



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

Trabajo realizado por:
Iván Kurt Ohm Novo

Dirigido:
Pablo Pascual Muñoz

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, Septiembre de 2017

TRABAJO FINAL DE GRADO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

AUTOR: Iván Kurt Ohm Novo

DIRECTOR: Pablo Pascual Muñoz

CONVOCATORIA: Septiembre de 2017

PALABRAS CLAVE: Estudio, Colector solar

OBJETIVO DEL ESTUDIO

En el presente proyecto se realiza un estudio sobre la construcción de un colector solar asfáltico en un aparcamiento para vehículos ligeros, analizando las diferentes alternativas de las cuales disponemos. Para ello se analizarán todos los parámetros necesarios como son la geología, clima, el emplazamiento de la obra, los diferentes materiales y técnicas de las cuales construir el colector y los cálculos energéticos pertinentes. Se realizarán simulaciones pertinentes para comparar la energía captada por dos colectores solares: uno convencional, construido en mezcla bituminosa y tuberías de PEAD; y otro con los mismos materiales, pero dotando al aparcamiento de un cerramiento acristalado por medio de una estructura de perfiles galvanizados y planchas de policarbonato laminado, comprobando así la viabilidad de este sistema para maximizar la capacidad del colector solar, el cálculo y dimensionamiento de este cerramiento no es objeto de este proyecto.

CONTEXTO TEÓRICO

El asfalto está sometido a una gran cantidad de radiación solar a diario, esto produce un aumento de la temperatura de su superficie, creando problemas como la isla de calor urbana o reduciendo su vida útil. Si se embebe una red de tuberías dentro del asfalto y se hace circular por estas un fluido caloportador, se puede lograr extraer parte de ese aumento de temperatura reduciendo los problemas citados y además reconducir esta energía para ser usada en el momento para climatización o ACS o bien almacenarla para su posterior uso en otras épocas del año.

Este aumento de temperatura en el asfalto se produce debido a los 3 mecanismos de transmisión del calor, de esta forma, el balance de energía se produce porque, en primer lugar, la radiación solar incide en el asfalto, parte de esta radiación será absorbida por el asfalto incrementando su temperatura y parte será reflejada de nuevo a la atmosfera, al mismo tiempo, debido a la diferencia de temperatura entre la superficie del asfalto y el aire circundante, se producirá un intercambio de energía por convección. El flujo de calor origina un gradiente de temperatura a lo largo del espesor del pavimento, provocando la transferencia de calor por conducción hacia su interior, llegando de este modo a los conductos del fluido caloportador.

UBICACIÓN

El lugar donde se ubicará el colector solar asfáltico es el antiguo solar dejado por la prisión ubicada en la calle Alta en Santander, la prisión fue demolida en 2010 y se construyó un parking de uso público en el solar dejado por la prisión. El parking acabó su construcción en mayo de 2011 y tiene una capacidad de poco más de 300 plazas de aparcamiento. La situación final tras la construcción del colector seguiría siendo un parking público para el uso de los residentes de la zona.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para la construcción del colector solar se contemplaron dos alternativas cuya única diferencia es la presencia o no de un cerramiento acristalado que ayude a minimizar las pérdidas de temperatura del asfalto consiguiendo así una mayor eficiencia del colector.

En cuanto al resto de materiales y técnicas constructivas usadas en su construcción son las siguientes:

	Alternativa 1	Alternativa 2
Material de la capa de rodadura	Mezcla asfáltica	Mezcla asfáltica
Material de la red de tuberías	PEAD	PEAD
Disposición de la red de tuberías	PTC	PTC
Presencia de cerramiento acristalado	No	Si

ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS ALTERNATIVAS

El siguiente cuadro muestra la energía captada por cada una de las alternativas según las simulaciones realizadas por el grupo GITECO de la Universidad de Cantabria:

	Energía en 1 día (kWh)	Energía en 4 meses (kWh)
Alternativa 1	40	3163
Alternativa 2	56	4496

VIABILIDAD ECONÓMICA Y ELECCIÓN FINAL

La tabla que se muestra a continuación recoge de forma resumida los presupuestos calculados para cada una de las alternativas antes definidas:

	Construcción del firme	Equipamiento hidráulico	otros	PEM
Alternativa 1	513.343,51 €	72.778,30 €	10.500 €	596.621,81 €
Alternativa 2	513.343,51 €	72.778,30 €	323.300 €	909.421,81 €

Tras analizar estos datos vemos que la alternativa con cerramiento incrementa el coste en un 52% comparada con la solución sin cerramiento. Además, al aumentar la cantidad de trabajo en la obra también aumentaremos la duración de esta.

Mientras que los resultados del análisis energético ponen de manifiesto que el cerramiento acristalado consigue un aumento de la eficiencia del 40 %.

Por tanto la elección final corresponde a la alternativa 1.

STUDY OF ALTERNATIVES FOR THE CONSTRUCTION OF ASPHALT SOLAR COLLECTOR A IN A LIGHT VEHICLE PARKING

AUTHOR: Iván Kurt Ohm Novo

DIRECTOR: Pablo Pascual Muñoz

CALL: September 2017

KEYWORDS: Study, Solar collector

OBJECTIVE OF THE STUDY

In this project about the construction of an asphalt solar collector in a light vehicle parking we will analyze the different alternatives for his construction, which include parameters like geology, weather, the site of the construction, and several settings of materials and techniques in order to build the solar collector. Simulations will be done to compare the recaptured energy from the two solar collectors: a conventional one and another one made with conventional materials but giving to the parking a closure of glass. to provide the needed information about the viability of this system with the goal of making bigger the capacity of the solar collector. The calculation and dimensions are not part of this project.

THEORETICAL CONTEXT

The asphalt is submitted to a great amount of solar radiation every day, which produces an increase of it's ground temperature, creating issues. If a pipeline net is created inside the asphalt and it is made circulate trough them a hot-taker fluid, it will be able to extract a part of that excess of temperature decreasing those issues, and also deliver that energy for a later use.

This temperature increase is due to three mechanisms of warm transmission: solar radiation affects in the asphalt, part of this radiation would be absorbed by the asphalt increasing it temperature and the other part will be reflected back to the atmosphere, at the same time, due to the difference between the asphalts surface temperature and the air, an energy exchange will be made, abd it will end up in the hot-taker fluids pipeline.

LOCATION

The asphaltic solar collector will take place in Calle alta in Santander, in the place left by the old prison. There is a parking with a capacity opay 300 parking lots. After the construction it will end up being a public parking.

STUDY OF THE ALTERNATIVES

For the construction of the solar collector we analyzed two alternatives, with the only difference between them being the presence of a closure of glass in order to minimize the lacks of temperature of the asphalt reaching a more efficient collector.

The rest of materials and construction techniques used in the collector can be seen in the next summary:

	Alternative 1	Alternative 2
Material of the roading	Asphalt mixture	Asphalt mixture
Material of the pipe network	PEAD	PEAD
Disposition of the pipe network	PTC	PTC
Presence of a closure of glass	No	Yes

ENERGETIC STUDY OF THE DIFFERENT ALTERNATIVES

	Energy in 1 day (kWh)	Energy in 4 months (kWh)
Alternative 1	40	3163
Alternative 2	56	4496

ECONOMIC FEASIBILITY AND FINAL CHOOSE

In the next table we can see the budgets calculated for each of the alternatives analyzed in this Project:

	Pavement construction	Hydraulic equipment	Others	MBE
Alternative 1	513.343,51 €	72.778,30 €	10.500 €	596.621,81 €
Alternative 2	513.343,51 €	72.778,30 €	323.300 €	909.421,81 €

After taking a close call of the Budget, we realised that the alternative 2 has an incremento f the Budget of a 52% respect the alternative 1, furthermore, the alternative 2 takes more time tan the alternative 1 to be constructed.

The alternative 2 grants a 40% more energy tan the alternative 1.

The alternative 1 is then, better than the alternative 2

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	12
MEMORIA	13
1. Introducción	14
2. Revisión del estado del arte	16
2.1 Balance de energías en pavimentos.....	16
2.2 Antecedentes.....	23
3. Situación y emplazamiento	28
3.1 Emplazamiento.....	28
3.2 Clima.....	28
3.3 Geología.....	32
4. Alternativas de diseño	33
4.1 Captación de la energía solar térmica.....	33
4.2 Almacenamiento de la energía captada.....	43
4.3 Aprovechamiento de la energía captada.....	46
5. Descripción de alternativas	49
6. Evaluación de alternativas y selección final	51
7. Proceso constructivo	53
8. Estudio básico de seguridad y salud	54
8.1 Objeto.....	54
8.2 Obligatoriedad.....	54
8.3 Normativa de seguridad y salud aplicable a la obra.....	55
8.4 Desarrollo del estudio básico.....	55
8.5 Principios generales aplicables durante la ejecución de las obras.....	55
8.6 Obligaciones del contratista y subcontratistas.....	56
8.7 Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	57
8.8 Libro de incidencias.....	58
8.9 Información a los trabajadores.....	58
8.10 Identificación de los riesgos laborales.....	58
8.11 Medidas técnicas.....	60
9. Cronograma	65
9.1 Objetivos.....	65
9.2 Unidades de obra.....	65
ANEJO 1: CÁLCULOS	69
ANEJO 2: CLIMATOLOGÍA	75
ANEJO 3: GEOLOGÍA	103
ANEJO 4: MATERIALES Y EQUIPAMIENTO	116
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	137
1. Condiciones generales	138
2. Consideraciones previas a la ejecución de las obras	141
3. Recepción, almacenamiento y conservación de materiales	143
4. Calidad de los materiales y equipos empleados en la obra	145
5. Materiales defectuosos	146
6. Unidades de obra	147
7. Disposiciones finales	169

8. Iniciación de las obras.....	172
9. Responsabilidad del contratista.....	174
10. Protección del entorno.....	175
11. Medición y abono.....	176
12. Recepción y liquidación.....	181
13. Oficina de obra.....	183
14. Estudio de impacto ambiental.....	184
PRESUPUESTO.....	185
PLANOS	190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estimación de la distribución de consumos para los diferentes tipos de energía, 2011

Figura 2. Modos de funcionamiento del colector solar asfáltico.

Figura 3. Balance de energía en el pavimento

Figura 4. Esquema del sistema de calentamiento de agua propuesto por Wendel (1979) (*Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos*)

Figura 5. Esquema del colector analizado por Tunrner (1987) y Bosphetty et al. (1992) (*Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos*).

Figura 6. Esquema del colector solar de hormigón de Al-Saad (1994) (*Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos*).

Figura 7. Esquema conceptual del sistema de deshielo GAIA (*Fuente: Morita y Tago, 2000*).

Figura 8. Instalación del sistema RES en una carretera en Holanda (*Fuente: Ooms.nl*)

Figura 9. Instalación de colector solar en la autopista M1 de Toddington (*Fuente: ICAX.co.uk*)

Figura 10. Proceso de compactación de los colectores asfálticos fabricados por Mallick et al. (2008) (*Fuente: Análisis de sistemas de captación de energía solar mediante superficies asfálticas, Chile 2014*).

Figura 11. Mapa geológico de Santander.

Figura 12. Corte geológico A-A'

Figura 13. Ejemplo del sistema de fijación (*Fuente: Sistema de fijación de tubos, tubos flexibles y otros conductos en la superficie de una carretera, 2008, Avenhorn*).

Figura 14. Forma de realización de las aberturas o excavaciones dirigidas hacia arriba en los elementos, con lo cual los tubos se apoyan directamente sobre la base. (*Fuente: Sistema de fijación de tubos, tubos flexibles y otros conductos en la superficie de una carretera, 2008, Avenhorn*).

Figura 15. Compactación de un colector solar asfáltico con rejilla para proteger los tubos.

Figura 16. Tuberías de cobre (*Fuente: bronmetal*).

Figura 17. Dilatación de los tubos de cobre en función de la diferencia de temperatura.

Figura 18. Tuberías de aluminio (*Fuente: Bronmetal.com*).

Figura 19. Tuberías de PVC (*Fuente: Csii.cl*)

Figura 20. Tuberías de polietileno (*Fuente: blogplastics.com*).

Figura 21. Secciones de firme (1) (*Fuente: Norma 6.1-IC*).

Figura 22. Secciones de firme (2) (*Fuente: Norma 6.1-IC*).

Figura 23. Esquema disposición en PTC (*Fuente: Study of ice and snow melting process on conductive asphalt solar collector, 2011*).

Figura 24. Esquema disposición en STC

Figura 25. Variación de la temperatura en función de la distancia entre tubos (*Fuente: Numerical simulation on the thermal response of heat-conducting asphalt pavements, 2010*).

Figura 26. Fotografía de un invernadero gótico sin cobertura.

Figura 27. Funcionamiento esquemático de un acuífero operando en modo calefacción (izquierda) y refrigeración (derecha) (*Fuente: IFTec GeoEnergía*).

Figura 28. Funcionamiento de un Sondeo (Haka Gerodur /CHYN. Géothermie. L'Utilisation de la chaleur terrestre. Suisse énergie)

Figura 29. Esquema funcionamiento Interseasonal Heat Transfer (*Fuente: Icacx*).

Figura 30. Esquema del sistema de calentamiento de agua propuesto por Wendel (1979) (*Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos*).

Figura 31. Esquema de la prevención de hielo y nieve en carreteras (*Fuente: Ice free roads using hydronic heating pavement with low Temperature, Raheb Mirzananadi*)

Figura 32. Esquema del modelo de Bosphetty et al. (1992) (*Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos*).

Figura 33. Gráfico de costes de las alternativas.

Figura 34. Gráfico de costes de las alternativas.

Figura 35. Fotografía y curvas características de la bomba WILO-Veroline-IP.

Figura 36. Radiación solar en Santander (*Fuente: Atlas de radiación solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*)

Figura 37. Situación geográfica de la zona estudiada. Tomado de IBERPRIX (I.G.N.)

Figura 38. Mapa topográfico de la ciudad de Santander y sus alrededores. Modificado de IBERPIX (I.G.N.)

Figura 39. Esquema geológico de la cuenca Vasco-Cantábrica. Tomando de Vera et al. (2004)

Figura 40. Mapa geológico donde se puede apreciar el sinclinal de Santillana-San Román. (Modificado de Robador et al., 1989)

Figura 41. Cartografía geológico-geotécnica de Santander

Figura 42. Corte geológico A-A'

Figura 43. Posible evolución de la tectónica de Santander. Modificado de Serrano, A. (1994)

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de absorptividad del pavimento propuestos en la literatura.

Tabla 2. Valores de emisividad del pavimento propuestos en la literatura.

Tabla 3. Expresiones del coeficiente de convección a partir de correlaciones generales de placa plana.

Tabla 4. Expresiones del coeficiente de convección a partir de correlaciones específicas.

Tabla 5. Valores de conductividad y calor específico del pavimento propuestos en la literatura.

Tabla 6. Datos climáticos de cada ciudad.

Tabla 7. Características técnicas del cobre (*Fuente: Miliarium*).

Tabla 8. Características técnicas del aluminio (*Fuente: Miliarium*).

Tabla 9. Características técnicas del PVC (*Fuente: Plastic Bages*).

Tabla 10. Características técnicas del polietileno (*Fuente: Good Fellow*).

Tabla 11. Características del policarbonato laminado.

Tabla 12. Distribución mensual de las precipitaciones en Santander.

Tabla 13. Clasificación según el índice de Martonne.

Tabla 14. Síntesis de los materiales presentes en la zona de estudio

Tabla 15. Parámetros representativos de las arcillas abigarradas, lutitas y limolitas

Tabla 16. Parámetros representativos de las margas

Tabla 17. Parámetros representativos de las calizas, calcarenitas y dolomías

Tabla 18. Parámetros representativos de las areniscas

MEMORIA

1- Introducción

A medida que el tiempo avanza crece la necesidad de explotar cada vez más las energías renovables. El uso constante de los combustibles fósiles nos ha llevado a darnos cuenta de que, por un lado, los combustibles fósiles son limitados, y al mismo tiempo son una fuente de energía con unas consecuencias devastadoras para el medio ambiente. Esto nos lleva a una situación cada vez más crítica en la que tenemos una necesidad creciente de explotar y desarrollar maneras más eficientes y limpias de energías.

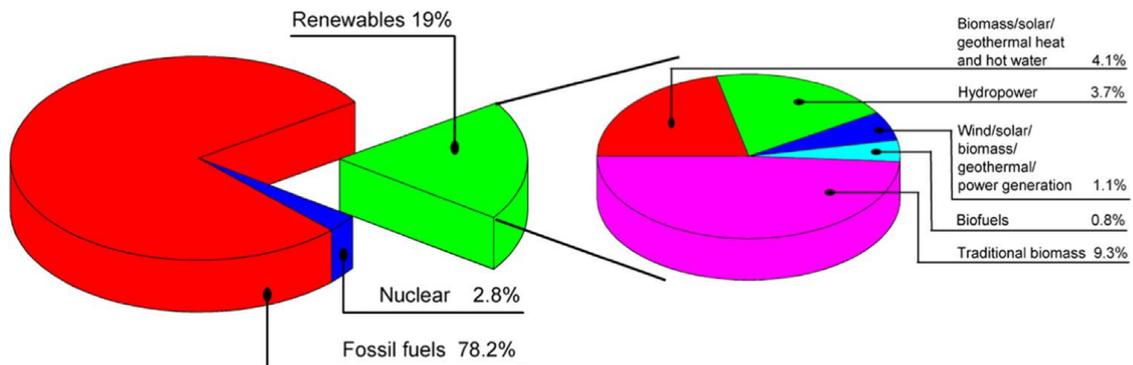


Figura. 1. Estimación de la distribución de consumos para los diferentes tipos de energía, 2011

La energía solar es indudablemente, una fuente de energía casi inagotable, respetuosa con el medio ambiente y una de las más sostenibles que el ser humano puede aprovechar. Pero a menudo, la explotación de esta energía implica el uso de grandes espacios para su aprovechamiento o la instalación de paneles solares en los tejados que crean un impacto paisajístico que no es grato para el ciudadano. Además, esto conlleva problemas medioambientales, ya que en la fabricación de los paneles fotovoltaicos se emplean componentes que no son respetuosos con el medio ambiente.

Al mismo tiempo, las carreteras están expuestas a la radiación solar durante todo el día, lo que lleva a una gran cantidad de energía térmica desaprovechada. Estudios demuestran que la superficie del asfalto puede llegar a alcanzar unas temperaturas entre 60-70 °C durante el verano debido al alto coeficiente de absorción de la radiación solar que posee, lo cual lleva a problemas como disminuir la vida útil del asfalto, crear deformaciones o acrecentar el problema de isla de calor urbana que se ocasiona en las ciudades, que implica que la temperatura de las zonas urbanas es mayor que en zonas suburbanas o rurales; aumentando el consumo de energía de los edificios en climatización.

La red de carreteras española tiene una longitud superior a 160.000 km, correspondiente a autopistas, autovías y carreteras de una calzada; existen estudios que estiman que la superficie de las carreteras españolas recibe cada día de verano radiación solar equivalente a 7.4000 GWh. (Pascual-Muñoz, 2012).

