inicio se comprobará que la documentación de las máquinas está en orden y actualizada.
- Las zonas de trabajo estarán valladas y señalizadas de forma que se impida el acceso a terceras personas.
- Toda la maquinaria que se utilice será manejada por personal especializado y autorizado para su uso.
- Los bordes de la excavación se señalizarán a una distancia de
- seguridad. Se regarán las áreas en que los trabajos puedan producir polvareda.
- Si es necesario, se emplearán operarios para controlar el tráfico en determinados puntos, dando paso en un sentido o en otro. A estos operarios habrá que advertirles de la importancia de su trabajo y de los riesgos a los que están expuestos.
- Las líneas eléctricas, susceptibles de ser alcanzadas por las máquinas o vehículos en movimiento, se señalizarán mediante pórticos que materialicen la limitación de altura.
- El acopio de tierras o de materiales no debe realizarse a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas estáticas y posibles desprendimientos.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- La carga de los camiones no sobrepasará los límites marcados por el fabricante, procurándose evitar por todos los medios posibles, la caída de materiales durante el transporte.
- Siempre que un vehículo parado inicie una maniobra avisará con una señal acústica.

- Al abandonar un vehículo, se aplicarán los dispositivos de frenado para lograr su inmovilización y se bloqueará la dirección y/o sistema de encendido, para evitar el que pueda ser utilizado por otras personas.
- El maquinista colocará la máquina de forma que tenga una buena visibilidad en la zona de operaciones.
- Las máquinas circularán a velocidad moderada por la obra.
- Al cargar se cerciorará el palista de que en la caja del camión no hay ninguna persona.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Ropa de trabajo.
- Gafas contra impactos y anti polvo en todas las operaciones que puedan producirse desprendimientos de partículas
- Mascarilla auto filtrante para materia particulada, siempre que la máquina no tenga cabina estanca, o para trabajadores a la intemperie.
- Protectores auditivos.
- Chaleco reflectante en proximidades de maquinara en movimiento

## 6.14.- EXCAVACIÓN EN ZANJA

Descripción

Se incluye en esta actividad la ejecución de zanjas y pozos para la instalación de conducciones de electricidad, drenajes, etc.

La excavación en zanja debe ejecutarse mediante pala retroexcavadora acopiándose las tierras para el relleno posterior. La colocación de las conducciones debe hacerse mediante grúa o mediante el uso de la retroexcavadora si su manual de instrucciones permite la manipulación de cargas o manualmente.

La compactación se realizará con rodillos o bandejas vibratorias a ser posible estas últimas con dispositivo de manejo a distancia.

Siempre que la zanja tenga más de 1,5 metros se tendrá que entibar.

Evaluación de riesgos.

- Desprendimientos
- Sepultamientos.
- Caídas a nivel.
- Caídas a distinto nivel.

- Golpes con elementos de entibación.
- Atropellos por máquinas y vehículos.
- Golpes y atrapamientos con máquinas.
- Vibraciones.
- Caída de cargas.
- Atrapamiento con tuberías
- Ruido.
- Electrocuciones.
- Inundaciones.
- Sobresfuerzos.

Medidas preventivas.

- Antes de comenzar los trabajos se conocerán los obstáculos e interferencias que se presentan en el trazado de zanjas.
- La excavación mecánica se realizará hasta 1 metro antes de llegar a las conducciones y a partir de entonces, la excavación será manual con martillos neumáticos o hidráulicos hasta 0,50 metros, siendo completamente manual los últimos centímetros.
- Se apuntalará o suspenderán las conducciones que queden descubiertas tras la
- excavación. La estabilidad de las paredes de la excavación será asegurada en todo momento mediante la inclinación adecuada del talud. En la ejecución de zanjas verticales cuando la profundidad sea superior a 1,50 metros se empleará entibación.
- Todos los elementos que se encuentran en la zona influenciada por la excavación, como árboles, postes de líneas, edificaciones, carreteras u otras canalizaciones, deberán tenerse en cuenta por su repercusión en la estabilidad de la excavación. Así mismo se tendrá en cuenta el talud natural del terreno, capacidad portante, nivel freático, contenido de humedad, etc.

- Las tierras producto de la excavación que se acopien en la proximidad de la zanja, no supondrán una sobrecarga para los taludes, ni un riesgo de caída de tierras o piedras a la zanja, no se realizarán acopios a una distancia inferior a 2 metros del borde de la zanja.
- Cuando la profundidad de la excavación sea superior a los dos metros se protegerá mediante la colocación de valla anclada al terreno a una distancia de seguridad.
- Cuando la profundidad de la zanja sea inferior a 2 metros, se señalizará mediante cinta, cordón de balizamiento o vallas metálicas.
- En los tramos que se utilice entibación, ésta sobresaldrá sobre el terreno 1 m, como protección de caída de personas y objetos.

- Se dispondrá de escaleras para acceder a las zanjas, estando prohibido hacerlo por otros medios. Las escaleras sobresaldrán 1 m del punto superior de apoyo. Estará ancladas en el borde superior de la zanja.
- No se permitirá la entrada a las zanjas hasta que no se haya colocado la correspondiente entibación o ejecutado el talud previsto.
- Se efectuará el achique de las aguas que afloren en el interior de la zanja, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas el encargado de la obra realizará una revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Nadie permanecerá en el radio de acción de la máquina.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad
- Chaleco reflectante si se trabaja en proximidades de maquinaria
- Calzado de seguridad
- Guantes
- Ropa de seguridad
- Gafas de seguridad, cuando pueda existir riesgo de proyección de partículas
- Traje de agua en tiempos lluviosos
- Botas de agua para trabajos en ambientes húmedos.

## 6.15.- COLOCACIÓN DE CONDUCCIONES

Descripción

Se incluye en esta actividad todas las operaciones necesarias para la colocación de las canalizaciones/conducciones así como sus uniones y pruebas.

Evaluación de riesgos.

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Sepultamiento.
- Desprendimientos.
- Caída de objetos durante la manipulación.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas.

- El acopio de tubos se realizará alejado del borde de la excavación al menos 2 metros, calzándolos para evitar su desplazamiento.

- Se dispondrá de los medios auxiliares de elevación adecuados y pensados para el tipo de tubería a colocar.
- Estará prohibido permanecer o pasar bajo las cargas suspendidas.
- El tubo suspendido será dirigido mediante cuerdas desde fuera de la zanja, hasta que se sitúe a una altura próxima a su emplazamiento. En esta posición se acercarán los operarios para efectuar el posicionamiento del tubo.
- Los medios auxiliares de elevación se revisarán diariamente, desechándose los que presentes defectos; los ganchos dispondrán de pestillo de seguridad.
- Las escaleras para el acceso a la zanja se situarán lo más próximo a los operarios.
- En el interior de zanjas se trabajará siempre con casco de seguridad.
- Mientras permanezcan operarios dentro de la zanja, el encargado vigilará el estado de la entibación o taludes.
- En zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,50 metros, siempre que haya personal trabajando en su interior, se mantendrá a un operario en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Se marcará la distancia de seguridad entre el borde de la excavación y la situación de las máquinas y vehículos; esta distancia estará en función del tipo de terreno y de los taludes adoptados, en todo caso, nunca será inferior a 2 metros.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad
- Chaleco reflectante si se trabaja en proximidades de
- maquinaria Calzado de seguridad
- Guantes
- Ropa de seguridad
- Gafas de seguridad, cuando pueda existir riesgo de proyección de partículas
- Traje de agua en tiempos lluviosos
- Botas de agua para trabajos en ambientes húmedos.

## 6.16.- COLOCACIÓN DE MALLA ANTIHIERBAS

Evaluación de riesgos.

- Caídas de objetos o materiales.
- Aplastamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes, cortes por objetos y/o herramientas.
- Caída de personas al mismo nivel.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Causado por seres vivos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Pisada sobre objetos, materiales punzantes.
- Proyección de fragmentos o partículas.

Medidas preventivas.

- Se mantendrán en todo momento las zonas de trabajo limpias y ordenadas con iluminación suficiente.
- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio de los rollos de la malla antihierbas.
- Las pilas se formarán sobre suelo llano y lugar capaz de soportar las cargas de
- almacenamiento. Se preverá el desmoronamiento de las pilas mediante postes de apuntalamiento.
- En la descarga se procederá a inspeccionar visualmente el estado y/o situación de la carga.
- En la manipulación manual no se deben manejar pesos excesivos por parte de un solo operario
- En operaciones en equipo, los operarios se colocarán al mismo lado de la carga, ejecutando los movimientos al unísono y preferiblemente con voces de mando dadas por uno solo.
- Trabajar a la altura correcta manteniendo la espalda recta y evitando las posturas incómodas y forzadas.
- Mantener un ritmo de trabajo constante adaptado a las condiciones del individuo para tener controlada la situación en todo momento.
- Para levantar la carga mantener la espalda recta flexionando las piernas para realizar el esfuerzo con ellas al estirarlas.
- Quedan prohibidos los acopios al borde de la zanja manteniendo la distancia adecuada para evitar sobrecargas.
- Señalización de peligro, puede instalarse una de los siguientes tipos:
    - Un balizamiento paralelo a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
    - En casos excepcionales se cerrará eficazmente el acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.
- Los trabajos a realizar en los bordes de taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el arnés de seguridad amarrado a "puntos fuertes".
- Los desperdicios o recortes, se recogerán acopiándose para su posterior eliminación.
- Mantener los pies bien apoyados durante el trabajo.
- En los desplazamientos pisar sobre suelo seguro, no correr talud abajo.
- Para darle la herramienta a otro compañero, siempre en la mano, nunca tirarla para que la coja.

- Guardar la distancia de seguridad respecto a otros compañeros (2−3 metros) en los desplazamientos y en el trabajo
- Precaución al coger objetos, herramientas, etc. que estén en el suelo, no meter las manos directamente debajo de ellos.
- Extremar las precauciones cuando se utilicen elementos para la sujeción de la malla al suelo, utilizando siempre las gafas antiproyecciones.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad, cuando exista riesgo de caída de materiales desde una altura superior.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Chaleco reflectante cuando se trabaje en proximidades de maquinaria.
- Gafas antiproyecciones.

## 6.17.- RELLENOS

Descripción

Se entiende por relleno la extensión y compactación de tierras procedentes de excavaciones o préstamos, que se realizan normalmente con medios mecánicos.

Evaluación de riesgos.

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Atropellos y golpes de máquinas.
- Vuelcos por falsas maniobras de maquinaria móvil.
- Caída de materiales durante la carga y transporte.
- Afecciones del aparato auditivo.
- Afecciones de las vías respiratorias.
- Caída de materiales por los bordes de los taludes.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas.

- Si es necesario, se emplearán operarios para controlar el tráfico en determinados puntos, dando paso en un sentido o en otro. A estos operarios habrá que advertirles de la importancia de su trabajo y de los riesgos a que están expuestos.

- Las líneas eléctricas, susceptibles de ser alcanzadas por las máquinas o vehículos en movimiento, se señalizarán mediante pórticos que materialicen la limitación de altura.
- Los maquinistas, ayudante y el personal que trabaje en zonas donde el nivel de ruidos y el tiempo de exposición sea superior al umbral máximo tolerable, serán dotados de protectores auditivos adecuados.
- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvareda.
- La carga de los camiones no sobrepasará los límites marcados por el fabricante, procurándose evitar por todos los medios posibles la caída de materiales durante el transporte.
- Al abandonar un vehículo, se aplicarán los dispositivos de frenado para lograr su inmovilización y se bloqueará la dirección y/o el sistema de encendido, para evitar el que pueda ser utilizado por otras personas.
- El maquinista colocará su máquina de forma que tenga una buena visibilidad en la zona de operaciones.
- Se prohíbe que los vehículos transporten personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.
- Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de zanjas o próximo a borde de vaciado, se dirigirá por persona especialista para evitar desplomes y caídas de vehículos.
- Los operarios de ayuda, irán dotados de chaleco reflectante para poder ser identificados con facilidad.
- Cuando resulte necesario retirar el balizamiento de las zanjas a rellenar por motivos de ejecución, se repondrá una vez se finalicen las actividades.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas
- pesadas. Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de
- materiales y objetos. Ropa de trabajo.

- Gafas contra impactos y anti polvo en todas las operaciones que puedan producirse desprendimientos de partículas
- Mascarilla auto filtrante para materia particulada, siempre que la máquina no tenga cabina estanca, o para trabajadores a la intemperie.
- Protectores auditivos.
- Chaleco reflectante en proximidades de maquinaria en movimiento

## 6.18.- HINCADO DE ESTRUCTURA SOPORTE

Evaluación de riesgos.

- Cortes / Golpes por objetos o herramientas.
- Caída de objetos por derrumbe o desprendimiento.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de fragmentos y partículas.
- Explosión. Incendio.
- Atrapamiento entre objetos.
- Ruido.

Medidas preventivas.

- Los operadores deben contar con la formación, experiencia y autorización necesaria, prohibiéndose el manejo por personal no autorizado.
- Los trabajadores autorizados deben conocer el manual del usuario. Dicho manual debe estar siempre junto al equipo y de forma accesible para consultas ulteriores.
- Antes del inicio del trabajo inspeccionar el terreno circundante y los elementos estructurales próximos, eliminando los elementos que puedan derrumbarse o desprenderse por las vibraciones.
- En ningún momento se abandonará la máquina cuando se encuentre en funcionamiento y las reparaciones o ajustes se realizarán con el motor parado.
- Transportar y mantener el combustible en envases homologados y convenientemente cerrados. El lugar de llenado y almacenamiento debe estar a una distancia mínima de 3 metros del lugar de operaciones.
- Está prohibido fumar durante el manejo de la máquina y especialmente durante el llenado del depósito de combustible.
- El llenado del depósito de combustible se hará con la máquina parada y el motor frío, alejándose de cualquier foco de ignición.
- Evitar la presencia de otros trabajadores en la proximidad de la zona de trabajo. Delimitar y señalizar el entorno de operación de la máquina.

- El personal auxiliar que trabaje en la proximidad debe usar como mínimo protección auditiva, gafas contra proyecciones, guantes de protección y botas de seguridad.
- Se recomienda establecer turnos y cambios de actividades en prevención de lesiones por exposición continuada a ruido.
- Tanto el operador como los trabajadores próximos deben utilizar protección auditiva.
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

Equipos de protección individual.

- Casco de protección.
- Protector auditivo (tapones)
- Gafas de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Calzado de seguridad.

## 6.19.- TRABAJOS CON HORMIGÓN

Evaluación de riesgos.

- Caída de objetos.
- Caída de personas al mismo o/a distinto nivel.
- Hundimientos.
- Pinchazos y golpes contra obstáculos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Trabajo sobre pisos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón.
- Desplome de las paredes de las zanjas.
- Atrapamientos.
- Vibraciones por manejo de la aguja vibrante.
- Ruido puntual y ambiental.
- Electrocución.
- Proyección de partículas al verter o vibrar el hormigón

Medidas preventivas.

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Cuando entre hormigón dentro de la bota, inmediatamente se quitará la misma para lavar primero el pie hasta que desaparezca el hormigón y luego la bota. De no hacerlo así, se producirá quemaduras en el pie.
- Antes del vertido del hormigón, los encofradores especialistas, revisarán los encofrados en evitación de reventones o derrames innecesarios.
- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán topes, si fuera necesario en el lugar donde haya que quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás, que por otra parte siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo.

VERTIDO MEDIANTE CANALETAS

- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 m. (como norma general) del borde de la excavación.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a “punto sólidos” en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos con riesgo de caída en altura; o bien a sólidas barandillas en el frente de la excavación, protegiendo el tajo de guía de la canaleta.

VERTIDO MEDIANTE CUBO O CANGILÓN.

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca, para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo penderán cabos de guía, para ayudar a su correcta posición de vertido.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón tipo arnés para trabajos puntuales en zonas donde no exista protección colectiva • Guantes de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Gafas antiproyecciones cuando exista riego de proyección de partículas

## 6.20.- COLOCACIÓN DE RED DE TIERRAS

Descripción.

Los riesgos y medidas preventivas de la colocación de la red de tierras, son los propios de la ejecución de zanjas. Además se deben tener en cuenta los inherentes a la colocación del cable.

Evaluación de riesgos.

- Pinchazos con el cable.
- Golpes con herramientas manuales.
- Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a utilizar.

Medidas preventivas.

- Se usarán en todo momento guantes de seguridad.
- Se deberán utilizar calzado de seguridad.
- Las propias de la maquinaria y medios auxiliares a utilizar.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Trajes para ambientes húmedos o lluviosos.

## 6.21.- ESTRUCTURA METÁLICA

Descripción

Esta actividad comprende todos los elementos estructurales metálicos que componen la estructura de los soportes de las placas. Se incluyen el conjunto de los trabajos relativos a acopios, pre armado, transporte, elevación, montaje, ajuste y puesta en obra de elementos metálicos estructurales como pilares de acero, vigas de acero, escaleras de acceso, etc. que pudieran efectuarse durante la ejecución de la obra.

Evaluación de riesgos.

- Caídas a distinto nivel.
- Caída imprevista de materiales transportados.
- Atrapamientos por los perfiles al engancharlos para descargar del transporte o
- moverlos. Golpes con materiales en movimiento durante su descarga, traslado, almacenamiento, desplome de perfiles apilados y traslado de pilares, chapas y vigas.
- Golpes con materiales fijos y herramientas.
- Riesgos derivados de las operaciones de soldadura y
- oxicorte. Cortes en manos con sierra circular.
- Lesiones en manos y
- pies. Dermatitis por contacto.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Ruidos y vibraciones.
- Salpicaduras.

Medidas preventivas.

- Se efectuará un estudio de habilitación de las zonas de montaje de estructura metálica, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.
- Se comprobará la situación, estado y requisitos de los medios de transporte, elevación y puesta en obra de los perfiles, con antelación a su utilización.
- Se restringirá el paso de personas bajo las zonas afectadas por el montaje y las soldaduras, colocándose señales y balizamiento que adviertan del riesgo.
- La descarga de los perfiles y soportes, se efectuará teniendo cuidado de que las acciones dinámicas repercutan lo menos posible sobre la estructura en construcción.
- Durante el izado y la colocación de los elementos estructurales, deberá disponerse de una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos o ramales de las eslingas de transporte.
- Las botellas de oxiacetilénico no se colocarán en lugares de paso ni expuestas al sol. Se fijarán bien para evitar su vuelco. Nunca se dejarán bajo la vertical de la zona de trabajo.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilaría.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá perpendicular a la inmediata inferior.
- Las maniobras de ubicación "In situ" de pilares y vigas, serán gobernadas por tres operarios, dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.
- En los trabajos de montaje de los diferentes elementos que compongan la estructura metálica no se soltará ningún elemento de dicha estructura que se esté colocando de grúa (torre/autopropulsada) hasta que no se haya asegurado su colocación y
- estabilidad definitiva. Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de plataforma elevadora (PEMP) o andamio tubular provisto de una barandilla perimetral de 1 m. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- Si el trabajo no fuera posible realizarlo desde estos medios auxiliares, el soldador deberá amarrar el mosquetón del arnés de seguridad a un cable de seguridad o a argollas soldadas a tal efecto a la perfilara.

- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada. Siempre que sea posible se colgará de los pies derechos, pilares o paramentos verticales.

- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
- Se prohíbe trepar directamente por la estructura.
- Se prohíbe desplazarse por el borde de la estructura sin colocar barandilla perimetral o sin atar el arnés de seguridad al cable de seguridad o a las argollas soldadas a tal efecto.
- Para la colocación de la cubierta de la marquesina se instalará una red horizontal anclada a la perfilara que cubra toda la superficie de la misma.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón para evitar caídas a otros niveles.
- Se realizará la perfecta delimitación de la zona de trabajo.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes comunes de trabajo.
- Gafas de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Bolsa portaherramientas.
- Orden y limpieza.
- Perfecta delimitación de la zona de trabajo.

## 6.22.- SOLDADURA OXIACETILÉNICA-OXICORTE

Evaluación de riesgos.

- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Explosiones (retroceso de la llama).
- Incendios.
- Proyecciones de partículas de las piezas trabajadas en diversas partes del
- cuerpo. Exposición a humos y gases de soldadura.
- Exposición a radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes y con distintas intensidades energéticas, nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura.

- Atrapamientos diversos en manipulación de botellas.
- Golpes por caída de botellas.
- Sobreesfuerzos.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.

- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

Medidas preventivas.

- El suministro y transporte interno en obra de las botellas de gases licuados, se efectuará según las siguientes condiciones:
  - 1º Estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora, cumpliendo la NPT−132/85 del I.N.S.H.T.
  - 2º No se mezclarán botellas de gases distintos.
  - 3º Se transportarán sobre bateas enjauladas en posiciones verticales y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.
  - 4º Los puntos 1,2 y 3 se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para las vacías.
- Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo, y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio de grifo de la botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.
- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenen materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables. Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- Los lugares donde se suelde o corte deben estar bien ventilados.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- Los grifos, y los manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo.
- Está prohibido que una persona sola trabaje en el interior de cámaras estrechas o espacios cerrados, se debe dejar fuera el equipo de soldar, bajo la vigilancia de un ayudante.
- Se estará informado acerca de la situación y forma de manejo de los extintores de incendios para usarlos en caso necesario.

UTILIZACIÓN DE BOTELLAS

- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros porta botellas de seguridad.
- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.
- Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explosionar; cuando se detecte esta circunstancia, se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.
- Se prohíbe la utilización de botellas de gases licuados en posición inclinada.
- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas.
- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca " cero " con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador, marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando a la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto; después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente; en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben consumirse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobrepresión en el interior.
- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de
- incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella, utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.
- Se prohíbe el abandono antes o después de su utilización de las botellas de gases licuados.

- Las botellas de gases licuados deben estar perfectamente identificadas, se acopiarán separados, con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.
- El almacén de gases licuados se ubicará en el exterior de la obra, con ventilación constante y directa. Sobre la puerta de acceso, dotada de cerradura de seguridad, se instalarán las señales de “peligro explosión” y “prohibido fumar”.
- Se controlará que en todo momento se mantengan en posición vertical todas las botellas de gases licuados.
- Para levantar una botella se doblarán las piernas y poner la espalda recta.
- Lógicamente no se intentará coger una botella que se esté cayendo.

MANGUERAS

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobe ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.
- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando agua jabonosa, por ejemplo. Nunca utilizar una llama para efectuar la comprobación.
- No se debe trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las
- piernas. Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufrido daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

SOPLETE

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
  - 1. Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.

- 2. Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno alrededor de 3/4 de vuelta.
- 3. Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- 4. Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- 5. Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- 6. Verificar el manorreductor.

- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula del acetileno y después de la del oxígeno.
- Estarán dotados de válvulas anti retroceso de la llama.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- La reparación de los sopletes la deben hacer técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de la llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

RETORNO DE LA LLAMA

- En caso de retorno de la llama se deben seguir los siguientes pasos:
- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
- Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
  - 1. En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
  - 2. Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad, cuando exista riesgo de caída de materiales en la zona donde se desarrollen los trabajos.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección).
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.

## 6.23.- SOLDADURA ELÉCTRÍCA

Descripción

Es un proceso termoeléctrico en el que se genera calor, mediante el paso de una corriente eléctrica a través de las piezas, en la zona de unión de las partes que se desea unir durante un tiempo controlado con precisión y bajo una presión controlada.

Evaluación de riesgos.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico, deslumbramiento luminoso y radiaciones. (Ultravioleta, infrarroja y luz visible muy intensa).
- Afecciones oculares.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos (intoxicaciones)
- Quemaduras.
- Explosiones.
- Incendios.
- Contacto eléctricos directos e indirectos por la conexión de la máquina, conductores flexibles, carcasa de la máquina o por la toma de corriente.
- Proyección de partículas.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.
- Cortes y abrasiones.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

Medidas preventivas.

- Se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador.
- El soldador debe revisar el equipo y cerciorarse de que está en buenas condiciones de funcionamiento.
- Mangas ignífugas y mamparas opacas para resguardar de salpicaduras y radiaciones al personal próximo.
- Porta electrodos completamente aislados.
- Equipo de soldar equipado con dispositivos reductores de tensión (en el caso de tratarse de soldadura al arco con corriente alterna).
- Zona limpia de material combustible.
- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.

- Los elementos metálicos, quedarán fijados e inmovilizados hasta concluido el punteo de soldadura para evitar situaciones inestables.
- Los cables deben hallarse en buen estado.
- Los cables de conexión a la red, así como los de soldadura, deben enrollarse para ser transportados.
- Cuando los cables del equipo de soldar opongan resistencia a su manejo no se tirará de ellos, tampoco se tirará de ellos para mover la máquina.
- Los cables no deberán cruzar una vía de tránsito, sin estar protegidos mediante apoyos de paso resistentes a la compresión.
- Se evitará que los cables descansen sobre objetos calientes, charcos, bordes afilados o cualquier otro lugar que pudiera perjudicar al aislamiento.
- Cambiar inmediatamente los mangos aislantes que se estropeen tanto de la pinza como de la máquina de soldar.
- Para picar la escoria o cepillar la soldadura se protegerán los ojos con gafas de seguridad o pantalla transparente.
- No deben realizarse trabajos de soldadura cuando llueve.
- Cuando se vayan a soldar pilas metálicas se izarán en posición vertical siendo guiados mediante cabos de gobierno, nunca con las manos. El aplomado y punteado se realizará de inmediato. Nunca se retirará el medio se sujeción de los elementos hasta que el soldador no asegure que se puede quitar.
- Cuando se suelden piezas metálicas es necesario usar calzado de seguridad aislante.
- Para evitar el efecto de las radiaciones, el soldador debe usar siempre pantalla protectora con cristales absorbentes. Los trabajadores que estén en las proximidades de los soldadores deben usar gafas de protección con cristales absorbentes, y por supuesto si son sus ayudantes.
- En la obra se suele soldar al aire libre o en amplios espacios bien ventilados, si fuera necesario soldar en espacios cerrados de manera general se deberá tener en cuenta
- lo siguiente: Deben eliminarse, por aspiración, gases, vapores y humos. Cuando esto no sea posible se utilizarán las mascarillas adecuadas para humos y vapores de soldadura en función de los elementos con los que se esté trabajando. Si es necesario incluso se utilizará equipo de respiración autónoma.
- Nunca se ventilara con oxígeno.
- Debe llevarse ropa protectora difícilmente inflamable.
- No se debe llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.
- Puesto que la corriente continua es menos peligrosa que la alterna, dentro de los recintos cerrados se recomienda soldar con corriente continua.
- En espacios cerrados se debe dejar fuera el equipo de soldar.

- Queda prohibido realizar trabajos de soldadura en recipientes que hayan contenido materiales inflamables o volátiles, sin haberlos limpiado previamente y desgasificado con vapor (aunque haga mucho tiempo que estén vacíos).
- Para evitar electrocuciones, hay que evitar que la tensión en vacío descargue a través del cuerpo del soldador. Por lo tanto es preciso:
    1. No dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se deba interrumpir el trabajo.
    2. La pinza no se depositará nunca sobre materiales conductores de corriente. Deberá dejarse sobre materiales aislantes y si es posible, sobre una horquilla aislada.
    3. No tender de forma desordenada el cableado por la obra.
    4. Instalar y mantener instalada la protección de las clemas de la "máquina de soldar".
    5. No anular y/o instalar la toma de tierra de la carcasa de la "máquina de soldar".
    6. Desconectar totalmente la "máquina de soldar" cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos, para ser transportada o cuando se va a limpiar o reparar. Lo mismo debe hacerse, naturalmente, antes de empalmar los cables de soldadura.
    7. No empalmar mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectores estancos de intemperie.
    8. No se utilizarán mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.
    9. Llevar puestos los guantes protectores cuando se está soldando.
    10. Cambiar inmediatamente los mangos aislantes que se estropeen, tanto de la pinza como la máquina de soldar.
    11. Utilizar siempre guantes al colocar el electrodo en la pinza, además de desconectar la máquina.
    12. La pinza debe estar suficientemente aislada, y cuando esté bajo tensión debe cogerse siempre con guantes.

Equipos de protección individual.

- Pantalla facial con visor de protección
- ultravioleta. Guantes.
- Calzado de seguridad de zafaje rápido.
- Ropa de trabajo lo más ajustada al cuerpo que se pueda de lana o algodón ignífugo.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Calzado de seguridad.

- Casco de seguridad cuando el trabajo lo requiera.

## 6.24.- INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES

Descripción

Dispositivo para aprovechamiento de la energía solar.

Evaluación de riesgos.

- Vuelcos.
- Atropellos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Quemaduras.
- Cortes por el manejo de materiales y herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Los inherentes a trabajos sobre cubierta.
- Golpes contra objetos.
- Caída de materiales.

Medidas preventivas.

- Los paneles solares se izarán mediante el gancho de la grúa. Se posará, en el suelo sobre una superficie preparada “a priori” de tablones de reparto. Desde este punto se transportará al lugar de acopio o a la cota de ubicación.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cabos que sujetarán sendos operarios dirigidos por el Capataz, (o Encargado), para evitar los riesgos de atrapamiento, cortes o caídas por penduleo de la carga.
- Se prohíbe expresamente guiar las cargas pesadas directamente con las manos o el
- cuerpo

  Se prohíbe utilizar los flejes como asideros de carga.
- No permanecerán en las proximidades, trabajadores distintos a los que realicen los
- trabajos. Se paralizarán los trabajos en tiempo ventoso.
- Los transportistas y gruista serán personal especializado.
- Los camiones se ubicarán en zona donde el terreno esté nivelado y sea resistente, de lo contrario es posible que al manipular la carga se desequilibre el camión y pueda volcar.
- El trabajador encargado del amarre de los materiales, se cerciorará de que los elementos utilizados para el amarre, eslingas, cadenas, ganchos, etc. están perfectamente asegurados, antes de dar la orden de movimiento al gruista.

- No se realizarán cargas o descargas en zonas próximas a líneas eléctricas. Como mínimo deberán situarse a 5 m de distancia de las mismas.
- Si el camión realiza maniobras de marcha atrás, dispondrá de la ayuda de un señalista.
- Si se tienen que realizar la carga o descarga en zona de vía pública, se realizará una de las siguientes operaciones: si es posible se cortará el tráfico por la zona adyacente, tanto de vehículos como de peatones, si no es posible, se pondrá un señalista que organizará los movimientos de tráfico y de peatones.
- Los materiales nunca pasarán por encima de trabajadores, vehículos o peatones.
- Se emplearán medios adecuados de carga: eslingas en correcto estado, cinchas textiles sin defectos, etc.
- Se protegerán las aristas vivas de los materiales a cargar o descargar, para evitar la rotura de los elementos usados para realizar la carga o descarga, cinchas textiles, eslingas, etc.
- Si es necesario que algún trabajador se suba a la caja del camión, lo hará desde los propios pates del camión o desde escaleras auxiliares ancladas en la parte superior y con zapatas antideslizantes.
- Si permanece algún trabajador sobre la caja, los hastiales de la misma, deberán permanecer subidos en todo momento, evitando así el riesgo de caída.
- No se saltará al suelo desde la carga o desde la caja. Puede en el salto fracturarse los talones, o provocarse cualquier otra lesión en piernas, columna vertebral, etc.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad, cuando exista riesgo de caída de materiales desde una altura superior.
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Cinturón tipo arnés para trabajos puntuales en zonas donde no exista protección colectiva.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero y goma.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua en tiempo lluvioso.
- Chaleco reflectante cuando se trabaje en proximidades de maquinaria.

## 6.25.- CIMENTACIÓN. MONTAJE DE LOSA

Descripción

Se engloban todas las actividades en lo referido al montaje de losas de cimentación.

Evaluación de riesgos.

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Heridas punzantes causadas por las armaduras.
- Golpes y cortes.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Ruido ambiental.
- Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a utilizar.

Medidas preventivas.

- Los taludes de las excavaciones serán estables, tal como determine el estudio geotécnico de proyecto o indique la dirección facultativa.
- Si la excavación de la zona de la losa tiene una profundidad menor de 2 m. se balizará su perímetro, si es igual o mayor de 2 m, se podrá balizar, si el balizamiento se puede colocar como mínimo a 1,5 m de borde de la excavación, evitando así el riesgo de caída. Si no existe esta distancia de seguridad, serán necesario proteger mediante barandilla resistente de 0.9 m de altura, barra intermedia y rodapié.
- Se supervisará el estado de las excavaciones y se tomarán las mismas medidas preventivas que se han considerado para el capítulo de zanjas y zapatas.
- Durante el izado de armaduras, encofrados, madera, puntales, etc., estará prohibida la permanencia del personal, bajo las cargas suspendidas, el gruista pasará la carga por las zonas donde no hay operarios.
- Procurar en lo posible que no permanezcan trabajadores en el radio de acción de las máquinas.
- Si es necesario que se aproxime algún operario, el conductor tendrá en todo momento contacto visual con el trabajador que está dentro de su radio de acción.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad cuando exista riesgo de caída de materiales desde zonas superiores.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua y botas en tiempo lluvioso.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Chaleco reflectante cuando se trabaje en proximidades de maquinaria.
- Protectores auditivos cuando exista ruido ambiental.

## 6.26.- MONTAJE DE PREFABRICADOS DE GRAN TAMAÑO

Evaluación de riesgos.

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.
- Atrapamientos durante las maniobras de ubicación.
- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Vuelco de piezas prefabricadas.
- Desplome de piezas prefabricadas.
- Cortes por manejo de máquinas – herramientas.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir las piezas.
- Los derivados de la realización de trabajos bajo régimen de fuertes vientos.

Medidas preventivas.

- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos, en los que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad de los operarios encargados de recibir al borde de los puntos de apoyo, las piezas prefabricadas servidas mediante grúa. La pieza prefabricadas, será izada del gancho de la grúa mediante eslingas.
- El prefabricado (o la pieza) en suspensión, se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante los cabos, y el otro dirigirá la operación hasta el montaje definitivo.
- En caso necesario los trabajadores de recepción o en altura se realizarán desde plataformas móviles elevadoras.
- Diariamente se realizarán por parte del Encargado una inspección sobre el buen estado de los elementos de elevación.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Antes de soltar los prefabricados de su elemento de suspensión, cuándo se han depositado en su ubicación, se asegurará su estabilidad. En caso de vigas prefabricadas se acodalarán adecuadamente o se arriostrarán entre sí.
- Se instalarán señales de “peligro, cargas suspendidas”.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- A los prefabricados en acopio antes de proceder a su izado para ubicarlos en la obra, se les amarrarán los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.
- Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a los 60 Km/h.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Arnés anticaída (si es necesario)
- Chaleco reflectante.
- Ropa de trabajo.

## 6.27.- MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Descripción

Conjunto de trabajos relativos a acopios, premontaje, transporte, montaje, puesta en obra y ajuste de elementos para la conducción de energía eléctrica, destinada a cubrir las necesidades de las instalaciones cuando estén en servicio.

Evaluación de riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de guías y conductores
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- Electrocución o quemaduras:
  - Mala protección de cuadros eléctricos.
  - Maniobras incorrectas en las líneas.
  - Por uso de herramientas sin aislamiento.
  - Puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.)
  - Conexionados directos sin clavijas macho−hembras.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Medidas preventivas.

- El almacenamiento para acopio de material eléctrico se ubicara en el lugar acondicionado para ello.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará con el orden y la

limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

- La iluminación mínima en las zonas de trabajo será de 100 lux., medidos a una altura sobre el pavimento en torno a los 1,5 m.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará mediante portátiles, que estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa−mango, aisladas eléctricamente y estarán conectados al circuito de alumbrado protegido con diferenciales de 30 mA.
- Se prohíbe el conexionado de cable a los cuadros de suministro eléctrico de obra, si la utilización de las clavijas macho−hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que efectuar con tensión, se harán siempre después de haber comprobado la instalación eléctrica.
- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado siempre por personal especialista.
- Ser prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin la utilización de las clavijas macho − hembra.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica, siendo retiradas las que lo tengan deteriorado.
- Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el ultimo cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la compañía suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse, realizándose previamente las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.

- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

## 6.28.- INSTALACIÓN ACOMETIDA ELÉCTRICA

Descripción

Conjunto de trabajos de construcción relativos a la acomedida para la conducción de energía eléctrica, destinada a cubrir las necesidades de este fluido cuando la construcción esté en servicio.

Evaluación de riesgos.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Otros.

RIESGOS DETECTABLES DURANTE LAS PRUEBAS DE CONEXIONADO Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN:

- Electrocución o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocución o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocución o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocución o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores, diferenciales, etc.).
- Electrocución o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho−hembra.

Medidas preventivas.

- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- La iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m. del suelo.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante", y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a

24 voltios.

- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho− hembra.

- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

Equipos de protección individual.

- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra y en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.
- Botas aislantes de electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

## 6.29.- TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO

Descripción

Durante la ejecución de los trabajos puede darse la circunstancia de la existencia de líneas eléctricas aéreas o enterradas que puedan provocar accidente por lo que será necesario disponer de la información de las líneas eléctricas existentes antes de iniciar los trabajos y establecer las medidas preventivas necesarias para eliminar o minimizar los riesgos existentes.

Evaluación de riesgos.

- Contactos eléctricos
- Electrocuciones.

Medidas preventivas.

CONDUCCIONES ELÉCTRICAS ENTERRADAS

- El principal riesgo es el de contacto con los mismos, lo que puede dar lugar a electrocuciones. Se tendrán perfectamente localizado y señalizado la conducción eléctrica en la medida de lo posible. Una vez descubierta la conducción se señalizará adecuadamente (cinta de balizamiento, espray fluorescentes, etc.).
- Suspender de inmediato los trabajos si se ha producido un daño en la conducción que pueda suponer riesgo eléctrico para los trabajadores y avisar acto seguido a la compañía suministradora.
- Prestar especial atención en los trabajos en esta actividad.
- Anotar su ubicación exacta en un plano para posteriores trabajos.
- Identificar in situ el trazado y profundidad de las conducciones existentes, mediante la información recabada de los diversos Organismos y Compañías de Servicios afectada, así como mediante el empleo de detectores capaces de indicar el trazado y profundidad de las mismas. Una vez conocidos exactamente el trazado y profundidad de la conducción, se procederá a señalizar las tuberías, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Se empleará, asimismo, señalización indicativa del riesgo, indicando la proximidad a la línea existente y su área de seguridad (para líneas subterráneas en tensión). Se velará en todo momento para que se mantengan en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización mencionada. No utilizar picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde puedan estar situados cables subterráneos.
- Si se conoce perfectamente el trazado y profundidad y la conducción está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo y señalizada con cinta, se podrá excavar con máquinas hasta 0,50 m de la conducción y a partir de aquí se utilizará la pala manual.

- Si no se conoce exactamente el trazado, la profundidad y la protección, se podrá excavar con máquina hasta 1,00 m de la conducción, a partir de esta cota y hasta 0,5 m se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc., y a partir de aquí, pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, en caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción existente, se suspenderá o apuntalará, a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramienta, etc. Así como si el caso lo requiere, interponer obstáculos que impidan el acercamiento.
- Instalaremos iluminación con balizas, hitos reflectantes, etc., si el caso lo
- requiere. No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Para conducciones en tensión: Una vez descubierta la línea, para continuar los trabajos en el interior de zanjas, pozos, etc., se cumplirá con las cinco reglas siguientes, que se realizarán siguiendo el orden de arriba a abajo:
  - 1. Descargo de la línea.
  - 2. Bloqueo contra cualquier alimentación.
  - 3. Comprobación de la ausencia de tensión.
  - 4. Puesta a tierra y en cortocircuito.
  - 5. Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante recubrimiento o delimitación.

EN TENDIDOS ELECTRICOS AÉREOS

- A fin de evitar los riesgos que se pueden producir, se tendrán en cuenta las siguientes medidas preventivas tipo:
- Antes de iniciar ninguna labor en las cercanías de los mismos se realizará medición topográfica de la altura y situación de los cables respecto a la zona de trabajo, y según esta altura y situación, y a tenor de lo indicado en el R.D. 614/2.001 sobre “disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico” se tomarán las medidas oportunas para que las distancias indicadas en el mismo no sean sobrepasadas. Para ello se montarán los indicadores de gálibo necesarios, y si la distancia de seguridad no alcanzase lo indicado en el mencionado R.D.614/2.001, se paralizarán los trabajos hasta tanto se corte la energía eléctrica en la línea.
- No se realizará ningún trabajo en la proximidad de la línea, cuyo corte se ha solicitado, hasta haber comprobado que las tomas de tierra de los cables se han efectuado y que el operario de la compañía así lo ha comunicado.
- La distancia de seguridad, con respecto a las líneas que cruzan estas actuaciones,

queda Fijada en 5 m., para las líneas de M. T. y 7 m. para las de A. T. considerada a partir del cable más externo a cada lado de la línea, para la horizontal, y del cable más inferior, para la vertical.

- Antes de comenzar los trabajos se balizará la distancia de seguridad de la línea eléctrica, para la construcción del pórtico de protección, que se colocará a ambos lados de la línea eléctrica.
- La altura de paso máximo debe de ser señalada por paneles apropiados fijados a las pértigas. Las entradas del paso deben de señalarse en los dos lados. Si una vez tomadas las distancias de las líneas hasta la zona de trabajo, se detectase que en ningún caso se estaría dentro de la distancia de seguridad, podrían obviarse estas medidas.
- Si una máquina o vehículo cualquiera entra en contacto o provoca un arco eléctrico con una línea, el maquinista o conductor observará las siguientes precauciones:
  - Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, donde estará a salvo de una electrocución, y mantendrá la calma, incluso si los neumáticos comenzaran a arder.
  - Avisará de manera preceptiva a los Servicios Eléctricos afectados a la línea, de la incidencia y de sus circunstancias.
  - No descenderá de su puesto de mando o cabina hasta que la máquina o vehículo esté a una distancia segura.
  - Si es imposible retirar la máquina o vehículo de la línea, y en caso de absoluta necesidad, no descenderá por los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible con los pies juntos, para alejarse posteriormente con pasos cortos.
  - Avisará a las personas situadas fuera de la zona peligrosa, para que no se acerquen a la máquina o vehículo.
  - No auxiliará a las posibles víctimas, hasta que no se restablezca la distancia de seguridad entre la línea y la máquina o vehículo.
- En caso de accidente y si el accidentado ha quedado en contacto con un conductor o pieza bajo tensión deberá ser separado antes de aplicar los primeros auxilios.
- En caso de caída de la línea, se prohibirá el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un experto de los Servicios Encargados de la Compañía Eléctrica asegure la falta permanente de tensión.

Equipos de protección individual.

- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Chaleco reflectante.
- Guantes dieléctricos
- Casco de seguridad, si procede

## 6.30.- EJECUCIÓN DE CERRAMIENTO DE PARCELA

Descripción

Consiste en el cerramiento definitivo de la parcela.

Evaluación de riesgos.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes.
- Peligro de incendio, debido a la utilización de madera.
- Vuelcos de los medios de elevación de encofrados, puntales y demás materiales.
- Caída de objetos mientras se manipulan.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Proyección de partículas.
- Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a utilizar.

Medidas preventivas.

- De manera general la zona de trabajo tiene que estar delimitada.
- Se aplicarán las medidas contempladas en el plan de seguridad y salud en la unidad de cerrajería.
- Se aplicarán las medidas contempladas en el plan de seguridad y salud para la maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad.
- Se aplicarán las medidas contempladas en el plan de seguridad y salud en lo referente a la fase de colocación y elaboración de ferralla, encofrado y desencofrado de muro y hormigonado.
- Se aplicarán las medidas presentes en el plan de seguridad y salud con respecto a la ejecución de zanjas y cimentación mediante zanjas o zapatas.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón tipo arnés para trabajos puntuales en zonas donde no exista protección colectiva.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes.
- Impermeables para lluvia.

## 6.31.- CARPINTERÍA METÁLICA

Descripción

Se describen los trabajos relativos a acopios, prearmados, transporte, elevación, montaje, ajuste y puesta en obra de elementos de carpintería metálica. La maquinaria a utilizar es la siguiente:

Evaluación de riesgos.

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Lesiones en manos y pies.
- Cortes en extremidades por sierra circular.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Afecciones en la piel.
- Choques o golpes contra objetos.
- Exposición a ambientes polvorientos.
- Contaminación acústica.
- Golpes y aplastamientos en dedos.
- Proyección de Partículas.

Medidas preventivas.

- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar los accidentes por tropiezos o interferencias.
- El izado a las plantas mediante el gancho de la grúa se ejecutará por bloques de elementos flejados, (o atados), nunca elementos sueltos. Una vez en las plantas correspondientes, se romperán los paquetes para su distribución y puesta en obra.
- Se comprobará que todas las carpinterías en fase de "presentación", permanezcan perfectamente acuñadas y apuntaladas, para evitar accidentes por desplomes.
- Se desmontarán únicamente en los tramos necesarios, aquellas protecciones, que obstaculicen el paso de los elementos de la carpintería metálica, una vez introducidos los cercos, etc. en la planta se repondrán inmediatamente.
- Antes de la utilización de cualquier máquina−herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados en perfectas condiciones.
- Los cercos metálicos serán "presentados" por un mínimo de una cuadrilla, para evitar los riesgos de vuelcos, golpes y caídas.

- Los tramos metálicos longitudinales, transportados a hombros por un solo hombre, irán inclinados hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a los otros operarios.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- Se dispondrán "anclajes de seguridad" en las jambas de las ventanas, a los que amarrar el fiador del arnés de seguridad, durante las operaciones de instalación en fachadas de la carpintería metálica.
- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar en esta obra estará dotada de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra, o de doble aislamiento.
- Se prohíbe la anulación del cable de toma de tierra de las mangueras de alimentación.
- Se prohíbe acopiar barandillas definitivas y asimilables en los bordes de las terrazas, balcones, etc., para evitar los riesgos por posibles desplomes.
- Se restringirá el paso de personas bajo las zonas afectadas por el montaje y las soldaduras, colocándose señales y balizas que adviertan del riesgo.
- Cuando se realicen trabajos en niveles superpuestos se protegerá a los trabajadores de los niveles inferiores con redes marquesinas rígidas, mantas ignífugas o elementos de protección equivalentes.
- Cuando por el proceso productivo se tengan que retirar las redes de seguridad, se realizará simultaneando este proceso con la colocación de barandillas y rodapiés, o condenando los huecos horizontales, de manera que se evite la existencia de aberturas sin protección.
- Las escaleras, plataformas y andamios usados en su instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.
- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijera; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Se señalizarán convenientemente las zonas donde se esté trabajando.
- Los bornes de máquinas y cuadros eléctricos estarán debidamente protegidos.

Equipos de protección individual.

- Ropa de trabajo.
- Casco, botas y gafas de seguridad homologadas.
- Guantes de cuero y goma homologados.
- Protectores auditivos.
- Equipos de protección de vías respiratorias.
- Uso de muñequeras o manguitos de cuero.

## 6.32.- REMATES DE CUALQUIER UNIDAD DE OBRA

Descripción.

En ocasiones hay unidades de obra que son complementarias a otras y deben hacerse posteriormente, y también en ocasiones, es necesario realizar remates de cualquiera de las unidades de obra.

Evaluación de riesgos.

- Caída a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Cortes, golpes y punzonamientos.
- Caída de objetos.
- Proyección de partículas.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas.

- Los trabajadores, analizarán el entorno y deberán realizarlas siempre desde las zonas más seguras, sin sobrepasar alturas de barandillas, petos de ventanas, o cualquier otra zona que le haga estar en riesgo. Si no existe forma de hacerlo sin que exista riesgo de caída a distinto nivel, deberán usar arnés sujeto a punto fijo.
- Los operarios deben asegurarse de que los medios auxiliares que utilizan, escaleras, plataformas de trabajo, etc. están en perfectas condiciones.
- Si utilizan maquinaria deben saber usarla y revisarla para ver si está bien.

Equipos de protección individual.

- Ropa de trabajo.
- Casco, si existe riesgo de caída de materiales desde zonas superiores.
- Arnés de seguridad si hay riesgo de caída de altura.
- Guantes.
- Calzado de seguridad.
- Gafas anti proyección.

# 5. EQUIPOS DE TRABAJO

## 7.1.- EQUIPOS DE TRABAJO EN GENERAL

Evaluación de riesgos.

- Vuelco
- Atrapamiento
- Atropello
- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales
- Golpes por o contra objetos, materiales o máquina.
- Contacto eléctrico
- Incendios y explosiones
- Quemaduras
- Polvo, ruido, vibraciones, gases
- Proyección de partículas

Documentación del equipo

- Marcado CE.
- Declaración CE de conformidad emitido por un organismo notificado.
- Puesta en conformidad al RD 1215/1997 (en caso de no disponer de marcado CE ni declaración CE de conformidad:
- Manual de instrucciones de uso y mantenimiento del fabricante o suministrador, en el idioma del país donde se comercializa. El equipo ha de utilizarse de acuerdo con las instrucciones y especificaciones del fabricante.
- En caso de alquiler, el contrato.

Medidas preventivas durante la utilización

- El personal que maneje maquinaria dispondrá de formación adecuada y estará autorizado para ello. Dispondrá del carné preceptivo cuando así venga reglamentado (gruistas).
- Se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador.
- Mantener en todo momento las protecciones de las partes móviles y dispositivos de
- seguridad. Mantener distancias de seguridad a excavaciones y radios de acción respecto a otros operarios y equipos.
- Antes de arrancar el motor o iniciar una maniobra con la máquina, se inspeccionará el entorno de la misma.

- Se suspenderán los trabajos con máquinas bajo condiciones meteorológicas adversas: vientos fuertes, tormentas,...
- Utilización de estabilizadores en la maquinaria móvil de elevación y movimiento de tierras.
- No se sobrecargarán las máquinas de elevación y transporte por encima de la carga admisible.
- No se trabajará con prendas sueltas o anillos, cadenas u otros elementos que puedan engancharse en la máquina.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del
- depósito. No se manipularán los dispositivos de seguridad.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con las partes móviles de la máquina deben permanecer colocadas en su sitio, bien ajustadas.
- Para subir o bajar a la cabina, se utilizarán los peldaños y asideros
- dispuestos. No se saltará directamente al suelo si no es por peligro.

- No se transportarán personas ajenas en equipos que no estén preparados para ello.
- No se trabajará con el equipo en situación de avería.
- Se deben mantener limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y se reemplazarán los que falten.
- El operador para determinadas maniobras en zona de poca visibilidad solicitará la colaboración de otra persona que realice las funciones de señalista y de advierta de cada uno de sus movimientos.

Medidas preventivas durante las operaciones de mantenimiento y reparación

- Sólo personal competente y autorizado podrá llevar a cabo las operaciones de reparación y mantenimiento de equipos de trabajo.
- Se seguirán las instrucciones incluidas en el Manual de uso y mantenimiento del fabricante o suministrador.
- En principio, todas las operaciones de reparación y mantenimiento se realizarán con el equipo totalmente parado.
- Señalizar claramente todo vehículo en reparación o no apto para circular.
- No se soldarán o cortarán con soplete tuberías que contengan líquidos inflamables.
- No guardar combustible ni trapos grasientos sobre el equipo, pueden producirse incendios espontáneos, ya que normalmente se trabaja con temperaturas altas.
- No levantar la tapa del radiador en caliente. Los gases desprendidos sin control pueden causar quemaduras graves.
- Cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si se deben manipular, no fumar ni acercar fuego.

- Si se debe tocar el electrolito (líquido de la batería), se hará con guantes adecuado-impermeables; este líquido es corrosivo.
- Si se debe manipular en el sistema eléctrico, se parará el motor y se desconectará extrayendo la llave de contacto.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, serán vaciadas y limpiadas de aceite. El aceite del sistema hidráulico es inflamable.
- No se liberarán los frenos del equipo en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se realizarán con el motor parado y está terminantemente prohibido fumar cuando se manipula combustible o materias inflamables.

## 7.2.- HERRAMIENTAS MANUALES EN GENERAL

Evaluación de riesgos.

- Golpe, corte o lesión por una inadecuada utilización de las herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas.

- Utilizar las herramientas manuales únicamente para las tareas para las que están concebidas y siempre según lo indicado por el fabricante.
- Antes de comenzar el trabajo, verificar el buen estado de las distintas partes de la herramienta. No trabajar con herramientas estropeadas, y ante cualquier defecto avisar al superior.
- Almacenar y transportar las herramientas de forma segura y cuando sean punzantes o cortantes, con sus protectores colocados para que no ocasionen caídas al mismo nivel, golpes o cortes

## 7.3.- HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

Evaluación de riesgos

- Golpes por objetos y partículas desprendidas.
- Cortes por uso incorrecto de las herramientas.
- Erosiones en manos.
- Proyección violenta de partículas a los ojos.
- Sobreesfuerzos, trabajar en posturas obligadas
- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos por elementos móviles.

Medidas preventivas

- Las herramientas serán revisadas periódicamente de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Deberá seleccionarse la herramienta adecuada a cada tipo de trabajo.
- Se observarán las instrucciones para el correcto uso de cada herramienta.
- Antes de ser utilizado, el operario se asegurará que esté en perfectas condiciones.
- Deberán mantenerse en lugares seguros, lejos de donde puedan provocar o favorecer otro tipo de riesgos.
- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- La máquina−herramienta deberá llevar incorporado un interruptor de corte y se conectará a la red a través de una pareja de enchufe y clavija normalizados, de características acordes con la potencia nominal de la misma.
- En recintos muy conductores, los motores deben ser alimentados con tensiones superiores a 24 voltios.
- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Las máquinas de corte estarán provistas de carcasa de protección.
- Se utilizarán las brocas o discos de corte adecuados para el trabajo, además deberán conservarse estos en buenas condiciones: afilados, sin muescas o roturas, …

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Gafas de seguridad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.4.- MARTILLO HIDRÁULICO

Evaluación de riesgos

- Cortes o golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Polvo ambiental.
- Sobreesfuerzos.

- Contactos con la energía eléctrica (líneas enterradas).
- Proyección de partículas.