Una manera de aprovechar toda esta energía desperdiciada y solucionar al mismo tiempo la problemática que implica para el asfalto este exceso de temperatura, son los colectores solares asfálticos. Al embeber una red de tuberías dentro del asfalto y hacer circular por éstas un fluido caloportador, podemos enfriar el pavimento al mismo tiempo que calentamos el fluido.

Los colectores solares asfálticos cuentan con dos formas de funcionamiento, dependiendo de la estación del año en la que nos encontremos y de las temperaturas de la zona. Por lo general en verano aprovechamos este incremento de temperatura del asfalto; y, gracias al intercambio de temperatura entre asfalto y la red de agua, protegemos por un lado el asfalto de temperaturas extremas que degradan su vida útil y aprovechamos el calor del agua para almacenarlo, ya sea en tanques o en el suelo gracias a la geotermia.

En invierno podemos sacar el calor almacenado para calentar el asfalto y evitar heladas y protegerlo de temperaturas extremas al mismo tiempo, otro uso que puede darse es el de uso para calefacción ó ACS.

En la figura 2 podemos ver un ejemplo de estos dos tipos de funcionamiento, a corresponde a la situación de verano y b corresponde a invierno

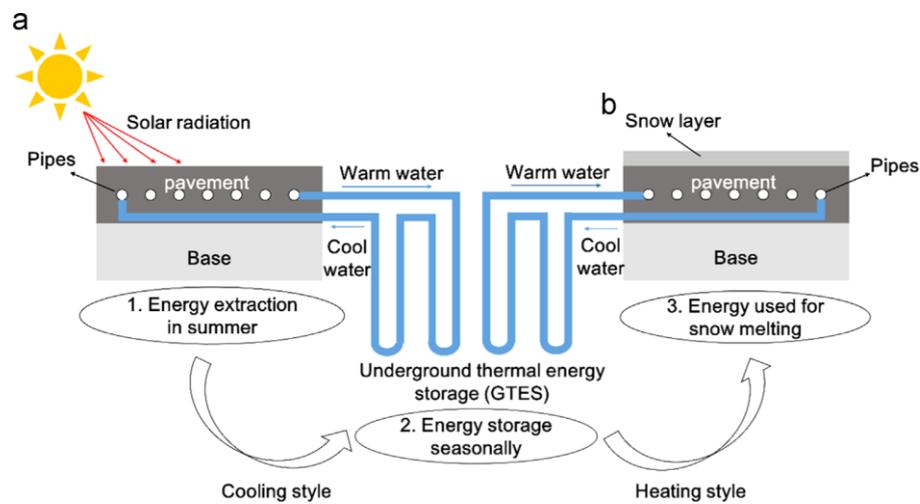


Figura. 2. Modos de funcionamiento del colector solar asfáltico.

2- Revisión del estado del arte

En este capítulo describiremos primero el proceso por el cual se calienta el asfalto y después haremos un breve repaso de los métodos que se han usado para su aprovechamiento.

2.1- Balance de energía en pavimentos

El balance de energía en pavimentos supone el principio de funcionamiento de los colectores solares asfálticos. La existencia del balance de energía hace posible la ganancia de energía por el pavimento y la absorción posterior de una parte de esa energía por un fluido caloportador. Este incremento de balance se origina gracias a los tres mecanismos de transmisión del calor: radiación, convección y conducción.

De esta forma, el balance de energía se produce porque, en primer lugar, la radiación solar incide en el asfalto, parte de esta radiación será absorbida por el asfalto incrementando su temperatura y parte será reflejada de nuevo a la atmosfera, al mismo tiempo, debido a la diferencia de temperatura entre la superficie del asfalto y el aire circundante, se producirá un intercambio de energía por convección. El flujo de calor origina un gradiente de temperatura a lo largo del espesor del pavimento, provocando la transferencia de calor por conducción hacia su interior, llegando de este modo a los conductos del fluido caloportador.

Los elementos que constituyen el balance de energía por tanto son:

- Radiación solar incidente de onda corta sobre el pavimento
- radiación solar de onda corta reflejada por el pavimento hacia la atmosfera
- radiación de onda larga emitida por el pavimento hacia la atmosfera
- contra radiación de onda larga emitida por la atmosfera hacia el pavimento
- perdida de energía por convección (natural o forzada) con el aire adyacente
- transmisión de calor por conducción hacia el interior del pavimento

Radiación solar Incidente (QOC,SOL y QOC,DIF)

Debido a la altísima temperatura de su superficie, unos 6000 °C, el sol es capaz de emitir radiación de onda corta (o alta frecuencia) hacia el espacio exterior. Una pequeña parte de esta energía llega a la tierra e incide en la superficie de cada pavimento. Si la radiación llega a la tierra directamente, sin haber sido reflejada por las nubes, absorbida o difundida por la atmósfera, se denomina radiación directa (QOC,SOL). De lo contrario se denomina radiación difusa (QOC,DIF).

Parte de la radiación incidente es reflejada por el pavimento, siendo el albedo el parámetro que expresa ese porcentaje de energía reflejada. El porcentaje de energía absorbido por el pavimento se denomina absorptividad (α).

Así, el valor de la radiación solar incidente absorbida por el pavimento viene determinado por la ecuación y se mide en unidades de irradiancia (W/m^2).

$$Q_{ABS,PAV} = \alpha(Q_{OC,SOL} + Q_{OC,DIF})$$

Siendo:

$$\alpha = 1 - \text{albedo}$$

Los valores de absorptividad más representativos son:

Absorptividad (α)	Referencia
0.85	Hermansson (2000)
0.90	Branco y Mendes (1993) Asaeda et al. (1996) Yavuzturk et al. (2005) Wang et al. (2010)
0.91	Chen et al. (2008)
0.93	Solaimanian y Kennedy (1993)
0.95	Hermansson (2001) Minhoto et al. (2005)

Tabla 1. Valores de absorptividad del pavimento propuestos en la literatura.

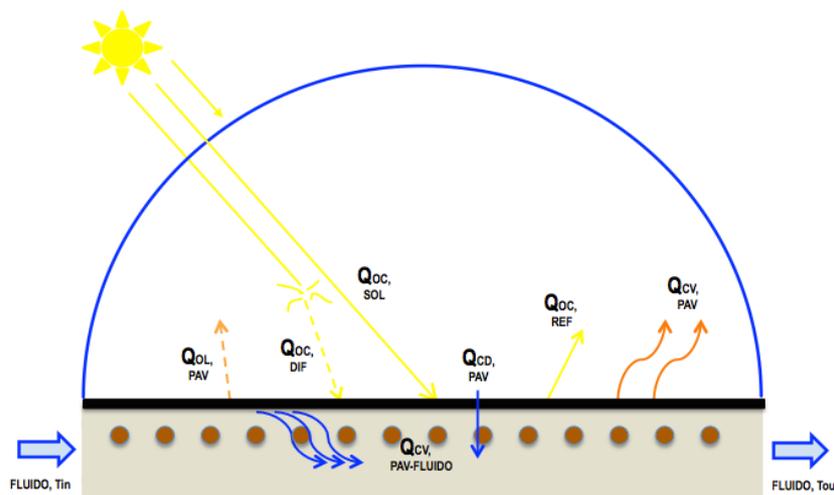


Figura. 3. Balance de energía en el pavimento.

Radiación térmica del pavimento ($Q_{OL,PAV}$)

Se denomina radiación térmica a la emitida por todo cuerpo por estar a una temperatura superior a 0 Kelvin (-273 °C). Asumiendo que la superficie del pavimento se comporta como un cuerpo gris, la radiación de onda larga emitida a la atmósfera seguirá la Ley de Stefan-Boltzman:

$$Q_{OL,PAV} = \epsilon \sigma T_S^4$$

Donde $Q_{OL,PAV}$ es la radiación térmica emitida por el pavimento (W/m²), ϵ es el coeficiente de emisividad, σ es la constante de Stefan-Boltzman (5,68·10⁻⁸ W/m²K⁴) y T_S es la temperatura superficial del pavimento expresada en la escala absoluta (K). Los valores de emisividad más representativos son:

Emisividad (ϵ)	Referencia
0.80	Hermansson (2001)
0.81	Yavuzturk et al. (2005)
0.85	Hermansson (2000)
0.90	Minhoto et al. (2005)
0.91	Chan et al. (2008)
0.93	Solaimanian y Kennedy (1993)

Tabla 2. Valores de emisividad del pavimento propuestos en la literatura.

Contraradiación de la atmosfera

El termino de contrarradiación hace referencia a la parte de la radiación térmica emitida por el pavimento que es absorbida por la atmosfera y emitida de nuevo en forma de radiación de onda larga. El valor de contrarradiación vendrá determinado por la ecuación siguiente y se medirá en unidades de irradiancia (W/m^2)

$$Q_{OLATM} = \epsilon_a \sigma T_{air}^4$$

Donde ϵ_a es un nuevo coeficiente de emisividad, en este caso referido a la atmosfera, σ es la constante de Stefan-Boltzman ($5,68 * 10^{-8} W/m^2K^4$) y T_{air} es la temperatura del aire sobre la superficie del pavimento (K). los valores más representativos de emisividad ϵ_a propuestos por la literatura son 0,90 (Sass, 1992) y 0,70 (Hermansson, 2001).

Otros autores propusieron reunir las expresiones de radiación térmica y contraradiación en una sola que hiciera referencia al balance de radiación térmica. Así, Minhoto et al. (2005), Gui et al. (2007) y Chen et al. (2008) plantearon la siguiente ecuación:

$$Q_{OL,R} = h_r(T_S - T_{air})$$

Donde el valor del parámetro h_r viene dado por las expresiones propuestas por los mismos autores y por otros como Yakuzturk et al. (2005).

Perdida por convección

Se denomina convección al mecanismo de transferencia de energía que se produce en el seno de un fluido debido a los movimientos de masa originados por la diferencia de densidades resultante del gradiente de temperatura existente en dicho fluido.

La transferencia de calor por convección tiene lugar entre un fluido en movimiento y una superficie adyacente a diferente temperatura. Comprende dos mecanismos diferenciados: el movimiento aleatorio de moléculas (mecanismo conductivo) y el movimiento macroscópico de fluido. En este caso, la diferencia de temperatura existente en la interfase entre el aire (fluido) y el pavimento (solido) adyacente hace que la fracción de aire en contacto con el pavimento se caliente (asumiendo que $T_{sup} > T_{inf}$) por conducción, disminuyendo su densidad y ascendiendo para ocupar el lugar del fluido situado sobre él, más frio y de mayor densidad. Estas corrientes de convección provocan la perdida de energía del pavimento hacia la atmosfera.

La convección podría ser natural o forzada en función de la causa que induzca el movimiento del fluido, suponiendo la segunda una mayor pérdida de energía. En un colector asfáltico la

convección será forzada cuando la existencia de viento origine un flujo de aire sobre el pavimento. En caso de no existir viento, la convección será natural y se deberá únicamente al gradiente de densidades originado por la diferencia de temperatura entre la superficie del pavimento y el aire atmosférico.

El valor de esta pérdida por convección se calcula a partir de la ley de enfriamiento de Newton, que tiene la siguiente expresión:

$$Q_{CV,PAV} = h_c(T_S - T_{air})$$

Siendo h_c el coeficiente de convección (W/m^2K), T_S la temperatura superficial del pavimento (K) y T_{air} la temperatura del aire circundante (K). El coeficiente de convección se obtiene a partir del número adimensional de Nusselt (Nu) de tal forma que:

$$h_c = \frac{k}{L}Nu$$

Donde k es la conductividad térmica del fluido (W/mK) y L la longitud característica (m). A su vez, para la determinación de Nu existen diferentes correlaciones empíricas que dependen del tipo de convección y del régimen del fluido (laminar o turbulento).

Algunos investigadores como Yavuzturk et al. (2005) o Gui et al. (2007) utilizan correlaciones generales de placa plana horizontal para el cálculo del balance de energía en el pavimento. La tabla 3 muestra algunas de las existentes en la literatura.

En cambio, otros autores utilizan correlaciones empíricas desarrolladas específicamente para pavimentos asfálticos o de hormigón.

La tabla 4 muestra algunas de las más representativas. Siendo en ambas tablas:

- T_m la temperatura media dada por la expresión $T_m = \frac{T_s - T_{air}}{2}$
- U la velocidad del viento
- θ la viscosidad cinemática del aire
- Pr el número adimensional de Prandtl
- Ra el número adimensional de Rayleigh
- Re el número adimensional de Reynolds
- ΔT la diferencia de temperatura entre el aire y la superficie del pavimento

Coeficiente de convección (h_c)	Tipo de convección	Referencia
$T_{sup} > T_{air}$ (Laminar) $\frac{k}{L} 0.54 Ra^{1/4}$ para ($10^4 \leq Ra \leq 10^7$) $\frac{k}{L} 0.15 Ra^{1/3}$ para ($10^7 \leq Ra \leq 10^{11}$) $T_{sup} < T_{air}$ (Laminar) $\frac{k}{L} 0.27 Ra^{1/4}$ para ($10^5 \leq Ra \leq 10^{10}$)	Natural	Incropera y DeWitt (2005)
$\frac{k}{L} 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3}$ (Laminar)	Forzada	
$T_{sup} > T_{air}$ (Laminar) $\frac{k}{L} 0.96 Ra^{1/6}$ para ($1 \leq Ra \leq 10^2$) $\frac{k}{L} 0.59 Ra^{1/3}$ para ($10^2 \leq Ra \leq 10^4$) $\frac{k}{L} 0.54 Ra^{1/4}$ para ($10^4 \leq Ra \leq 10^7$) $\frac{k}{L} 0.15 Ra^{1/3}$ para ($10^7 \leq Ra \leq 10^{11}$) $T_{sup} < T_{air}$ (Laminar) $\frac{k}{L} 0.27 Ra^{1/4}$ para ($10^5 \leq Ra \leq 10^{10}$)	Natural	ASHRAE (2009)
$0.54 F \left(\frac{\Delta T}{L}\right)^{0.25}$ (Laminar) Siendo $F = 6.3126 - 1.4322 \log(T)$	Natural	Chen et al. (2008)

Tabla 3. Expresiones del coeficiente de convección a partir de correlaciones generales de placa plana.

Coeficiente de convección	Tipo de convección	Referencia
h_c $= 698.24 [0.00144 (T_m^{0.3}) U^{0.7}$ $+ 0.00097 (T_s - T_{air})^{0.3}]$	Forzada	Solaimanian y Kennedy (1993) Hermansson (2000) Minhoto et al. (2005)
h_c $= 698.24$ $* 1.1 [0.00144 (T_m^{0.3}) U^{0.5}$ $+ 0.00097 (T_s - T_{air})^{0.3}]$	Forzada	Hermansson (2001)
$\frac{k}{L} 0.44 Ra^{1/4}$ (Laminar)	Natural	Bilgen y Richard (2002)

Tabla 4. Expresiones del coeficiente de convección a partir de correlaciones específicas.

Ganancia de energía por conducción

La tercera forma de transmisión de calor existente en el balance de energía es la conducción de calor a través del pavimento. Este es el fenómeno que gobierna el intercambio de energía entre capas del pavimento por existir entre sus puntos un gradiente de temperatura. En un colector asfáltico, la transferencia de energía se produce desde la superficie del pavimento hacia el interior de acuerdo a la ley de Fourier:

$$Q_{CD,PAV} = -k * \nabla_n$$

Siendo ∇ el gradiente de temperatura (K) y k la conductividad térmica del material (W/mK).

Por su parte, la ecuación fundamental de la transmisión de calor por conducción:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{1}{\alpha} * \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\rho C_p}{k} * \frac{\partial T}{\partial t}$$

Nos permite calcular la temperatura de cualquier punto del medio para cualquier instante de tiempo.

Donde T , k , ρ , C_p y α son la temperatura (K), la conductividad térmica (W/mK), la densidad (kg/m^3), el calor específico (J/kgK) y la difusividad térmica (m^2/S), respectivamente.

Los parámetros C_p y k son de crucial importancia a la hora de analizar el balance de energía existente en un pavimento y, por ende, en un colector solar asfáltico. Así, su adecuado valor de C_p permite al colector absorber una gran cantidad de energía. Mientras, su relativamente aceptable valor de k asegura que esta energía se transmita a capas más profundas. La tabla 5 muestra algunos de los valores más representativos de estos parámetros propuestos en la literatura. No obstante, la extensa variedad de mezclas asfálticas (y hormigones) existentes en función de los tipos de betún y áridos empleados, así como de su granulometría, hace que la determinación experimental de estos parámetros sea recomendable a la hora de analizar el balance energético.

Conductividad (W/mK)	Calor específico (J/kgK)	Densidad (kg/m ³)	Referencia
0.80	900	2200	Branco y Mendes (1993)
0.95	-	-	Jansson et al. (2006)
1.21	921	2238	Corlew y Dickson (1968) en Gui et al. (2007)
1.30	-	-	Yavuzturk et al. (2005)
1.30	920	2600	Wang et al. (2010) Chen et al. (2011)
1.00 - 1.80	1100 – 1800	-	Chen et al. (2005)
1.45 - 1.81	1116 – 1364	2295 – 2450	Luca y Mrawira (2005)
1.50	850 – 860	2350 - 2550	Minhoto et al. (2005)
1.73	-	-	Shaopeng wu et al. (2011) Chen et al. (2010)
1.90 – 2.10	659	2181 – 2217	Pascual-Muñoz (2012)
2.88	880	2313	Xu y Solaimanian (2009)

Tabla 5. Valores de conductividad y calor específico del pavimento propuestos en la literatura.

2.2- Antecedentes

A continuación, se hace un repaso de las puestas en práctica y estudios de colectores solares en diferentes países y los diferentes usos que se han dado desde su invención a la actualidad.

En primer lugar, cabe destacar que para diferenciar y clasificar los diferentes colectores solares podemos basarnos en los siguientes factores:

- El material dispuesto en superficie encargado de captar el calor y transmitirlo al fluido caloportador.
- El tipo de elemento, dispositivo o sistema encargado de permitir la circulación del fluido caloportador.
- La aplicación final para la cual se destine el colector, siempre en función de su diseño y de las necesidades existentes.

De modo que en función del material de superficie podemos distinguir entre colectores asfálticos o de hormigón. En función del tipo de sistema para transportar el fluido caloportador podemos diferenciar entre colectores con una red de tuberías, ya sea metálica o polimérica, o una estructura de 3 capas, dos impermeables y una capa de mezcla bituminosa porosa en medio. Finalmente, en función de la aplicación que se dé a la energía captada por el colector, se podrá impedir la congelación del tramo de carreteras en invierno, calentar agua para aplicaciones menores, suministrar ACS o climatizar edificios industriales o residenciales.

The primary HAP system was used as the hydronic ice-snow melting (HISM) system. Que está compuesto de una red de tuberías distribuidas de forma paralela o sinuosa embebidas en el asfalto. Cuando el agua caliente circula por la red de tuberías, aumenta la temperatura de la superficie del pavimento consiguiendo así derretir o evitar la formación de capas de hielo o nieve en invierno.