Medidas preventivas

- Comprobar que las conexiones de la manguera están en correcto estado.
- Se prohíbe expresamente en esta obra, dejar los martillos neumáticos abandonados hincados en los paramentos que rompen, en previsión de desplomes incontrolados.
- Antes del inicio del trabajo se inspeccionará el terreno (o elementos estructurales) para detectar la posibilidad de desprendimiento por la vibración transmitida o la existencia de servicios, en especial líneas eléctricas enterradas.
- Antes de desarmar un martillo se ha de cortar el aire. Es muy peligroso cortar el aire doblando la manguera.
- Mantener los martillos cuidados y engrasados. Asimismo, se verificará el estado de las mangueras, comprobando las fugas de aire que puedan producirse.
- El puntero estará suficientemente afilado. El puntero debe estar perfectamente instalado.
- Las características del puntero deben ser las indicadas por el fabricante.
- La carcasa se mantendrá en perfectas condiciones, realizando el mantenimiento si se aprecian grietas.
- No apoyar todo el peso del cuerpo sobre el martillo, puede deslizarse y caer.
- Hay que asegurarse el buen acoplamiento de la herramienta de ataque en el martillo.
- No hacer esfuerzos de palanca con el martillo en marcha.
- Se mantendrá un perímetro de seguridad de 3 m, en prevención de la posible proyección de partículas.
- El trabajo se realizará de forma que el viento aleje el polvo y que no incida sobre el trabajador.
- No utilizar la herramienta en atmósferas explosivas como, por ejemplo, en presencia de líquidos, gases o polvos inflamables.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Gafas de seguridad
- Protección auditiva
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.5.- RADIAL

Evaluación de riesgos

- Cortes y amputaciones
- Contacto eléctrico
- Proyección de fragmentos
- Ruido
- Polvo (partículas de madera)
- Quemaduras por elementos móviles calientes

Medidas preventivas.

- El elemento de corte estará protegido por la correspondiente caperuza protectora
- Se cambiará el disco cuando este deteriorado
- Se revisará la fijación del disco, para evitar sueltas incontroladas
- Comprobar el estado del cable y de la clavija de conexión.
- Se elegirá el disco de corte adecuado para el material que deba rozar. Ya que hay discos para cada tipo de material.
- No se realizarán rozas inclinadas.
- No se intentará agrandar el canal rozado oscilando en el disco, será más efectivo realizar un paralelo muy próximo, y luego comunicarlos con simples golpes de martillo.
- No se presionará el aparato excesivamente.
- Evitar recalentar los discos de corte haciéndolos girar inútilmente.
- No depositar la rozadora en el suelo, es una posición insegura que puede accidentar a los operarios que circulan por las proximidades.
- Desconectar la rozadora de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones para el cambio del disco.
- Queda expresamente prohibido:
  - Anular la toma de tierra, o romper el doble aislamiento.
  - Utilizarlo sin la carcasa protectora del disco.
  - Depositarla sobre cualquier superficie con el disco aún en giro aunque la máquina esté ya desconectada.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Gafas de seguridad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

- Protección auditiva

## 7.6.- TALADRO ELÉCTRICO

Evaluación de riesgos

- Cortes y amputaciones
- Golpes en muñecas y brazos (por paradas bruscas de la broca al encontrar barras de acero en la zona a perforar, etc.).
- Contacto eléctrico
- Proyección de fragmentos

Medidas preventivas.

- La toma de energía debe efectuarse a través de un enchufe normalizado y equipado con disyuntor diferencial. Así mismo, la máquina debe disponer de doble aislamiento.
- Antes de perforar, asegurarse de que no se afectarán cables eléctricos, conducciones de gas, agua, etc.
- Utilizar siempre guantes de caucho y gafas anti−impacto.
- Utilizar una broca adecuada al material que quiere perforar; broca de wydia, para fábricas de ladrillo y hormigones; broca de acero rápido, para madera y metales.
- La broca debe ser apretada suficientemente para evitar que balancee en su uso y que pueda romperse.
- Se retirarán las herramientas de ajuste o llaves fijas antes de conectar la herramienta eléctrica. Una herramienta o llave colocada en una pieza rotante puede producir lesiones al ponerse a funcionar.
- La clavija de conexión de la máquina debe corresponder a la toma de corriente utilizada. No es admisible modificarla en forma alguna. No emplear adaptadores en aparatos dotados con una toma de tierra. Unas clavijas adecuadas conectadas a las respectivas tomas de corriente reducen el riesgo de una descarga eléctrica.
- La instalación eléctrica en la que se conecta la máquina está provista de interruptor magnetotérmico y disyuntor diferencial en perfecto uso.
- La manera correcta de agarrar el taladro es sujetando la empuñadura con fuerza con la mano predominante. Con el dedo índice de esa mano se accionará el gatillo. Con la otra mano se sujetará la parte delantera del taladro evitando las zonas que puedan provocar el atrapamiento o un contacto eléctrico, usando, a ser posible, una empuñadura auxiliar.
- No se ejercerá una presión excesiva sobre el material a taladrar.
- Se trabajará sobre una base firme y manteniendo el equilibrio en todo momento.
- No se utilizará la herramienta eléctrica en un entorno con peligro de explosión, en el que se encuentren combustibles líquidos, gases o material en polvo.

Las herramientas eléctricas producen chispas que pueden llegar a inflamar los materiales en polvo o vapores.

- El uso del taladro va a venir en función del tipo de material que se vaya a taladrar. Este aspecto va a influir tanto en el tipo de broca a utilizar como en el uso de la percusión o la velocidad de giro.
- Se ha de empezar el corte con una velocidad lenta para gradualmente aumentar la velocidad durante el corte.
- Cuanto más blando sea el material, más rápida tiene que ser la velocidad.
- El uso del lubricante como aceite, en la punta de la broca, refresca la misma, aumentando la acción y prolongando la vida de la misma.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Gafas de seguridad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte
- Protección auditiva

## 7.7.- REMACHADORA

Evaluación de riesgos

- Sobreesfuerzos
- Los derivados de las fijaciones fuera de control por:
  - Los derivados de la utilización de sobrepresión:
  - Los derivados de la proyección durante la fijación del elemento
- Ruido puntual

Medidas preventivas

- Trabajando con máquinas neumáticas, no se desconectarán éstas de sus mangueras o válvulas, sin haber cerrado antes la alimentación y dejado que el aire se descargue a través de la propia herramienta. No se doblará la manguera para cerrar el paso del aire, salvo en caso de emergencia grave.
- Las remachadoras se mantendrán siempre con el útil hacia abajo, cuando no estén trabajando. Al finalizar la jornada, o siempre que se suspenda el trabajo por periodos largos, se quitará de dicha máquina el útil que lleve puesto.
- Uso de protecciones auditivas cuando se trabaja en las cercanías de la máquina. Una exposición repetida y constante al ruido sin llevar puestas las protecciones pueden provocar sordera o una disminución de la función auditiva.

- Normas de uso:
  - Apriete perfectamente los elementos de conexión al circuito de presión. La desconexión accidental puede producirle lesiones.
  - Ponga el aparato en presión suavemente, no de presión de un solo golpe, evitará daños al aparato y posibles lesiones.
  - Soltar completamente el gatillo después de haber colocado un remache, y no apretarlo de nuevo hasta que la remachadora no esté colocada sobre la superficie de trabajo, preparada para una nueva operación.
  - Empuñar firmemente la remachadora para mantener el control en caso de un rebote imprevisto.
  - Tener siempre las manos y las demás partes del cuerpo lejanas de la superficie de trabajo.
  - Vigile la presión del aire.
  - No abandone la herramienta conectada al circuito de presión. Si ha de interrumpir su trabajo, cierre la válvula del aire.
  - No arrastrar la remachadora tirando de las mangueras de aire para no debilitar la estructura y deteriorar los acoples.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte
- Gafas de seguridad
- Protección auditiva

## 7.8.- DESBROZADORA MANUAL

Evaluación de riesgos

- Ruidos.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes.
- Golpes.
- Incendio (repostaje de combustible).
- Vibraciones.

Medidas preventivas.

- Sujetar la desbrozadora firmemente y con ambas manos, y asegurar que los cortes a elementos de determinado grosor se realizan con una postura estable que permita el control de la herramienta.

- La posición durante el trabajo será estable, con los pies apoyados firmemente. Prestar especial atención a este punto cuando se esté trabajando en terreno en pendiente, o existan piedras, zanjas u otro tipo de irregularidades en el suelo.
- No efectuar modificaciones en los dispositivos de mando ni en los de seguridad
- Empuñaduras limpias y secas para un manejo seguro.
- Ajustar el cinturón de porte y las empuñaduras según la estatura del operario.
- El elemento de corte (cuchilla, disco o hilo) será el adecuado al área a limpiar. Consultar para ello las instrucciones del fabricante.
- Siempre que sea posible comenzar desbrozando las zonas más fáciles. Esto permitirá una mayor visibilidad y un mejor acceso a las áreas de mayor dificultad.
- No utilice este equipo a alta velocidad cerca de carreteras con tráfico, o en presencia de peatones. Si debiera utilizar este equipo en una zona de riesgo con gente, hágalo funcionar a velocidad muy baja, utilizando un ajuste intermedio del gatillo del acelerador. En este caso no ponga nunca el acelerador al máximo.
- Utilizar la herramienta de forma suave, sin golpes y utilizando el impulso de piernas y caderas para ayudar en los movimientos.
- No hacer nunca ajustes en la herramienta con el motor en marcha, salvo la regulación del carburador.
- Cuando se utilice la desbrozadora con matorrales gruesos, prestar atención a la posibilidad de que al forzar su posición para la tala, al acabar la operación, vuelvan a su posición original o que, simplemente, no golpeen al operario o a la máquina y les hagan perder el control.
- Cuidar que la protección del cabezal de corte esté correctamente colocado, y si es regulable en altura, a una distancia del suelo adecuada para la vegetación a cortar pero suficientemente bajo como para que la protección sea efectiva.
- No usar nunca la desbrozadora a alturas que superen la cintura del trabajador.
- Antes de apoyar la desbrozadora en el suelo, apagar el motor o al menos asegurarse de que la cuchilla/disco ya no gira.
- Bajo ningún concepto se retirarán nunca los restos desbrozados ni se limpiará el material que queda en la hoja del cabezal cuando el motor o la hoja no hayan parado aún de girar.
- El transporte y almacenamiento de la desbrozadora se realizará con el motor apagado, el interruptor principal en posición de apagado y la cuchilla/disco con su protector puesto.
- Para desplazamientos pequeños dentro de la misma zona de trabajo se podrá mantener el motor en marcha, pero la cuchilla deberá estar parada y la mano derecha apartada del acelerador; accionar el acelerador únicamente cundo se vaya a iniciar el corte.

- En desplazamientos andando, la desbrozadora se mantendrá apartada hacia la derecha, lo que permite al trabajador una correcta visión y un piso seguro.

- Impedir el acceso al área de trabajo en el que se estén realizando tareas con la desbrozadora a trabajadores que no dispongan de la protección y EPI que estas tareas requieren.
- Mantener una distancia de seguridad entre los trabajadores cuando alguno de ellos esté realizando tareas con desbrozadora que impida el encuentro fortuito de los mismos.
- Los combustibles y lubricantes para la desbrozadora se guardarán en envases debidamente homologados y con tapones anti−fugas, comprobándose siempre que estos han sido bien cerrados y que si se ha derramado algo se limpian los restos con un paño o papel absorbente.
- Los vapores de los combustibles no son visibles y pueden desplazarse; por ello la luz solar directa y las fuentes de calor se alejarán de los envases y de las zonas de repostado, así como de un área de seguridad a su alrededor en donde también estará prohibido fumar.
- Para repostar, siempre será con el motor parado y procurando que esté lo más frío posible. No repostar cuando el motor aún está caliente pues el combustible podría derramarse y ser causa de incendio. Al arrancar la máquina de nuevo, hacerlo dejando una distancia de seguridad con el punto en el que se repostó (mínimo 5 m.)

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Pantalla protección facial
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte
- Mandil y/o espinilleras de protección contra proyecciones
- Protección auditiva.

## 7.9.- MOTOSIERRA

Evaluación de riesgos

- Lesiones de corte.
- Ruido.
- Incendio.
- Golpes.
- Desprendimiento de objetos.
- Inhalación de gases tóxicos.

Medidas preventivas

- Mantener la motosierra con firmeza en ambas empuñaduras, abarcándolas con los pulgares y los dedos. El mantener el pulgar de la mano izquierda por debajo de la empuñadura delantera es esencial para evitar los efectos de los rebotes.

- Mantener la herramienta cerca del cuerpo para adoptar una postura más cómoda y lograr un mejor equilibrio.
- El disponerse con los pies ligeramente separados y con el pie izquierdo un poco adelantado sobre el derecho permitirá también un mejor equilibrio.
- Cuando la cadena de la motosierra se trabe con algo, se parará siempre la máquina antes de proceder a su retirada.
- Si el freno de cadena no funciona perfectamente, parar inmediatamente la
- motosierra. Ninguna parte del cuerpo debe encontrarse en el sector de giro prolongado de la cadena de aserrado.
- Nunca trabajar sin tope; el operario podría ser arrastrado hacia delante.
- No utilizar la motosierra cuando se esté pisando sobre nieve o hielo; estos factores pueden provocar inestabilidad del trabajador durante la operación.
- Si se trabaja a un nivel más elevado del suelo, solamente en plataformas elevadoras de trabajo. No trabajar en escaleras, en árboles, en sitios inestables.
- No aserrar más arriba de los hombros y tampoco con una sola mano.
- Al trabajar en pendientes, el operario debe encontrarse siempre más arriba o al lado del tronco o del árbol tumbado.
- Establecer un programa de mantenimiento de la motosierra que incluya la verificación del buen estado de la espada (tensión y afilado de la cadena) y de los mecanismos de seguridad:
  - empuñadura de seguridad, con un arco guardamanos que impide el que la mano derecha (que es la que opera el acelerador del gatillo) sea aplastada.
  - asidero para la mano izquierda y su función de tope para el accionamiento del freno de cadena, la placa protectora de mano izquierda
  - el freno de cadena que cuando se acciona frena automáticamente el movimiento de la cadena
  - cadena de seguridad que proporciona una limitación en la profundidad de corte
  - captor de cadena, que permite la recogida automática de la cadena dentro de la carcasa en caso de que esta se rompa
  - fiador de aceleración, que bloquea el acelerador evitando así aceleraciones imprevistas o indeseadas
  - fiador de ralentí, que frena la cadena al desacelerar la máquina para que no se mueva la cadena mientras que no se acelere la motosierra.

- Al limar la cadena, evitar que se formen “picos de águila” que hacen que esta sea muy agresiva y aumenta el riesgo de que recule (además de aumentar el desgaste de la sierra). Vigilar también el paso de cadena para que no sea ni demasiado grande ni demasiado pequeño; en el primer caso el diente penetrará demasiado en la madera provocando “tirones”, más vibraciones, desgaste innecesario y mayor riesgo de reculada, mientras que el otro caso se obtendría poca madera con lo que se necesitará realizar un mayor esfuerzo.
- Acelerar la herramienta cuando se vaya a realizar el corte
- Comprobar sistemáticamente que el freno de cadena funciona de manera adecuada.
- Si se produce una situación de rebote, activar el freno de cadena girando la muñeca izquierda hacia la protección contra reculada. En todo caso, guiar la motosierra levantándola por encima de la cabeza.
- Para arrancar la sierra el freno de cadena debe estar activado. Muchas motosierras se pueden activar en modalidad de semi acelerado con la cadena girando si el freno no se ha activado.
- Las dos maneras seguras de activar la motosierra son: apoyada en el suelo o con la máquina entre las piernas.
- Cuando se arranque el motor en frío se realizará sobre una superficie plana tras verificar que en su espada no quedan ramas ni otros elementos que puedan quedarse obstruidos en la cadena.
- Siga las instrucciones del fabricante para asegurar un arranque seguro.
- Antes de comenzar la tarea debe controlarse siempre la función de lubricación de cadena. Para ello se colocará la sierra sobre el corte de un árbol talado y se irá aumentando el régimen del motor. La lubricación funciona siempre que quede una mancha alargada de aceite sobre el tocón.
- Controlar también el freno de cadena y la parada por inercia antes de empezar los
- trabajos. El freno de cadena se comprueba arrancando la herramienta y acelerando mientras se sostiene la sierra con firmeza en sus dos empuñaduras. Se activa entonces el freno de cadena girando la muñeca izquierda hacia la protección contra reculada sin soltar la empuñadura delantera. La cadena puede pararse inmediatamente.
- Para verificar la parada por inercia, el motor debe estar apagado mientras se mantiene la sierra con la espada sobre un objeto firme (por ejemplo, un tocón). La distancia entre el tocón y la espada dependerán del tipo de sierra así como de su longitud. Se soltará entonces la empuñadura delantera dejando que la sierra caiga sobre el objeto por su propio peso, girando sobre la empuñadura trasera. Al tocar el objeto, el freno de cadena deberá activarse.
- Existen diversos métodos de afilado; en todos ellos ha de asegurarse una base firme sobre la que la herramienta no se mueva ni se ponga en marcha de forma intempestiva durante la operación.

El bloqueo de la cadena puede hacerse activando el freno o metiendo una llave combinada entre la espada y la cadena en la cara inferior de la espada.

- Durante el afilado sobre un banco de trabajo, lo mejor es fijarlo a él con una morsa. En todo caso, sierra y espada deberán bloquearse en una posición que permita una buena estabilidad y la utilización de ambas manos al limar.

- En el exterior, si el afilado se realiza mientras la herramienta reposa sobre un árbol, asegurar su estabilidad mediante un sujetador de limado o mediante su introducción en el árbol, y cuidando que el cuerpo de la sierra esté fijo y la cadena bloqueada.
- Para la utilización de la motosierra telescópica se usará el correspondiente arnés para distribuir el peso y facilitar los movimientos.
- Mantener una distancia de seguridad con otras personas presentes en la zona de, al menos, una vez y media la longitud de la pértiga.
- El transporte y almacenamiento de la motosierra se realizará con el motor apagado, el interruptor principal en posición de apagado y la protección para la espada puesta.
- Para desplazamientos pequeños (unos 3 pasos) dentro de la misma zona de trabajo se podrá mantener el motor en marcha, pero la cadena se bloqueará con el freno de rebote.
- En desplazamientos andando, la motosierra se cogerá por el asidero de mano izquierda y con la espada hacia atrás.
- No dejar nunca solo al trabajador que opera con la motosierra.
- Impedir el acceso al área de trabajo en el que se estén realizando tareas con la motosierra a trabajadores que no dispongan de la protección y EPI que estas tareas requieren.
- Mantener una distancia de seguridad con respecto a los trabajadores que se encuentran manejando una motosierra. Aunque se recomienda que sea superior a 5 m, dependerá de la tarea que se venga realizando (cuando se estén derribando árboles será mayor), pero en todo caso siempre superior al alcance de la máquina, evitando así también el encuentro fortuito de dos trabajadores.
- Almacenar el combustible y el aceite lubricante de cadena únicamente en depósitos reglamentarios y correctamente marcados.
- Los vapores de los combustibles no son visibles y pueden desplazarse; por ello la luz solar directa y las fuentes de calor se alejarán de los envases y de las zonas de repostado, así como de un área de seguridad a su alrededor, en donde también estará prohibido fumar.
- Para repostar, siempre será con el motor parado y procurando que esté lo más frío posible. Al arrancar la máquina de nuevo, hacerlo dejando una distancia de seguridad con el punto en el que se repostó (mínimo 5 m.)

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Pantalla protección facial
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte
- Ropa especial de motoserrista (anticorte)
- Protección auditiva

## 7.10.- COMPACTADORES MANUALES

Evaluación de riesgos

- Vuelco del equipo
- Atropello
- Atrapamiento y golpes por caída del compactador sobre los miembros inferiores
- Vibraciones
- Ruido.
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas.

- Antes de utilizar la máquina se comprobará que no hay nadie en las inmediaciones.
- No se sobrepasarán las pendientes establecidas en los libros de instrucciones.
- No aproximarse a la cabeza del talud o zanja si no se tiene la certeza de que el terreno está perfectamente consolidado, por lo que se recomienda dejar una franja de separación como zona de seguridad con el fin de evitar hundimiento del terreno y caída por el talud.
- Se guiará el pisón en avance frontal, evitando los desplazamientos laterales, ya que la máquina puede descontrolarse y producir lesiones.
- Antes de poner en funcionamiento el pisón, asegurarse de que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras.
- En los compactadores conducidos a pie, los mandos serán de accionamiento permanente, es decir, si se sueltan los mandos la máquina se parará automáticamente
- En los compactadores remolcados se podrán accionar los mandos de puesta en marcha y parada de la vibración desde el puesto del operador en el vehículo tractor.
- Los compactadores dirigidos a pie llevarán un sistema de frenado de servicio y otro de estacionamiento. El freno de servicio debe poder detener el compactador en las pendientes que sea capaz de subir. La capacidad de inmovilización se considera suficiente si con la transmisión en punto muerto el deslizamiento descendente es inferior a 2 m/min.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.11.- HORMIGONERA ELÉCTRICA

Evaluación de riesgos

- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Salpicaduras en ojos
- Causticaciones por cemento

Medidas preventivas.

- Las hormigoneras pasteras no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de excavación, para evitar los riesgos de caída a otro nivel.
- Las hormigoneras pasteras no se ubicarán en el interior de zonas batidas por cargas suspendidas del gancho de la grúa, para prevenir los riesgos por derrames o caídas de la carga.
- Las hormigoneras pasteras tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión−correas, corona y engranajes−, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras pasteras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa−manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad / Botas de agua
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte
- Mascarilla

## 7.12.- VIBRADOR DE AGUJA

Evaluación de riesgos

- Sobreesfuerzos.
- Riesgos higiénicos por contacto con el hormigón.
- Contacto eléctrico

Medidas preventivas.

- Antes de utilizar el vibrador es necesario comprobar que:
  - La tensión de conexión del convertidor es la correcta.
  - Los cables de alimentación y la manguera de goma se encuentran en buen estado.
  - Tanto en las agujas como en el convertidor todos sus dispositivos de manejo y seguridad funcionen correctamente.
  - Dispone de bases con toma de tierra para la conexión del convertidor.
- La operación de vibrado, se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida, si discurre por zona de paso.
- Se comprobará la continuidad del circuito de puesta a tierra de la máquina.
- No se utilizará el vibrador para desplazar el hormigón en sentido horizontal ni se forzará o empujará dentro del hormigón pues podría quedarse atascado en la armadura.
- Se mantendrá una distancia mínima de 7 cm de las paredes del encofrado.
- La aguja se sacará, despacio, del hormigón (unos 8 cm por segundo) con movimientos hacia arriba y hacia abajo para que el hormigón vaya rellenando la cavidad dejada por el vibrador. La extracción del vibrador del hormigón debe ser rápida para no disgregar la superficie.
- El equipo se pondrá en marcha instantes antes del vibrado de hormigón; la parada se efectuará justo después del vibrado, para evitar en todo momento que las agujas vibrantes y el convertidor estén trabajando en vacío. Las agujas no deben estar fuera del hormigón más de 2 minutos funcionando.
- Se pondrá en marcha el convertidor una vez conectada la aguja.
- Se apagará la acción de la/s aguja/s mediante el accionamiento de su interruptor.
- Se desconectará el convertidor de la fuente de energía y las agujas se desconectarán del convertidor.
- Está prohibido que pasen cargas pesadas por encima de los cables.
- Al transportar la aguja y el convertidor de frecuencia, éstos deberán de estar bien asegurados para evitar deslizamientos, vuelcos y golpes.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad / Botas de agua
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.13.- SOLDADURA OXIACETILÉNICA - OXICORTE

Evaluación de riesgos

- Radiaciones luminosas.
- Quemaduras por contacto con fuego.
- Incendios.
- Explosiones.
- Sobreesfuerzos (al cargar a la máquina las botellas de propano).
- Proyección violenta de partículas a los ojos.
- Cortes principalmente en extremidades
- Contaminación ambiental debida a humos metálicos u otros tratamientos contaminantes procedentes de los diferentes tratamientos a que estén sometidas las piezas.

Medidas preventivas.

- Las válvulas de corte estarán protegidas por la correspondiente caperuza
- protectora. No se mezclarán botellas de gases distintos.
- Se transportarán las botellas en posición vertical y bien atadas, para evitar vuelcos durante el transporte. Se prohíbe la utilización de botellas de gases licuados en posición inclinada.
- Se prohíbe el acopio de las botellas de gases licuados al sol. Las mangueras permanecerán protegidas del sol en todo momento que no se esté trabajando con ellas
- El traslado de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros porta botellas de seguridad. Se evitará que éstas se golpeen.
- Se prohíbe el abandono antes o después de su utilización de las botellas de gases
- licuados. Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas, con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.
- El almacén de gases licuados se ubicará en el exterior de la nave, con ventilación directa y constante. Se instalarán las señales de “prohibido fumar” y “peligro explosión”.
- Los mecheros para soldadura mediante gases licuados estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama, en prevención de explosión.

- Se controlarán, periódicamente, las posibles fugas de las mangueras de suministro de gases licuados, por inmersión bajo presión, en el interior de un recipiente lleno de agua.

- Antes de encender el mechero, se comprobará que se comprobarán las conexiones de las mangueras, para evitar accidentes. Se comprobará también, si están instaladas las válvulas antirretroceso.
- Todas las uniones de mangueras, deben estar fijadas mediante abrazaderas, de modo que impidan la desconexión accidental.
- Las mangueras de ambos gases irán unidas, de fabricación o mediante cinta adhesiva, serán además de colores distintos.
- Las mangueras deben encontrarse en perfecto estado de conservación y admitir la presión máxima de trabajo.
- Se abrirá el paso del gas, siempre mediante la llave propia de la botella, en ningún caso se utilizará otro tipo de herramienta que pueda inutilizar la válvula de apertura o cierre.
- No se permitirá su utilización en caso de existir fuegos cercanos.
- No se utilizará acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre, aunque sea en escasa cuantía, se corre peligro de explosiones.
- Queda terminantemente prohibido fumar durante la soldadura o el corte, o durante la manipulación de las botellas.
- El soplete debe mantenerse siempre limpio y en buen estado.
- Las botellas de oxígeno no deben estar engrasadas ni en contacto con grasas o materiales inflamables.
- Evitar las zonas de tránsito de personas y vehículos.
- Antes de acoplar la válvula reductora de presión, se deberá abrir la válvula de la botella por un corto periodo de tiempo, a fin de eliminar la suciedad.
- No se debe comprobar la salida de gas manteniendo el soplete dirigido contra partes del cuerpo, ya que puede inflamarse.
- No abandonar ni apoyar el soplete encendido en la proximidad o encima de las botellas, ya que puede ser causa de incendio o explosión.
- Se debe realizar la limpieza previa de las piezas a cortar, mediante calor y espátula, o utilización de mascarilla buco nasal apropiada.
- Se debe leer la etiqueta de la botella antes de utilizarla, para asegurarse de que se trata de la que se pretende usar. En caso de duda sobre su contenido o forma de utilización, consultar con su suministrador.
- Las botellas que tengan caducada la fecha de la prueba periódica, según establece el Reglamento de Aparatos a Presión, serán devuelta al proveedor.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Gafas o pantalla de protección ocular (antirradiaciones).
- Mandil de cuero para protección del tórax y del cuerpo.
- Polainas y manguitos para proteger la posible entrada de material incandescente por la bocamanga, el guante y por la bota, o entre la bota y el mono.
- Guantes de cuero.
- Mono o buzo de trabajo resistente a la llama.

## 7.14.- SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO

Evaluación de riesgos

- Radiaciones luminosas.
- Contactos eléctricos.
- Quemaduras.
- Contactos térmicos (al tocar objetos calientes).
- Inhalación de vapores metálicos.
- Proyección violenta de partŕculas a los ojos (en el picado del cordón de soldadura).

Medidas preventivas.

- Los tajos estarán limpios en todo momento, además de ordenados, en prevención de pisadas sobre objetos punzantes.
- Se deberán usar yelmo de soldar o pantalla de mano siempre que se esté procediendo a soldar. Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para la salud.
- Se deberá evitar mirar directamente al arco voltaico, debido a la intensidad
- luminosa. No se deberá picar el cordón de soldadura sin protección ocular anti−impactos.
- Se deberá evitar tocar las piezas soldadas recientemente, pueden estar, y no parecerlo, muy calientes y provocar quemaduras.
- Se soldará en lugares ventilados, para evitar asfixias e intoxicaciones.
- No se permitirá la permanencia de personal distinto al operador en las proximidades de la zona de trabajo, para evitar quemaduras fortuitas.
- Se comprobará que el grupo está conectado a tierra previamente a su
- utilización. Cuando se haga una pausa de consideración, se apagará el grupo y se desconectará.
- Se comprobarán las mangueras eléctricas antes de la puesta en marcha del grupo de
- soldar. Se evitará el trabajo con ellas si éstas están picadas, con la protección rota, etc.

- Se escogerá el electrodo adecuado para cada trabajo y cordón a ejecutar.
- Se comprobará que las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión están perfectamente aislados.
- Cuando se suelda en una zona húmeda hay que aislarse por medio de guantes, zapatos o alfombrillas.

- Se mantendrá la máquina y el portaelectrodo seco. Por otro lado debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto.
- No cambiar los electrodos con las manos desnudas, con guantes húmedos o sobre superficies húmedas.
- Desconectar los equipos cuando no se utilicen.
- Los cables del circuito de soldadura, deben protegerse contra las proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc.
- No utilizar nunca estructuras metálicas de los edificios, tuberŕas, etc., como conductores de retorno, cuando éstos no sean la pieza a soldar.
- No se utilizará el grupo si no lleva, éste, el protector de clemas.
- Evitar bolsillos o dobleces en mangas y pantalones (donde se puedan alojar las chispas).

- Utilizar ropas que cubran todo el cuerpo.
- Una vez terminada la soldadura, marcar el metal o colocar un letrero que indique que la pieza está recién soldada.
- Se deben revisar las mordazas de los portaelectrodos para evitar sobrecalentamientos (por mal contacto).
- No colocar el portaelectrodo sobre una estructura metálica.
- Cuando no se utilice el portaelectrodos debe colocarse sobre un elemento que lo sujete.

- Utilizar pantalla con cristal protector (tanto el soldador como los ayudantes).
- Utilizar pantallas o cortinas que protejan al personal cercano.
- No utilizar ropa de colores claros o chillones, sino ropa oscura o mate.

- No usar guantes ni otra ropa que contenga aceite o grasa.
- Guardar todo el material combustible a una distancia prudente.
- Deberán quitarse todos los metales combustibles de la zona de soldadura.
- Los materiales combustibles que no puedan retirarse se taparán con cubiertas ignífugas.

- Se taparán grietas y ranuras para que no pasen las chispas.
- Se inspeccionará el área de trabajo una vez terminada la soldadura.
- Se revisarán los equipos y no se utilizarán si su estado no es correcto.

- No se deben efectuar trabajos en recipientes que hayan contenido lŕquidos combustibles sin haber procedido a su limpieza de forma que no queden restos de vapores combustibles.
- No se deben efectuar trabajos de soldadura en recipientes que mantengan presión en su interior.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Yelmo de soldar o pantalla de mano
- Gafas de protección ocular (antirradiaciones).
- Polainas y manguitos para proteger la posible entrada de material incandescente por la bocamanga, el guante y por la bota, o entre la bota y el mono.
- Guantes de cuero.
- Mono o buzo de trabajo resistente a la llama.

## 7.15.- GENERADOR ELÉCTRICO

Evaluación de riesgos

- Contacto eléctrico
- Golpes/cortes, Atrapamiento con los elementos móviles
- Desprendimiento y caída durante el transporte en suspensión.
- Contaminación acústica por la realización de trabajos en las proximidades del grupo

Medidas preventivas.

- El equipo se debe manipular bajo la supervisión, directa o indirecta, de una persona designada por el responsable de la utilización del mismo y conocedora del manejo, de la instalación y de los peligros e inconvenientes de los productos utilizados o almacenados en la instalación.
- Los elementos móviles del grupo estarán protegidos mediante
- carcasas. No haga funcionar el grupo electrógeno con las puertas abiertas.
- Antes de poner en marcha el grupo electrógeno, se comprobará que el interruptor general de salida está desconectado.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento del grupo se harán con el motor parado.
- El lŕquido de refrigeración caliente puede provocar quemaduras graves. Detenga el motor. No retire el tapón de llenado hasta que éste se encuentre perfectamente frŕo. No abra el radiador mientras esté caliente.
- Se ubicará en un lugar seco y ventilado.

- Los escapes del motor son tóxicos. Se utilizará el grupo electrógeno únicamente en el exterior, en zonas perfectamente ventiladas o deberá instalarse un alargador de escape para expulsar los gases de escape al exterior.
- Tanto la puesta en obra como sus conexiones a cuadros principales y auxiliares deberán efectuarse por personal autorizado.
- El grupo electrógeno ha de tener siempre conectada la pica de toma de tierra.
- La protección contra contactos indirectos se llevará a cabo mediante la puesta a tierra de las masas e interruptores diferenciales.
- El calibre o sección del cableado será el especificado y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar, en función de la maquinaria e iluminación prevista.

- Los cuadros eléctricos serán metálicos, de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad con llave. Además, como medida adicional, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces.
- Los cuadros eléctricos de distribución se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso y los que estén en servicio permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo (o de llave) en servicio.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.),

- El grupo electrógeno se alejará lo máximo posible del tajo para evitar la suma de ruidos provocada por el resto de la maquinaria.
- Regule correctamente la tensión de salida antes de conectar la carga.
- El selector de tensión no deberá utilizarse cuando el grupo electrógeno esté funcionando.

- No utilice prendas holgadas. No se acerque a las máquinas en funcionamiento. Tenga en cuenta que los ventiladores no se ven bien con el motor en funcionamiento.
- Para descargar los grupos electrógenos de sus soportes de transporte en condiciones óptimas de seguridad y de eficacia, se deberán garantizar los siguientes puntos:
- Máquinas o materiales de elevación adecuados para los trabajos requeridos, en buen estado y con capacidad suficiente para la elevación.
- Posición de las eslingas en las anillas previstas para esta operación o brazos elevadores que reposen completamente en el conjunto de crucetas del chasis o barras de elevación introducidas por las aperturas previstas para tal fin en la base para levantar el grupo completo (según los modelos).
- Para trabajar con total seguridad y para evitar el deterioro de los componentes montados en el borde superior del grupo, los mismos deberán elevarse con una pluma regulable. Todas las cadenas y cables deben quedar paralelos entre sí y lo

más perpendiculares posible con respecto al borde superior del grupo electrógeno, motobomba o mástil de iluminación.

- Si hay otros equipos montados en el grupo electrógeno que modifican su centro de gravedad, puede ser necesaria la utilización de dispositivos especiales de elevación para mantener un correcto equilibrio y poder trabajar con total seguridad.
- Suelo que aguante sin problemas el peso del grupo electrógeno y de su aparato de elevación (en caso contrario, coloque tablones que sean lo suficientemente resistentes y estables).
- Deposite el grupo electrógeno lo más cerca posible de su lugar de uso o de transporte en una zona despejada y libre de acceso.
- No se debe trabajar nunca con un grupo electrógeno que esté suspendido únicamente por un dispositivo de elevación.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.16.- GÓNDOLA

Evaluación de riesgos

- Caídas al mismo y distinto nivel.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas o con la propia máquina.
- Atrapamientos con elementos estructurales y órganos móviles de la máquina.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Movimiento incontrolado de la máquina.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

Medidas preventivas.

- El personal que utilice la góndola debe estar formado para el manejo de la misma por un técnico competente.
- El personal que utilice la góndola debe haber recibido copia del manual de instrucciones del fabricante.
- Debido a la complejidad del acceso a la barquilla, éste se tiene que realizar siempre situando la barquilla en una zona estable. Antes de entrar en la barquilla, comprobar desde el carro de cubierta que todos los movimientos se realizan de forma correcta.
- Cuando se esté trabajando sobre la cesta o barquilla de la góndola el o los operarios deberán mantener siempre los dos pies sobre la misma, estando prohibido

abandonar la misma para acceder a cualquier punto de la fachada del edificio.

- Es obligatorio utilizar arnés anticaídas debidamente anclado.
- Está prohibido utilizar elementos auxiliares situados sobre la barquilla para ganar altura.
- No se sobrecargará la cesta o barquilla más de lo indicado en la ficha técnica del fabricante. Se comprobará que no existen trabajos en la zona inferior de la barquilla.
- Comprobar el buen estado del freno de servicio, según instrucciones del fabricante.
- Las herramientas que se utilicen deben estar sujetas, para evitar que caigan fuera de
- la cesta. No se debe utilizar en condiciones climatológicas inadecuadas. Ni con vientos superiores a 50 km/h.
- Se completarán estas instrucciones con las dadas por el fabricante en su manual.

Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Arnés de seguridad.

## 7.17.- RETROEXCAVADORA CON EQUIPO DE MARTILLO ROMPEDOR

Evaluación de riesgos

- Caídas desde el vehículo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Choques contra objetos móviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos

Medidas preventivas

- Los conductores de obra deben tener a su disposición las normas del fabricante en cuanto al uso y mantenimiento de la maquinaria. Algunas de las más relevantes son:
  - Las máquinas serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces bocina de retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
  - No se deben realizar reparaciones con la máquina en marcha.
  - El cambio de aceite del motor y del sistema hidráulico debe realizarse en frío para evitar quemaduras.

  - Hay que recordar que el aceite del sistema hidráulico es inflamable.
  - La presión de inflado de los neumáticos debe ser la recomendada por el fabricante.
  - En operaciones de mantenimiento es necesario bloquear las ruedas, brazos y en general cualquier órgano móvil.
  - No fume durante las operaciones de repostaje.
  - Cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina debe ser comunicada al jefe de inmediato.
- No se realizarán maniobras incorporándose sobre el asiento, o sacando parte del cuerpo fuera de la cabina.
- Los operarios de la obra en la que se encuentre trabando la máquina, se mantendrán fuera del radio de acción de la misma mientras se encuentre trabajando.
- No se realizarán movimientos bruscos o repentinos de la cuchara que puedan provocar un golpe a algún trabajador de la obra o que pueda provocar la caída de parte del material que se encuentre manipulando.
- Se comprobará la estabilidad de los taludes cercanos a la zona de trabajo de la máquina antes de que ésta comience a trabajar.
- Si de la comprobación de la estabilidad de los taludes se deduce que la zona de trabajo no es totalmente estable se paralizarán los trabajos y no se reanudarán hasta que dicha zona sea estabilizada.
- La cuchara se llenará en las cantidades recomendadas para evitar desprendimientos por excesos.
- Nadie estará en el radio de acción de la máquina. Esta será una obligación de los operarios que deberá ser exigida por el conductor de la máquina, en cual no comenzará a trabajar hasta cerciorarse de que no exista ningún operario en su radio de acción.
- Como norma general no se permitirá estacionar la máquina a menos de 2 metros del borde de la excavación, terraplenes, etc.
- La máquina dispondrá de dispositivo antivuelco y anti−impacto.
- La circulación se realizará siempre a velocidad prudencial, de acuerdo con las condiciones de las pistas, visibilidad, obstrucciones y señalización existente.
- El maquinista de la máquina, o en su caso, el encargado del mantenimiento deberá asegurarse, cuando se realicen reparaciones en los mecanismos, de que éstos no se encuentran excesivamente calientes.
- Se procurará regar los tajos lo más frecuentemente posible para evitar la excesiva presencia de polvo en la obra.
- La máquina dispondrá en todo momento de un extintor de polvo ABC de 6 Kg y clase 21A/113B ubicado en la cabina que deberá ir timbrado y con las revisiones al día.
- Se organizará la circulación de vehículos, camiones y maquinaria dentro de la obra de forma que no exista riesgo de colisión entre la maquinaria.

- La máquina trabajará en una zona aislada del tránsito de vehículos ajenos a la obra.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte (mantenimiento)

## 7.18.- PALA CARGADORA SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS

Evaluación de riesgos

- Caídas desde el vehículo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Choques contra objetos móviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos

Medidas preventivas

- Antes de utilizar una máquina el conductor debe conocer su manejo y adecuada utilización. Debe ser cualificado, con buena capacidad visual, experiencia y dominio de la máquina.
- Los conductores de obra deben tener a su disposición las normas del fabricante en cuanto al uso y mantenimiento de la maquinaria. Algunas de las más relevantes son:
  - Las máquinas serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces bocina de retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
  - No se deben realizar reparaciones con la máquina en marcha.
  - El cambio de aceite del motor y del sistema hidráulico debe realizarse en frío para evitar quemaduras.
  - Hay que recordar que el aceite del sistema hidráulico es inflamable.
  - La presión de inflado de los neumáticos debe ser la recomendada por el fabricante.
  - En operaciones de mantenimiento es necesario bloquear las ruedas, brazos y en general cualquier órgano móvil.
  - No fume durante las operaciones de repostaje.
  - Cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina debe ser comunicada al jefe de inmediato.

- Las subidas a la cabina se realizarán frontalmente a la máquina, utilizando peldaños y asideros establecidos a tal efecto. No se debe acceder a la máquina encaramándose a través de las llantas, cubiertas y guardabarros.
- No se realizarán maniobras incorporándose sobre el asiento, o sacando parte del cuerpo fuera de la cabina.
- Los operarios de la obra en la que se encuentre trabando la máquina, se mantendrán fuera del radio de acción de la misma mientras se encuentre trabajando.

- El maquinista dispondrá de una visión completa de la zona donde se encuentre trabajando. En caso de que no sea así su trabajo deberá ser apoyado por un operario de la obra.
- No se realizarán movimientos bruscos o repentinos de la cuchara que puedan provocar un golpe a algún trabajador de la obra o que pueda provocar la caída de parte del material que se encuentre manipulando.
- Se comprobará la estabilidad de los taludes cercanos a la zona de trabajo de la máquina antes de que ésta comience a trabajar.
- Si de la comprobación de la estabilidad de los taludes se deduce que la zona de trabajo no es totalmente estable se paralizarán los trabajos y no se reanudarán hasta que dicha zona sea estabilizada.
- La cuchara se llenará en las cantidades recomendadas para evitar desprendimientos por excesos.
- Nadie estará en el radio de acción de la máquina. Esta será una obligación de los operarios que deberá ser exigida por el conductor de la máquina, en cual no comenzará a trabajar hasta cerciorarse de que no exista ningún operario en su radio de acción.
- Como norma general no se permitirá estacionar la máquina a menos de 2 metros del borde de la excavación, terraplenes, etc.
- La máquina dispondrá de dispositivo antivuelco y anti−impacto.
- La circulación se realizará siempre a velocidad prudencial, de acuerdo con las condiciones de las pistas, visibilidad, obstrucciones y señalización existente.
- El maquinista de la máquina, o en su caso, el encargado del mantenimiento deberá asegurarse, cuando se realicen reparaciones en los mecanismos, de que éstos no se encuentran excesivamente calientes.
- Se procurará regar los tajos lo más frecuentemente posible para evitar la excesiva presencia de polvo en la obra.
- La máquina dispondrá en todo momento de un extintor de polvo ABC de 6 Kg y clase 21A/113B ubicado en la cabina que deberá ir timbrado y con las revisiones al día.
- La máquina dispondrá en todo momento de señalización luminosa y acústica durante las operaciones de marcha atrás, de forma que ante una avería en cualquiera de estos sistemas de señalización se paralizarán los trabajos hasta que dichos sistemas

sean reparados.

- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y sin poner la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- Se revisarán periódicamente los frenos de la máquina.
- Se organizará la circulación de vehŕculos, camiones y maquinaria dentro de la obra de forma que no exista riesgo de colisión entre la maquinaria.
- La máquina trabajará en una zona aislada del tránsito de vehículos ajenos a la obra.
- No se debe permitir el uso de la máquina de personas no cualificadas y sin autorización por escrito del propietario de la máquina.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte (mantenimiento)

## 7.19.- MOTONIVELADORA

Evaluación de riesgos

- Caŕdas desde el vehŕculo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Atropellos.
- Vuelco de la máquina.
- Choque contra otros vehŕculos.
- Desplomes de taludes o de frentes de excavación.
- Golpes.

Medidas preventivas.

- Se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador.
- Se seguirá lo establecido por el fabricante en cuanto a su mantenimiento y
- conservación. Estará dotada de dispositivo sonoro de marcha atrás y rotativo luminoso.
- Si se tiene que hacer alguna operación debajo de la máquina, se debe asegurar que está perfectamente inmovilizada y de que nadie tiene posibilidad de ponerla en movimiento.
- Evitar manipular el motor en funcionamiento, puede ocasionar quemaduras debido a la elevada temperatura que alcanza. Después de parar la máquina se debe esperar unos minutos a la espera de que se enfríe.
- No se intentará subir o bajar de la máquina cuando esté en movimiento.
- Cuando deba permanecer estacionada, se ubicará lo más alejada posible del borde

del talud con el fin de no sobrecargar la coronación de talud lo que puede provocar su inestabilidad. El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.

- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al
- bloquearse una oruga. El conductor, deberá limpiar el barro adherido al calzado para que no resbalen los pies sobre los pedales.

- Cuando se realicen maniobras complicadas o de difŕcil visibilidad para el conductor, será apoyado por otro trabajador, que le marcará las pautas a seguir.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.20.- COMPACTADOR VIBRANTE AUTOPROPULSADO

Evaluación de riesgos

- Vuelco del equipo
- Atropello
- Atrapamiento y golpes.
- Vibraciones
- Ruido.
- Caŕdas desde el vehŕculo al suelo por subir o bajar inadecuadamente

Medidas preventivas.

- Antes de subir a la máquina para iniciar la marcha, se comprobará que no hay nadie en las inmediaciones.
- Se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para los subir o bajar de máquina, de frente.
- Se atenderá siempre al sentido de la marcha.
- No se transportarán viajeros.
- Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la lŕnea de máxima pendiente.
- Uso de los dispositivos de seguridad: rotativo, luces, retrovisores, acústico de marcha atrás.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad

- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.21.- DÚMPER

Evaluación de riesgos

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Contacto con lŕneas eléctricas, electrocuciones.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras.
- Hundimientos y Vuelcos.
- Caŕdas a distinto nivel.
- Colisiones con otros vehŕculos o máquinas.

Medidas preventivas.

- Revisión del estado de frenos y dirección.
- Sistema de detección de la situación del basculante
- No habrá nadie cerca de la máquina al maniobrar.
- Si descarga material en las proximidades de zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00, garantizada esta mediante topes.
- Es conveniente que, además de la preceptiva luz de marcha atrás, tenga en la obra una si−rena de marcha atrás.
- Cada vez que baje de la cabina dejará el vehŕculo frenado en zona lo más llana posible.
- Atención a respetar los lŕmites de velocidad dentro de la obra y bajar el basculante des−pués de descargar antes de reiniciar la marcha.
- Una vez realizada la descarga no reanudará la marcha hasta que el basculante haya des− cendido totalmente.
- Cuando disponga de un señalista de maniobra exigirá que éste permanezca siempre dentro de su zona de visión.
- Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de la máquina y alejado del camión.

Equipos de protección individual.

- Usará casco homologado cada vez que baje de la máquina.
- Antes de comenzar la descarga echará el freno de mano.
- Cinturón de seguridad en la cabina

## 7.22.- CAMlóN BASCULANTE DE TRANSPORTE

Evaluación de riesgos

- Accidentes de circulación.

- Vuelco de camión.
- Caídas desde el vehŕculo al suelo por subir o bajar inadecuadamente, por situarse sobre la carga.
- Atrapamientos (labores de mantenimiento).

Medidas preventivas

- Al efectuar reparaciones, con el basculante levantado, se deberán utilizar mecanismos que eviten el cierre repentino de las botellas del hidráulico, mediante la colocación de puntales de madera o metálicos, o cualquier otro sistema que retenga la caja del camión en caso de fallo del basculante, para evitar atrapamiento del mecánico o conductor que realice labores de reparación.
- Las operaciones de carga y descarga de los camiones deben realizarse en los lugares apropiados para ello. El acceso a la caja del camión debe ser realizado por escalerillas metálicas fabricadas para ese fin, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.
- Los camiones destinados a transporte de mercancŕas deben estar en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Al bascular en vertederos, deberán siempre colocarse unos topes o cuñas que limiten el recorrido marcha atrás. Asŕ mismo, para ejecutar esta operación se accionará siempre el freno de estacionamiento.
- Las maniobras de posición correcta, aparcamiento y salida, deben estar dirigidas por un señalista.
- Después de efectuar la descarga y antes del inicio de la marcha se procederá a bajar el basculante. Esta precaución evitará la averŕa de las botellas y el choque con elementos de altura reducida, origen de gran número de accidentes.
- Durante los trabajos de carga y descarga no deben permanecer personas en las proximidades de las máquinas, para evitar el riesgo de atropello o aplastamiento.
- Se prestará atención especial al tipo y uso de los neumáticos. Si el camión ha de someterse a paradas o limitaciones de velocidad, se disminuye el calentamiento de los neumáticos, utilizando el tipo radial y calculando el ŕndice de Tm/Km/h.
- El vehŕculo estará dotado de avisador acústico de marcha atrás y de rotativo luminoso cuando las condiciones de visibilidad en la zona de obras sean deficientes.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Gafas de seguridad (mantenimiento)
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

- Casco de seguridad (si existe riesgo de caída de material sobre el plano de trabajo)

## 7.23.- CAMIóN HORMIGONERA

Evaluación de riesgos

- Caídas desde el vehículo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Choques contra objetos móviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Caídas de personas al mismo nivel

Medidas preventivas.

- Se procurará que las rampas de acceso a los tajos, sean uniformes y que no superen la pendiente del 15%.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba en evitación de vertidos innecesarios durante el transporte del hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a 2 metros del borde las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá estudiar la necesidad de entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, en evitación de caídas y deslizamientos.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.24.- CAMIóN GRÚA

Evaluación de riesgos

- Vuelco.
- Atrapamientos.

- Caídas desde el vehículo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes de la carga.

Medidas preventivas

- Antes de ubicar la grúa, se comprobará la regularidad y firmeza del terreno, examinando las distancias a tendidos eléctricos aéreos en el área de operación.
- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo−grúa
- El gruísta tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Las rampas para acceso del camión grúa no superarán el 15%.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe estacionar (o circular con) el camión grúa a distancias inferiores a 2 m del corte del terreno.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión, para lo cual es conveniente balizar y señalizar la zona.
- La máquina dispondrá de señalización luminosa y acústica para la marcha atrás.
- El maquinista no abandonará nunca su asiento sin haber dejado puesto el freno de tracción, el trinquete de seguridad del tambor de la pluma, sin desembragar el motor, y todas las palancas de movimiento en punto muerto.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se comprobará el buen estado de los útiles de elevación (eslingas, cadenas, balancines,..), sustituyendo aquellos que presentes algún defecto.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte
- Casco de seguridad (si existe riesgo de caída de material sobre el plano de trabajo)

## 7.25.- GRÚA AUTOPROPULSADA

Evaluación de riesgos

- Vuelco de la grúa.
- Caída de la carga.
- Atrapamientos.
- Atropello de personas.
- Golpes por la carga.
- Desplome de la estructura en montaje.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Caídas al subir o bajar de la cabina.
- Caídas a distinto nivel

Medidas preventivas

- Esta máquina únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada. Es necesario el carné que habilita para el montaje y manejo de grúas móviles autopropulsadas según la capacidad nominal de la grúa:
- Carné de categoría A: para grúas de hasta 130 t de capacidad nominal. Carné de categoría B: para grúas de más de 130 t de capacidad nominal.
- Se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador.
- No se pondrá en marcha la máquina, ni se accionarán los mandos sin encontrarse sentado en el puesto el operador.
- Se comprobará el correcto funcionamiento de frenos, dirección, mando de equipos y dispositivos de alarma y señalización.
- Se inspeccionará visualmente alrededor de la máquina, antes de subir a ella.
- Siempre que el conductor esté subido a la máquina deberá usar el cinturón de seguridad.

- Se comprobará el correcto apoyo de los gatos estabilizadores antes de entrar en servicio la grúa autopropulsada. Si el terreno no ofrece garantŕas se aumentará la superficie de apoyo mediante una o más capas de tablones o una base metálica.
- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimientos de carga.
- Las maniobras de carga, estarán siempre guiadas por un especialista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe expresamente, sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa autopropulsada, en función de la longitud en servicio del brazo.
- El gruŕsta tendrá la carga suspendida siempre a la vista. Si esto no fuere posible, las maniobras estarán expresamente dirigidas por un señalista.
- Se prohŕbe utilizar la grúa autopropulsada para arrastrar las cargas, por ser una maniobra insegura.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos bajo el radio de acción de cargas suspendidas, en prevención de accidentes.
- El conductor, para determinadas maniobras en zona de poca visibilidad, y especialmente marcha atrás, solicitarán la colaboración de otra persona que realice funciones de señalista y le advierta de cada uno de sus movimientos.
- Cuando el viento es muy fuerte el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la pluma en posición de marcha del vehŕculo portante.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.26.- MANIPULADORA TELESCóPICA

Evaluación de riesgos

- Vuelco del equipo.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales
- Atrapamiento.
- Golpes por o contra objetos, materiales o máquina.

Medidas preventivas.