En 1948 el primero de estos sistemas fue instalado en Klamath Falls, Oregon, USA, que se basaba en la utilización de la energía geotermal de la zona. Estadísticas de 2003 muestran que Islandia tiene aproximadamente 740.000 m^2 cubiertos por este sistema.

La primera referencia hacia los colectores solares asfálticos surge en 1979, es una patente Con título "Paving and solar energy system" por Wendel, en la cual se describe un sistema para calentar agua que circule por una tubería dispuesta por el interior de un pavimento asfáltico expuesto a la radiación solar (Figura 4). En dicha patente se proponen varias aplicaciones entre las cuales destaca la climatización de una piscina.

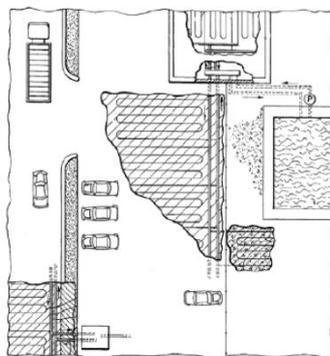


Figura 4. Esquema del sistema de calentamiento de agua propuesto por Wendel (1979) (Fuente: *Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos*).

Dos años después, en 1981, Sedgwick y Patrick desarrollan la misma idea, pero esta vez sustituyendo la tubería metálica por una polimérica, probando así la factibilidad técnica del sistema y la conveniencia de su coste respecto a uno normal.

En 1987, Turner llevo a cabo un estudio de viabilidad de la disposición de tubos de un material polimérico (polibutileno) en el interior de un pavimento de hormigón. Modelo matemáticamente un sistema formado por pavimento de hormigón de 10 cm de espesor y tuberías a 5 cm de la superficie (Figura 5). Revelando el precalentamiento necesario para que el sistema fuese viable para la absorción energética.

Tiempo después, en 1992, Bopshetty et al. Realizaron el análisis transitorio de un colector de hormigón con tubos poliméricos (PVC) embebidos en losas de hormigón para el abastecimiento de ACS (Figura 5). El modelo matemático se resolvió con el MDF, utilizándose datos experimentales. Se demostró que el sistema era eficiente pero no tanto como los modelos convencionales, también se demostró que los colectores necesitan un precalentamiento para alcanzar la temperatura útil de trabajo.

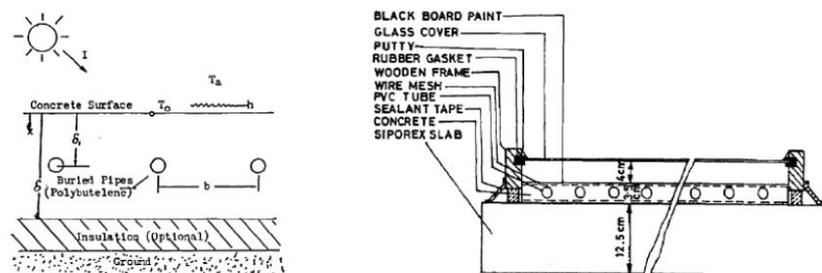


Figura 5. Esquema del colector analizado por Turner (1987) y Bopshetty et al. (1992) (Fuente: *Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos*).

Al mismo tiempo, Sokolov y Reshef desarrollaron un modelo matemático para analizar el impacto en el rendimiento de los diferentes parámetros de un colector solar compuesto por una fina losa de hormigón. El modelo se basó en la resolución por el MDF de la ecuación fundamental de la transmisión de calor, demostró valores de rendimiento térmico relativamente bajos. Según sus autores esto se compensaría con el menor coste, permitiendo así aumentar la superficie de captación si fuese necesario. También demostró el rango de trabajo óptimo, con irradiancias entre 150 y 900 W/m² y un descenso en eficiencia al aumentar la distancia entre tubos.

En 1994, Al-Saad et al. Evaluaron el comportamiento de tres tipos diferentes de colectores solares de hormigón. Todos fueron construidos con los mismos componentes, la superficie estaba compuesta de una losa de hormigón de 5 cm de espesor. La única diferencia entre los tres colectores era el material de los tubos portadores del caloportador, acero galvanizado, PVC y propilenglicol (figura 6). Los resultados probaron que el colector con mejor comportamiento era el que poseía las tuberías de acero, con un rendimiento de hasta el 50%.

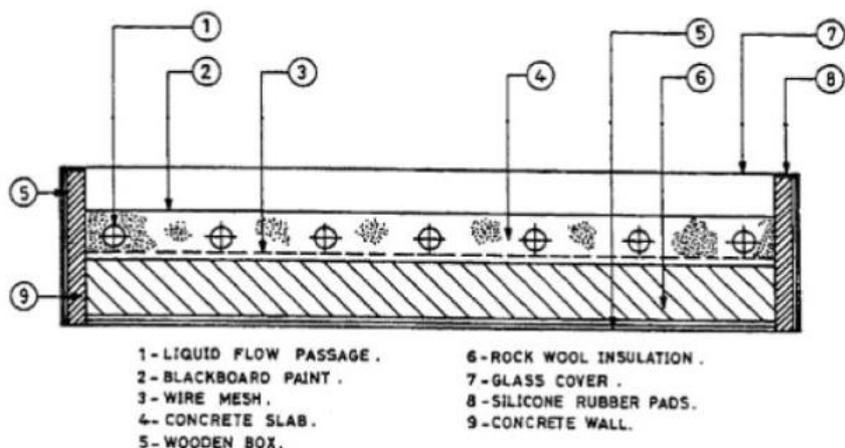


Figura 6. Esquema del colector solar de hormigón de Al-Saad (1994) (Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos).

A mediados de la década de los noventa, países como Alemania, Japón o Suiza empezaron a usar sistemas similares con el objetivo de evitar que el pavimento se congelara, para ello la energía solar absorbida durante el verano era almacenada en el terreno por medio de sondas geotérmicas.

En Suiza, el sistema SERSO previene la formación de hielo en un puente de autopista. El sistema absorbe el calor del pavimento en verano por medio de una red de tuberías de metal embebida en el pavimento y lo almacena en una zona rocosa cercana con 91 perforaciones. En invierno ese calor se extrae para evitar la formación de hielo en el pavimento.

Por otro lado, En Japón El sistema GAIA (figura 7), en la ciudad de Ninohe, al norte de Tokyo, funciona de la misma manera que el sistema suizo, almacenando el calor en verano con una sonda coaxial en el terreno, mientras que, en invierno, lo extrae y amplifica con una bomba de calor.

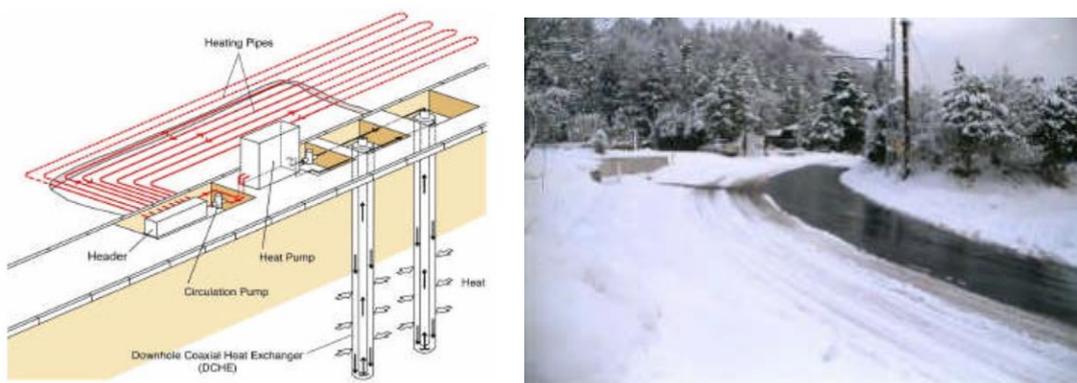


Figura 7. Esquema conceptual del sistema de deshielo GAIA (Fuente: Morita y Tago, 2000).

En el año 2000, Chaurasia estudio la viabilidad de los colectores de hormigón para abastecer ACS a un edificio. En este sistema, los tubos serian de aluminio y estarían parcialmente embebidos en el hormigón, dejando expuesto al sol solo un 30% de la tubería como superficie de absorción. Se realizaron tres colectores estudiando parámetros como el diámetro de las tuberías, el grado de inclinación de los colectores y la incorporación de una capa de pintura negra. El estudio demostró que eran capaces de suministrar agua caliente y que la cobertura negra aumentaba su eficacia.

Es a principios del siglo XXI cuando la investigación y desarrollo de los colectores solares avanza en mayor medida.

Van Bijsterveld et al. En 2001, analizaron el comportamiento de un colector con tubos de material polimérico y la influencia en la distribución de temperaturas en el pavimento de parámetros como la profundidad a la que se encontraban los tubos o la distancia entre ellos y el caudal del fluido caloportador. Para ello usaron un modelo numérico resuelto por el MEF y validado según los datos obtenidos en un tramo de pruebas construido por el *Directorate General of Public Works and Water Management* de los Países Bajos, con tuberías de plástico a una profundidad de 70 mm, registrándose los valores de la temperatura en diferentes puntos, además de la temperatura ambiente, radiación solar y velocidad del viento.

El estudio demostró que la profundidad del sistema de tuberías era un factor determinante en la eficiencia del colector, cuanto mayor era la profundidad a la que se encontraban los tubos menores eran las tensiones en el pavimento, pero también disminuía el potencial de extracción.

Como resultado de estos estudios nacen los *Road Energy System* (Figura 8). El sistema cuenta con una armadura de refuerzo polimérica en la que se sitúa la red de tuberías y sobre ella se distribuye la mezcla asfáltica. El calor extraído por el sistema permite climatizar un edificio durante todo el año.



Figura 8. Instalación del sistema RES en una carretera en Holanda (Fuente: Ooms.nl)

En Reino Unido el avance de estos sistemas ha ido muy parejo al de Holanda, cabe destacar la tecnología *Interseasonal Heat Transfer* (IHT). En verano absorbe parte del calor acumulado en un pavimento asfáltico por medio de una red de tuberías con agua bajo la superficie de la mezcla. La energía se almacena en un banco de tierra y se extrae por medio de una bomba de calor para la climatización de edificios en invierno.

Los primeros proyectos en poner en marcha esta tecnología fueron la carretera de acceso a la estación de servicio de la autopista M1 de Toddington (figura 9) y en el colegio Howe Dell. En el primer caso la energía se empleaba para fundir la nieve formada en la carretera en invierno, mientras que en el segundo caso se utilizaba para la climatización del edificio.



Figura 9. Instalación de colector solar en la autopista M1 de Toddington (*Fuente: ICAX.co.uk*)

En 2008, Mallick et al. Realizaron un estudio con probetas de pequeña y gran escala (hasta 125 mm de profundidad) de mezcla asfáltica, tuberías de cobre y el modelo numérico resuelto por el MEF (figura 10). Comprobaron la importancia de la conductividad térmica de la mezcla bituminosa y la profundidad a la que se encuentra la red de tubos además de otros parámetros.



Figura 10. Proceso de compactación de los colectores asfálticos fabricados por Mallick et al. (2008) (*Fuente: Análisis de sistemas de captación de energía solar mediante superficies asfálticas, Chile 2014*).

Un año después, en 2009, Mallick et al. Realizaron otro estudio con probetas de pequeña y gran escala, sin embargo, en esta ocasión se enfocaron en determinar la capacidad de ciertos parámetros de los colectores para disminuir la temperatura del pavimento y el efecto isla de calor urbana. Dichos parámetros a analizar fueron: la conductividad térmica de la mezcla, la localización de la red de tuberías y el material de la red de tuberías.

De estos estudios se sacaron muchas conclusiones, entre las más importantes cabe destacar:

- El incremento de rendimiento al utilizar áridos de alta conductividad térmica en la mezcla bituminosa, como la cuarcita.
- La importancia de la profundidad a la cual se aloja la red de tuberías, siendo este un factor clave a la hora de establecer el adecuado balance entre eficiencia térmica y tensiones resultantes en el pavimento.

- La adecuación de los colectores solares para disminuir la temperatura del pavimento y reduciendo así el efecto isla de calor urbana en ciudades.

Años más tarde, los investigadores Shaopeng Wu et al. fabricaron probetas cuadradas de 15cm de espesor de pavimento asfáltico con una tubería de cobre embebida en cada una de ellas, luego se hacía circular agua por las tuberías y se sometía a las probetas a una irradiancia determinada. Estudiando al mismo tiempo la capacidad de los colectores para absorber energía y reducir la temperatura superficial del pavimento. Los parámetros a analizar fueron el uso de mezclas con filler de elevada conductividad térmica (grafito), el caudal de agua circulante y el efecto de un calentamiento previo de la superficie de la probeta.

El estudio demostró la importancia del uso de áridos con alta conductividad térmica tanto para disminuir la temperatura de la superficie como para obtener una mayor cantidad de energía térmica. Por otro lado, determino que la circulación de agua por las tuberías disminuía la temperatura de la superficie del pavimento, pero sin embargo la velocidad a la cual circulaba el flujo tenía poco impacto sobre el cambio de la temperatura superficial del pavimento.

Por último, los resultados anteriores sirvieron a Chen et al. para investigar por medio de un estudio numérico y los colectores de pequeña escala, la aplicación de esos colectores para la eliminación de nieve y/o hielo en carreteras. Dicha investigación demostró que una temperatura de 25 °C era suficiente para el adecuado funcionamiento del sistema.

3- Situación y emplazamiento

3.1- Emplazamiento

El lugar donde se ubicará el colector solar asfáltico es el antiguo solar dejado por la prisión ubicada en la calle Alta en Santander, la prisión fue demolida en 2010 y se construyó un parking de uso público en el solar dejado por la prisión. El parking acabo su construcción en mayo de 2011 y tiene una capacidad de poco más de 300 plazas de aparcamiento.

El emplazamiento de este parking es idóneo para un colector solar asfáltico, ya que se encuentra en una situación elevada que goza de gran número de horas de sol al día y apenas tiene zonas de sombra, aumentando la productividad del colector.

La situación final tras la construcción del colector seguiría siendo un parking público para el uso de los residentes de la zona.

La ubicación de la obra se encuentra marcada en los planos de situación incluidos al principio del apartado PLANOS, donde se puede ver la situación de manera gráfica, a nivel estatal, regional, y local.

3.2- Clima

La situación del colector es fundamental para conseguir un adecuado rendimiento, para ello se necesitan temperaturas altas y un nivel bajo de precipitaciones y viento, de otro modo llevaría a que parte del calor se disipara.

Para la realización del estudio climatológico, se ha dividido la península en 3 zonas: norte, centro y sur. Para cada uno de las zonas se han seleccionado 4 ciudades intentando seleccionar una muestra variada que sea capaz de representar fielmente la zona.

La selección de ciudades es la siguiente:

- De la zona norte:
 - Lugo
 - Santander
 - Burgos
 - Barcelona
- De la zona Centro:
 - Madrid
 - Cáceres
 - Valencia
 - Zamora
- De la zona sur:
 - Sevilla
 - Málaga
 - Almería
 - Murcia

A continuación, iremos describiendo para cada una de estas ciudades algunos de los datos climatológicos más significativos y el periodo de tiempo óptimo para el uso del colector, al final de este capítulo se presenta una tabla a modo de sumario que recoge todos estos datos. Todos los datos que se presentan a continuación se han obtenido de los gráficos plasmados en el Anejo 2 Climatología.

Lugo: El clima de Lugo se clasifica como cálido y templado, con una temperatura anual media de 12 Cº, y su mes más cálido es agosto, con 18,2 ºC, las precipitaciones en Lugo son significativas, con 1052 mm de media anual, y la radiación solar media anual es de 3,8 Kw/m².

El tiempo óptimo de uso sería entre mayo y septiembre, meses durante los cuales tenemos una temperatura superior a la media anual además de tener precipitaciones bajas en comparación con el resto del año (271 mm).

Santander: La capital de Cantabria posee una temperatura media anual de 14,5 ºC, con su mes más caluroso Agosto con 20,3 ºC, las precipitaciones son muy abundantes, con 1129 mm de media anual, Su radiación solar media anual es de 3,18 Kw/m².

El tiempo óptimo de uso sería bastante corto, de junio a septiembre, que son los meses que menores precipitaciones hay (266 mm). Este período es también cuando se produce la máxima radiación.

Burgos: Su temperatura media anual es de 10,7 ºC, siendo sus meses más calurosos julio y agosto, sus precipitaciones son escasas en comparación con el resto de la zona norte, con 546 mm de media anual, su radiación solar media anual es de 4,31 Kw/m².

El periodo óptimo también sería corto, de junio a septiembre, durante estos meses tenemos temperaturas medias muy superiores a la media anual, también corresponde con los meses de mayor radiación y sus precipitaciones son muy escasas (125 mm).

Barcelona: Su temperatura media anual es la más alta entre las ciudades del norte seleccionadas, con 16,1ºC y su mes más caluroso es agosto con 24,4ºC, sus precipitaciones son

escasas al igual que con burgos, con 588mm de media anual, su radiación solar media anual es de 4.55 Kw/m^2 .

El periodo optimo es más extenso en el caso de Barcelona, de mayo a septiembre tenemos unas altas temperaturas y bajas precipitaciones (241 mm), pudiendo incluir también el mes de octubre que aunque tenga precipitaciones ligeramente superiores a las de estos otros meses (91 mm) sigue teniendo altas temperaturas.

Madrid: Su temperatura media anual es de $14,5 \text{ }^\circ\text{C}$, con su mes más caluroso julio, con $25,2 \text{ }^\circ\text{C}$, sus precipitaciones son escasas, con 371mm de media anual, su radiación solar media anual es de $4,9 \text{ Kw/m}^2$.

Los meses idóneos para el colector serian de junio a septiembre, con temperaturas muy altas, altas radiaciones y unas escasas precipitaciones (65 mm).

Cáceres: Su temperatura media anual es de $16,3 \text{ }^\circ\text{C}$, con sus meses más calurosos julio y agosto con $26,2$ y $26 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura media respectivamente, sus precipitaciones son algo más abundantes con 551 mm, su radiación solar media anual es de 5 Kw/m^2 .

Los meses de julio y agosto son los que tienen con diferencia las temperaturas más altas y las menores precipitaciones (26°C y 13 mm), le siguen de cerca los meses de junio y septiembre con temperaturas altas y precipitaciones algo más abundantes ($22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ y 50 mm).

Valencia: Su temperatura media anual es de $18,3 \text{ }^\circ\text{C}$, con su mes más caluroso Agosto, con $26,1 \text{ }^\circ\text{C}$, sus precipitaciones son de 475mm de media anual y su radiación solar media anual es de $4,9 \text{ Kw/m}^2$.

El tiempo idóneo de uso seria de mayo a agosto, con temperaturas altas y precipitaciones escasas (89 mm) además de ser los meses con mayor radiación.