- No utilizar el manipulador telescópico cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o su utilización. Informar inmediatamente al responsable de la máquina.
- Verificar previamente que todas las palancas y mandos están en posición neutral.
- Seguir las indicaciones del fabricante para arrancar el motor. Una vez en marcha, observar los testigos luminosos para verificar el buen funcionamiento del motor.
- Este equipo no puede circular por vías públicas, a menos que disponga de las autorizaciones necesarias (matriculación especial).
- Cuando la visibilidad sea escasa (niebla, lluvia, nieve, etc) deberá suspenderse el trabajo hasta que mejoren las condiciones climatológicas.
- Emplear los estabilizadores hidraúlicos y el inclinómetro para nivelar la máquina y aumentar su estabilidad antes de proceder a realizar la operación de carga o descarga.
- No abandonar el manipulador mientras el motor permanezca en funcionamiento.
- No circular por encima de los 20 Km./h. En espacios exteriores y 10 Km./h en espacios interiores.
- Evitar realizar maniobras bruscas como frenazos, acelerones o cambios de sentido con el manipulador en marcha.
- No efectuar giros a velocidad elevada.
- Mantener siempre una distancia de seguridad al circular cerca de otras máquinas.
- No circular cerca de los bordes de excavaciones, zanjas, taludes, desniveles, etc. Mantener siempre una distancia de seguridad con los bordes (mínimo 2 metros).
- No circular con la carga elevada, ni con la horquilla elevada sin carga.
- Circular siempre con el brazo telescópico recogido. Mantener la horquilla inclinada hacia atrás y en posición baja, aproximadamente a 20 cm del suelo, tanto si se circula con el manipulador cargado como descargado.
- Bloquear el movimiento de la palanca de accionamiento del brazo al desplazarse.
- Al subir pendientes con la máquina cargada, hacerlo despacio, sin realizar giros, con la carga de frente a la pendiente, el mástil inclinado hacia atrás y sin frenazos bruscos.
- Al descender con carga pendientes, hacerlo marcha atrás, despacio, sin realizar giros, con el mástil inclinado hacia atrás y evitando frenar bruscamente.
- No operar nunca en pendientes superiores a las señaladas por el fabricante. La pendiente recomendada no significa que se pueda maniobrar con total seguridad en la misma en cualquier condición de carga, terreno o maniobra. En cualquier caso, no resulta aconsejable rebasar los siguientes valores de pendiente: 20% en terrenos húmedos y 30% en terrenos secos.

- No circular en dirección transversal a la pendiente.
- No permitir que ninguna persona pase o permanezca debajo de la horquilla elevada, tanto en vacío como en carga, especialmente en el momento de realizar la descarga.
- La palanca para mover el brazo telescópico sólo se debe manejar desde el asiento. Esta se debe accionar de manera lenta y consecutiva, nunca simultáneamente. No accionar la palanca de movimiento del brazo cuando se circule con el manipulador.
- No superar nunca la relación dada por el fabricante del manipulador entre la carga admisible y la extensión y altura a la que se ha de cargar y descargar.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.

## 7.27.- CARRETILLA ELEVADORA

Evaluación de riesgos

- Caídas desde el vehículo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atropellos o golpes con vehículos

Medidas preventivas.

- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado son capaces de resistir a la carga y que se encuentran en perfecto estado de
- conservación y funcionamiento. Se comprobará que el embragado de las piezas es correcto y no permite el desplazamiento o caída de la carga.
- El embragado de piezas y la sujeción a estructuras de poleas de reenvío se harán preferentemente por medio de cáncamos y grilletes. Cuando esto no fuera posible, los cables y estrobos se protegerán con cantoneras.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Se acotará y señalizará la zona de izado.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.

- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras, dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.
- Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado para ello.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.28.- BARRENADORA

Evaluación de riesgos.

- Pisada sobre objetos.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Golpes con objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos o golpes con vehŕculos.

Medidas preventivas.

- El cambio de barrena, asŕ como los ajustes de porta cañón deben hacerse con el motor imperativamente parado.
- Cualquier desplazamiento de la barrenadora de traviesas debe realizarse con la barrena en posición elevada y protegida
- Se maniobrará la palanca que dirige la bajada de la barrena únicamente cuando la máquina esté en posición correcta de taladro.
- Se emplearán ropa de trabajo ajustada. Queda prohibido llevar anillos, brazaletes, pulseras, cadenas o cabellos largos no recogidos.
- Las labores de mantenimiento realizarlas tomando las debidas precauciones y siempre con la máquina parada.
- Cuando se trabaje se deberá sujetar la máquina con las dos manos.
- Se vigilará los arranques de la máquina, para evitar movimientos bruscos.
- Queda prohibido manipular el depósito de combustible en una zona donde exista peligro de incendio.
- Queda prohibido repostar con la máquina en funcionamiento.
- Queda prohibido fumar durante la realización de los trabajos.

- Se prestará atención al tráfico ferroviario de maquinaria de movimiento de tierras.

Equipos de protección individual.

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartŕculas si en la zona de trabajo existiera abundante formación de polvo o proyecciones incandescentes.
- Calzado de Seguridad

## 7.29.- PLATAFORMA ELEVADORA

Evaluación de riesgos

- Vuelco del equipo.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales
- Atrapamiento.
- Golpes por o contra objetos, materiales o máquina.

Medidas preventivas.

- Algunas comprobaciones:
  - El estado de las protecciones de la plataforma y de la puerta de acceso.
  - En las plataformas giratorias, verificar el pasador de bloqueo de la torreta.
  - Verificar el buen funcionamiento de los paros de emergencia.
  - Comprobar el nivel de control de pendiente (normalmente nivel de burbuja) inclinando la placa soporte (en las PEMP de tipo 3, inclinación >5º emisión de señal sonora).
  - Verificar el sistema de protección antibaches. Debe desplegarse automáticamente partir de 5 m y anular la entrada de velocidades largas.
  - Comprobar el funcionamiento del claxon.
  - En el caso de plataformas plegables o de tijera cuando la bajada de la plataforma llegue a la altura de 1,5 m se dispara un temporizador de 3 segundos, a fin de comprobar que no hay nadie debajo. La posterior bajada se acompañará de una señal de alarma.
- Requiere la inspección de la base de trabajo, ya que este equipo no se puede utilizar en terrenos irregulares, fuertes pendientes, etc.
- Prohibido la utilización de cualquier elemento para aumentar el alcance o la altura de trabajo de la PEMP.
- Se deben colocar protecciones en todo el perŕmetro. Deben fijarse sólidamente a la plataforma de trabajo y consistir, como mŕnimo, en:

  - Barandilla superior a una altura de 0,90 m.
  - Zócalo o rodapié de 0, 5 m.
  - Barandilla intermedia dispuesto a menos de 0,55 m de la barandilla superior.
- Los elementos de protección movibles utilizados para permitir el acceso a la plataforma no deben abrirse hacia el exterior. Su apertura involuntaria no debe ser posible.
- El suelo de la plataforma debe ser antideslizante.
- Cuando la distancia entre el nivel de acceso y el suelo de la plataforma sea superior a 0,4 m deberá de equiparse con escalera de acceso.
- Deben preverse asideros o pasamanos para facilitar el uso de la escalera de acceso.
- Si existe una trampilla, esta deberá estar fijada de forma segura para evitar toda apertura involuntaria.
- Los mandos deben estar construidos para evitar maniobras involuntarias.
- Se debe prestar especial atención a la proximidad de lŕneas eléctricas aéreas. Mantener siempre el brazo telescópico a la distancia de seguridad de estas lŕneas.
- Nunca se sujetará la plataforma a una estructura fija.
- Se debe paralizar la máquina cuando la velocidad del viento supere los 45 km/h, recogiendo la máquina.
- Los movimientos de la máquina con la plataforma elevada sólo están permitidos para maniobras de aproximación. Si se realiza este movimiento utilizar la marcha más corta.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte

## 7.30.- GATO HIDRÁULICO

Evaluación de riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por manipulación.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Posturas forzadas.

Medidas preventivas

- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- Prever elementos de fijación del elemento que se esté desplazando en previsión de avería del sistema.
- En la manipulación de los diferentes componentes, los operarios, antes de iniciar su levantamiento, tienen que asegurarse de que mantienen los pies separados a una distancia equivalente a la anchura de los hombros. Asimismo, hay que agacharse doblando las rodillas, nunca la espalda.
- Los gatos hidráulicos y sus elementos han de estar en perfectas condiciones de mantenimiento.
- Nunca sobrepasar la carga máxima de utilización.
- Asegurar la estabilidad de los gatos y el apoyo de los elementos a levantar antes de iniciar la operación.
- Debe existir un supervisor de la operación que asegure todo lo anterior y la manipulación del conjunto para evitar desequilibrar a la carga.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.

## 6. MEDIOS AUXILIARES

### 8.1.- ESCALERA DE MANO

Evaluación de riesgos

- Caída en altura
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas
- Caídas de objetos

Medidas preventivas

- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre, superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y
- planos. Si fuese necesario, deberá inmovilizarse en la parte superior.

- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

- Si es posible se evitará utilizar una escalera manual para trabajar. En caso necesario se deberán adoptar las siguientes medidas:
  - Si el trabajo puede producir desestabilización, a partir de 3.5 m de altura deberá utilizarse un sistema anticaída (EPI).
  - Se fijará el extremo superior de la escalera.
  - Para trabajos de cierta duración se pueden utilizar dispositivos tales como reposapiés que se acoplan a la escalera u otros similares, siempre estables.
- Se prestará especial a la proximidad de líneas eléctricas.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- No se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.
- La inclinación de las escaleras será aproximadamente 75º que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.
- Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de madera, poliéster o fibra de vidrio. Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas.
- Las escaleras portátiles que se utilicen para acceder a un nivel superior sobrepasarán en un metro la altura a salvar.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidante.
- Las escaleras de mano dispondrán de ganchos de sujeción en su parte superior para anclaje.
- Se prohíbe el uso de escaleras portátiles a modo de borriquetas como soporte de la plataforma de trabajo.
- No se utilizarán escaleras portátiles por dos trabajadores a la vez.
- Se debe utilizar caja porta−herramientas para el transporte de útiles o herramientas de trabajo.

Equipos de protección individual.

- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

## 8.2.- CARRETILLA DE MANO

Evaluación de riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel: carga descompensada o al tropezar
- principalmente. Caídas de objetos desprendidos en manipulación: a lugares inferiores debido principalmente a sobrecargas de la carretilla.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles: principalmente en los caminos de circulación.

- Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a objetos o herramientas cortantes, punzantes o abrasivas.
- Sobreesfuerzos: debido principalmente a posturas forzadas o a sobrecarga durante la conducción del carretón chino.

Medidas preventivas

- Utilizar la carretilla de mano requiere una cierta habilidad para no provocar accidentes, el transporte del material se realiza sobre la cuba apoyada en una sola rueda; se seguirán de manera general las siguientes medidas de seguridad.
- Se cargará la carretilla de manera uniforme para garantizar su equilibrio.
- Para la conducción de la carretilla una vez cargada se flexionarán ligeramente las piernas ante la carretilla, se sujetará firmemente los mangos guŕa, el trabajador debe alzarse de manera uniforme para que no se desequilibre y vuelque. Posteriormente se moverá la carretilla y se transportará el material.
- Para la descargar, se repetirá la misma maniobra descrita en el punto anterior, sólo que en el sentido inverso.
- Cuando se salven obstáculos o diferencias de nivel, se debe preparar una pasarela sobre el obstáculo o diferencia de nivel, con un ángulo de inclinación lo más suave posible, de lo contrario el trabajador puede accidentarse por sobreesfuerzo. La pasarela debe tener como mŕnimo 60 cm de anchura.
- No se conducirán carretillas que transporten objetos que sobresalgan por los lados, es peligrosa. Se puede chocar en el trayecto y accidentarse.
- El camino de circulación con las carretillas de mano debe mantenerse limpio para evitar chocar y volcar el contenido.
- Se tendrán en cuenta las recomendaciones sobre manipulación manual de cargas para evitar sobreesfuerzos.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.

## 8.3.- BATEAS EMPLINTADAS PARA TRANSPORTE DE MATERIALES SUELTOS

Evaluación de riesgos

- Sobreesfuerzos: empuje o arrastre por fuerza humana.
- Choques contra objetos inmóviles contra fábricas

Medidas preventivas

- Deberán tener plintos o laterales adecuados en todo su contorno, de forma que eviten la caída accidental de los materiales transportados. En su defecto, tan solo podrán ser izados elementos correctamente flejados.
- Estarán fabricadas según el cálculo realizado para las cargas que deban soportar.
- Los plintos que rodean la plataforma de la batea y la propia plataforma, estarán recibidos con angulares metálicos en todas sus aristas y en la parte superior de los plintos de tal manera que se consiga un conjunto indeformable para las cargas calculadas que van a soportar.
- El sistema de suspensión se realizará mediante cadenas o eslingas con casquillo electrosoldado y guardacabos, dotadas de aro de suspensión, calculadas para la
- carga que deberá soportar. En uno de los ángulos de la batea, se amarrará una cuerda de guía segura de cargas suspendidas.

UTILIZACIÓN DE BATEAS EMPLINTADAS.

- No se cargará la batea por encima del nivel del plinto, la carga sobresaliente, puede caer.
- No se cargará la batea con componentes o materiales que sobresalgan por los laterales, pueden chocar contra la construcción, medios auxiliares u otros componentes y caer.
- Después de cada utilización se barrerá el interior de la batea. Se mantendrá limpia.
- Cuando esté suspendida la batea se procurará que no oscile ni gire, mediante la cuerda de control seguro de cargas.
- La batea se descarga en altura, sobre una plataforma de descarga de seguridad; por consiguiente, queda expresamente prohibido hacer oscilar la batea para su introducción en una planta.
- Los trabajadores que estén sobre la plataforma de descarga deberán permanecer atados mediante arnés de seguridad a punto fijo ver capítulo correspondiente de este Plan de Seguridad y salud

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad

- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.

## 8.4.- ESLINGAS DE ACERO

Evaluación de riesgos

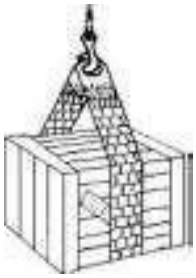
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a la rotura de eslabones y de cables.
- Caída de objetos en desprendidos: debido principalmente a la rotura de eslabones o cables.
- Golpes / cortes por objetos herramientas: debido principalmente a hilos de acero rotos, rebabas.

Medidas preventivas.

Generalidades

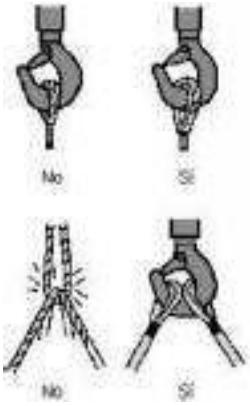
- Antes de que cualquier eslinga sea utilizada, deberá ser inspeccionada por la persona designada (gruista y/o Encargado) para asegurar que la eslinga correcta se esté utilizando así como también para determinar que la eslinga cumple con normas de seguridad descritas a continuación. Igualmente se deberá proceder con os elementos auxiliares de enganche (anillas, grilletes, ganchos, etc.).
- La unión entre el canal de la eslinga y el medio de elevación se lleva a cabo, en ocasiones, por medio de argollas o anillas, grilletes o ganchos de acero o hierro forjado.
- Las anillas deberán escogerse convenientemente, en función de las cargas que habrán de soportar.
- Las eslingas serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.

- Existen otras eslingas formadas por varios ramales de cable de acero paralelos entrelazados flexiblemente mediante piezas de caucho, formando una banda de sustentación, fabricadas normalmente para trabajar con un coeficiente de seguridad de 8.

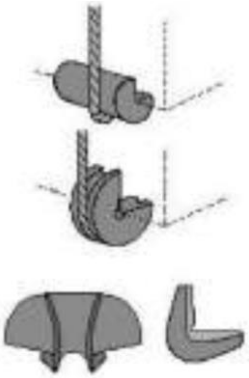


- La seguridad en la utilización de una eslinga comienza con la elección de ésta, que deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Para cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:
  - Madera: 0,8.
  - Piedra y hormigón: 2,5.
  - Acero, hierro, fundición: 8.
- En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso.
- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.
- Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90º y en ningún caso deberá sobrepasar los 120º, debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.
- Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.
- La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:
  - Tres ramales, si la carga es flexible.
  - Dos ramales, si la carga es rŕgida.
- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.
- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.

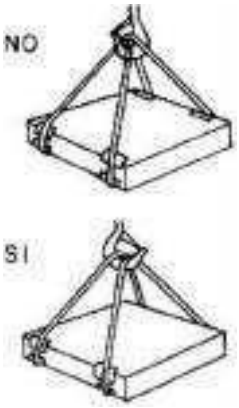
- Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.




- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.



- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estarfa comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.




- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.
- Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.
- Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.
- Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.
- En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.
- La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 ºC. Si la eslinga esta constituida exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no deberŕa alcanzarse serŕa de 80º.

Eslingas de cadenas o de cacle

- Una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves, tanto en la propia eslinga, como en los accesorios y terminales, tales como:
  - Puntos de picadura u oxidación avanzada.
  - Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
  - Zonas aplanadas debido al desgaste.
  - Grietas.
  - Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
  - Tuercas aflojadas.
- El agotamiento de un cable de eslinga se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según la O.G.S.H.T. es de:
- Más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sŕ por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- También se considerará un cable agotado:
  - Por rotura de un cordón.

- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.
- Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.
- Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.

## 8.5.- ESLINGAS TEXTILES

Evaluación de riesgos

- Caída de materiales en manipulación.
- Rotura de la eslinga.
- Descosido de la eslinga

Medidas preventivas.

- De manera general se seguirán las normas de utilización marcadas por el fabricante.
- La seguridad en la utilización del medio auxiliar para elevación de cargas comienza con la elección de éste, que deberá ser adecuado a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar y el peso máximo que aguanta la eslinga.
- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.
- Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90 º y en ningún caso deberá sobrepasar los 120, debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.
- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta. , debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos con relación al centro de gravedad.

- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.
- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estarŕa comprimido por el otro pudiendo, incluso, romperse.
- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquella no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.

## 8.6.- GARRAS DE SUSPENSIÓN DE PERFILERÍA METÁLICA

Evaluación de riesgos

- Caídas de objetos desprendidos: Por elección de la garra errónea para la carga a transportar.
- Atrapamiento por o entre objetos: Por sujetar la garra hasta que queda en tensión, aunida al gancho de la grúa.
- Sobreesfuerzos: Carga a brazo de objetos pesados.

Medidas preventivas

- Se adaptará el tipo de garra el perfil a transportar.
- La seguridad de la sustentación de la perfilerŕa, depende de instalar las garras correctamente
- Una vez instaladas las garras en la perfilerŕa, siga los procedimientos que se expresan dentro de este mismo trabajo para la utilización segura de las eslingas de sustentación de cargas y carga y descarga de materiales con ayuda de medios mecánicos.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y
- anticorte. Casco de seguridad.

## 8.7.- PUNTALES METÁLICOS

Evaluación de riesgos

- Caída desde altura de las personas durante su instalación.
- Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.
- Atrapamiento de dedos (extensión y retracción).
- Rotura del puntal por fatiga del material o mal estado (corrosión interna y/o externa).
- Deslizamiento del puntal por falta de acuñamiento o de clavazón.
- Desplome de encofrados por causa de la disposición de puntales.
- Los propios del trabajo del carpintero encofrador y del peonaje.

Medidas preventivas

- Los puntales se acopiarán en obra ordenadamente por capas horizontales de un único puntal de altura y de forma perpendicular a la inmediata inferior, estabilizando el acopio mediante hinca de pies derechos de limitación lateral, prohibiendo el amontonamiento irregular de los puntales tras el desencofrado.
- Se izarán o descenderán en paquetes flejados por los dos extremos, el conjunto se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre, para evitar
- derrames innecesarios. Las hileras de puntales se dispondrán sobre durmientes de madera (tablones) nivelados y aplomados, clavándose en las sopandas y durmientes, siempre de forma perpendicular al tablón, acuñando, si es preciso, el durmiente (caso de tornapuntas).
- El reparto de la carga sobre superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartida, prohibiéndose de manera general las sobrecargas puntuales.
- Se prohíbe la corrección de la disposición de los puntales en carga deformados por cualquier causa. En prevención de accidentes, se dispondrá colindante con la hilera deformada y sin actuar sobre ésta, una segunda hilera de forma correcta capaz de absorber parte de los esfuerzos causantes de la deformación, avisando de inmediato al Jefe de Obra, siempre que el riesgo de hundimiento no sea inminente, en cuyo caso, se abandonará el tajo y se evacuará toda la obra.
- En el caso que se necesite el uso de puntales en su máxima extensión, se arriostrarán horizontalmente, utilizando para ello las piezas abrazaderas (equipo complementario del puntal).
- Si fuera necesario colocar puntales inclinados, se acuñará el tablón durmiente de apoyo de los mismos, nunca el puntal. Los puntales siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.
- Para evitar el riesgo de caída de las sopandas sobre los trabajadores, el desmontaje de los puntales se realizará desde el lugar ya desencofrado en dirección hacía el aún encofrado que

se pretende desmontar. El desencofrado no se realice por lanzamiento violento de puntales u objetos contra los puntales que se pretende desmontar. Al desmontar cada puntal, el trabajador controlará la sopanda con el fin de evitar su caída brusca y descontrolada.

- Además de las medidas preventivas generales, se implantarán las siguientes normas directamente relacionadas con la seguridad:
  - Tendrá la longitud adecuada para la misión a realizar.
  - Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
  - Los tornillos de nivelación se tendrán engrasados para evitar los esfuerzos innecesarios.
  - Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras y torcimientos).
  - Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.

## 8.8.- CUBILOTE DE HORMIGONADO PARA GANCHO GRÚA

Evaluación de riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel: Empuje por penduleo del cubo.
- Atrapamiento por o entre objetos: De miembros por falta de mantenimiento del cubo, accionar la apertura del cubo, recepción del cubo.
- Entre objetos durante la recepción del cubo o cambio de posición de encofrados trepadores.
- Sobreesfuerzos : Guía de piezas pesadas en suspensión

Medidas preventivas

- Para evitar los riesgos por penduleo del cubilote, se detendrá sobre el punto de descarga a una altura de unos 3 m.
- Ordenar controlar, dentro de lo posible, el penduleo del cubilote con ayuda de la cuerda de control seguro de cargas.
- Ordenará aproximar el cubilote al lugar de vertido del hormigón mediante una maniobra sumamente lenta.
- Se cerciorará de que no existe nada que pueda atrapar a las personas durante la maniobra de descarga del hormigón (el cubilote asciende con la descarga de peso).

- En cada ocasión recordará al encargado de accionar la palanca de descarga del hormigón, el ascenso rápido que realizará el cubilote cuando pierda peso por la descarga.
- Una vez vacio el cubilote regresará al lugar de carga y se comenzará de nuevo el procedimiento

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.
- Arnés de seguridad siempre que el trabajo se desarrolle a más de dos metros de altura y el castillete de hormigonado no posea barandillas de protección.

## 8.9.- CONTENEDOR DE ESCOMBROS

Evaluación de riesgos

- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento: contenedor durante las operaciones de carga y descarga, principalmente.
- Caída de objetos desprendidos: debido principalmente a materiales.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles, durante las operaciones de carga y descarga del contenedor principalmente.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: durante las operaciones de carga y descarga del contenedor, trampilla principalmente.

Medidas preventivas

- Se controlarán los movimientos del contenedor durante las operaciones de carga y descarga al camión de transporte a vertedero.
- Se subirá y bajará del camión por los lugares establecidos para
- este fin. No se saltará nunca desde la plataforma de transporte al suelo.
- Se subirá a la plataforma solamente si es necesario para soltar las mordazas de inmovilización del contenedor.
- Los operarios se colocarán en lugar seguro durante la carga y descarga y ubicación del contenedor de escombros.
- Las maniobras de situación del contenedor en el lugar adecuado para su función se suele realizar por empuje humano directo del contenedor sujeto al riesgo de sobreesfuerzo, para evitarlo instale un tráctel amarrado por un extremo a un punto fuerte y por el otro al contenedor y muévalo por este procedimiento o se aplicará medida equivalente segura.

- Para cargar el contenedor siempre se hará enrasando la carga y se cubrirá con una lona contra los vertidos accidentales de la carga.

Equipos de Protección Individual.

- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte.
- Casco de seguridad.

## 7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### 9.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DE ESTE PLIEGO

El presente pliego de condiciones particulares forma parte del plan de seguridad y salud del proyecto, cuyo promotor es la Entidad Pública Empresarial Local Agua de Valladolid (AQUAVALL). Se redacta este Pliego en cumplimiento del artículo 5.2.b del Real Decreto 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Se refiere este pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, en particular, a la definición de la organización preventiva que corresponde al contratista y, en su caso, a los subcontratistas de la obra y a sus actuaciones preventivas, así como a la definición de las prescripciones técnicas que deben cumplir los sistemas y equipos de protección que hayan de utilizarse en las obras, formando parte o no de equipos y máquinas de trabajo.

Dadas las características de las condiciones a regular, el contenido de este pliego se encuentra sustancialmente complementado con las definiciones efectuadas en la memoria de este plan de seguridad y salud, en todo lo que se refiere a características técnicas preventivas a cumplir por los equipos de trabajo y máquinas, así como por los sistemas y equipos de protección personal y colectiva a utilizar, su composición, transporte, almacenamiento y reposición, según corresponda. En estas circunstancias, el contenido normativo de este pliego ha de considerarse ampliado con las previsiones técnicas de la memoria, formando ambos documentos un sólo conjunto de prescripciones exigibles durante la ejecución de la obra.

### 9.2.- LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

El cuerpo legal y normativo de obligado cumplimiento está constituido por diversas normas de muy variados condición y rango, actualmente condicionadas por la situación de vigencias que deriva de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, excepto en lo que se refiere a los reglamentos dictados

en desarrollo directo de dicha Ley que, obviamente, están plenamente vigentes y condicionan o derogan, a su vez, otros textos normativos precedentes.

Con todo, el marco normativo vigente, propio de prevención de riesgos laborales en el ámbito del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se concreta del modo siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del1 0−11− 95).

  Modificaciones en la Ley 50/1998. de 30 de diciembre.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo). Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero. B.O.E. 31−01−97).
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1.998, de 30 de abril, B.O.E. 01−05−98).
- Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O.M de 27 −06−97. B.O.E.04−07−97).
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25−10−97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997. de 14 de abril. B.O.E. 23−04−97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril. B.O.E. 23−04−97).
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo. B.O.E. 24−05−97).
- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril).
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1.997. de 12 de mayo. B.O.E.24−05−97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997. de 22 de mayo. B. O.E. 12− 06−97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997. de 18 de julio, B.O.E. 07− 08−97).
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio. por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencioncita de riesgos laborales.

- Real Decreto 216/1999. de 5 de febrero. sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril. sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio. sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 32/2006, de 19 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Adicionalmente, en la redacción del presente documento, se observan las normas, guías y documentos de carácter normativo que han sido adoptadas por otros departamentos ministeriales o por diferentes organismos y entidades relacionadas con la prevención y con la construcción, en particular las que han sido emitidas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, por el Ministerio de Industria, por las Comunidades Autónomas, así como normas UNE e ISO de aplicación, a saber:

- Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio, B.O.E. 26−07 −92).
- Real Decreto 474/1988, de 30 de marzo, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (B.O.E. 20−05−88).
- O.M de 07−04−88, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Reglamentaria MSG−SM1, del Reglamento de Seguridad de las Maquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (B.O.E. 15−04−88).
- Real Decreto 1435/1992, sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre Maquinas (B.O.E. 11−12− 92).
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, que modifica el anterior 1435/1992.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre), derogado en parte por el R.D. 1314/1997 de 1 de agosto, e instrucciones técnicas complementarias, en lo que queden vigentes tras la norma anterior.