Zamora: Su temperatura anual media es de $13,1 \text{ }^\circ\text{C}$, con su mes más caluroso julio, con $22,7 \text{ }^\circ\text{C}$, sus precipitaciones medias son escasas, con 379 mm y su radiación solar media anual es de $4,7 \text{ Kw/m}^2$.

El tiempo optimo seria corto, de mayo a agosto, con temperaturas muy superiores a la media anual y el menor número de precipitaciones (91 mm).

Sevilla: Su temperatura media anual es de $19,2 \text{ }^\circ\text{C}$, su mes más caluroso es Julio, con $28,2 \text{ }^\circ\text{C}$, sus precipitaciones anuales medias son de 539 mm y su radiación solar media anual es de $5,23 \text{ Kw/m}^2$.

Málaga: Su temperatura anual media es de $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$ y su mes más caluroso agosto, con $26 \text{ }^\circ\text{C}$, sus precipitaciones medias anuales son de 534 mm y su radiación solar media anual es de $5,19 \text{ Kw/m}^2$.

Almería: Su temperatura media anual es de $19,1 \text{ }^\circ\text{C}$, con su mes más caluroso agosto, con $26,7 \text{ }^\circ\text{C}$, su precipitación media anual es de 200 mm y su radiación solar media anual es de $5,28 \text{ Kw/m}^2$.

Murcia: Su temperatura media anual es de $18,6 \text{ }^\circ\text{C}$, su mes más caluroso agosto, con $27,6 \text{ }^\circ\text{C}$, su precipitación anual media es de 297 mm y su radiación solar media anual es de $5,1 \text{ Kw/m}^2$.

Las cuatro ciudades de la zona sur tienen el mismo periodo óptimo de uso del colector, de mayo a septiembre, superior al del resto de ciudades de las otras dos zonas, en las cuatro ciudades estos meses se corresponden con los de mayor temperatura media, mayor radiación solar y menores precipitaciones.

A continuación, se muestra una tabla que resume los datos de cada ciudad, mostrando las temperaturas, precipitaciones, vientos e irradiancias medias, además de las desviaciones estándar de la temperatura e irradiancia.

Ciudad	Temperatura media (°C)	Precipitaciones medias (mm/año)	Viento medio (m/s)	Irradiancia media (Kwh/m ² día)	Temperatura desviación estándar (°C)	Irradiancia desviación estándar (Kwh/m ² día)
Lugo	12,0	1052	6	3,8	4,3321	1,752
Santander	14,5	1129	6,25	3,18	3,7873	1,602
Burgos	10,7	546	6,75	4,31	5,7954	2,084
Barcelona	16,1	588	4,5	4,55	5,3601	1,889
Madrid	14,5	371	5	4,9	6,8543	2,102
Cáceres	16,3	551	6	5,0	6,4438	2,092
Valencia	18,3	475	5	4,9	5,0148	1,921
Zamora	13,1	379	5,5	4,7	6,2689	2,142
Sevilla	19,2	539	5,5	5,23	5,9780	1,988
Málaga	18,5	534	6	5,2	4,8276	1,952
Almería	19,1	200	6,5	5,28	4,8807	1,943
Murcia	18,6	297	5	5,1	5,8832	1,926

Tabla 6. Datos climáticos de cada ciudad.

En la zona norte Barcelona es con diferencia, la mejor ciudad de las seleccionadas para ubicar un colector, posee las mayores temperaturas medias y radiaciones medias, además posee la casi la mitad de las precipitaciones anuales de Lugo o Santander y la velocidad media del viento es de la más bajas de entre las 12 ciudades seleccionadas.

Para la zona centro, Valencia y Madrid son las que mayor radiación reciben; tanto las precipitaciones como el viento son similares. La diferencia recae en las temperaturas medias. Según el uso que se fuera dar al colector, se elegiría una ciudad u otra. Para descongelación de carreteras se ubicaría el colector en Madrid, ya que la temperatura media es menor, y para las demás opciones cualquiera de los dos posibles lugares sería idóneo.

Para la zona sur, las ciudades de Almería y Murcia son las mejores, Almería cuenta con las menores precipitaciones medias seguida de Murcia, y su temperatura media es la segunda más alta, en el caso de Murcia tiene menor temperatura y mayores precipitaciones, pero por otro lado tiene menor velocidad media del viento.

3.3- Geología

Nuestra obra se sitúa en un entorno muy conflictivo a nivel geológico y geotécnico, nos encontramos justo encima de una falla inversa que separa una zona de lutitas, lutitas argilíticas y limolitas micáceas en facies de Weld de una zona de calizas con miliólidos y rudistas, calcarenitas masivas con glauconita, calizas y areniscas.

A continuación, se presenta un mapa geológico de Santander además de un corte cercano a nuestra obra en los cuales se puede ver con exactitud la composición geológica del suelo.

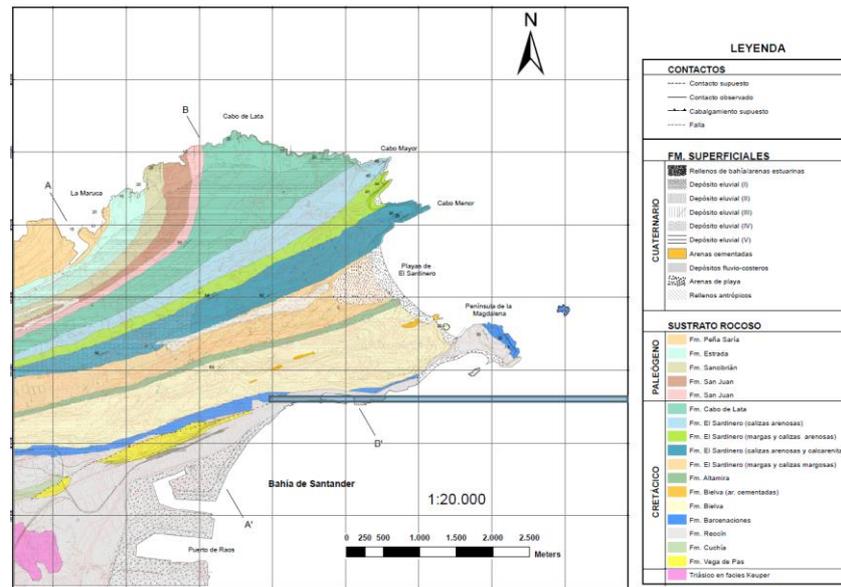


Figura 11. Mapa geológico de Santander.

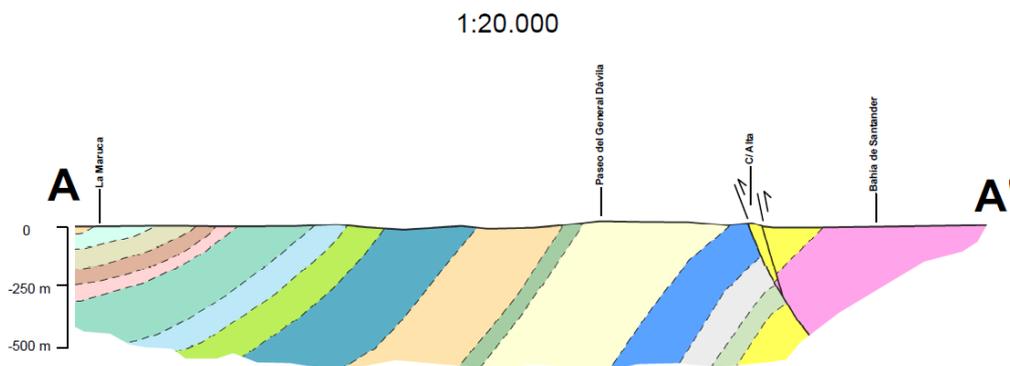


Figura 12. Corte geológico A-A'

En el anejo de geología se encuentra un estudio en el que se detallan con gran profundidad toda la información relativa a la geología y resultados de ensayos realizados.

4- Alternativas de diseño

4.1 Captación de la energía solar térmica

Antes de la selección de los materiales con los que construir el colector debemos estudiar las diferentes opciones de las cuales disponemos de manera que a lo largo de este capítulo expondremos los diferentes parámetros de la estructura del pavimento que influirán en la capacidad del colector solar asfáltico, esto incluye tanto materiales de los cuales se compone la red de tuberías, la disposición de esta al estar embebida en el pavimento y la disposición y composición del pavimento, exponiendo para cada uno sus ventajas e inconvenientes.

A la hora de elegir la composición del pavimento, podemos optar por un pavimento de hormigón, o el uso de mezclas asfálticas, compuestas de una combinación de áridos y ligante hidrocarbonado. Las proporciones de los diferentes tamaños del árido a usar determinarán las características físicas de la mezcla, lo cual conlleva al uso de la mezcla para un determinado uso.

El deterioro de los pavimentos asfálticos se debe a diferentes factores como medioambientales (lluvia, cambios de temperatura, heladas), tráfico (intensidad y frecuencia de las cargas, presión de inflado de los neumáticos), materiales o procesos de fabricación inadecuados, técnicas de construcción deficientes, fórmula de trabajo deficiente. Su capa de rodadura tiene una vida útil de unos 8-10 años en ciudades.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas asfálticas implica calentar el ligante y los agregados a una temperatura en torno a los 140 °C. Esto puede afectar negativamente a la red de tuberías del colector, ya que algunos casos, los materiales de los que está compuesta la red de tuberías no soportan bien estas altas temperaturas.

El transporte de las mezclas se realiza mediante camiones volquete desde la planta de fabricación hasta la obra, esta distancia es un aspecto clave en su puesta en obra. El enfriamiento de la mezcla asfáltica depende fundamentalmente de dos factores, la temperatura ambiente y el viento. Si se provee al camión de una lona de protección, la pérdida de temperatura será de pocos grados, formándose una costra superficial, esto permite distancias máximas de transporte apreciables. De esta forma, los camiones de gran capacidad pueden llegar a hacer viajes de hasta 25 km, pero en circunstancias excepcionales pueden llegar a realizar más de 100 km. Otro aspecto clave que debe vigilarse en todo momento es la segregación de los áridos, evitándolo minimizando la altura de descarga.

La puesta en obra influirá en el comportamiento que tenga el pavimento ante las cargas del tráfico, por ello es indispensable la correcta ejecución de sus procedimientos constructivos.

El extendido de la mezcla deberá llevarse a cabo mediante máquinas expendedoras que regulen la cantidad de material vertida y una vez acabado el trabajo de extendido, deberán realizarse los trabajos de compactado para que la mezcla alcance la densidad mínima exigida por el proyecto y su superficie quede regular. Sin embargo, la compactación de la mezcla puede dañar la red de tuberías del colector, ya que no puedan soportar las cargas aplicadas o porque no permanezcan horizontales.

En el caso de tubos de PVC o polietileno, para evitar estos daños, se utiliza un sistema de fijación de tubos en una base sobre la cual se aplica una capa de material; similar a una rejilla. Este sistema se compone está dotado de unas bandas con aberturas para introducir en ellas los

tubos. El espesor de las bandas aumenta en las zonas de aberturas. En las siguientes figuras se muestra en detalle este sistema.

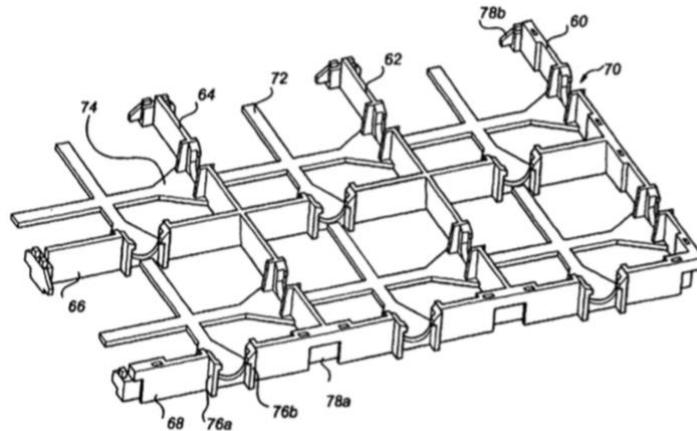


Figura 13. Ejemplo del sistema de fijación (Fuente: Sistema de fijación de tubos, tubos flexibles y otros conductos en la superficie de una carretera, 2008, Avenhorn).

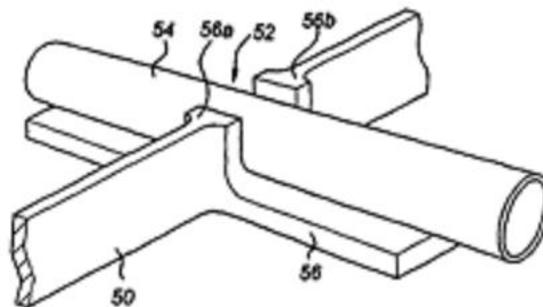


Figura 14. Forma de realización de las aberturas o excavaciones dirigidas hacia arriba en los elementos, con lo cual los tubos se apoyan directamente sobre la base. (Fuente: Sistema de fijación de tubos, tubos flexibles y otros conductos en la superficie de una carretera, 2008, Avenhorn).

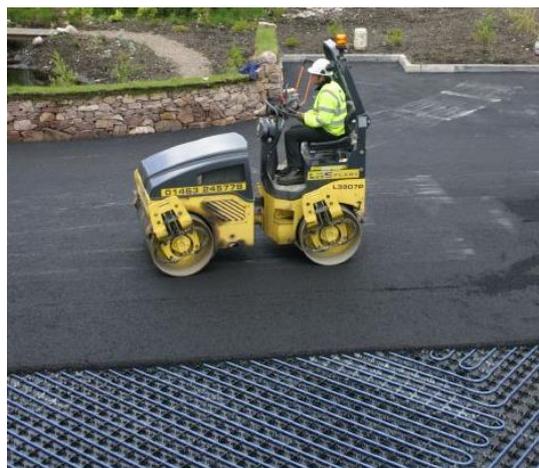


Figura 15. Compactación de un colector solar asfáltico con rejilla para proteger los tubos.

El reciclado de pavimentos asfálticos consigue el reaprovechamiento tanto del betón como de los áridos de las capas asfálticas de firmes antiguos, pudiendo emplearse estos materiales reciclados para la propia rehabilitación del firme del cual son extraídos o la construcción de

firmes nuevos. Esto contribuye a un ahorro en materiales, lo cual implica una ventaja económica y medioambiental.

Los pavimentos de **hormigón**, bajo las acciones del tráfico, se comportan de manera elástica, resistente a deformaciones viscoplásticas incluso en condiciones duras de tráfico pesado, intenso, lento y en situaciones de elevadas temperaturas. Por ello, su principal característica es su larga duración. Con módulos de elasticidad en torno a los 40000 MPa son estructuras muy rígidas que disipan las tensiones producidas por las cargas. No se degrada muy rápido con el tiempo; duran de promedio 25 años (Fuente: Ingeniería Real).

Una gran ventaja que tiene el pavimento de hormigón frente a las mezclas bituminosas es su mayor imperturbabilidad frente al derrame de aceites y combustibles de los vehículos que transitan o estacionan sobre ellos, lo cual lo hace idóneo para zonas de rampas o estacionamiento. Cuando se encuentre en zonas susceptibles de heladas, será necesario la inclusión de un aireante para producir la oclusión de airea que actúe como cámara de expansión del agua intersticial del hormigón, evitando que se produzcan desconchamientos en el hormigón cuando el agua se expanda al congelarse.

Además, la resistencia mecánica del hormigón aumenta a medida que pasa el tiempo, mientras que por otro lado su índice de servicio disminuye lentamente. El agrietamiento del hormigón y la consecuente necesidad de reparación o sustitución vienen determinadas por la fatiga a flexión, el espesor de la losa, la resistencia a flexotracción, la intensidad y el número de aplicaciones de carga a los que se le someta, el clima, la forma y dimensiones de las losas, etc.

El mantenimiento requerido por estos pavimentos implica el sellado de juntas y grietas, la reconstrucción de losas en mal estado, la restauración de su macrotextura, etc. Y debido a la aparición de nuevos materiales, herramientas y maquinaria específica para la realización de estas labores, este mantenimiento ha sido simplificado. Pero en nuestro caso, si se produce una avería en la red de tuberías, sería obligatorio levantar el hormigón con lo cual los costes serían bastante altos.

La puesta en obra del hormigón implica su transporte por medio de camiones u hormigoneras desde la planta de hormigonado hasta la obra, evitando en todo momento tanto la segregación de los áridos como el fraguado prematuro de la mezcla. Aunque su puesta en obra en carreteras implica el uso de pavimentadoras debido a las exigencias de regularidad de la superficie del pavimento, en este caso la puesta en obra se debe hacer a mano. Esto es debido a la presencia de la red de tuberías que debe estar embebida dentro del pavimento.

Debe considerarse la aplicación de una cobertura negra sobre el hormigón, esto aumenta la capacidad del colector sin disminuir sus capacidades debido a que el color negro tiene una mayor capacidad para absorber el calor y no reflejar tanto. Pero esto incrementa el coste, tanto de puesta en obra, al tener que aplicar la cobertura, como a la hora de realizar mantenimiento de dicha cobertura para mantener sus propiedades.

En comparación con las mezclas bituminosas, el hormigón requiere una menor calidad de los áridos a emplear, pudiendo admitir el uso de áridos reciclados (RCD), son reciclables en su totalidad y no implican el uso de derivados del petróleo. Aproximadamente el 92% de la composición del hormigón son materiales naturales.

El pavimento de hormigón tiene un menor uso de energía durante la construcción, en cuanto a la construcción de pavimentos asfálticos consume hasta 5.5 veces más combustible que el diseño similar en hormigón (Fuente: Ingeniería Real), esto se debe

principalmente a la energía necesaria para calentar el asfalto, y el transporte de las base granulares de mayor espesor.

La red de tuberías embebida dentro del pavimento puede estar compuesta por diferentes materiales entre los cuales destacan el cobre, aluminio, PVC y el polietileno de alta densidad

Las tuberías de cobre tienen una buena conductividad térmica (372W/mk (Fuente: Miliarium)) y una alta resistencia a la corrosión, muy resistente a un gran número de medios y no tiende a formar costras voluminosas que puedan producir la obstrucción del sistema de tuberías. Es ideal para el transporte de líquidos, especialmente en el caso de agua potable. En nuestro caso, ya que el colector estará sometido a veces a temperaturas menores a los 0°C, deberemos utilizar agua glicolada, mezclando agua con anticongelante para evitar la formación de hielo en las tuberías.

Las tuberías de cobre tienen además una elevada durabilidad y ciertas propiedades importantes como su ductilidad y maleabilidad o su buena conductividad tanto de calor como de electricidad. Su alta conductividad térmica los hace ideales para la instalación de serpentines de calefacción y refrigeración y su uso como colector del calor del medio ambiente.



Figura 16. Tuberías de cobre (Fuente: bronmetal).

Su puesta en obra es más complicada que en el caso de tuberías de material plástico, esto es debido a que necesita un mayor número de uniones y pliegos. Aunque estas uniones es una de sus grandes ventajas ya que pueden unirse con acoplamientos perfectamente estancos, Además, son fácilmente conformables, pudiéndose doblar y adaptarse a las condiciones del espacio disponibles y prescindiendo durante la instalación del uso de un gran número de uniones y codos.

El cobre es un material con propiedades bactericida y fungicida, lo cual hace un medio de conducción y almacenaje para agua donde no proliferan los gérmenes patógenos. Las tuberías de cobre soldadas son totalmente impermeables, en contraste, las cañerías de otros materiales no metálicos pueden ser penetradas por gasolina, aceites, herbicidas, insecticidas y otras sustancias.

El problema que presenta el uso de las tuberías de cobre es su inminente dilatación. Cuando las tuberías de cobre conducen fluidos a temperaturas diferentes a las del medio ambiente se dilatan, por eso se debe prestar especial cuidado con su colocación y fijación.

El diagrama de la figura siguiente (Figura 20) permite determinar fácilmente la dilatación térmica de tramos de tubo de hasta 10 m de longitud.

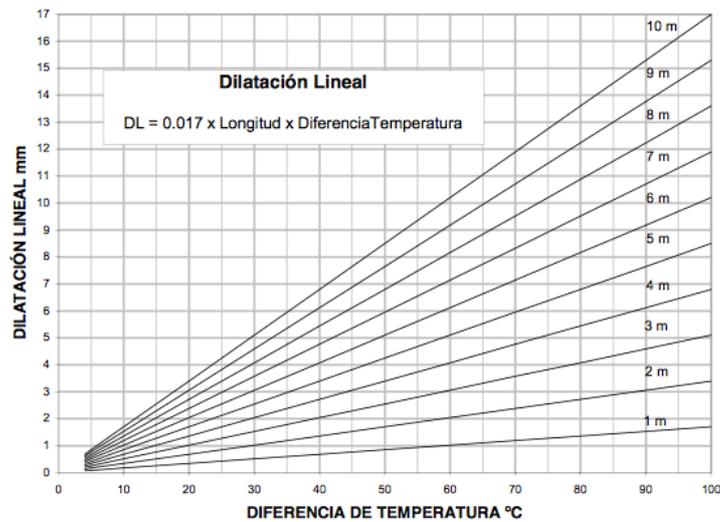


Figura 17. Dilatación de los tubos de cobre en función de la diferencia de temperatura.

En la siguiente tabla (tabla 7) se presentan las características de los tubos de cobre.

Densidad	8,92 kg/dm ³
Temperatura de fusión	1.083 °C
Conductividad termica a 20°C	372 W/ (m K) 0,923 cal/cm ² cm s °C
Calor especifico a 20°C	385 J/kgk
Modulo de elasticidad a 20°C	12.000 kg/mm ²

Tabla 7. Características técnicas del cobre (Fuente: Miliarium).

Los tubos de cobre y de aleaciones de este tienen un alto valor residual. Después de su vida útil se pueden vender para ser reciclados como materia prima en la fabricación de nuevos tubos u otros productos.

Las tuberías de aluminio son uno de los productos con mayor variedad de usos debido a las diferentes ventajas que brinda el material (Figura). Estas aplicaciones van desde la conducción de agua, gas, calefacción o aire acondicionado, conductos de ventilación, chimeneas, marcos de ventanas e incluso hasta aplicaciones decorativas. El transporte de fluidos mediante aluminio es totalmente seguro y gracias a su durabilidad y resistencia, las instalaciones de tuberías de aluminio tienen una mayor vida útil.



Figura 18. Tuberías de aluminio (Fuente: Bronmetal.com).

Una de las ventajas que presenta este material es su resistencia a temperaturas extremas, pudiendo ser empleadas para temperaturas de trabajo entre -20°C y 60°C manteniendo la temperatura que fluye en su interior. Además, son altamente resistentes a los entornos corrosivos, por lo que son idóneos para ambientes con variaciones de temperatura.

En la siguiente tabla (tabla 8) se presentan las características de los tubos de aluminio.

Densidad	2,7 kg/dm ³
Temperatura de fusión	660 °C
Conductividad termica a 20°C	209 W/mK
Calor específico a 20°C	909 J/kgk
Modulo de elasticidad	7.000 kg/mm ²

Tabla 8. Características técnicas del aluminio (Fuente: Miliarium).

La puesta en obra de las tuberías de aluminio es prácticamente igual que la de las tuberías de cobre. Tiene un mayor número de uniones que en el caso de las tuberías de plásticos que, aunque son más complejas, son más estancas, pudiéndose cambiar o arreglar en caso de problemas, además, su reciclaje es uno de los más rentables de la industria, aprovechándose la práctica totalidad del material.

El policloruro de vinilo (PVC) es un material resultado del craqueo del petróleo, rompiendo los enlaces químicos del compuesto obteniendo el etileno y al combinarlo posteriormente con el cloro obtenido del cloruro sódico y someterlo a un proceso de polimerización obtenemos el PVC (Figura). La posibilidad de mezclar el material con diferentes pigmentos y aditivos o someterlo a diferentes tratamientos lo convierte en un producto muy versátil, pudiéndose obtener diferentes resultados en cuanto a flexibilidad, transparencia, compacidad, etc.



Figura 19. Tuberías de PVC (Fuente: Csii.cl)

Tiene una alta resistencia mecánica y presenta un mejor comportamiento frente al golpe de ariete debido a su baja celeridad, También posee resistencia a altas presiones internas y un excelente comportamiento frente a las cargas de aplastamiento. Además, tienen una bajísima rugosidad que le permite transportar más caudal de agua a igualdad de sección que un tubo de cualquier otro material.

Al ser un material más ligero, manejable y moldeable que los anteriores metales expuestos, su transporte y puesta en obra es más sencilla.

La siguiente tabla (Tabla 9) presenta las características de los tubos de PVC

Densidad	1,37 a 1,42 kg/dm ³
Temperatura de ablandamiento	> 80 °C
Conductividad termica a 23°C	0,12 a 0,25 W/mK
Calor especifico	1.000 a 1.500 J/kgk
Modulo de elasticidad a 20°C	> 280 kg/mm ²

Tabla 9. Características técnicas del PVC (Fuente: *Plastic Bages*).

El PVC es un material muy aislante que reduce considerablemente la eficiencia energética del pavimento, debido a su conductividad térmica de 0,25 W/mk (Fuente: *Plastic Bages*).

Una vez que un sistema de tubería de PVC es apropiadamente seleccionado, diseñado e instalado, queda virtualmente libre de mantenimiento, ya que no oxida, no descascara, no se pica y no se corroe. Por consiguiente, se puede garantizar muchos años de servicio libres de mantenimiento.

El ultimo material que estudiaremos del cual podemos fabricar la red de tuberías del colector solar es el polietileno, las tuberías de PE-RT (Figura) están diseñadas para la distribución e agua sanitaria en montantes e instalaciones interiores de ACS a nivel individual o centralizado además de la distribución de agua de instalaciones de calefacción de suelo radiante o radiadores.

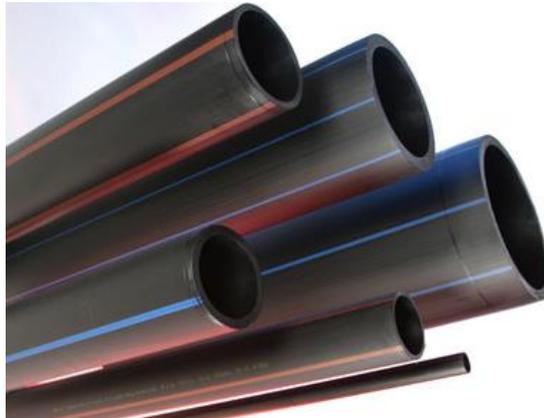


Figura 20. Tuberías de polietileno (Fuente: *blogplastics.com*).

Al igual que ocurre con el PVC, el polietileno es químicamente resistente, con lo que la vida útil del material es muy larga, siendo resistente a oxidación, corrosión, descascarillado, etc. Con lo que las tareas de mantenimiento son casi nulas durante su vida útil, si consideramos también su bajo coste, se convierte en un material muy económico. Su gran flexibilidad y menor peso en comparación con las tuberías metálicas además de la capacidad de ser transportado en rollos facilita mucho el transporte, mientras que la facilidad de soldadura que posee facilita la instalación y puesta en obra.

La siguiente tabla (Tabla 10) presenta las características de los tubos de polietileno:

Coeficiente de rugosidad hidráulico	0,007 mm
Conductividad térmica	0,45 W/mK
Coeficiente de dilatación lineal	0,026 mm/m°C
Temperatura máxima de trabajo	120 °C

Tabla 10. Características técnicas del polietileno (Fuente: Good Fellow).

Las capas a emplear y el espesor de estas en la estructura del pavimento viene determinada por el uso que se vaya a dar al pavimento una vez finalizada la obra. El uso de mezcla asfáltica u hormigón en el pavimento influye en gran medida en la red de tuberías, si la red de tuberías está compuesta de material plástico, los cuales resisten peor las cargas en comparación a los metales. En caso de emplear una capa superficial de hormigón, aumentaremos las cargas a las que se verá sometida la red de tuberías durante su funcionamiento, pero si esta capa es de mezcla asfáltica, las cargas empleadas para la compactación de la mezcla podrían llegar a producir daños en los tubos. Además, las mezclas asfálticas bituminosas transmiten a las tuberías un calor que podría llegar a deformarlas o deshacerlas.

Unos ejemplos de secciones de firmes típicos de una carretera podrían ser los siguientes:

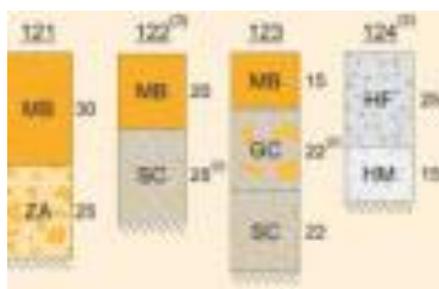


Figura 21. Secciones de firme (1) (Fuente: Norma 6.1-IC).

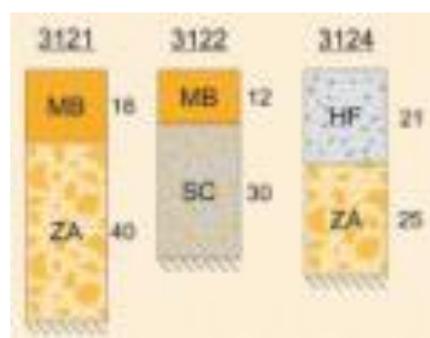


Figura 22. Secciones de firme (2) (Fuente: Norma 6.1-IC).

Las secciones en las que la capa superior es una mezcla bituminosa, le siguen capas de áridos o suelo cemento. En el caso de utilizar hormigón, la siguiente capa sería de hormigón o áridos. En nuestro caso, la composición de la sección difiere un poco debido a que almacenamos la energía en el subsuelo. Además, debido a que al aumentar la profundidad se pierde capacidad de captación, no se van a utilizar espesores tan grandes de capa.

Así pues, la sección estaría compuesta de una capa de rodadura de mezcla bituminosa u hormigón de un espesor comprendido entre 6 y 10 centímetros; seguido de una capa intermedia

de árido fino de un espesor similar al anterior. Debajo de esta capa, se situará el almacenamiento con sus correspondientes aislantes.

La correcta **disposición** de los tubos es fundamental para un funcionamiento óptimo del sistema ya que es una de las variables más importantes en relación con el rendimiento de un colector solar.

No se han encontrado estudios específicos sobre cómo colocar la tubería, así que las conclusiones obtenidas son a partir de estudios sobre mecánica de fluidos en colectores planos.

Hay dos tipos de disposiciones que se pueden utilizar en un colector solar asfáltico: una red de tubos puestos en paralelo (PTC) como en el esquema de la *Figura 26* o dispuestos en forma de serpentín (STC) como en la *Figura 27*.

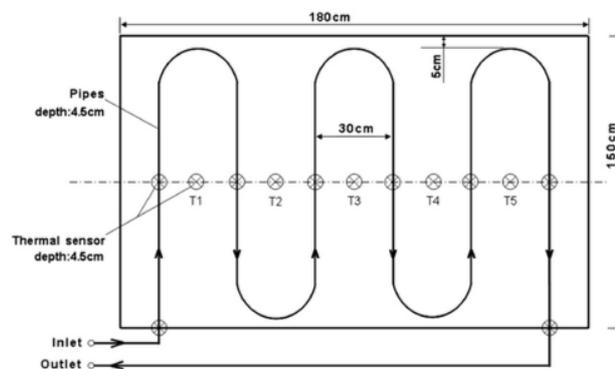


Figura 23. Esquema disposición en PTC (Fuente: *Study of ice and snow melting process on conductive asphalt solar collector, 2011*).

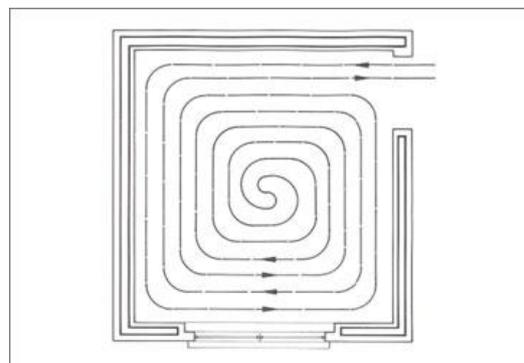


Figura 24. Esquema disposición en STC

La disposición PTC tiene una puesta en obra muy sencilla, lo que hace que tenga un coste de colocación bajo. No ocurre lo mismo con la disposición en serpentín, que tiene una puesta en obra más compleja y larga.

Para la máxima eficacia, se debe mantener un flujo uniforme en todo el sistema ya que si hay una falta de uniformidad el valor de la eficiencia puede caer entre un 2 y un 20%.

Varios autores han analizado la mecánica de fluidos en los colectores solares. En particular, Matrawy y Farkas (1997) hicieron una comparación entre las distintas disposiciones de las tuberías. Demostraron que la disposición STC era más eficaz que la PTC debido a que en el STC

la velocidad de flujo a lo largo de la tubería es mayor; haciendo que mejore la transferencia de calor entre el fluido que circula y el tubo. Por el contrario, en el PTC el flujo lejos de la entrada de agua es muy bajo, lo que impide el proceso de transferencia de calor y la existencia de un flujo uniforme. A pesar de las ventajas del STC frente al PTC, este último es más utilizado desde el punto de vista comercial, ya que tiene una puesta en obra más sencilla.

Otro parámetro esencial en cuanto al aspecto estructural del sistema es la **profundidad** a la que se colocan los tubos. La distribución de la temperatura del pavimento se vuelve más homogénea a medida que aumenta la profundidad del tubo, pero la cantidad de energía que el sistema es capaz de captar disminuye ya que las tensiones son más pequeñas con un potencial de extracción de energía menor. Por el contrario, si los tubos están muy cercanos a la superficie, la energía que captan los tubos es mucho mayor, pero tiene el inconveniente de que las tensiones alrededor de los tubos son mucho mayores, aumentando las posibilidades de provocar deformaciones o grietas en la superficie del pavimento.

Debido a la transferencia de temperatura por convención entre la superficie de la capa de rodadura y el medio ambiente, la temperatura máxima de la capa superficial se encuentra a una cierta profundidad (20 mm de profundidad de acuerdo con LTPP) que es la profundidad óptima para la colocación de las tuberías. Una distribución de temperatura más uniforme se puede lograr a profundidades más bajas al disminuir el espaciamiento entre tuberías.

El **espaciamiento** entre tubos es un parámetro importante en la configuración del sistema, porque determina en gran medida los costes adicionales del sistema. Con un aumento de la distancia entre los tubos, la potencia por metro cuadrado disminuye, pero la temperatura del fluido caloportador aumenta.

Colocar las tuberías a una cierta distancia tiene la ventaja de que se necesita colocar menos metros de material, pero se pierde más energía que si las tuberías estuviesen a una menor distancia. La *Figura 28* representa diferentes distancias entre las tuberías y la capacidad de captar energía para cada una de ellas. Como puede verse, con menos de 10 centímetros de separación el colector tiene un gran capacidad de captar energía, que disminuye bruscamente a partir de los 10 centímetros hasta que llega a una profundidad de unos 20 centímetros. A partir de ahí, la captación de temperatura disminuye de forma casi lineal a medida que aumenta la separación de los tubos.

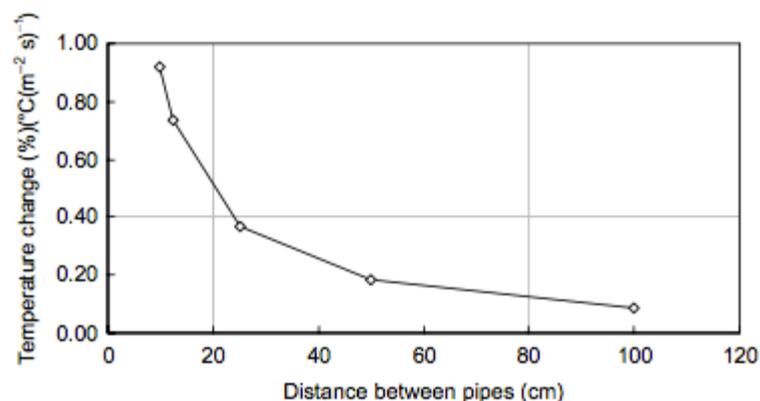


Figura 25. Variación de la temperatura en función de la distancia entre tubos (*Fuente: Numerical simulation on the thermal response of heat-conducting asphalt pavements, 2010*).

Finalmente, las condiciones del flujo dependen en gran medida del **diámetro** de la tubería. La conductividad térmica para un flujo constante disminuye con el aumento del diámetro. Diversos

estudios demuestran que, para una misma distancia entre las tuberías, la energía captada con tubos de 3 cm de diámetro puede tener una temperatura casi 5°C inferior, en comparación con los tubos 1 y 2 cm de diámetro. Los tubos con mejores rendimientos tienen un diámetro de 3 cm cuando el espesor de la capa media es de 6 cm.

Como añadido a los ya descritos materiales y técnicas usados habitualmente en la construcción de colectores solares asfálticos, se propone el cerramiento de la zona del colector mediante una estructura invernadero, la cual ayudara a mantener una temperatura mayor del colector evitando las pérdidas de convección, además evitara que la radiación de onda larga emitida por el asfalto salga de la zona, reflejándola de nuevo contra el asfalto. Además, al cerrar completamente la zona evitamos la ventilación natural, dándonos total control sobre cuándo y cómo ventilar y evitando completamente el efecto de las precipitaciones sobre el colector.

Para ello recurriremos a una estructura similar a las usadas en agricultura, basándonos en los invernaderos usados actualmente, se cerrará la zona con una estructura similar a los invernaderos góticos.

La estructura estará compuesta por perfiles galvanizados con apoyos de hormigón perforados en el asfalto y placas de policarbonato laminado.



Figura 26. Fotografía de un invernadero gótico sin cobertura.

El policarbonato laminado tiene características similares al vidrio, pero pesando un 50% menos, es transparente, permitiendo el paso de la luz en casi su totalidad, y su baja conductividad térmica lo convierte en un material ideal para este cerramiento.