- R.D. 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Lŕneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (B.O.E. 27−12−68).

- Real Decreto 245/1989 sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11−03−89) y Real Decreto 71/1.992, por el que se amplŕa al ámbito de aplicación del anterior, así como ordenes de desarrollo.
- Determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (R.D. 245/1989), modificado por: R.D. 71/1992 de 31 de enero y las OM de 17 de noviembre de 1989, 18 de julio de 1991 y 29 de marzo de 1996.
- Condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre), modificado por las OM de 16 de mayo de 1994 y 20 de febrero de 1997.
- Norma de Carreteras 8.3−IC. Señalización de Obra.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (R.D. 1942/1993, de 5 de noviembre).
- Reglamento sobre almacenamiento de productos quŕmicos (R.D. 2216/1985, de 15 de junio).
- Disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (R.D. 474/1988, de 30 de marzo).
- R.D. 1513/1991 de 11 de octubre por el que se establecen las exigencias sobre los certificados y las marcas de los cables, cadenas y ganchos.
- R.D. Ley. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el texto refundido de la ley de infracciones y sanciones en el orden social.
- R.D. 1630/1992 de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, modificado por el R.D. 1328/1995 de 28 de julio, complementado por la
  O.M. de 1 de agosto de 1995 y desarrollado por Res de 13 de septiembre de 1999 y de 5 de marzo de 2001.
- Ley Ordenadora de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (Ley 42/1997, 14 de noviembre).
- Funcionamiento de las Mutuas en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laborales (O.M. 22/04/1997).
- Modificaciones al Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social. (R.D. 576/1997, 18 de abril).

## 9.3.- OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES INTERVINIENTES EN LA OBRA

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera especŕfica, de lo establecido en la Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, en el Real Decreto 39/1997, de los servicios de prevención, y en el Real Decreto 1627/1997, sobre disposiciones mŕnimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde al Promotor de las obras, la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del plan de seguridad y salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el aviso previo a la autoridad laboral competente.

Las normas y medidas preventivas contenidas en este plan de seguridad y salud, constituyen las obligaciones que el contratista viene obligado a cumplir durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de los principios y normas legales y reglamentarias que le obligan como empresario. En particular, corresponde al contratista cumplir y hacer cumplir el plan de seguridad y salud de la obra, así como la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y la coordinación de actividades preventivas entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, en los términos previstos en el artŕculo 24 de la Ley de Prevención, informando y vigilando su cumplimiento por parte de los subcontratistas y de los trabajadores autónomos sobre los riesgos y medidas a adoptar, emitiendo las instrucciones internas que estime necesarias para velar por sus responsabilidades en la obra, incluidas las de carácter solidario, establecidas en el artŕculo 42.2 de la mencionada Ley.

Los subcontratistas y trabajadores autónomos, sin perjuicio de las obligaciones legales y reglamentarias que les afectan, vendrán obligados a cumplir cuantas medidas establecidas en este estudio o en el plan de seguridad y salud les afecten, a proveer y velar por el empleo de los equipos de protección individual y de las protecciones colectivas o sistemas preventivos que deban aportar, en función de las normas aplicables y, en su caso, de las estipulaciones contractuales que se incluyan en el plan de seguridad y salud o en documentos jurŕdicos particulares.

En cualquier caso, las empresas contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos presentes en la obra estarán obligados a atender cuantas indicaciones y requerimientos les formule el coordinador de seguridad y salud, en relación con la función que a éste corresponde de seguimiento del plan de seguridad y salud de la obra y, de manera particular, aquellos que se refieran a incumplimientos de dicho plan y a supuestos de riesgos graves e inminentes en el curso de ejecución de la obra.

## 9.4.- SERVICIOS DE PREVENCIÓN

La empresa adjudicataria dispone de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/1997, citado: cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores, con servicio de prevención propio, mancomunado o ajeno contratado a tales efectos, en cualquier caso debidamente acreditados

ante la autoridad laboral competente, o, en supuestos de menores plantillas, mediante la designación de un trabajador (con plantillas inferiores a los 50 trabajadores) o de dos trabajadores (para plantillas de 51 a 250 trabajadores), adecuadamente formados y acreditados a nivel básico, según se establece en el mencionado Real Decreto 39/1997.

La empresa contratista encomienda a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de sus obligaciones preventivas en la obra, plasmadas en el plan de seguridad y salud, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la construcción. Cuando la empresa contratista venga obligada a disponer de un servicio técnico de prevención, estará obligada, asimismo, a designar un técnico de dicho servicio para su actuación especifica en la obra. Este técnico deberá poseer la preceptiva acreditación superior o, en su caso, de grado medio a que se refiere el mencionado Real Decreto 39/1997.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que estos sean.

Los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de medicina del trabajo de un servicio de prevención acreditado.

El coste económico de las actividades de los servicios de prevención de las empresas correrá a cargo, en todo caso, de las mismas, estando incluidos como gastos generales en los precios correspondientes a cada una de las unidades productivas de la obra, al tratarse de obligaciones intrínsecas a su condición empresarial.

## 9.5.- CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato limite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca ser permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización.

Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17−05−1.974 (B.O.E. 29−05−74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las

medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección individual y a su utilización, definidas en la memoria de este Estudio de Seguridad y Salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS

En la memoria de este plan se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que está previsto aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.

Así, las vallas autónomas de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm. y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de oxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por si mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg/m, como mínimo

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquella que garantice una tensión máxima de 24 V, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de este por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se

dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente. Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquella que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra. En el primer caso son de aplicación las prescripciones establecidas por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.3 IC de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica. Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores que trabajen en la inmediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de este en las zonas de trabajo. Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que se fijen en el plan de seguridad y salud.

# PRESUPUESTO

01 PRESUPUESTO Y MEDICIONES

02 RESUMEN DE PRESUPUESTO

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | PROTECCIONES INDIVIDUALES (REPOSICIóN) | | | | | | | |
| m21S01J231 | CASCO DE SEGURIDAD AJUSTABLE RUEDA | ud | | | | | | |
| | Casco de seguridad con arnés de cabeza ajustable por medio de rueda dentada, para uso normal y eléctrico hasta 440 V. 3egún R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |
| | | | | | | 4,00 | 5,57 | 22,28 |
| m21S01K060 | CHALECO REFLECTANTE | ud | | | | | | |
| | Chaleco reflectante para obras (trabajos nocturnos) compuesto de cinturón y tirantes de tela reflectante, valorado en función del número óptimo de utilizaciones. 3egún UNE-EN 471 y R.D. 773/97. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |
| | | | | | | 4,00 | 9,33 | 37,32 |
| m21S01K010 | MONO DE TRABAJO | ud | | | | | | |
| | Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. 3egún UNE-EN 340, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |
| | | | | | | 4,00 | 18,46 | 73,84 |
| m21S01M100 | PAR DE BOTAS LONA Y SERRAJE | ud | | | | | | |
| | Par de botas de seguridad para protección de impactos en dedos fabricadas en lona y serraje con piso de goma en forma de sierra, antideslizantes, tobilleras acolchadas y puntera metálica interior, homologadas. 3egún UNE-EN I3O 20345, UNE-EN I3O 20346, UNE-EN I3O 20347, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |
| | | | | | | 4,00 | 24,10 | 96,40 |
| m21S01L020 | PAR GUANTES NITRILO/VINILO | ud | | | | | | |
| | Par de guantes de protección para carga y descarga de materiales abrasivos fabricados en nitrilo/vinilo con refuerzo en dedos pulgares, homologados. Cumple UNE-EN 420:2004+A1:2010, UNE-EN 388:2016 (Ratificada), R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |
| | | | | | | 4,00 | 3,51 | 14,04 |
| m21S01J270 | GAFAS CAZOLETA CERRADAS ANTIPOLVO | ud | | | | | | |
| | Gafas de cazoleta cerradas unidas mediante puente ajustable con vidrios tratados térmicamente según norma MT18 para trabajos de soldadura, homologadas. 3egún UNE-EN 172, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4,00 | 4,47 | 17,88 |
| m21S01J320 | ud PAR TAPONES ANTIRUIDO SILICONA<br>Par de tapones antiruido fabricados con silicona moldeable de uso independiente, o unidos por una banda de longitud ajustable compatible con el casco de seguridad, homologados. 3egún UNE-EN 458, UNE-EN 352, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | 4,00 | 6,95 | 27,80 |
| m21S01K071 | ud FAJA DE PROTECCIóN LUMBAR<br>Faja protección lumbar (amortizable en 4 usos). 3egún R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | 4,00 | 2,93 | 11,72 |
| m21S01M051 | ud PAR DE RODILLERAS<br>Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica (amortizables en 3 usos). 3egún UNE-EN 340, UNE-EN 14404, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | 4,00 | 2,71 | 10,84 |
| m21S01J120 | ud MASCARILLA POLVO 2 VÁLVULAS<br>Mascarilla respiratoria con dos válvulas, fabricada en material antialérgico y atóxico, con filtros intercambiables para polvo, homologada. 3egún UNE-EN 140, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | 4,00 | 6,55 | 26,20 |
| m21S01J050 | ud PANTALLA SOLDADURA ELÉCTRICA CABEZA<br>Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, homologada. 3egún UNE-EN 175, UNE-EN 379, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | 1,00 | 22,58 | 22,58 |
| m21S01J080 | ud PANTALLA SOLDADURA OXIACETILÉNICA CASCO<br>Pantalla de soldadura oxiacetilénica abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, ventanal abatible adaptable a cabeza y compatible con el uso de casco, homologada. 3egún UNE-EN 175, UNE-EN 379, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 1,00 | 11,21 | 11,21 |
| m21S01K050 | ud MANDIL SOLDADURA<br>Mandil para trabajos de soldadura fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de correa. 3egún UNE-EN 340, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 10,47 | 20,94 |
| m21S01L111 | ud PAR GUANTES SOLDADOR<br>Par de guantes para soldador (amortizables en 2 usos). 3egún UNE-EN 12477, R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Equipo de Protección Individual (EPI) con marcado de conformidad CE. | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 1,42 | 2,84 |
| | TOTAL 01 ..... | | | | | | | 395,89 |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02 | PROTECCIONES COLECTIVAS | | | | | | | |
| 02.01 | SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO | | | | | | | |
| m21S02HA030 | d SEÑAL DIRECCIONAL PEATONAL PROVISIONAL | | | | | | | |
| | Alquiler diario de panel direccional peatonal provisional con un espesor de 1,5 mm y unas medidas de 195x95 cm. Según R.D. 485/97. | | | | | 2,00 | 2,07 | 4,14 |
| E28ES080 | ud PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO | | | | | | | |
| | Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 2 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97. | | | | | 2,00 | 2,30 | 4,60 |
| m21S02A100 | ud SEÑAL OBLIGACIÓN CON SOPORTE | | | | | | | |
| | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo obligación de 45x33 cm con soporte metálico de 50 mm de diámetro; amortizable en 10 usos, incluso retirada y recolocación durante la obra las veces que sean necesarias. Según R.D. 485/97 y R.D. 1627/97. | | | | | 2,00 | 10,51 | 21,02 |
| m21S02A120 | ud SEÑAL PROHIBICIÓN CON SOPORTE | | | | | | | |
| | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo prohibición de 45x33 cm con soporte metálico de 50 mm de diámetro; amortizable en 10 usos, incluso retirada y recolocación durante la obra las veces que sean necesarias. Según R.D. 485/97 y R.D. 1627/97. | | | | | 2,00 | 10,51 | 21,02 |
| m21S02A140 | ud SEÑAL ADVERTENCIA CON SOPORTE | | | | | | | |
| | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo advertencia de 45x33 cm con soporte metálico de 50 mm de diámetro; amortizable en 10 usos, incluso retirada y recolocación durante la obra las veces que sean necesarias. Según R.D. 485/97 y R.D. 1627/97. | | | | | 2,00 | 10,51 | 21,02 |
| m21S02A170 | ud SEÑAL INFORMACIÓN 60x40 cm C/SOPORTE | | | | | | | |
| | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo información de 60x40 cm con soporte metálico de 50 mm de diámetro; amortizable en 10 usos, incluso retirada y recolocación durante la obra las veces que sean necesarias. Según R.D. 485/97 y R.D. 1627/97. | | | | | 2,00 | 9,57 | 19,14 |
| m21S02A270 | ud PALETA MANUAL 2 CARAS STOP-DIRECCIÓN OBLIGATORIA | | | | | | | |
| | Señal de seguridad manual a dos caras: Stop-Dirección obligatoria, tipo paleta; amortizable en 10 usos, incluso | | | | | | | |

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | retirada y recolocación durante la obra las veces que sean necesarias. 3egún R.D. 485/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 9,67 | 19,34 |
| m21S02A250 | ud BARRERA NEW JERSEY | | | | | | | |
| | Barrera tipo New Jersey ensamblable de 100x80x40 de material plástico hueco lastrable; amortizable en 10 usos, incluso retirada y recolocación durante la obra las veces que sean necesarias. 3egún R.D. 485/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | 27,13 | 271,30 |
| E28EB010 | m. CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm. | | | | | | | |
| | Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 150,00 | 0,77 | 115,50 |
| m21S02A200 | ud CONO BALIZAMIENTO 50 cm | | | | | | | |
| | 3uministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm de acuerdo con las especificaciones y modelos del MOPTMA; amortizable en 10 usos, incluso retirada y recolocación durante la obra las veces que sean necesarias. 3egún R.D. 485/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | 11,77 | 117,70 |
| m21S02D180 | m MALLA POLIETILENO DE SEGURIDAD | | | | | | | |
| | Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m de altura, tipo stopper, i/colocación y desmontaje (amortizable en 3 usos). 3egún R.D. 486/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 150,00 | 1,22 | 183,00 |
| | TOTAL 02.01 | | | | | | | 797,78 |
| 02.02 | CERRAMIENTOS | | | | | | | |
| m21S02B130 | m VALLA CERRAMIENTO PROVISIONAL DE OBRA | | | | | | | |
| | Valla metálica móvil de módulos prefabricados de 3,50x2,00 m. de altura, enrejados de 330x70 mm. y D ·5 mm. de espesor, bastidores horizontales de D ·42 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado de 230x600x150 mm., separados cada 3,50 m., accesorios de fijación, considerando 5 usos, incluso montaje y desmontaje. s/R.D. 486/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 50,00 | 3,13 | 156,50 |
| | TOTAL 02.02 | | | | | | | 156,50 |
| 02.03 | PROTECCIóN CONTRA CAIDAS | | | | | | | |
| m21S02D200 | ud PASARELA METÁLICA | | | | | | | |
| | Pasarela metálica de altura mínima de 1m, ancho de 0,60m y | | | | | | | |

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | longitud suficiente para cruce de cajeados y/o suministro de material en cajeados o zanjas. 3egún R.D. 486/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 3,00 | 34,59 | 103,77 |
| m21S02D260 | ud TAPA PROVISIONAL POZO 110x100 cm | | | | | | | |
| | Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 110x100 cm, formada mediante tablones de madera de 20x5 cm armados mediante encolado y clavazón, zócalo de 20 cm de altura, incluso fabricación y colocación (amortizable en dos usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 5,00 | 11,12 | 55,60 |
| m21S02D190 | ud SETA PROTECTORA | | | | | | | |
| | 3eta protectora de plástico de seguridad. Bolsa de 250 unidades. | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 16,29 | 32,58 |
| | TOTAL 02.03 | | | | | | | 191,95 |
| 02.04 | SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS | | | | | | | |
| m21S02F030 | ud EXTINTOR POLVO SECO 6 kg | | | | | | | |
| | Extintor manual AFPG de polvo seco polivalente A,B,C,E de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p. de pequeño material, recargas y desmontaje según la normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones. 3egún R.D. 486/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 28,69 | 28,69 |
| m21S02F010 | ud EXTINTOR CO2 6 kg | | | | | | | |
| | Extintor manual de nieve carbónica de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p. de pequeño material, recargas y desmontaje según la normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones. 3egún R.D. 486/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 47,55 | 95,10 |
| | TOTAL 02.04 | | | | | | | 123,79 |
| 02.05 | SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS | | | | | | | |
| m21S02G010 | ud INSTALACIÓN TOMA DE TIERRA | | | | | | | |
| | Instalación de toma de tierra compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra en cuadros de electricidad, máquinas eléctricas, etc., incluso desmontaje. 3egún ITC-BT-18 y MIE-BT-039 del REBT (R.D. 842/2002) y R.D. 614/2001. | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 143,58 | 143,58 |
| m21S02G020 | ud DIFERENCIAL 300 mA | | | | | | | |
| | 3uministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial | | | | | | | |

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | de media sensibilidad de 300 Ma. 3egún ITC-BT-33 del REBT (R.D. 842/2002) y R.D. 614/2001. | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 114,09 | 114,09 |
| m21S02G040 | ud CUADRO ELÉCTRICO | | | | | | | |
| | 3uministro ,instalación y montaje de cuadro eléctrico formado por armario con aparellaje fijo para alojamiento de aparamenta. 3egún ITC-BT-33 del REBT (R.D. 842/2002) y R.D. 614/2001. | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 149,07 | 149,07 |
| | TOTAL 02.05 ..... | | | | | | | 406,74 |
| | TOTAL 02 ..... | | | | | | | 1.676,76 |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03 | HIGIENE Y BIENESTAR | | | | | | | |
| 03.01 | CASETAS | | | | | | | |
| m21S03RO060 | mes ALQUILER CASETA VESTUARIO+ASEO 8,20 m2 | | | | | | | |
| | Mes de alquiler de caseta prefabricada para un despacho de oficina y aseo de obra de 4,00x2,05x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido dos ventana de 0,84x0,80 m de aluminio anodizado, correderas, con rejas y lunas de 6 mm, termo eléctrico de 50 l, dos inodoros y dos lavabos de porcelana vitrificada, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Divisiones en tablero de melamina. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V con automático. Con transporte a 150 km (ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. 3egún R.D. 486/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 11,00 | 116,16 | 1.277,76 |
| m21S03RC030 | mes ALQUILER CASETA ALMACÉN 8,92 m2 | | | | | | | |
| | Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuario de obra de 4,00x2,23x2,45 m de 8,92 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. 3uelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm puerta de acero de 1 mm, de 0,80x2,00 m pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm, recercado con perfil de goma. Con transporte a 150 km (ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. 3egún R.D. 486/97 y R.D. 1627/97. | | | | | | | |
| | | | | | | 11,00 | 93,12 | 1.024,32 |
| m21S03M010 | m2 CONEXIóN SANEAMIENTO Y FONTANERÍA CASETA MODULAR | | | | | | | |
| | Trabajos de conexión a red de saneamiento y conexión de fontanería para abastecimiento de agua para caseta prefabricada modular. Incluye p.p. de tuberías y piezas necesarias, así como llave de corte de agua. Longitud máxima de acometida de 4 m. Medido por superficie de caseta a conectar. | | | | | | | |
| | | | | | | 9,00 | 5,50 | 49,50 |
| m21S03M020 | m2 DESCONEXIóN SANEAMIENTO Y FONTANERÍA CASETA MODULAR | | | | | | | |
| | Trabajos de desconexión a red de saneamiento y fontanería de caseta prefabricada modular. Incluye medios auxiliares para su desconexión. Medido superficie de caseta a desconectar. | | | | | | | |

9200 0281 7229

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m21S03M030 | m2 CONEXIóN ELÉCTRICA CASETA MODULAR | | | | | | | |
| | Trabajos de conexión para suministro eléctrico de caseta prefabricada modular. Incluye p.p. de cableado, piezas de conexión y tubo de protección. Longitud máxima de acometida de 4 m. Medido por superficie de caseta a conectar. | | | | | | | |
| | | | | | | 9,00 | 2,88 | 25,92 |
| m21S03M040 | m2 DESCONEXIóN ELÉCTRICA CASETA MODULAR | | | | | | | |
| | Trabajos de desconexión de suministro eléctrico de caseta prefabricada modular. Incluye p.p. de medios auxiliares para su desconexión. Medido por superficie de caseta a desconectar. | | | | | | | |
| | | | | | | 9,00 | 0,60 | 5,40 |
| | TOTAL 03.01 | | | | | | | 2.390,19 |
| 03.02 | EQUIPAMIENTO CASETAS | | | | | | | |
| m21S03D060 | ud PORTARROLLOS INDUSTRIAL CON CERRADURA | | | | | | | |
| | Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado (amortizable en 3 usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 16,15 | 16,15 |
| m21S03D080 | ud JABONERA INDUSTRIAL 1 l | | | | | | | |
| | Dosificador de jabón de uso industrial de 1 l de capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 16,51 | 16,51 |
| m21S03D090 | ud DISPENSADOR DE PAPEL TOALLA | | | | | | | |
| | Dispensador de papel toalla con cerradura de seguridad, colocado (amortizable en 3 usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 5,68 | 5,68 |
| m21S03D110 | ud HORNO MICROONDAS | | | | | | | |
| | Horno microondas de 18 l de capacidad, con plato giratorio incorporado (amortizable en 5 usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 45,41 | 45,41 |
| m21S03D130 | ud MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS | | | | | | | |
| | Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas (amortizable en 3 usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 58,33 | 116,66 |
| m21S03D140 | ud BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS | | | | | | | |
| | Banco de madera con capacidad para 5 personas (amortizable en 3 usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 3,00 | 42,42 | 127,26 |
| m21S03D150 | ud DEPóSITO-CUBO DE BASURAS | | | | | | | |
| | Cubo para recogida de basuras (amortizable en 2 usos). | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 15,89 | 15,89 |

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TOTAL 03.02 ..... | | | | | | | 343,56 |
| 03.03 | ACCESORIOS CASETAS | | | | | | | |
| m21S03RA010 | m2/d ALQUILER A/A BOMBA CALOR CASETA PREFABRICADA<br>Alquiler diario de equipo de aire acondicionado con bomba de calor, de 3000 frigorías, de tipo ventana, para instalación en módulo prefabricado de caseta. Incluye mantenimiento del equipo y limpieza. Medido por superficie de caseta a climatizar. Alquiler por día natural (incluido festivos). | | | | | 3.000,00 | 0,05 | 150,00 |
| | TOTAL 03.03 ..... | | | | | | | 150,00 |
| | TOTAL 03 ..... | | | | | | | 2.883,75 |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 04 | MEDICINA PREVENTIVA | | | | | | | |
| m21S03D160 | BOTIQUÍN DE URGENCIA | ud | | | | | | |
| | Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado. | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 43,90 | 43,90 |
| m21S03D170 | REPOSICIóN BOTIQUÍN | ud | | | | | | |
| | Reposición de material de botiquín de urgencia. | | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | 17,47 | 17,47 |
| | TOTAL 04 ..... | | | | | | | 61,37 |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05 | FORMACIÓN E INFORMACIÓN PREVENTIVA | | | | | | | |
| E28W050 | ud COSTO MENSUAL FORMACIÓN SEG.HIG. | | | | | | | |
| | Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. | | | | | | | |
| | | | | | | 11,00 | 52,93 | 582,23 |
| | TOTAL 05 ..... | | | | | | | 582,23 |
| | TOTAL..... | | | | | | | 5.600,00 |

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

ESS APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA ACOMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID

| CAPÍTULO | RESUMEN | IMPORTE | % |
|---|---|---|---|
| 01 | PROTECCIONES INDIVIDUALES (REPOSICIÓN) | 395,89 | 7,07 |
| 02 | PROTECCIONES COLECTIVAS | 1.676,76 | 29,94 |
| 03 | HIGIENE Y BIENESTAR | 2.883,75 | 51,50 |
| 04 | MEDICINA PREVENTIVA | 61,37 | 1,10 |
| 05 | FORMACIóN E INFORMACIóN PREVENTIVA | 582,23 | 10,40 |
| | PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 5.600,00 | |

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTOS.

Valladolid, marzo 2025.