Densidad	1,20 kg/dm ³
Transmisión de luz	88 %
Conductividad termica a 20°C	0,21 W/mK
Calor especifico a 20°C	1170 J/kgk
Modulo de elasticidad	2300 MPa

Tabla 11. Características del policarbonato laminado.

4.2 Almacenamiento de la energía captada

En este apartado se explicará el almacenamiento de la energía captada, analizando las posibles alternativas que se pueden dar.

El almacenamiento de calor mejora la utilización eficiente de las fuentes de energía renovables y el ahorro de energía. Se propuso en los EE.UU. durante los años 1960 y varios proyectos de

investigación se llevaron a cabo en la década de 1970. En Europa ha sido objeto de investigación desde mediados de la década de 1970.

Según las necesidades pertinentes, el almacenamiento puede ser considerado a corto plazo, si su capacidad comprende una duración de horas o hasta un periodo de una semana, o un almacenamiento a largo plazo, con una duración de tres o cuatro meses.

El almacenamiento a largo plazo implica el uso de grandes volúmenes, así como grandes cantidades de energía para ser almacenados. El objetivo del almacenamiento de agua a gran escala es para almacenar la energía solar térmica recogida en verano para su posterior uso en los meses de invierno.

El subsuelo puede ser utilizado para almacenar temporalmente frío o calor. Éste posee una alta capacidad calorífica y también unas buenas propiedades de aislamiento térmico, lo que ofrece la posibilidad de almacenar grandes cantidades de calor y frío durante un largo periodo de tiempo.

Los sistemas que utilizan los sitios subterráneos naturales para el almacenamiento de energía térmica se denominan sistemas de Acumulación de Energía Térmica en el subsuelo (AETS). Estos sistemas crean un gran rango de posibilidades de ahorro energético y aplicación de energías renovables, como el almacenamiento de calor procedente de la energía solar en verano para su uso posterior en invierno para calefacción de espacios.

Entre los sistemas de AETS desarrollados desde la década de 1970 se encuentran:

- Acuíferos
- Sondeos
- Cavernas
- Pozos
- Tanques de agua

Acuífero: Realizan un almacenamiento estacional de frío y calor en un acuífero. Es un sistema de dobletes de pozos geotérmicos utilizando el agua subterránea para el intercambio y almacenamiento de energía térmica. Los pozos de extracción e inyección se invierten estacionalmente para crear lo que se denominan pozos fríos y calientes. Por tanto, el sistema es bidireccional y la dirección de flujo varía según sea la demanda de energía. No consumen agua subterránea ni desechan el agua del acuífero. Toda el agua extraída desde un pozo es re-inyectada de nuevo al acuífero mediante otro pozo. Esto implica que la extracción neta de agua subterránea es cero (Ruiz et al, 2010).

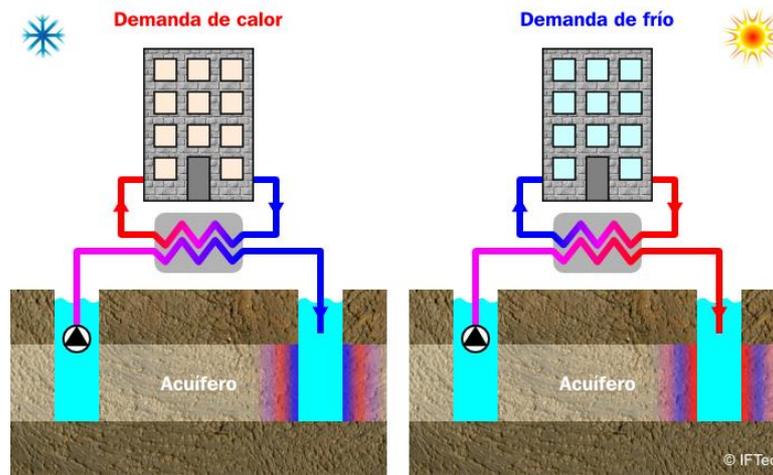


Figura 27. Funcionamiento esquemático de un acuífero operando en modo calefacción (izquierda) y refrigeración (derecha) (Fuente: IFTec GeoEnergía).

La viabilidad técnica y económica de los acuíferos depende de las condiciones hidrogeológicas del emplazamiento. Es decir, si hay un acuífero del que se puedan obtener caudales de pozos iguales o mayores a unos 30 m³/h. Para el almacenamiento de frío y calor de baja temperatura, las capas acuíferas deben tener un espesor suficiente, necesitan tener una transmisividad hidráulica suficiente y necesitan tener un flujo natural del agua subterránea limitado. (Hendriks et al., 2009).

En caso de almacenar aguas a altas temperaturas, una alta transmisividad produciría una pérdida de calor elevada por flujos de convección libre.

Sondeo: El calor y/o el frío se almacena en el subsuelo utilizando un Intercambiador de Calor Terrestre (ICT), que normalmente consiste en una serie de tubos de polietileno en forma de “U” (sondas geotérmicas) que se instalan en el interior de los sondeos o perforaciones y posteriormente se rellenan (Figura 10). La distancia entre los sondeos depende del concepto y temperatura de almacenamiento. Para el almacenamiento de calor a alta temperatura el campo de sondeos es más compacto con menor distancia entre sondeos, mientras que para conceptos de almacenamiento a baja temperatura en combinación con una bomba de calor geotérmica la distancia entre sondeos suele ser mayor.

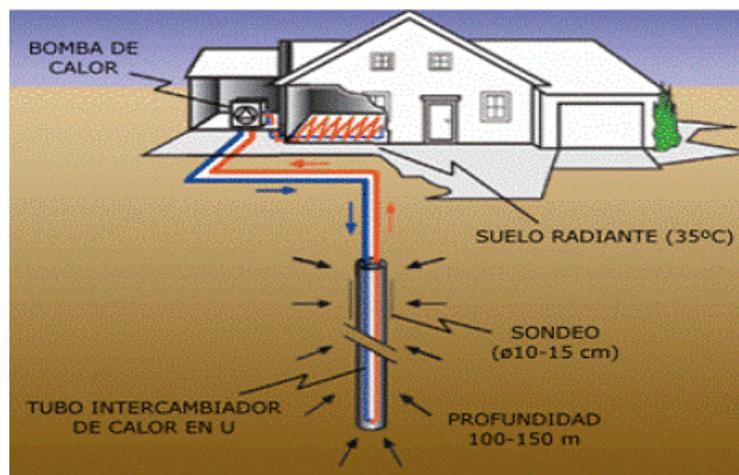


Figura 28. Funcionamiento de un Sondeo (Haka Gerodur /CHYN. Géothermie. L'Utilisation de la chaleur terrestre. Suisse énergie)

En el caso de almacenamiento de calor, el fluido caloportador circula en verano a través de las sondas geotérmicas desde el centro hacia el borde del almacenamiento. En este sentido el calor se transfiere por conducción de calor al terreno circundante. Durante el invierno la dirección del flujo se invierte, el fluido circula a través de las sondas desde el borde hacia el centro del almacenamiento. De esta manera el calor es transferido de nuevo del terreno circundante al fluido.

Caverna: Es el sistema que más impulso ha cobrado en los últimos años. Utiliza grandes depósitos de agua subterráneos creados en el subsuelo para almacenar la energía. Hay dos tipos de cavernas: la que el sistema de almacenamiento es agua y la que es agua-grava.

El sistema de agua se compone de un gran depósito lleno de agua que, durante el invierno, la energía térmica presente en la superficie de la tierra es capturada y almacenada en el depósito de agua; luego se transfiere a los edificios para satisfacer la demanda de calefacción. Del mismo modo, durante el verano se utiliza la energía almacenada para la refrigeración de los edificios.

Por otra parte, el sistema de agua-grava (*Figura 11*), formado por un depósito lleno de agua y grava, tiene un funcionamiento similar al anterior. El potencial de almacenaje y de recuperación de calor o frío es muy grande, entre 30 y 50 kWh/m³. La temperatura de almacenamiento de este sistema puede llegar a los 90°C. Este sistema puede obtener un 34% de la demanda anual de calefacción (Seasonal Thermal Energy Storage).

La principal ventaja de este sistema es que la velocidad de inyección y extracción de calor está limitada sólo por la capacidad de la bomba. Por ello, se puede utilizar tanto para acumulación a corto como a largo plazo. Estas tecnologías de almacenamiento son técnicamente factibles, pero la aplicación real aún está limitada debido al alto coste de inversión.

Tanques de agua y pozos: también llamados acuíferos artificiales, son estructuras artificiales construidas bajo tierra, como tanques enterrados, o cerca de la superficie para evitar el alto costo de la excavación. Por lo general, consiste en un tanque de hormigón armado parcialmente enterrado en el suelo, que se puede construir casi independientemente de las condiciones geológicas. Está aislado térmicamente al menos en la zona del techo y en las paredes verticales. Además, se introducen revestimientos de acero en la estructura para garantizar la estanqueidad al agua y reducir las pérdidas de calor causados por el transporte de vapor a través de las paredes. Los volúmenes de los pozos varían entre 100 y 10.000 m³, que resulta ser de pequeño volumen, en relación con los otros sistemas, lo que significa una acumulación de calor a corto plazo. Son una opción viable cuando se trata con condiciones hidrogeológicas y geoquímicas desfavorables que implican problemas como la obstrucción de los pozos, necesidad de tratamiento de agua, pérdidas de alta temperatura, etc.

4.3 Aprovechamiento de la energía captada

El aprovechamiento de la energía puede ser destinado a diversas aplicaciones, entre las cuales cabe destacar:

-Climatización de edificios. La energía captada es usada para proporcionar calefacción a uno a varios edificios cercanos, en este caso utilizamos la energía captada por el

colector durante el verano para proporcionar calefacción a los edificios durante el invierno por medio de una bomba de calor, En Reino Unido destaca el desarrollo de la tecnología “Interseasonal Heat Transfer” (Figura 29),

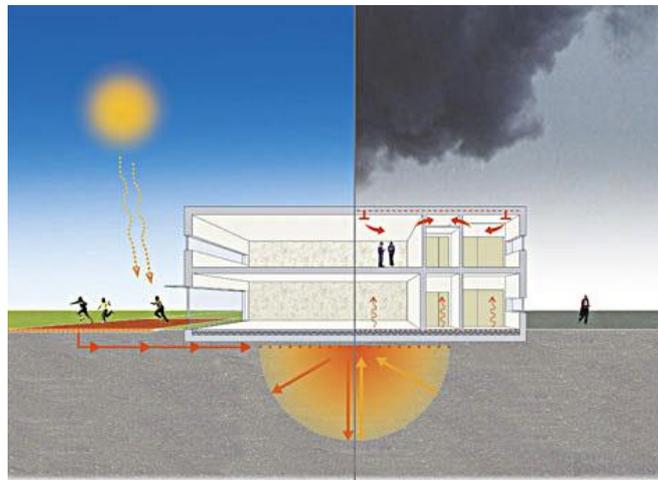


Figura 29. Esquema funcionamiento Interseasonal Heat Transfer (Fuente: Icac).

-Climatización de piscinas. Esta aplicación surge de la patente de Wendel en 1979 “Paving and solar energy system”, citada ya en el capítulo 2.2 Antecedentes, consiste en utilizar la energía captada por el colector para la climatización del agua de una o varias piscinas cercanas.

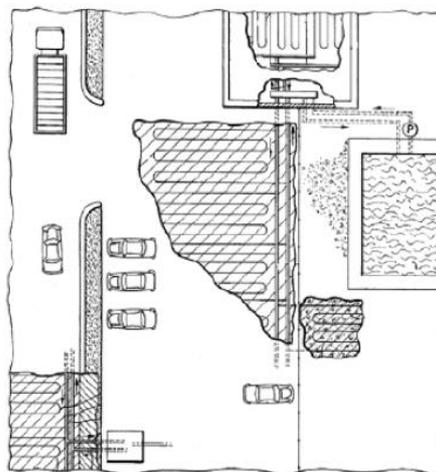


Figura 30. Esquema del sistema de calentamiento de agua propuesto por Wendel (1979) (Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos).

-Descongelación de carreteras. El uso que generalmente se les ha dado a los colectores solares asfálticos, al utilizar el calor generado durante el verano podemos lograr aumentar la temperatura del pavimento en los meses de invierno, previniendo o eliminando así la formación de capas de hielo o nieve sobre la superficie, además de alargar la vida útil del asfalto.

El sistema GAIA o SERSO citados con anterioridad en el capítulo 2.2 Antecedentes son un claro ejemplo de este uso.

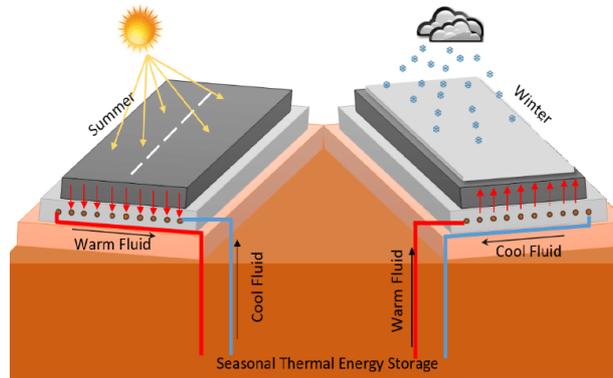


Figura 31. Esquema de la prevención de hielo y nieve en carreteras (Fuente: Ice free roads using hydronic heating pavement with low Temperature, Raheb Mirzananadi)

-ACS. Esta aplicación utiliza la energía captada por el colector para abastecer a los hogares de agua caliente sanitaria. En 1992, Bopshetty et al. realizaron un análisis transitorio de un colector de hormigón utilizado para abastecer ACS. Los tubos de material polimérico (PVC) estaban embebidos en losas de hormigón, como se muestra en la *Figura 13*.

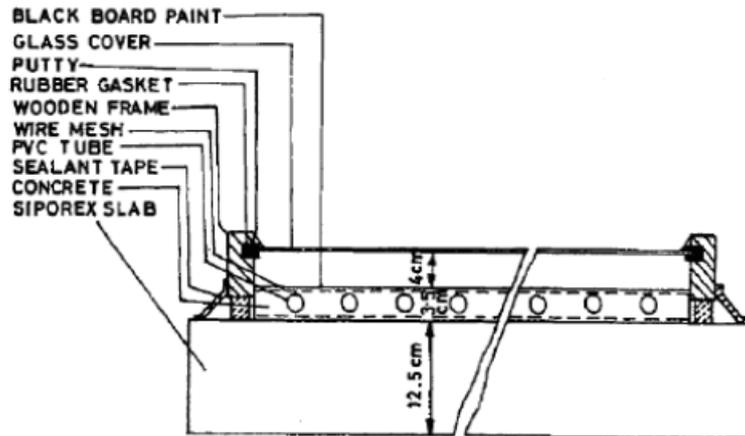


Figura 32. Esquema del modelo de Bopshetty et al. (1992) (Fuente: Captación de energía en carretera: colectores solares asfálticos).

5- Descripción de alternativas

Propuesta de alternativas

El lugar donde se ubicará el colector solar es en el solar dejado por la antigua prisión de la calle alta, actualmente se usa como parking gratuito para el uso de cualquier ciudadano. Cuenta con casi $8000 m^2$ de superficie y plazas para cerca de 300 vehículos.

Como el colector se ubica en un aparcamiento, la zona de captación se ve limitada a los viales, ya que, si se ubica en las plazas de aparcamiento, no se podría captar energía cuando los coches estén estacionados encima, con una consiguiente pérdida en la eficiencia del sistema. Por consiguiente, después de reorganizar ligeramente las plazas de una manera más uniforme y para conseguir una mejor distribución de los viales, contamos con aproximadamente $3000 m^2$ cómo puede verse en el plano 2, hoja 3.

En cuanto a la zona de almacenamiento, esta se corresponde con casi el total de la superficie del parking, como puede verse en el plano 2, hoja 4; proporcionándonos cerca de $6000 m^2$ de superficie destinada al almacenamiento de energía. La zona a la derecha que no se aprovecha para el almacenamiento corresponde con la entrada subterránea al aparcamiento, cuyas dimensiones se pueden ver en el plano 2, hoja 2.

Una vez evaluadas las diferentes opciones para la construcción del colector según el capítulo 4, en cuanto a los materiales, la disposición de la red de tuberías, forma de almacenamiento y aprovechamiento de la energía captada, se analizarán dos alternativas, cuya única diferencia entre ambas es la colocación o no de un cerramiento acristalado a modo de invernadero para intentar minimizar las pérdidas de energía que tenga el colector, el cálculo y dimensionamiento de esta estructura no es objeto de este proyecto.

Por tanto, pasaremos a determinar los diferentes materiales y técnicas que se usaran en el colector, empezando por la disposición de la red de tubos, esta será de tipo paralelo (PTC) que, aunque no es la más eficiente, es la que más se usa y es más simple a la hora de su puesta en obra como ya se explicó en el capítulo anterior. La separación entre tuberías será de 80 cm entre unas y otras, mientras que los radios de curvatura serán de 40 cm.

En cuanto a la selección del material para la capa de rodadura encargada de la captación del calor, se descarta el uso de una capa de hormigón con película de cobertura negra, pues tiene prácticamente las mismas propiedades que el hormigón convencional a excepción de que absorbe una ligera cantidad más de energía debido a esa cobertura negra, pero en consecuencia tenemos una necesidad de mantenimiento continuo de la película debido al continuo desgaste producido por los neumáticos de los vehículos en constante tránsito por el vial. Por tanto, la capa de rodadura estará compuesta de mezcla bituminosa.

Esta capa colectora estará compuesta por una capa de rodadura de 6 cm de mezcla bituminosa tipo AC16D en la cual estará embebida la red de tuberías de colección. La susodicha red estará ubicada a una profundidad de 5 cm, justo al fondo de la capa para facilitar la puesta en obra de la capa.

Justo debajo de la capa de rodadura, entra la capa de rodadura y la subbase de almacenadora se ubicará una capa de 7 cm de espesor de arena fina.

La capa almacenadora estará compuesta de agua-grava con un espesor de 75 cm con un 40% de huecos seguido de otra capa de arena fina de 7 cm de espesor donde se colocará la red de tuberías de almacenamiento, esta capa de arena sirve para proteger la red durante la puesta en obra y conseguir uniformidad.

Por último, estas dos capas estarán cubiertas de una membrana impermeabilizante para lograr su estanqueidad y una capa de geotextil INBITEX-COMPOSITE para evitar el punzonamiento de la membrana.

De los posibles materiales para la red de tuberías se ha elegido el polietileno de alta densidad (PEAD) ya que es el más utilizado para este tipo de obra. Como se describió en el capítulo anterior, para la protección de la red de tuberías se debe colocar una rejilla. Estos tubos tendrán unos diámetros interiores y exteriores de 18 y 20 mm respectivamente.