# ANEJO Nº8

# PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

**PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

FECHA: **18/03/2025**

TRABAJO: **APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA COMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID**

CONTENIDO:

**LOTE 1:**
**CONTROL DE MATERIALES**
**LOTE 2:**
**CONTROL DE MATERIALES**
**PRUEBAS FINALES DE INSTALACIONES CONTROL DE EJECUCIÓN**

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA COMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID**
**PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

**FECHA:** 18/03/2025

| CÓDIGO | ENSAYO, PRUEBA O ACTIVIDAD | NÚMERO LOTE | | PRECIO UNITARIO | IMPORTE (EUROS) |
|---|---|---|---|---|---|
| ***LOTE 1:*** | | | | | |
| **CONTROL DE MATERIALES** | | | | | |
| | Terraplén con material adecuado procedente de préstamos | 7.148,530 $m^3$ | | | |
| 1.1.1 | . Preparación de muestras, s/ NLT 101 | 8 | | 7,43 | 59,44 |
| 1.1.10 | . Análisis granulométrico por tamizado en suelos, según NLT 104 | 8 | | 23,51 | 188,08 |
| 1.1.6 | . Determinación de los límites de Atterberg, según UNE 103103 y UNE 103104 | 4 | | 35,89 | 143,56 |
| 1.1.9 | . Determinación del equivalente de arena de un suelo, según NLT 113/87 | 8 | | 13,61 | 108,88 |
| 1.1.147 | . Ensayo de apisonado de suelos por el método Próctor Modificado, según NLT 108 ó UNE 7365 | 8 | | 56,93 | 455,44 |
| 1.1.149 | . Índice CBR en laboratorio, según NLT 111 (3 puntos) (No incluye ensayo próctor) | 2 | | 155,94 | 311,88 |
| 1.2.16 | Materia orgánica según UNE 7082 | 2 | | 16,09 | 32,18 |
| 1.1.73 | Determinación de sulfatos solubles según NLT-120. | 2 | | 19,43 | 38,86 |
| | Hormigón en diferentes unidades de obra | 368,560 $m^3$ | | | |
| 1.5.15 | . Toma de muestra de hormigón fresco, incluyendo muestreo del hormigón,medida del asiento de cono, fabricación de hasta (5) probetas cilíndricas de 15x30, curado, refrentado y rotura, según UNE 83301, 83303, 83304 y 83313 | 12 | 12 | 71,78 | 861,36 |
| **TOTAL CONTROL DE MATERIALES** | | | | | **2.199,68** |

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA COMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID**
**PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

**FECHA:** 18/03/2025

| CÓDIGO | ENSAYO, PRUEBA O ACTIVIDAD | DEFINICIÓ TOTALES | NÚMERO LOTE | PRECIO UNITARIO | IMPORTE (EUROS) |
|---|---|---|---|---|---|
| ***LOTE 2:*** | | | | | |
| **CONTROL DE MATERIALES** | | | | | |
| | Terraplén con material adecuado procedente de préstamos | 35.742,650 m2 | | | |
| 2.0.41 | . Determinación de la densidad "in situ" incluyendo humed ad por el método de isótopos radiactivos, según ASTM-D 3017 | | 180 | 14,85 | 2.673,00 |
| | Materiales diversos | | | | |
| 2.1.1.01 | Verificación de certificados de material | | 20 | 32,25 | 645,00 |
| | Acero laminado | | | | |
| 2.1.1.03 | Características geométricas de los cordones de soldadura segú n UNE 14044 por metro | | 2 | 51,98 | 103,96 |
| 2.1.1.04 | Inspección por líquidos penetrantes de cordones de soldadura según UNE 14612 por | | 2 | 51,98 | 103,96 |
| | Uniones atornilladas | | | | |
| 2.1.1.08 | Hora trabajo de equipo, realizando inspección de un iones atornilladas mediante comprobación de pares de apriete según EA-95. | | 37 | 51,17 | 1.893,29 |
| **TOTAL CONTROL DE MATERIALES** | | | | | **5.419,21** |

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA COMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID**
**PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

**FECHA:** 18/03/2025

| CÓDIGO | ENSAYO, PRUEBA O ACTIVIDAD | NÚMERO LOTE | PRECIO UNITARIO | IMPORTE (EUROS) |
|---|---|---|---|---|
| **PRUEBAS FINALES DE INSTALACIONES** | | | | |
| | Subestaciones de transformación | | | |
| 2.2.3.01 | Verificación de certificaciones de pruebas de calidad de aparellaje, aislad | 4 | 38,08 | 152,32 |
| ores, 2.2.3.02 | Medida de puesta a tierra de la instalación según MIE-RAT 13 | 8 | 79,21 | 633,68 |
| 2.2.3.03 | Comprobación de funcionamiento de interruptores, seccionadores, e inst | 4 | 76,16 | 304,64 |
| alaciones de | | 17 | 115,67 | 1.966,39 |
| 2.2.3.04 | Inspección de canalización de la línea de acometida en alta (aislamientos | 17 | 10,52 | 178,84 |
| , pasamuros, 2.2.3.05 | Medida de tensión de salida entre fases y fase-neutro | | | |
| | Instalaciones de baja tensión y alumbrado | | | |
| 2.2.3.09 | Comprobación de las instalaciones de acometida de acuerdo al REBT 2002 | 7 | 71,78 | 502,46 |
| . | | 40 | 34,51 | 1.380,40 |
| 2.2.3.10 | Medida de Resistencia de puesta a tierra (por unidad en cuadro o báculo) se | 11 | 11,14 | 122,54 |
| gún UNE | | 30 | 11,90 | 357,00 |
| 2.2.3.11 | Medida de tensión en cuadro secundario o cuadro general entre fase y fases | 60 | 9,90 | 594,00 |
| -neutro (por | | 11 | 12,38 | 136,18 |
| 2.2.3.12 | Verificación de disparo de interruptores diferenciales (por interruptor) UN | 11 | 11,14 | 122,54 |
| E 20-0383- 2.2.3.13 | Verificación de interruptores de protección (por interruptor) | 30 | 22,61 | 678,30 |
| 2.2.3.15 | Medida de aislamiento entre conductores activos y tierra según REBT 2002 | 11 | 77,35 | 850,85 |
| ITC BT 2.2.3.18 | Continuidad circuito de protección | 60 | 15,47 | 928,20 |
| 2.2.3.20 | Verificación de equipos y materiales en cuanto a Fabricación y Ensayos co | | | |
| n las normas | | | | |
| 2.2.3.21 | Inspección visual de cuadros eléctricos comprendiendo ubicación, anclaje, | | | |
| 2.2.3.25 | Medición de impedancia de bucle e intensidad de corto-circuito cotejándol | | | |
| a con la | | | | |
| | Instalación solar-fotovoltáica | | | |
| 2.2.3.69 | Medida de voltaje e intensidad de los diferentes circuitos: Generador, regul | 44 | 11,90 | 523,60 |
| ador, 2.2.3.70 | Verificación de funcionamiento del regulador. | 7 | 23,80 | 166,60 |
| 2.2.3.71 | Verificación de funcionamiento del inversor. | 7 | 23,80 | 166,60 |
| 2.2.3.73 | Comprobación de actuación de los sistema de seguridad: Diodos, magnetot | 14 | 71,40 | 999,60 |
| érmicos, 2.2.3.74 | Comprobación de funcionamiento de contador de energía. | 14 | 10,71 | 149,94 |
| 2.2.3.76 | Inspección Termográfica de la instalación. Analisis e informe de la inspecci | 4 | 833,00 | 3.332,00 |
| ón: | | | | |
| | | | | **14.246,68** |
| **TOTAL PRUEBAS FINALES DE FUNCIONAMIENTO DE INS TALACIONES** | | | | |

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN HOGARES TEMPORALES PARA COMPAÑANTES DE HOSPITALIZADOS EN VALLADOLID**
**PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

**FECHA:** 18/03/2025

| CÓDIGO | ENSAYO, PRUEBA O ACTIVIDAD | NÚMERO LOTE | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|
| | LOT | | | |
| **CONTROL DE EJECUCIÓN** | | | | |
| 2.1.0.03 | Inspección de ejecución de obras de edificación incluido informe redactado por | 22 | 178,50 | 3.927,00 |
| 2.1.0.04 | Inspección de ejecución de instalación, incluido informe redactado por técnico | 11 | 178,50 | 1.963,50 |
| 2.1.4.01 | Prueba de servicio para comprobar la estanqueidad de una carp intería exterior, | - | 212,00 | 0,00 |
| 2.1.4.02 | Prueba de estanqueidad en cubierta según NTE-QAN. | - | 827,00 | 0,00 |
| 2.5.01 | Hora de trabajo realizado por personal titulado (título o diploma universitario oficial de Ingeniería, Arquitectura, Licenciatura o Doctorad o, Ingeniería técnica, | 0,8435 | 33,00 | 27,84 |
| **TOTAL CONTROL DE EJECUCIÓN** | | | | **5.918,34** |

| | |
|---|---|
| **TOTAL PRESUPUESTO LOTE 1** | **2.199,68** |
| **I.V.A. (21%)** | **461,93** |
| **TOTAL LOTE 1** | **2.661,61** |
| **TOTAL PRESUPUESTO LOTE 2** | **25.584,23** |
| **I.V.A. (21%)** | **5.372,69** |
| **TOTAL LOTE 2** | **30.956,91** |
| **TOTAL LOTE 1 + LOTE 2** | **33.618,53** |

# ANEJO Nº9

# CIRCUITO HIDRÁULICO

# ÍNDICE

1. CIRCUITO HIDRÁULICO DE LA INSTALACIÓN .....3

# 1. CIRCUITO HIDRÁULICO DE LA INSTALACIÓN

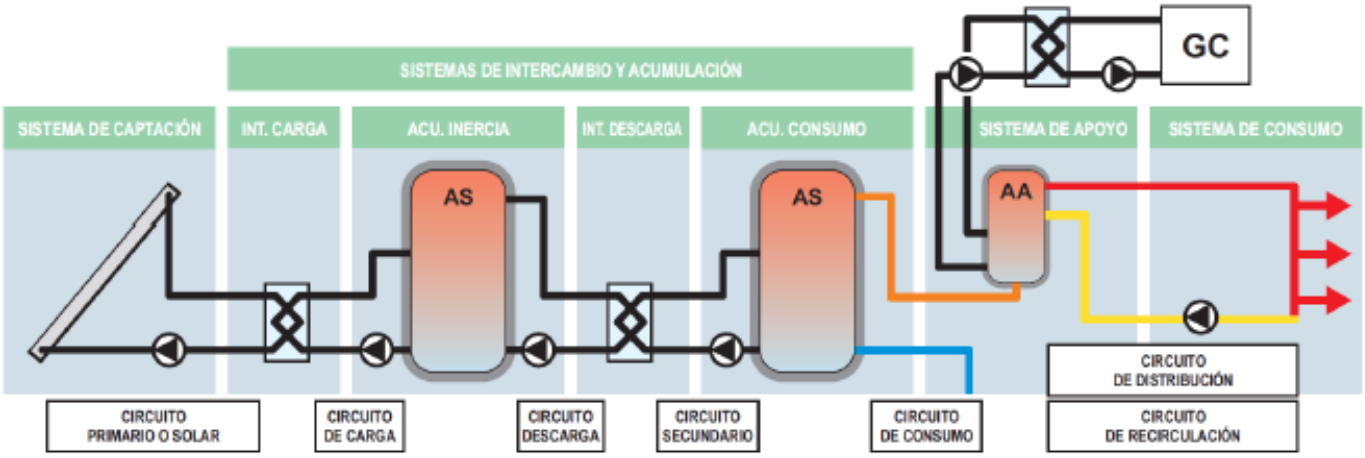



*Figura 1. Circuito hidráulico de la instalación. Fuente: Guía Técnica de Energía Solar Térmica IDAE.*

# ANEJO Nº10

# CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL COLECTOR

# ÍNDICE

1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL COLECTOR .....3

# 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL COLECTOR

Roth

## Especificaciones técnicas

| | |
|---|---|
| Medidas (mm) | 1.988 x 1.041 x 90 |
| Superficie (m2) | 2,07 bruta<br>1,92 apertura<br>1,89 absorbedora |
| Rendimiento | η0= 73,20%<br>K1= 3,771 W/m2·K<br>K2= 0,011 W/m2·K |
| Caudal (l/h) | 105 |
| Peso (kg) | 37,2 |
| Presión máx. (bar) | 10 |
| Temperatura de reposo (ºC) | 194 |
| Capacidad (l) | 1,07 |
| Absorbedor | Aluminio con tratamiento selectivo Tinox Soldadura láser. |
| Cubierta | Vidrio solar de 4 mm, bajo contenido en hierro |
| Conexiones entre captadores | 4 conexiones 3/4"M, incluidos 2 manguitos de unión por captador |
| Máximo captadores en batería (uds.) | 5 |

# ANEJO Nº11

# DESCRIPCIÓN DEL RESTO DE COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

# ÍNDICE

**1. DIMENSIONADO DE OTROS COMPONENTES ..... 3**
1.1 Superficie de intercambio ..... 3
1.2 Volumen del acumulador ..... 3
1.3 Pérdidas de carga ..... 3
1.3.1 Pérdidas de carga por rozamiento ..... 3
1.3.2 Pérdidas por pieza ..... 4
1.3.3 Pérdidas de carga totales ..... 5
1.4 Vaso de expansión ..... 5
1.5 Sistema de protección antihielo ..... 7
**2. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES RESTANTES ..... 8**

# 1. DIMENSIONADO DE OTROS COMPONENTES

## 1.1 Superficie de intercambio

Una vez calculada la superficie colectora necesaria, hay que calcular la superficie de intercambio. Esta superficie se corresponde con el serpentín del acumulador, que debe estar entre 1/3 y 1/4 de la superficie colectora. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, 2024)

Si la superficie de colectores es de 1,98 m², la superficie de intercambio tendrá un valor de entre 0,63 m² (1/3 de 1,89) y 0,47 m² (1/4 de 1,89). Esta superficie se consigue con los serpentines interiores.

## 1.2 Volumen del acumulador

El sistema de acumulación debe tener el volumen suficiente para almacenar toda la energía captada diariamente por los captadores. Hay que considerar un desfase de máximo 24 horas entre producción y consumo.

Se recomienda que todo el volumen se concentre en un único acumulador y que este sea de configuración vertical. Esto disminuirá la trasferencia de calor hacia abajo, evitando así la estratificación (el agua caliente tiende a ascender por tener menor densidad y la fría a descender). Además, para seguir evitando la estratificación, el agua fría de consumo debe introducirse por la parte inferior, y la tubería de salida hacia consumo debe tomar agua de la parte lateral superior (Idae, 2020). En este apartado se va a comprobar que el volumen previamente calculado tendrá sentido.

Por cada m² de superficie colectora se recomiendan de 60 a 75 l de acumulación. Según esto:

$$1{,}89 \cdot 60 = 113{,}4\ l \qquad\qquad 1.89 \cdot 75 = 132{,}3\ l$$

Como se ha considerado un volumen de acumulador de 120 l, se confirma que es correcto dado que se encuentra entre ambos valores.

## 1.3 Pérdidas de carga

Hay que tener en cuenta las pérdidas por rozamiento y por pieza, además de la pérdida de carga total. Existe un nomograma hidráulico para tubería de acero como apoyo para el cálculo.

### 1.3.1 Pérdidas de carga por rozamiento

El caudal recomendado por el fabricante es 105 l/h. Teniendo en cuenta la superficie de captadores del estudio resulta un caudal de 0,198 m³/h.

En el siguiente diagrama de ha marcado en violeta la velocidad máxima recomendada para circuitos

solares, 1,5 m/s y la pérdida por rozamiento máxima recomendada, 40 mmca/m. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, n.d.) El caudal se ha marcado en rojo.

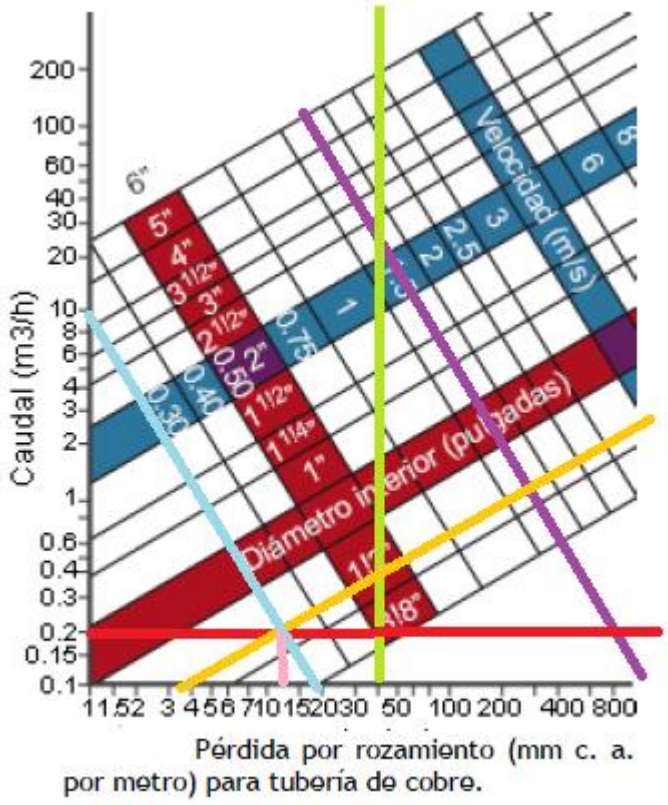



*Imagen 1. Nomograma hidráulico para tubería de acero. Fuente:(Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, 2024)*

Se elige una velocidad de 0,30 m/s y un diámetro de 0,5", que son 12,7mm. La pérdida por rozamiento (J) equivaldrá, según el gráfico, a 12 mmca/m.

### 1.3.2 Pérdidas por pieza

La superficie colectora está compuesta por un único panel, formando una superficie absorbedora de 1,89 m². Existe un coeficiente K, denominado longitud equivalente, que indica las pérdidas producidas en accesorios tales como válvulas o codos. En la práctica se asume que K tiene un valor igual al 20% de la longitud del tramo en que se sitúen dichos accesorios. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, n.d.)

La tubería que conecta los paneles con el sistema de intercambio térmico en el caso de estudio tendrá una longitud total de 24m, 12m de ida y otros 12m de vuelta. Como hay una única batería formada por un único panel, se considera el mismo diámetro de tubería y las pérdidas totales serán las pérdidas de todos los accesorios que intervienen.

Dichas pérdidas totales se calculan como:

$$Hpiezas = J \cdot 20\% \cdot Longitud\ del\ tramo = 12 \cdot 0{,}2 \cdot 24 = 57{,}6\ mmca$$

Las pérdidas debidas a las tuberías se calculan como:

$$Htuberías = J \cdot Longitud\ del\ tramo = 12 \cdot 24 = 288\ mmca$$

### 1.3.3 Pérdidas de carga totales

Las pérdidas por paneles se calculan de la siguiente manera (Idae, 2020)

$$PC_{CAP} = k_1 \cdot m_{CAP} + k_2 \cdot m_{CAP}^2$$

Tanto el caudal como los valores $k_1$ y $k_2$ vienen en las especificaciones del panel elegido.

Para transformar el caudal volumétrico 105 l/h en másico, se multiplica por la densidad del agua (0.997 kg/l).

$$Pérdidas\ de\ carga\ panel = 3{,}771 \cdot 104{,}7 + 0{,}011 \cdot 104{,}7^2 = 515{,}4\ Pa = 52{,}6\ mmca$$

$$Pérdidas\ totales = 57{,}6 + 288 + 52{,}6 = 398{,}2\ mmca$$

Dependiendo de la temperatura hay que aplicar un factor de corrección, que en el caso de 45ºC es 1. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, n.d.) Por tanto:

$$Pérdidas\ totales = 398{,}38 \cdot 1 = 398{,}38\ mmca$$

Se comprueba que no se excede el límite de 40 mmca:

$$\frac{398{,}38}{24} = 16{,}6\ mmca$$

## 1.4 Vaso de expansión

Los vasos de expansión deberán ser siempre cerrados, con una temperatura máxima de funcionamiento de 100ºC. Dispondrá de una membrana elástica que deberá soportar las elevadas temperaturas que alcanza la instalación y debe ser apta para trabajar con anticongelante. (Idae, 2020)

Cada panel tiene un volumen de 1,07 l, por lo que el volumen total de los paneles será:

$$Volumen\ total\ paneles = 1{,}07 \cdot 4 = 4{,}28\ l$$

$$Superficie\ de\ tubería = \pi \cdot 12{,}7^2 = 506{,}71\ mm^2 = 0{,}0005067\ m^2$$

$$Volumen\ total\ conducciones = 24\ m \cdot 0{,}0005067\ m^2 = 0{,}012\ m^3 = 12\ l$$

$$Volumen\ total = 4{,}28 + 12 = 16{,}28\ l$$

Se añadirá un volumen de reserva que debe ser como mínimo de 3 l. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, n.d.)

A continuación, se calculará el volumen de dilatación:

$$Vd = V_t \cdot C_e = 16{,}28 \cdot 0{,}085 = 1{,}38\ l$$

Siendo $C_e$ 0.085 según UNE 100155 para una temperatura de 140ºC. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, n.d.)

$$Volumen\ de\ vapor = Vcolectores \cdot 1{,}10 = 4{,}28 \cdot 1{,}10 = 4{,}71\ l$$

$$Volumen\ útil = Vreserva + Vd + Vvapor = 3 + 1{,}38 + 4{,}71 = 9{,}09\ l$$

Ahora se pasa al cálculo del coeficiente de presión

$$Cp = \frac{Pmáx\ abs}{Pmáx\ abs - Pmín\ abs}$$

Donde Pmáx es la presión máxima de funcionamiento relativa, y que, según la Norma UNE 100155, es *ligeramente menor que la presión de tarado de la válvula de seguridad Pvs que, a su vez, será inferior a la menor entre las presiones máximas de trabajo, a temperatura de funcionamiento, de los equipos y aparatos que forman parte del circuito*. Se adopta un valor de $Pmáx\ relativa = 0{,}9 \cdot Pvs$

$$Pmáx\ abs = 0{,}9 \cdot Pvs + Patm$$

Patm es 1 bar.

Pvs es la presión que no debe alcanzarse nunca en la vida operativa de la instalación, que en pequeñas instalaciones es 6 bar. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, n.d.)Por tanto:

$$Pmáx\ abs = 0{,}9 \cdot 6 + 1 = 6{,}4\ bar$$

Pasando a la presión mínima absoluta, se calcula como $Pmín\ abs = Patm + Pmín\ rel + 0{,}1 \cdot Hest + Pmf$

Siendo la presión mínima relativa 2 bar.

Pmf es la presión mínima de seguridad en estado frío en punto superior de la instalación, 0,5 bar.

Hest es la presión estática o altura geométrica, 6m. (Energía Térmica y Termoeléctrica Tema 1. Dimensionado de Los Principales Componentes Del Proyecto, n.d.)

La presión mínima absoluta da como resultado:

$$Pmín\ abs = 1 + 2 + 0{,}1 \cdot 6 + 0{,}5 = 4{,}1\ bar$$

Volviendo a la ecuación inicial:

$$Cp = \frac{6{,}4}{6{,}4 - 4{,}1} = 2{,}78$$

Por último, el volumen nominal del vaso de expansión se calculará como:

$$Vn = Cp \cdot V\acute{u}til = 2{,}78 \cdot 9{,}09 = 25{,}27\ l$$

## 1.5 Sistema de protección antihielo

Es necesario determinar las características del aislamiento y del anticongelante. Todas las partes de la instalación que se encuentren en el exterior deben ser resistentes a las bajas temperaturas. El factor antihielo utilizado en esta instalación será una mezcla anticongelante. (IDAE Instituto Para La Diversificación, 2009)

Se debe usar una mezcla de agua con propilenglicol, para que no suponga un riesgo para la salud humana, en proporciones indicadas por el fabricante, aunque deberá ajustarse a una temperatura de congelación que sea 5ºC menor que la temperatura mínima histórica de Valladolid. (Idae, 2020). Esta temperatura mínima histórica es -16ºC (IDAE Instituto Para La Diversificación, 2009)

Se dispondrá de un depósito auxiliar que reponga las pérdidas de fluido que se puedan dar. (IDAE Instituto Para La Diversificación, 2009).

Los espesores de aislamiento de tuberías y accesorios deben ser mayores que los que aparecen en la Tabla 1 (Núm, 2021).

| Diámetro exterior (mm) | Aislamiento de tuberías para ACS | |
|---|---|---|
| | Interior | Exterior |
| D≤35 | 30 | 40 |
| 35<D≤60 | 35 | 45 |
| 60<D≤90 | 35 | 45 |
| 90<D≤140 | 45 | 55 |
| 140<D | 45 | 55>> |

*Tabla 1. Aislamiento de tuberías para ACS. Fuente: BOE-A-2021-4572*

El diámetro de tubería es de 12,7m, luego el aislamiento tendrá como mínimo 40mm, ya que se encuentran en el exterior de la vivienda.

Se elige una espuma elastomérica flexible para recubrir las tuberías y accesorios, debido a su alta resistencia térmica y flexibilidad. Además, llevará un recubrimiento UV para la protección contra los rayos

UVA.

# 2. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES RESTANTES

Además de los elementos de captación, intercambio y acumulación ya definidos en apartados anteriores, toda instalación solar térmica debe completarse con un conjunto de componentes auxiliares que permiten su correcto funcionamiento, garantizando eficiencia, seguridad y durabilidad a lo largo del tiempo. A continuación, se describen los principales elementos auxiliares que forman parte de la instalación propuesta, siguiendo las recomendaciones del IDAE (2011) (Térmica, 2020), del Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones solares térmicas de baja temperatura (IDAE, 2009) y la normativa vigente del Código Técnico de la Edificación (Ministerio de Fomento, 2023).

Grupo de bombeo

El grupo de bombeo es el encargado de impulsar el fluido caloportador a lo largo del circuito primario. Generalmente, se presenta como una unidad compacta que incluye una bomba circuladora, válvulas de corte, válvula antirretorno, manómetro, termómetros, caudalímetro y válvula de seguridad tarada a 6 bar. Su selección debe basarse en el caudal óptimo del sistema —habitualmente entre 30 y 50 l/h·m² de superficie colectora— y en las pérdidas de carga previamente calculadas. El uso de bombas de velocidad variable permite adaptar la circulación del fluido en función de la radiación solar disponible, aumentando la eficiencia del sistema(Térmica, 2020) (IDAE, 2009).

Estructura de soporte de los captadores

La estructura de soporte tiene la función de fijar los captadores solares en su posición final, garantizando estabilidad mecánica y una inclinación adecuada —en torno a 35° en latitudes como la de Valladolid— para maximizar la captación solar. Estas estructuras deben estar calculadas para resistir las cargas de viento y nieve, de acuerdo con el DB-SE-AE del Código Técnico de la Edificación. Se recomienda el uso de materiales anticorrosivos como aluminio anodizado o acero galvanizado, compatibles con las cubiertas donde se instalarán (IDAE, 2009).

Centralita de control y sondas

El sistema de control gestiona el funcionamiento automático del circuito primario mediante la lectura de temperaturas en el campo de captadores y en el acumulador. Cuando se detecta una diferencia superior a un umbral establecido (habitualmente entre 8 y 12 °C), se activa la bomba circuladora. Estas centralitas modernas permiten además incorporar funciones de protección antihielo, control de sobretemperaturas, parada nocturna y gestión de la energía auxiliar, mejorando así la eficiencia global de la instalación (IDAE, 2009).

Sondas de temperatura

Las sondas se colocan en las zonas representativas de temperatura: una en la parte superior del captador y otra en el acumulador, en la zona de mayor estratificación térmica. Deben alojarse en vainas de inmersión para facilitar su mantenimiento y garantizar una medición precisa (Térmica, 2020).

Tuberías y aislamiento térmico

Las conducciones del circuito primario deben ser resistentes a altas temperaturas y presiones. Los materiales comúnmente empleados son cobre, acero inoxidable o polietileno reticulado (PEX). Todas las tuberías deben estar protegidas con aislamiento térmico continuo, como espuma elastomérica, con una resistencia mínima de 150 °C. En tramos exteriores, se requiere una protección adicional frente a la radiación ultravioleta y a la humedad ambiental, tal y como establece el DB HE del CTE (Ministerio de Fomento, 2023).

Fluido caloportador

El fluido utilizado será una mezcla de agua y anticongelante (normalmente propilenglicol al 30 %), que ofrece propiedades térmicas estables, protección contra la corrosión y capacidad para operar a temperaturas de hasta –15 °C. Este fluido debe cumplir la norma UNE 100155, ser químicamente compatible con los materiales del circuito y no presentar toxicidad significativa en caso de fugas accidentales (IDAE, 2009).

Sistema de llenado, vaciado y purgado

Para garantizar la correcta operación y mantenimiento del sistema, el circuito debe incorporar válvulas de llenado y vaciado, manómetro, purgadores automáticos y desaireadores. La eliminación eficaz del aire disuelto es fundamental para evitar cavitación en la bomba, pérdidas de rendimiento o sobrecalentamientos localizados. Se recomienda realizar un purgado inicial completo tras la puesta en marcha y revisiones periódicas (Térmica, 2020).

Válvulas específicas

- Válvula antirretorno: evita la circulación por termosifón durante la noche o en ausencia de radiación.
- Válvula mezcladora termostática (3 vías): regula la temperatura del agua suministrada al circuito de consumo, evitando escaldaduras y pérdidas por sobrecalentamiento.
- Válvula de seguridad: se instala en la zona más elevada del circuito primario y actúa cuando se excede la presión de trabajo, protegiendo a los equipos (IDAE, 2009).

Caudalímetro

Este dispositivo permite verificar el caudal de circulación del fluido y ajustarlo dentro del rango óptimo definido para la instalación. Una lectura correcta del caudal contribuye a optimizar el rendimiento térmico del sistema, facilitar su mantenimiento y detectar posibles anomalías operativas. (Térmica, 2020)

# ANEJO Nº7

# DESARROLLO DE CÁLCULOS PARA CALEFACCIÓN

# ÍNDICE


| | | |
|---|---|---|
| **1.** | **OCUPACIÓN** | 3 |
| **2.** | **VENTILACIÓN** | 4 |
| **3.** | **CONDICIONES EXTERIORES E INTERIORES DE CÁLCULO** | 5 |
| **4.** | **COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA GLOBALES** | 6 |
| **5.** | **CARGAS TÉRMICAS DE CALOR** | 12 |
| **6.** | **MÉTODO DE GRADOS-DÍA** | 14 |

# 1. OCUPACIÓN

Se han considerado los valores de densidad de ocupación definidos en la Tabla 2.1 de la Sección SI-3 del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) del CTE (Documento Basico SI, 2019), donde establece que, para el uso residencial público, en zonas de alojamiento, la densidad de ocupación es de 1 persona por cada 20 $m^2$ útiles.