El cerramiento acristalado se compondrá de perfiles galvanizados apoyados en perforaciones realizadas y hormigonadas en el asfalto y de placas de policarbonato laminado translucido y un sistema electrónico conectado a unos hidráulicos que permitan la ventilación impidiendo que en ningún momento se supere la temperatura ambiente de 30°C. Su cálculo diseño y dimensionamiento no son objeto de este proyecto.

En cuanto al diseño de la entrada al aparcamiento, la salida peatonal o la sala de bombas presentes en los planos, no son objeto de este proyecto.

Equipamiento Hidráulico

En el anejo 1 se detallan los cálculos hidráulicos con los que se han calculado el caudal mínimo que ha de circular por la red de tuberías, las pérdidas de carga asociada y, a partir de ello, se ha definido el tipo y potencia de la bomba hidráulica necesaria para proveer el circulación del fluido calo portador.

Así, estos cálculos indican que, para una longitud total de la tubería de 6071,4 m, el caudal mínimo que habrá de circular por la tubería para favorecer la transferencia de calor es de 0,1017 l/s y las pérdidas de carga totales ascienden a 27,4 m. A partir de estos datos, la bomba escogida es una WILO-VeroLine-IP-E 40/150-3/2 con una potencia de 3KW. Sus características principales pueden ser consultadas en el anejo 4 (Materiales y maquinas).

El agua que circula por las tuberías será agua con un anticongelante, en este caso un etilenglicol, cuyas características se detallan también en el anejo 4 anteriormente citado. De esta forma se evitaría la congelación del agua en el interior de la tubería en caso de muy bajas temperaturas.

Finalmente, para controlar el nivel de llenado de agua de la zona de almacenamiento se situarán 4 arquetas tal como se ha esquematizado en el plano 2, hoja 1, de forma que pueda consultarse siempre que se necesite el nivel de agua y si es necesario o no un rellenado de la subbase. Para ello, el sistema contara con dos tuberías que llevaran el agua a dos puntos alejados de si, de forma que se garantice un llenado homogéneo en caso de ser necesario.

Todos los elementos hidráulicos necesarios para el sistema están detallados en el plano 4.

6- Evaluación de alternativas y selección final

ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo analizaremos las dos alternativas propuestas desde dos enfoques diferentes, por un lado, compararemos los costes que implican cada uno de las dos alternativas y por otro comprobaremos la producción energética que ofrecen las dos soluciones.

Desde el punto de vista económico es evidente que la solución más barata será la alternativa 1 (colector solar sin cerramiento) ya que al ser la única diferencia entre las dos alternativas la adición del cerramiento acristalado, esto aumentará el coste de la obra.

En el anejo 1: cálculos se recogen la mayoría de los cálculos asociados a las dos alternativas, dado como resultado el siguiente gráfico (Figura 33):

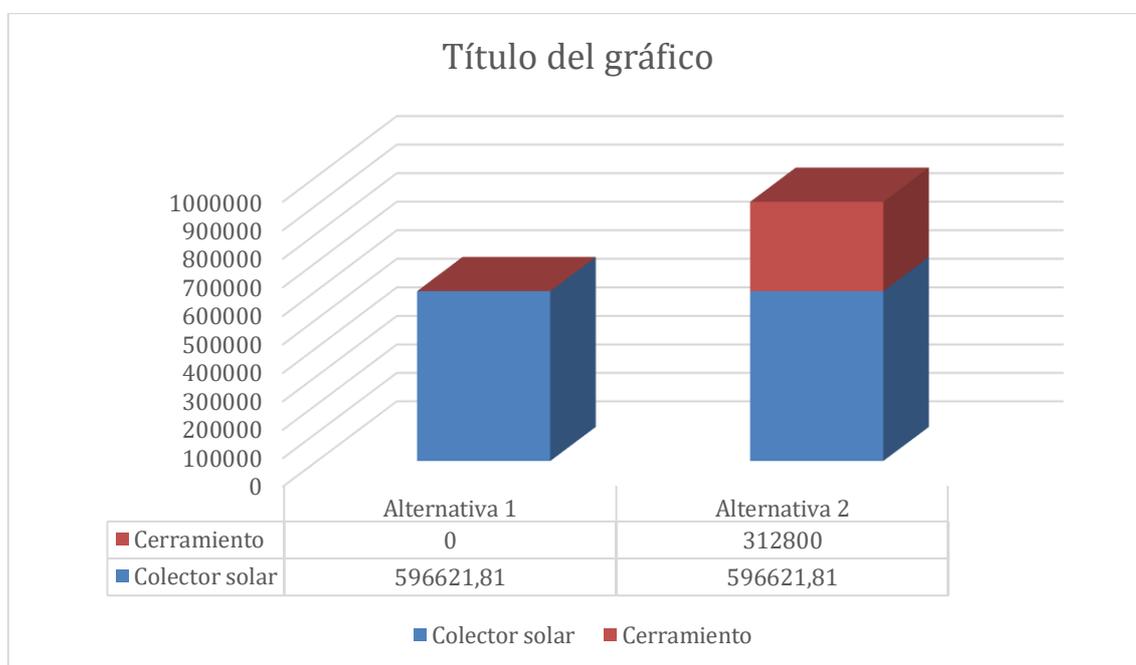


Figura 33. Gráfico de costes de las alternativas.

Tras analizar estos datos vemos que la alternativa con cerramiento incrementa el coste en un 52% comparada con la solución sin cerramiento. Además, al aumentar la cantidad de trabajo en la obra también aumentaremos la duración de esta.

ANÁLISIS ENERGÉTICO

De acuerdo al esquema del balance energético en un colector asfáltico definido en el capítulo 2, se llevaron a cabo 2 simulaciones básicas con el objetivo de optimizar el caudal de bombeo del fluido caloportador a través de los circuitos de captación (capa de rodadura) y de almacenamiento (subbase), así como de estimar la potencia y la energía captada diariamente por el colector asfáltico. Finalmente, se obtendría de esta manera una temperatura final aproximada de la superficie del firme.

La simulación por elementos finitos ha sido llevada a cabo por miembros del grupo GITECO de la Universidad de Cantabria. Debido a la gran longitud de la tubería de captación propuesta en el diseño y el problema de mallado y de demanda computacional asociados, se optó por llevar a cabo simulaciones con longitudes más pequeñas y actualizar los datos reales mediante la curva de ajuste obtenida.

Los datos e hipótesis de partida necesarios para llevar a cabo la simulación ya han sido determinados y son los que se presentan a continuación:

- Temperatura de entrada del agua: 293 K
- Tiempo de ensayo: 8 horas
- Temperatura inicial de la superficie del pavimento: 293 K
- Área de la capa superficial (Colector): m^2
- Espesor de la capa superficial (Colector): 0,06 m
- Longitud de la tubería: 6071m
- Diámetro de la tubería: 18 mm
- Irradiación media diaria: $516 W/m^2$
- Caudal mínimo: $0,0001017 m^3/s$

En cuanto al tiempo de ensayo, debido a que no se puede obtener energía las 24h del día, se calculó el tiempo de uso medio diario que se corresponde con las horas de luz. Para ello, se tuvieron en cuenta las horas de mayor intensidad de radiación solar de cada mes usando los meses de mayo a septiembre con 8 horas diarias de funcionamiento.

Con los datos de irradiación media diaria de la ciudad de Santander ya calculados en el apartado 3.2 de este documento y el tiempo medio de uso diario, se obtuvo una irradiancia media diaria de unos $516 W/m^2$. Asumiendo una absorptividad (α) del material del 95% y unas pérdidas por radiación y convección del 25% y del 15%, respectivamente, la irradiancia neta diaria sobre el colector será de unos $300 W/m^2$ aproximadamente.

De acuerdo a estos resultados, el valor de caudal que optimiza la captación de energía es de 34,2 l/min.

De las dos simulaciones sacamos la siguiente tabla comparativa:

	Energía en 1 día (kWh)	Energía en 4 meses (kWh)
Alternativa 1	40	3163
Alternativa 2	56	4496

En cuanto a la capacidad de almacenamiento de la subbase del aparcamiento, esta se ha determinado a partir de la capacidad calorífica del relleno agua-grava, cuyo valor es en este caso de $40 kWh/m^3$. Así pues, según esto, la energía que puede ser potencialmente almacenada en la subbase del firme es de $8,6875 * 10^{11}$ (37500 kW) J, lo que equivale a 53 veces la energía captada durante el verano, confirmando así que el volumen de la subbase puede ser reducido en mayor medida.

SELECCIÓN FINAL

Por tanto, la alternativa 2 ciertamente constituye un método para conseguir un aumento de la energía captada por el colector, pero el coste que implica en este caso es excesivo para el beneficio que aporta.

Por tanto la alternativa 1 es la seleccionada. Esto no es solo porque aunque aporte un 40% más de energía también implica una inversión mayor, sino porque la función principal que da al ciudadano el aparcamiento queda desvirtuada al incluir unas condiciones adicionales para conseguir esta mejora de energía.

7- Proceso constructivo

A continuación se define y explica el procedimiento a seguir en la construcción del colector solar asfáltico. Este procedimiento se va a dividir en 5 fases:

1. Trabajos previos
2. Excavación
3. Impermeabilización y colocación del geotextil
4. Ejecución de la subbase de almacenamiento
5. Ejecución del colector asfáltico

TRABAJOS PREVIOS

Esta operación comprende los trabajos de despeje, desbroce y demolición de firme. Se eliminarán las plantas que están alrededor del aparcamiento, así como las aceras, bordillos, muretes, señales y demás elementos que se encuentran actualmente en el aparcamiento, todo ello para permitir la adecuada ejecución de la obra. A continuación, se llevará a cabo el levantamiento del firme actual.

EXCAVACION

Una vez dejada la zona libre de obstáculos, se procederá a la excavación del terreno mediante medios mecánicos. Para ello se utilizará una retroexcavadora, que realizara una excavación hasta cota -0,98 metros además de excavar también la zona destinada a la entrada subterránea, una pala cargadora y un camión llevaran el material excavado a una zona destinada para ello.

IMPERMEABILIZACION Y COLOCACION DEL GEOTEXTIL

Realizada la excavación, se procederá a la impermeabilización de la zona donde se va a almacenar la energía captada. Para ello se colocará, de forma manual, un geotextil tipo IBITEX-COMPOSITE o similar de 10 mm de espesor, poniendo especial atención a los solapamientos para que su funcionamiento sea óptimo, limitando así al máximo la posibilidad de punzonamiento de la membrana.

Seguido del geotextil se colocará una membrana impermeable, también de forma manual, de 5 mm de espesor. La función de este elemento será la de evitar que se evapore o filtre el agua de la zona de almacenamiento.

EJECUCION DE LA SUBBASE DE ALMACENAMIENTO

Esta fase engloba varias tareas. La primera de ellas es la colocación de las tuberías de almacenamiento. Se colocarán de forma manual siguiendo la disposición en el plano 2, hoja 4. Posteriormente se ejecutará el relleno de 7 cm de arena fina seguido de 75 cm de mezcla agua-grava antes definida.

Una vez realizado el relleno, se llevará a cabo el sellado de la subbase, mediante la instalación de una membrana impermeable y un geotextil de igual forma a la que se ha definido anteriormente.

La última tarea de esta fase consiste en el relleno de una capa intermedia de árido fino, para ello, se extenderá y compactará mediante medios mecánicos, una capa de 7 cm de arena fina. Para ello se empleará un compactador de rodillo liso.

EJECUCION DEL COLECTOR ASFALTICO

Una vez ejecutadas las operaciones anteriores, se procederá a colocar sobre la capa de arena la rejilla para sujetar los tubos colectores. Esto se hará de nuevo de forma manual. A continuación, se colocarán las tuberías del colector según la disposición detallada en el plano 2, hoja 3.

Una vez colocados la rejilla y la red de tuberías de colección, se procederá al extendido y compactación de la mezcla bituminosa. Se extenderá y compactará evitando en lo posible la alteración de la disposición de los tubos.

Finalizada la construcción del colector, se procederá a pintar las marcas de aparcamiento en el pavimento tal como se detalla en el plano 2, hoja 1, con unas dimensiones de plazas de 2,4 x 5,0 metros para las plazas normales y de 3,6 x 5,0 metros para las plazas de minusválidos.

Las unidades de obra asociadas a la ejecución del colector solar asfáltico de este proyecto pueden consultarse en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares.

8- Estudio básico de seguridad y salud

8.1 Objeto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta con el fin de darle cumplimiento a lo dispuesto en el R.D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (B.O.E. no256 de 25/10/1997).

8.2 Obligatoriedad

- A) El presupuesto de ejecución material es inferior a 450.759,08€.
- B) La duración estimada de la obra no es superior a 100 días laborables, y en ningún momento serán empleados más de 20 trabajadores simultáneamente.
- C) El volumen de mano de obra de diversas categorías asciende a un total de 60 jornadas de trabajo, inferior a 500 jornadas de trabajo.
- D) No se prevé realizar obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni embalses.

Por lo tanto, en aplicación del art. o 4 del R.D. 1627/1997, no es obligado elaborar el estudio de seguridad y salud, pero sí un Estudio Básico de Seguridad y Salud como el presente.

8.3 Normativa de seguridad y salud aplicable a la obra

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Orden de 9 de marzo de 1971. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril, sobre señalización de seguridad en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de Abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de Abril, sobre Manipulación de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo, sobre utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio, sobre utilización de Equipos de trabajo.
- R.D. 39/1997 de 17 de Enero, Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 1316/1989 sobre protección ante la exposición al ruido en el lugar de trabajo.

8.4 Desarrollo del estudio básico

En aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, y de acuerdo con el art.o 7 del Real Decreto 1627/1997. del 24 de Octubre de 1997, el contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en este estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra. De ser incluidas en el Plan medidas alternativas de prevención distintas de las prescritas en el Estudio Básico, deberán ser justificadas técnicamente y no podrán implicar disminución de los niveles de protección en este estudio básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser comprobado antes del inicio de la obra por el Aparejador o Arquitecto Técnico, que ejercerá las funciones de coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa. Una copia del Plan y de sus posibles modificaciones posteriores será facilitada a los representantes de los trabajadores en la obra.

8.5 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

De acuerdo con el Arto 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, y de conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la ejecución

preventiva que se recogen en su art. 15 se aplicaran durante la ejecución de la obra y, en particular en los siguientes trabajos o actividades:

- A) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- B) La elección de los puestos y de las áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- C) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- D) El mantenimiento, el control previo o la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con el objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- E) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales o sustancias peligrosas.
- F) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- G) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- H) La adaptación, en función de la evacuación de la obra, del periodo de tiempo efectivo que se le deberá dedicar a los distintos o fases de trabajos.
- I) La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- J) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

8.6 Obligaciones de contratistas y subcontratistas

De acuerdo con el art. 11 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- A) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desenvolver las labores indicadas en el párrafo anterior sobre principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
- B) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud en la obra.
- C) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir con las disposiciones establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, durante la ejecución del obra.
- D) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que se deban adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

E) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones que el Aparejador o Arquitecto Técnico imparta en su condición de coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y los subcontratas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan, en los términos del apartado 2 del artº 42 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y de los Promotores no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

8.7 Obligaciones de los trabajadores autónomos

De acuerdo con el artº 12 del Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre de 1997, los trabajadores autónomos estarán obligados a:

A) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el artº 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales indicados en el párrafo anterior sobre principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

B) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, durante la ejecución de la obra.

C) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales que establece para los trabajadores el artº 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

D) Ajustar su actuación a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidas en el artº 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales , participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se estableciera.

E) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997, de 18 de Julio, por lo que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

F) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

G) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones que el Aparejador o Arquitecto Técnico imparta en su condición de coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

8.8 Libro de incidencias

De acuerdo con el art 13 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, existiría en la obra, y se mantendrá siempre en ella, un libro de incidencias para control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, formado por hojas duplicadas y habilitado a estos efectos por el Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

A este libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas y órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas que intervengan en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes. Todos ellos podrán realizar anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que el Libro tiene.

8.9 Información a los trabajadores

De acuerdo con el Arto 14 del Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre de 1997, contratistas y subcontratistas, deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que deban adoptarse en la obra en lo que se refiere a su seguridad y a su salud. La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

8.10 Identificación de riesgos laborales

Actividades o situaciones con riesgos potenciales:

- Falta de formación del personal en materia de seguridad y salud laboral
- Intrusión de personas ajenas en la obra.
- Desplazamiento de vehículos y maquinaria
- Acopiado y estiba de materiales.
- Elevación y puesta en obra de material pesado
- Trabajo en altura.
- Trabajo con herramientas electromecánicas (sierras, cortadoras, etc.)
- Trabajo con herramientas a presión (Compresores, martillos neumáticos, etc.).
- Exposición a los agentes atmosféricos (frío, viento, lluvia, sol y calor excesivo).
- Trabajos en presencia de tensión eléctrica.

Accidentes que provocan riesgos laborales:

- Movimientos de materiales almacenados
- Roturas y averías de herramientas y medios auxiliares

- Roturas de elementos constructivos
- Caídas de objetos
- Protección de partículas
- Incendios
- Atropellos

Riesgos laborales:

- Golpes
- Cortes
- Caídas
- Punzonamientos
- Electrocuciiones
- Inhalación de humos
- Inhalación de productos químicos

Lesiones por accidentes laborales:

- Traumatismos
- Contusiones
- Erosiones
- Heridas
- Esguinces
- Fracturas
- Aplastamientos
- Quemaduras por fuego
- Quemaduras por productos químicos
- Insolaciones
- Intoxicaciones por inhalación
- Enfermedades profesionales

- Enfermedades no profesionales

RIESGOS EVITABLES

Son evitables los riesgos derivados de circunstancias ajenas a la propia actividad de la obra. En principio señalan como causas de riesgos evitables la falta de preparación adecuada del personal.

RIESGOS NO EVITABLES

No son evitables los riesgos derivados de la actividad de la obra. Entre ellos cabe señalar los provocados por los desplazamientos de vehículos y maquinaria en obra, por la descarga, acopiado y carga de materiales, por la elevación y puesta en obra de material pesado, por el trabajo en altura, por el trabajo con herramientas electromecánicas o a presión, y por la exposición a los agentes atmosféricos.

RIESGOS ESPECIALES

En la presente obra los únicos trabajos previstos con riesgos especiales son los que pueden significar caída de una altura superior a los dos metros. Están en este caso los trabajos de montaje y desmontaje de los andamios y los trabajos realizados sobre los andamios para el tratamiento de la fachada, sobre todo en el caso de caídas por el exterior, además de la caída de materiales desde altura sobre los operarios que se encuentren en niveles inferiores.

8.11 Medidas técnicas

Las prescripciones contenidas en los párrafos siguientes complementan las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras contenidas en el Anexo IV del real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997. Se refieren a la disposición en la obra de los medios necesarios para evitar, si es posible, y remediar adecuadamente, en el caso contrarios.

cualquier accidente que pudiera ocurrir. Junto con las citadas. Disposiciones mínimas, serán de obligado e inexcusable cumplimiento por parte de la contrata, de sus empleados, de las empresas subcontratistas o auxiliares y de los trabajadores autónomos que pudiera intervenir en la obra. El incumplimiento de estas prescripciones en el caso de personal empleado podrá ser considerado falta laboral, dependiendo su gravedad de la importancia de las posibles consecuencias.