Por lo tanto, para una casa prefabricada de 31,5 $m^2$ destinada a alojamiento público, la ocupación de cálculo sería la siguiente:

- Superficie caseta climatizada = 31,5 $m^2$
- Superficie útil descontando mobiliario: 75 %

$$31{,}5\ m^2 \cdot 0{,}75 = 23{,}6\ m^2$$

$$\frac{23{,}6\ m^2}{20\ m^2} = 1{,}18$$

Al obtener resultado decimal se toma la cifra superior, resultando en una ocupación de 2 personas por vivienda.

# 2. VENTILACIÓN

Para una casa prefabricada destinada a alojamiento público, según el RITE, la calidad de aire interior (IDA) corresponde a la categoría IDA 3, es decir, aire de calidad media. (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios., 2007)

*Tabla 1. Caudales de aire exterior (dm³/s por persona) (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios., 2007)*

| Categoría | dm³/s por persona |
|---|---|
| IDA 1 | 20 |
| IDA 2 | 12,5 |
| IDA 3 | 8 |
| IDA 4 | 5 |

El caudal mínimo por persona es de 8 dm³/s y la ocupación es de 2 personas por caseta, por lo que:

$$8\frac{dm^3}{s}por\ persona\ \cdot 2\ personas = 16\frac{dm^3}{s}\cdot\frac{1\ m^3}{1000\ dm^3}\cdot\frac{3600\ s}{1\ h} = 57{,}6\frac{m^3}{h}$$

Se obtiene un valor de 57,6 m³/h de caudal de aire de renovación por cada una de las casetas a instalar. La vivienda modular cuenta con un área útil de 23,6 m² y una altura media de 3 metros, por lo que el volumen sería de 70,8 m³.

$$57{,}6\frac{m^3}{h}\cdot\frac{renovación}{70{,}8\ m^3} = 0{,}813\ renovación/h$$

# 3. CONDICIONES EXTERIORES E INTERIORES DE CÁLCULO

La temperatura del interior del espacio viene determinada por el RITE en función de la estacionalidad, como se muestra en la *tabla 2*. (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios., 2007)

*Tabla 2. Condiciones interiores de diseño, RITE (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios., 2007)*

| Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño | | |
|---|---|---|
| Estación | Temperatura operativa ºC | Humedad relativa % |
| Verano | 23...25 | 45...60 |
| Invierno | 21...23 | 40...50 |

Para el sistema de calefacción se aplica una temperatura de 21˚C.

Y para la temperatura exterior se ha hecho uso de la Guía Técnica de Condiciones Exteriores Climáticas de Proyecto del IDAE, siendo la ubicación el factor predominante. (Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, 2010)

| Provincia | Estación | | | Indicativo | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Valladolid | Valladolid (Observatorio) | | | 2422 | | | |
| UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD | | | Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO | | | | |
| a.s.n.m. (m) | Lat. | Long. | T seca | Hum. relativa | T terreno | Rad | |
| 735 | 41°39'00" | 04°46'00" W | 87.600 (1998-2007) | (2) 18.980 (1998-2007) | 14.600 (1998-2007) | 58.288 (1998-2007) | |
| CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA) | | | | | | | |
| TSMIN (°C) | TS_ 99,6 (°C) | TS_ 99 (°C) | OMDC (°C) | HUMcoin (%) | OMA (°C) | | |
| -10,8 | -4,1 | -2,8 | 10,5 | 89 | 38,9 | | |

*Figura 1. Guía Técnica de Condiciones Exteriores Climáticas del IDAE. (Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, 2010)*

En función de la *figura 1*, se estima que la temperatura mínima que se tiene en la ubicación de Valladolid es de -2,8 ˚C, con un percentil del 99%, es decir, esta temperatura es correcta para el 99% de los días del año, cumpliéndose el 99% de las horas de los meses de diciembre a febrero para calefacción.

Una vez obtenidas ambas temperaturas se puede calcular el salto térmico. (Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, 2010)

$$\Delta T = T_{media} - T_{mínima} = 21 - (-2{,}8) = 23{,}8^{\circ}\mathrm{C}$$

# 4. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA GLOBALES

La determinación de las pérdidas de calor del recinto habitable requiere el cálculo de los coeficientes de transmisión térmica global U (W/m$^2$·K) de cada cerramiento que compone la envolvente del espacio habitable. Se obtienen siguiendo el Código Técnico de la Edificación (CTE), sobre condiciones térmicas en edificios. (Lartey, 2014)

La distribución del espacio de la vivienda modular incluye varias estancias habitables, como un dormitorio, un pequeño hall que te permite desplazarte al baño y a un salón de estar. Para el análisis térmico, es necesario asignar una denominación a los cerramientos que delimitan cada espacio mencionado. Sin embargo, se considera que no habrá transferencia de calor entre estos recintos, ya que todos se mantienen a una temperatura uniforme.

La transmisión térmica global (U) se define como la inversa de la suma de las resistencias térmicas de los distintos materiales que componen un cerramiento, incluyendo a las resistencias térmicas superficiales interior y exterior, cuyos valores son constantes y están establecidos en el CTE. (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019)

La expresión se define como:

$$U_{GLOBAL}\left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right) = \frac{1}{R_{se} + R_{si} + R_1 + R_2 + \cdots + R_n} \; [1]$$

donde $R_n$ es la resistencia térmica de cada material se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$R_n\left(\frac{m^2 \cdot K}{W}\right) = \frac{espesor \cdot L(m)}{\lambda\left(m \cdot \frac{K}{W}\right)} \; [2]$$

Por otro lado, $R_{se}$ y $R_{si}$ representan las resistencias térmicas de las capas límite superficiales, las cuales dependen de si el cerramiento está en contacto con el exterior o con un espacio no habitable o no climatizado. Estos valores se recogen en del CTE DA DB-HE/1 (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019) como se muestran en las *tablas 3 y 4*. El sentido del flujo de calor está indicado por las flechas, de dentro a fuera del recinto habitable.

*Tabla 3. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior ($m^2K/W$)*

**Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $m^2 \cdot K/W$**

| Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor | $R_{se}$ | $R_{si}$ |
|---|---|---|
| Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal | 0,04 | 0,13 |
| Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo) | 0,04 | 0,10 |
| Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo) | 0,04 | 0,17 |

*Tabla 4. Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores ($m^2K/W$)*

**Tabla 6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en $m^2K/W$**

| Posición de la *partición interior* y sentido del flujo de calor | $R_{se}$ | $R_{si}$ |
|---|---|---|
| ***Particiones interiores*** **verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal** | 0,13 | 0,13 |
| ***Particiones interiores*** **horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)** | 0,10 | 0,10 |
| ***Particiones interiores*** **horizontales y flujo descendente (Suelo)** | 0,17 | 0,17 |

Además, el mismo documento, CTE, establece valores de resistencia térmica para el caso de las cámaras de aire sin ventilar, que suelen formar parte de un cerramiento, generalmente en muros. Los valores dependen del espesor de la cámara, como se muestra a continuación. (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019)

*Tabla 5. Resistencias térmicas de cámaras de aire ($m^2K/W$)*

**Tabla 2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en $m^2 \cdot K/W$**

| e (cm) | Sin ventilar | |
|---|---|---|
| | horizontal | vertical |
| 1 | 0,15 | 0,15 |
| 2 | 0,16 | 0,17 |
| 5 | 0,16 | 0,18 |

La conductividad térmica (λ) del material se obtiene del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE, documento de acceso público en línea. A modo de ejemplo, se presenta una de las tablas de referencia. (CTE-Elementos constructivos, 2010)

*Tabla 6. Materiales metálicos*

**3.2 Metales**

| Metales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Material | HE | | | |
| | ρ kg / m³ | λ W / m·K | $c_p$ J / kg·K | μ |
| Acero | 7800 | 50 | 450 | ∞ |
| Acero Inoxidable | 7900 | 17 | 460 | ∞ |
| Aluminio | 2700 | 230 | 880 | ∞ |
| Aluminio, aleaciones de | 2800 | 160 | 880 | ∞ |
| Bronce | 8700 | 65 | 380 | ∞ |
| Cobre | 8900 | 380 | 380 | ∞ |
| Cromo | 7160 | 93,7 | 449 | ∞ |
| Estaño | 7310 | 66.6 | 227 | ∞ |
| Hierro | 7870 | 72 | 450 | ∞ |
| Hierro, fundición | 7500 | 50 | 450 | ∞ |
| Latón | 8400 | 120 | 380 | ∞ |
| Níquel | 8900 | 90,7 | 444 | ∞ |
| Plomo | 11300 | 35 | 130 | ∞ |
| Titanio | 4500 | 21.9 | 522 | ∞ |
| Zinc | 7200 | 110 | 380 | ∞ |

Además, dicho documento proporciona directamente las resistencias térmicas de ciertos elementos constructivos, facilitando así el cálculo de la transmisión térmica global.

Como criterio general, es importante mencionar que la transmisión térmica global ($U_{GLOBAL}$) de cualquier cerramiento, excepto de puertas, ventanas o lucernarios, no debe ser igual o superior a 1 $W/m^2 \cdot K$, ya que todos los elementos deben contar con aislamiento térmico.

Todos los materiales descritos de la envolvente se muestran en las siguientes tablas junto con sus respectivos espesores correspondientes. También se incluye la resistencia térmica superficial de las capas limitantes de aire interior y exterior.

Del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE se obtienen los valores correspondientes de conductividad térmica (λ) expresada en W/m·K y de resistencia (R) expresada en $m^2$·K/W. (CTE-Elementos constructivos, 2010). Para algunos casos la resistencia térmica se obtiene directamente del catálogo, mientras que en otros es necesario calcularla a partir del espesor y la conductividad térmica del material.

Una vez obtenida la resistencia térmica global del cerramiento, se procede a calcular la transmitancia térmica global mediante la inversa de dicho valor.

- Zona climática

La ubicación donde se encuentra el emplazamiento para instalar las viviendas modulares es Valladolid y se determina que pertenece a la zona climática D según lo establecido en el Anejo B, Tabla a-Anejo B, CTE DB HE 1), debido a que su altitud sobre el nivel del mar es de unos 735 m, recogido por el IDAE.

Por lo que, según el elemento de la envolvente térmica se establecen unos valores límite de transmitancia térmica según la zona climática. La *tabla 7*, muestra el Documento Básico H1 del CTE donde se representan los valores máximos permitidos según el tipo de zona climática donde se encuentre la edificación. (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019)

*Tabla 7. Valores límite de transmitancia térmica según la zona climática (HE-1)*

**Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de *transmitancia térmica*, $U_{lim}$ [W/m²K]**

| Elemento | Zona climática de invierno | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | A | B | C | D | E |
| Muros y suelos en contacto con el aire exterior ($U_S$, $U_M$) | 0,80 | 0,70 | 0,56 | 0,49 | 0,41 | 0,37 |
| Cubiertas en contacto con el aire exterior ($U_C$) | 0,55 | 0,50 | 0,44 | 0,40 | 0,35 | 0,33 |
| Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno ($U_T$)<br>Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la *envolvente térmica* ($U_{MD}$) | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,59 |
| *Huecos* (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) ($U_H$)* | 3,2 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,80 |
| Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50% | 5,7 | | | | | |

- Cerramiento en contacto con el exterior

Durante el invierno, el muro en contacto con el exterior presenta un flujo de calor que se dirige desde el interior hacia el exterior del recinto habitable. Considerando el cerramiento vertical con flujo horizontal, en la siguiente tabla se muestran los valores necesarios para obtener la transmitancia $U_{GLOBAL}$ de este cerramiento.

*Tabla 8. Coeficientes de transmisión térmica Muro Exterior*

| Coeficientes de transmisión térmica Vivienda Modular | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento constructivo | Material (Capas) | Densidad (kg/m3) | Espesor (m) | Conductividad térmica λ (W/mK) | Coeficiente transmisión térmica | Resistencia | Valor resistencia térmica (m2K/W) | Coeficiente de transmisión térmica global U (W/m2K) |
| Resistencia térmica superficial interior | | - | - | - | - | Rsi | 0,13 | 0,233 |
| Muro Exterior | Placa de yeso laminado | 750 | 0,05 | 0,22 | - | R1 | 0,23 | |
| | Estructura de chapa galvanizada | - | - | - | - | - | - | |
| | Lana mineral | - | 0,045 | 0,037 | - | R2 | 1,22 | |
| | Cámara de aire | - | 0,005 | - | - | R3 | 0,18 | |
| | Panel sándwich con alma de poliuretano | 45 | 0,08 | 0,032 | - | R2 | 2,50 | |
| | Panel de composite de aluminio | 2700 | 0,004 | 0,55 | - | R4 | 0,00727 | |
| Resistencia térmica superficial exterior | | - | - | - | - | Rse | 0,04 | |
| | | | | | | Rtotal | 4,30 | |

Por lo tanto, el valor obtenido para U no supera los límites establecidos para la ciudad de Valladolid, zona climática D3, ya que el límite máximo es de 0,41 (W/m²·K) para muros en contacto con el aire exterior. (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019)

- Cubierta en contacto con el exterior

Los criterios de aplicación para la cubierta plana son similares a los utilizados para los cerramientos anteriores, pero en este caso es necesario poner especial atención en que el flujo de calor se desplaza en dirección ascendente. Por lo tanto, los coeficientes de las resistencias térmicas superficiales no serán los mismos que los empleados anteriormente.

*Tabla 9. Coeficientes de transmisión térmica Cubierta*

| Coeficientes de transmisión térmica Vivienda Modular | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento constructivo | Material (Capas) | Densidad (kg/m3) | Espesor (m) | Conductividad térmica λ | Coeficiente transmisión térmica Uhv (W/m2K) | Resistencia | Valor resistencia térmica (m2K/W) | Coeficiente de transmisión térmica global U (W/m2K) |
| Cubierta | Resistencia térmica superficial interior | - | - | - | - | Rsi | 0,10 | 0,298 |
| | *Panel sándwich de poliuretano* | 40 | 0,08 | 0,025 | - | R1 | 3,20 | |
| | *Lámina impermeabilizante PVC* | 1300 | 0,002 | 0,16 | - | R2 | 0,01 | |
| | Resistencia térmica superficial exterior | - | - | - | - | Rse | 0,04 | |
| | | | | | | Rtotal | 3,35 | |

De manera similar al cerramiento exterior del muro, el valor del coeficiente de transmisión térmica global se compara con la *tabla 7*, donde se verifica que esta $U_{GLOBAL}$ cumple con el valor límite de 0,35 W/m²·K para este tipo de cerramientos. (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019)

- Huecos de ventana y puerta

En el caso de la ventana con configuración tipo Climalit 4-15-4, con un vidrio de baja emisividad, su transmitancia global UH,V es de 1,8 W/m$^2$·K. Con este valor y la *tabla 7* se verifica que la $U_{GLOBAL}$ cumple con el valor máximo permitido para este tipo de cerramientos. (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019)

*Tabla 10. Coeficientes de transmisión térmica Ventana*

| Coeficientes de transmisión térmica Vivienda Modular | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento constructivo | Material (Capas) | Densidad (kg/m3) | Espesor (m) | Conductividad térmica λ | Coeficiente transmisión térmica Uhv (W/m2K) | Resistencia | Valor resistencia térmica (m2K/W) | Coeficiente de transmisión térmica global U (W/m2K) |
| Ventana | *Climalit 4-15-14* | - | - | - | 1,8 | Rtotal | 0,56 | 1,8 |

En cuanto a la puerta de acceso a la caseta, la transmitancia global se calcula en función de sus características.

*Tabla 11. Coeficientes de transmisión térmica Puerta*

| Coeficientes de transmisión térmica Vivienda Modular | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento constructivo | Material (Capas) | Densidad (kg/m3) | Espesor (m) | Conductividad térmica λ | Coeficiente transmisión térmica Uhv (W/m2K) | Resistencia | Valor resistencia térmica (m2K/W) | Coeficiente de transmisión térmica global U (W/m2K) |
| Puerta | Resistencia térmica superficial interior | - | - | - | - | Rsi | 0,13 | 0,415 |
| | *Marco PVC (doble cámara)* | - | - | - | 2,2 | R1 | 0,45 | |
| | *Espuma rígida de Poliuretano* | 60 | 0,05 | 0,028 | - | R2 | 1,79 | |
| | Resistencia térmica superficial exterior | - | - | - | - | Rse | 0,04 | |
| | | | | | | Rtotal | 2,41 | |

Se comprueba que el tipo de puerta escogido cumple con el valor máximo permitido de transmisión térmica global 5,7 W/m$^2$·K, para este tipo de cerramientos. (*DOCUMENTO BÁSICO HE*, 2019). Para ello, se ha comparado con el valor reflejado en la *tabla 7.*

# 5. CARGAS TÉRMICAS DE CALOR

Las pérdidas por transmisión se calculan en función del coeficiente de transmisión térmica (U) de los cerramientos, la superficie de cada cerramiento y el gradiente térmico entre el interior y el exterior del espacio. Se define a partir de la siguiente expresión:

$$P_{TR}(W) = U\left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right) \cdot S(m^2) \cdot \Delta T\ (K)\ [3]$$

Para determinar la superficie S de cada elemento constructivo, es necesario calcular únicamente la superficie neta, es decir, descontar los huecos como puertas o ventanas.

Las pérdidas térmicas debidas a la renovación del aire están directamente relacionadas con el caudal de aire que debe introducirse en el espacio habitable. Para una caseta de uso residencial, el caudal mínimo de renovación de aire se determina de acuerdo con lo estipulado en el Documento Básico HS3 del CTE, garantizando que el aire en el interior del recinto se renueve adecuadamente para cumplir con los estándares de calidad del aire interior. La fórmula empleada es la siguiente:

$$P_{REN}(W) = Q_{REN}\left(\frac{m^3}{h}\right) \cdot \gamma_{AIRE}\left(\frac{kg}{m^3}\right) \cdot Ca_{aire}\left(\frac{kcal}{Kg} \cdot {}^{\circ}C\right) \cdot \Delta T\ (K) \cdot 1{,}162\left(\frac{W}{\frac{kcal}{h}}\right)\ [4]$$

donde $\gamma_{aire}$ y $Ca_{aire}$ son el peso específico del aire y el calor específico del aire, respectivamente.

$$\gamma_{AIRE} = 1{,}29\frac{kg}{m^3}$$

$$Ca_{AIRE} = 0{,}24\frac{Kcal}{kg \cdot {}^{\circ}C}$$

Junto a los parámetros establecidos en este apartado, se incorporan en el cálculo aquellos previamente determinados en secciones anteriores, tales como el caudal de aire de renovación, las superficies correspondientes a los cerramientos de la caseta y el salto térmico entre las temperaturas de diseño interior y exterior.

*Tabla 12. Parámetros necesarios para obtener las pérdidas de calor totales*

| ΔT (°C) | IDA 2 (dm3/S) |
|---|---|
| 23,8 | 16 |

| Smuro (m2) | Qrenov(m3/h) |
|---|---|
| 72 | 57,6 |
| Sventana (m2) | ɣ(aire) |
| 1,2 | 1,29 |
| Spuerta (m2) | Cα(aire) |
| 1,8 | 0,24 |
| Scubierta (m2) | |
| 31,5 | |

Inicialmente, se calculan las pérdidas por transmisión de los distintos elementos que constituyen la envolvente, es decir, muros, puertas, ventanas y cubierta, mediante la aplicación de la ecuación [3]. Posteriormente, se añaden las pérdidas asociadas a la renovación de aíre, calculadas mediante la ecuación [4]. Ambas se suman para obtener las pérdidas térmicas totales de la vivienda modular.

*Tabla 13. Pérdidas térmicas de calor*

| Cálculo de las demandas o cargas térmicas de calor | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pérdidas por transmisión muro (W) | Pérdidas por transmisión ventana (W) | Pérdidas por transmisión puerta (W) | Pérdidas por transmisión cubierta (W) | Pérdidas por renovación de aire (W) | Pérdidas totales (W) |
| 398,44 | 51,408 | 17,77 | 311,05 | 493,18 | 1271,85 |

# 6. MÉTODO DE GRADOS-DÍA

El grado-día representa la suma de la diferencia entre una temperatura fija o base, 15˚C para España, y la temperatura media del día durante el periodo de estudio que será de un año, cuando ésta sea inferior a la base. Este método está basado en una relación lineal entre el clima y el consumo de energía. En zonas de clima frío, como es este caso, el método es adecuado ya que la temperatura interior se mantiene constate y la calefacción no se apaga. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 4*, 2024)

$$Grado - día_{calefacción}(HDD) = T_{base} - T_{media\ diaria}\ si\ T_{media} < T_{base}\ [5]$$

Los datos de grados-día del emplazamiento, Valladolid, se obtienen de la Guía Técnica del IDAE, ilustrados en la siguiente tabla. (Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, 2010)

| Mes | TA (°C) | TASOL (°C) | GD_15 (°C) | GD_20 | GDR_20 | RADH (kWh/m² día) | TTERR (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 3,8 | 4,9 | 346 | 501 | 0 | 1,7 | 4,4 |
| Febrero | 5,3 | 7,2 | 274 | 415 | 0 | 2,9 | 5,4 |
| Marzo | 8,8 | 10,9 | 202 | 348 | 1 | 4,0 | 9,2 |
| Abril | 10,5 | 12,7 | 154 | 289 | 4 | 5,2 | 12,8 |
| Mayo | 14,9 | 16,9 | 76 | 183 | 24 | 6,3 | 18,1 |
| Junio | 20,4 | 23,0 | 19 | 75 | 88 | 7,5 | 25,9 |
| Julio | 22,1 | 24,5 | 9 | 53 | 118 | 7,3 | 27,6 |
| Agosto | 21,8 | 24,2 | 8 | 53 | 108 | 6,3 | 27,1 |
| Septiembre | 18,0 | 20,7 | 29 | 106 | 46 | 4,9 | 22,3 |
| Octubre | 13,0 | 15,1 | 93 | 223 | 5 | 3,0 | 15,4 |
| Noviembre | 7,1 | 8,9 | 237 | 386 | 0 | 1,9 | 8,9 |
| Diciembre | 4,2 | 5,6 | 334 | 489 | 0 | 1,5 | 5,2 |

*Tabla 14. Valores medios mensuales - Valladolid, IDAE*

La demanda energética viene determinada por la siguiente expresión:

$$Q_{PERIODO} = G_{DÍA} \cdot [(\Sigma S_i \cdot U_i) + (0{,}34 \cdot C)] + G_{DÍA-RED} \cdot (\Sigma S_{LNC} \cdot U_{LNC})\ [6]$$

donde Q es la demanda de energía diaria para un período de tiempo (W·día); $G_{DÍA}$ es el total de grados-día del mes en base 15/15, (˚C·día), (UNE 100-002-88 o, en su defecto, la Guía Técnica. Condiciones exteriores de proyecto del IDAE); $S_i$ en $m^2$ es la superficie del elemento constructivo; $U_i$ es el coeficiente de transmisión térmica global del elemento constructivo ($W/m^2 \cdot K$); C es el caudal de renovaciones de aire total del espacio de uso a considerar ($m^3/h$); $G_{DÍA-RED}$ el total de grados-día reducidos del mes en base 15/15; SLNC es la superficie del elemento constructivo que separa un espacio habitable de un recinto no habitable ($m^2$); y, por último, ULNC es la transmitancia térmica del elemento constructivo ($W/m^2 \cdot K$).

Los módulos prefabricados previstos no tienen espacio sin calefactar adyacente, por lo que, esta última parte de la fórmula que involucra la superficie que separa un espacio habitable de uno no calefactado no será necesaria. Sólo se tendrán en cuenta los cerramientos que dan directamente al exterior. Dicho esto, el total de grados-día reducidos del mes no serán necesarios en este caso. (*ENERGÍA TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA - TEMA 4*, 2024)

*Tabla 15. Parámetros de diseño para el cálculo de la demanda de calefacción*

| | **Espacio** | **S (m2)** | **Coef.transm. térmica U (W/m2K)** |
|---|---|---|---|
| LC | Muro | 72 | 0,233 |
| LC | Ventana | 1,2 | 1,8 |
| LC | Puerta | 1,8 | 0,415 |
| LC | Cubierta | 31,5 | 0,298 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tint (ºC)** | 21 | **$\Delta_T$ (°C)** | **Qrenov(m3/h)** |
| **Ts_99 (ºC)** | -2,8 | 23,8 | 57,6 |

En base a la expresión definida de la demanda energética [6], los datos mensuales medios recogidos en *la tabla 14* del IDAE para Valladolid y los parámetros de diseño definidos previamente en la T*abla 15*, se obtienen los valores de demanda térmica para calefacción a lo largo de los 12 meses del año.

Se calculan las demandas de energía para el período de calefacción, que abarca generalmente de noviembre a marzo, ambos meses incluidos. No obstante, resulta recomendable ampliar dicho intervalo de octubre a mayo. Esta ampliación permite considerar el uso real de la calefacción en función de las condiciones climáticas y las necesidades del usuario, más allá del marco convencional.

Considerando que la calefacción está activada durante 15 horas al día, la demanda energética anual para una caseta prefabricada:

$$Q_{anual} = 84855{,}86\ \frac{J}{s} \cdot día \cdot \frac{15h}{día} \cdot \frac{3600s}{h} \cdot \frac{1MJ}{1.000.000J} = 4582{,}22\ MJ$$

*Tabla 16. Demanda de calefacción para el periodo de un año*

| Demanda de calefacción | | | |
|---|---|---|---|
| **Mes** | **Gdía_15 (°C)** | **Q (W/día)** | **Q (MJ)** |
| **Enero** | 346 | 16825,29 | 908,57 |
| **Febrero** | 274 | 13324,07 | 719,50 |
| **Marzo** | 202 | 9822,86 | 530,43 |
| **Abril** | 154 | 7488,71 | 404,39 |
| **Mayo** | 76 | 3695,73 | 199,57 |
| **Junio** | 19 | - | - |
| **Julio** | 9 | - | - |
| **Agosto** | 8 | - | - |
| **Septiembre** | 29 | 1410,21 | 76,15 |
| **Octubre** | 93 | 4522,40 | 244,21 |
| **Noviembre** | 237 | 11524,84 | 622,34 |
| **Diciembre** | 334 | 16241,75 | 877,05 |
| | | **84855,86** | **4582,22** |

Si se prevé la instalación de un total de 44 módulos en el emplazamiento previsto, la demanda energética anual asociada al proyecto tiene un valor de:

$$Q_{anual\ PROYECTO} = 4582{,}22\ MJ \cdot 44\ viviendas\ modulares = 201617{,}53\ MJ$$