MEDIDAS DE EVITACIÓN DE RIESGOS

Todo el personal empleado en la obra deberá ser previamente instruido en las medidas de seguridad y salud que le corresponde adoptar según el tipo de trabajo que le sea encomendado.

En todo momento durante la jornada laboral habrá en la obra un encargado de seguridad, puesto que corresponderán a aquella persona de la parte de contrata con mayor cualificación laboral, competencia, experiencia personal e interés por la seguridad y salud que se encuentre en la obra en cada momento.

El encargado de seguridad mirará por el cumplimiento de las prescripciones contenidas en el presente Estudio Básico de Seguridad y demás disposiciones que se dicten a este efecto.

Se dispondrá dentro del local un recinto para la obra con vallados de madera o de otros materiales apropiados. Este recinto estará siempre cerrado de manera que se impida la entrada en la obra de personas no autorizadas. Especialmente deberá cuidarse este extremo en la obra de la comida y al final de cada jornada para evitar intrusiones accidente fuera del horario laboral.

Todos los materiales, equipos y herramientas usadas en la obra, serán de buena calidad y exentos de defectos aparentes; tendrán una resistencia adecuada a los esfuerzos a los que deban estar sometidos; deberán mantenerse en buen estado de conservación y serán sustituidos cuando dejen de satisfacer estos requisitos.

Aquellos elementos que en cualquier desplazamiento pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores deberán poder ser fijados de manera estable.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

El espacio que se cuente para la obra en el interior de la parcela tendrá dimensión suficiente para permitir la maniobra de los vehículos y maquinaria que sea necesario utilizar sin que esto represente peligro para el personal, así como también la descarga, o almacenamiento y carga de materiales a emplear y acumulamiento de escombros mientras estos no son trasladados al vertedero.

El contratista ha de facilitar a los operarios y a cuantos deban permanecer en la obra todos aquellos elementos de protección personal (cascos, gafas, máscaras, fundas, guantes, cintos de seguridad, arneses, botas y ropa de aguas, elementos de señalización, etc.) que resulten apropiados según los trabajos a realizar, cuidado de su conservación y reposición de manera que quede asegurada en todo momento la eficacia de los mismos.

Precauciones en la descarga y carga de materiales y en el acumulamiento de escombros. Se reservarán lugares dentro del recinto de la obra para el acopio y almacenamiento de materiales. Estos lugares estarán dispuestos de manera que no estorben el normal desenvolvimiento de los trabajos y que la carga y descarga pueda ser realizada por mecánicos cuando se trate de piezas o unidades de peso superior a 10kg. Los materiales servidos en grano como grava, arenas y similares, y los escombros de la obra antes de su carga para transporte a vertedero, serán acopiados en montones dispuestos según la caída en talud natural de cada material, y en caso de prepararles caídas o recintos separados las paredes de los mismos no tendrán altura superior a 0.5m

Precauciones en los trabajos con maquinaria pesada. Los trabajadores que deban permanecer en las inmediaciones de las máquinas pesadas que se deban emplear en la obra y mientras estas estén trabajando deberán mantenerse siempre fuera del área de seguridad que para cada máquina esté establecido, y deberán llevar sobre si elementos o ropas que favorezcan su inmediata distinción por parte de los maquinistas.

Precauciones en la elevación y puesta en obra de materiales. Los materiales que deban ser elevados se dispondrán en unidades de carga bien formadas, equilibradas y aseguradas de manera que no se puedan producir caídas accidentales de carga. Se tendrá especial cuidado en no cargar los pisos o forjados con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.

Precauciones en el trabajo con herramientas mecánicas y electromecánicas. En el trabajo con herramientas mecánicas y electromecánicas se extremarán las precauciones de protección para

evitar los riesgos de cortes, golpes y otras lesiones que puedan producirse por la ruptura de la propia herramienta o de alguna de sus piezas móviles (discos cortantes, por ejemplo) o por la protección de polvo o partículas. A tal efecto será obligatorio e inexcusable el uso de los elementos de protección personal (delantales protectores, máscaras, gafas, guantes, etc.) que sean necesarios en cada caso.

Precauciones en el trabajo con herramientas a presión. Las herramientas que trabajen bajo presión únicamente podrán ser manejadas por personal que recibirá una formación adecuada. Para el manejo de martillos neumáticos se deberán emplear auriculares de protección auditiva.

Precauciones de protección de los agentes atmosféricos. Además de proporcionarles a los trabajadores elementos de protección contra las inclemencias atmosféricas normales (ropa de aguas, botas, etc.) se suspenderán los trabajos cuando las condiciones climáticas sean extremas y comprometan de alguna manera la seguridad del personal en la obra (fuertes vientos que puedan provocar caídas o heladas que hagan resbaladizos los planos o superficies sobre los que deban permanecer los operarios).

Precauciones de protección de trabajos con electricidad. Cuando sea necesario el uso de aparatos o herramientas eléctricas, estos estarán dotados de grado de aislamiento II o estarán alimentados a tensión inferior a 50 Voltios, mediante transformador de seguridad, con su separación de circuitos.

Al llegar a la obra, los equipos de trabajo comprobarán el correcto estado de utilización del equipamiento eléctrico de la obra, esto es:

- Aprovechamiento de la documentación del cuadro/cuadros de obra (esquema secciones, etc.)
- Comprobación y medición de puestas a tierra. Conexiones equipotenciales.
- Comprobación del funcionamiento y sensibilidad de los interruptores magnetotérmicos y sus líneas. Aislamientos.
- Recorridos de líneas
- Durante la fase de realización de la instalación así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador de tensión.

Para instalación de luminarias sobre apoyos o paramentos, será preciso el uso del cinturón de seguridad, para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche antes del izado de los mismos, así como calzado antideslizante. Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o viento superior a 50 Km/h.

Cuando no sea posible la utilización de puntos de anclaje para el cinturón, la colocación de las luminarias se realizará siempre utilizando plataformas reglamentarias y nunca la escalera.

Las herramientas y equipamiento a utilizar dispondrán del aislamiento adecuado a la tensión e intensidad soportadas. Cuando será necesario el uso de aparatos o herramientas eléctricas, estas estarán dotadas de grado de aislamiento II o estarán alimentadas a tensión inferior a 50 Voltios, mediante transformador de seguridad.

Cuando se prevea en la zona la presencia de otros servicios, se localizará su trazado y se solicitará su puesta fuera de servicio si fuera necesario.

Durante los trabajos con utilización de plumas, grúas, etc., con proximidad a una línea de alta tensión, se marcarán distancias de seguridad a esta no inferiores a las siguientes:

- Tensión hasta 66 KV = 4,00 m
- Tensión mayor ó igual a 66 KV = 6,00 m

MEDIDAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LOS RIESGOS ESPECIALES

Precauciones relativas a los trabajos en altura. Se adoptarán las prescritas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997:

- Uso de escaleras reglamentarias, apoyadas sobre superficies planas. Cuando la utilización de las mismas conlleve el empleo de cinturones de seguridad, se dispondrá de los correspondientes puntos fijos para el enganche de los mismos. En su falta, se utilizarán plataformas de elevación reglamentarias.
- Evitar los trabajos debajo de las escaleras y andamios.
- Utilización de fundas para herramientas. Protecciones personales: utilización de guantes, casco, gafas, y todas las prendas homologadas de seguridad inherentes con el trabajo desarrollado. Utilización de las protecciones auditivas durante el rozado o tacado.

Las herramientas estarán aisladas: se utilizarán guantes aislantes y botas con piso aislante y antideslizante sin grafitar.

MEDIDAS RELATIVAS AL REMEDIO DE ACCIDENTES LABORALES

El personal estará capacitado para la realización de trabajos de salvamento bajo la dirección técnica competente. En el lugar de trabajo se encuentran siempre un mínimo de dos operarios, que habrán recibido la correspondiente formación en seguridad y salud.

Habrà en la obra medios auxiliares adecuados para efectuar cumplidamente curas de urgencia y prestar los primeros auxilios en caso de accidente.

Todo el personal será debidamente instruido sobre las adecuadas condiciones de evacuación y traslado de trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

La obra contará con servicio telefónico, bien con instalación por cable, bien mediante sistemas de telefonía móvil.

Estará claramente visible en la obra la indicación sobre el lugar más próximo en el que existan servicios médicos, así como la dirección y teléfono de los mismos.

INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado A3 del Anexo IV Del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluyen además, la identificación y las distancias a los centros de asistencia más cercanos.

PRIMEROS AUXILIOS, ASISTENCIA SANITARIA Y URGENCIAS	NOMBRE Y UBICACION	DISTANCIA APROXIMADA (Km)
NIVEL DE ASISTENCIA		
PRIMEROS AUXILIOS	Botiquín portátil	En obra
ASISTENCIA PRIMARIA (Urgencias)	Hospital Universitario Marqués de Valdecilla	A 1 Km
ASISTENCIA ESPECIALIZADA (Hospital)	Hospital Universitario Marqués de Valdecilla	A 1 Km
BOMBEROS	Parque de bomberos de Santander	A 1 Km

9- Cronograma

En este apartado se trata de establecer un posible programa de trabajos en el que se incluyen las diferentes actividades a realizar y su duración respectivamente. La realización de un plan de obra preciso depende de un gran número de variables, por lo que lo mostrado aquí se trata de un programa orientativo obtenido con los datos de los que disponemos.

Para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

- Optimización de procedimientos constructivos.
- Estudios de rendimiento de los posibles medios a emplear en dichas unidades, contemplando tipos de maquinaria, distancias de transporte y localización de vertederos y préstamos.
- Protección de las propias unidades de obra en función de factores climáticos.

9.1 Objetivos

La programación de la obra se ha realizado con el fin de conseguir los siguientes objetivos:

- Garantizar la viabilidad técnica de la misma
- Obtener una aproximación posible del plazo total de la obra.
- Evitar interferencias entre las distintas unidades de obra en los tajos de la misma.
- Lograr la utilización óptima de los diferentes recursos, con el fin de lograr una alta rentabilidad de los mismos.

Una vez confeccionado el Plan de Obra, de su análisis se obtienen las actividades más críticas, a las que habrá que prestar mayor atención durante la realización de los trabajos, de tal manera que se puedan evitar retrasos en el resto de unidades de obra debido a ellas, y de esta manera no se produzca un retraso en el plazo de ejecución de la obra completa.

9.2 Unidades de obra

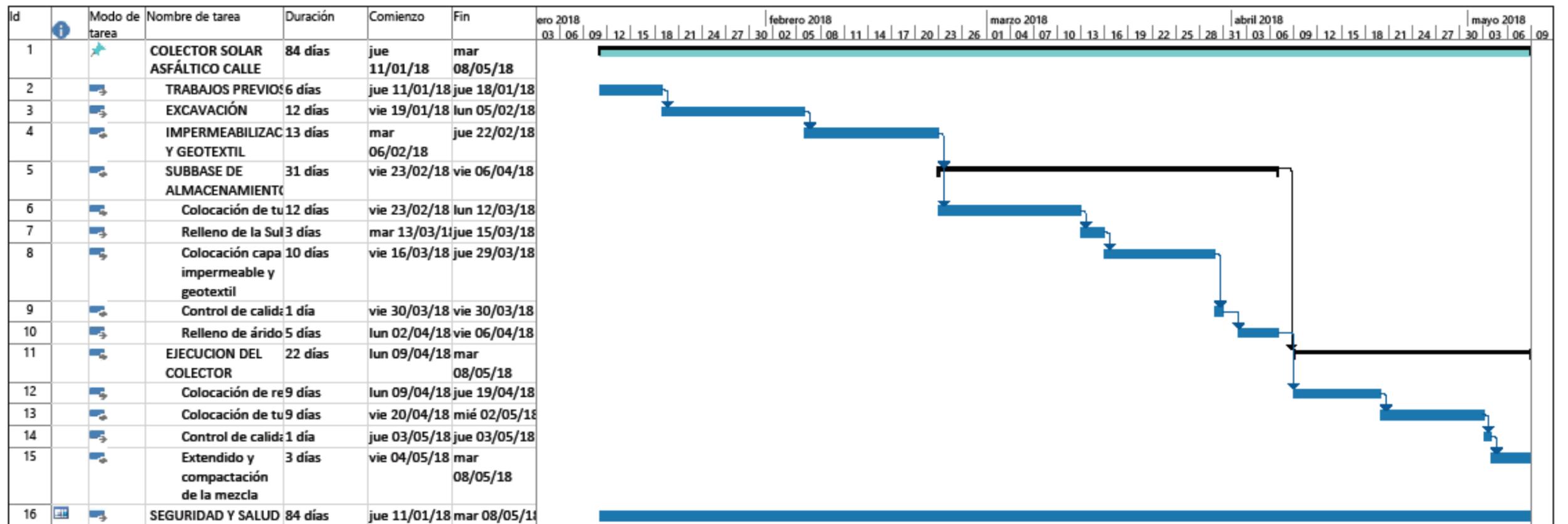
Se pretende establecer un período de ejecución total de la obra coherente y que esté bien justificada dependiendo del volumen, la organización de los distintos equipos y los rendimientos.

Los plazos de las distintas actividades quedarían reflejados en el Plan de Obra. Para el establecimiento de los plazos hemos tenido en cuenta los rendimientos mencionados a continuación. Para realizar un seguimiento adecuado del conjunto de la obra, se considera un mínimo de actividades que se destacan a continuación:

- TRABAJOS PREVIOS 6 días
- EXCAVACIÓN 12 días
- IMPERMEABILIZACIÓN Y GEOTEXTIL 13 día
- SUBBASE DE ALMACENAMIENTO 31 días
 - Colocación de tubos 12 días
 - Relleno de la subbase 3 días
 - Colocación capa impermeabilizante y geotextil 10 días
 - Control de calidad 1 día
 - Relleno de árido 5 días

- EJECUCIÓN DEL COLECTOR ASFÁLTICO 22 días
 - Colocación de la rejilla 9 días
 - Colocación de tubos 9 días
 - Control de calidad 1 día
 - Extendido y compactación de la mezcla bituminosa 3 días
- SEGURIDAD Y SALUD 84 días

Duración total: 84 días



Proyecto: gant kurt Fecha: dom 17/09/17	Tarea	[Barra azul]	Resumen del proyecto	[Barra gris]	Tarea manual	[Barra azul]	solo el comienzo	[C]	Fecha límite	[Flecha verde]
	División	[Barra punteada]	Tarea inactiva	[Barra blanca]	solo duración	[Barra verde]	solo fin	[C]	Progreso	[Barra azul]
	Hito	[Diamante negro]	Hito inactivo	[Diamante gris]	Informe de resumen manual	[Barra verde]	Tareas externas	[Barra gris]	Progreso manual	[Barra azul]
	Resumen	[Barra azul]	Resumen inactivo	[Barra blanca]	Resumen manual	[Barra verde]	Hito externo	[Diamante gris]		

ANEJO 1: CÁLCULOS

1. Introducción

En este anexo se muestran los cálculos técnicos (hidráulicos y energéticos) y los relativos al estudio económico necesarios para llevar a cabo el estudio del colector solar asfáltico.

2. Análisis económico de las alternativas

A continuación se muestran las mediciones y precios de los materiales, así como los cálculos, utilizados en el análisis económico del capítulo 6 del presente Trabajo Fin de Grado. En los precios está incluido el material y la puesta en obra.

Longitud de la red de tubería = 6071,40 m

Superficie = 7820 m²

Espesor de la capa de rodadura = 6 cm

Volumen = 958,44 m³

Peso específico de la mezcla bituminosa = 2,7 T/m³

Precio de la tubería PEAD = 3,09 €/m

Precio del pavimento asfáltico = 29,89 €/T

Precio rejilla = 10 €/m²

Precio estructura acristalada = 40 €/m²

Coste total mezcla asfáltica = 38.950,5 €

Coste total de la tubería PEAD = 18.760,62 €

Coste total rejilla = 57.920 €

Coste total estructura acristalada = 312.800 €

Coste total alternativa 1 = 596.621,81 €

Coste total alternativa 2 = 909.421,81 €

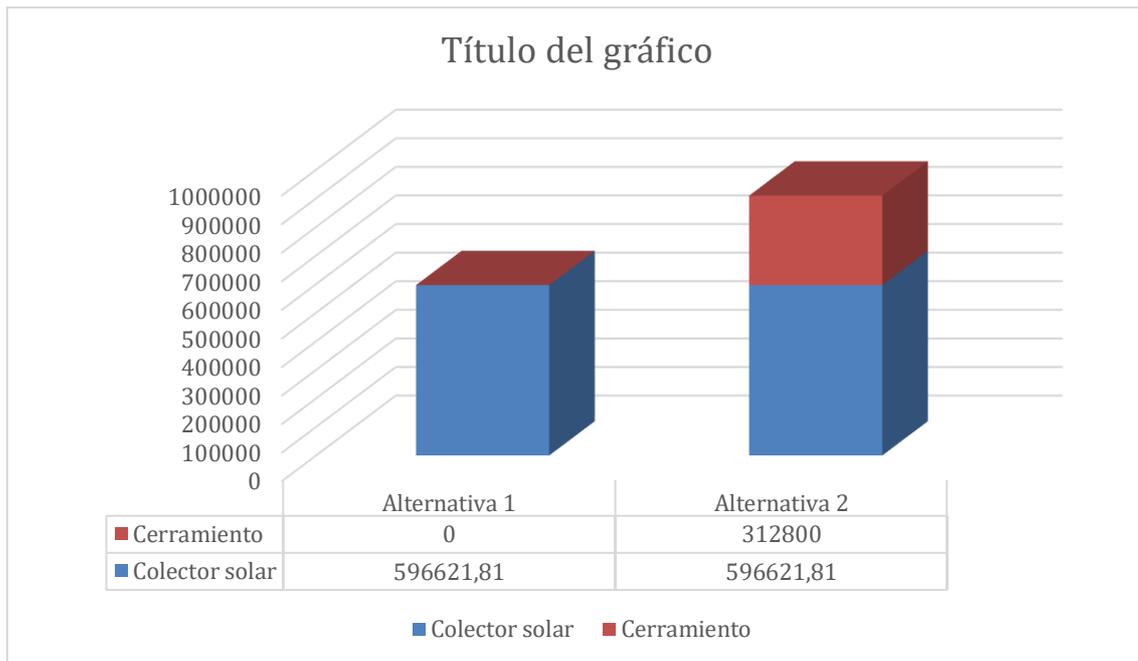


Figura 34. Grafico de costes de las alternativas.

3. Caudal y pérdidas de carga

Uno de los factores más importantes que rigen la transferencia de calor es la resistencia al flujo térmico a través de las diferentes 'capas' que se forman en el fluido dentro del tubo. La 'capa límite' interna se forma por el fluido moviéndose en contacto cercano con la superficie interna del tubo. La capa límite, la parte del fluido en contacto con el tubo, verá disminuida su velocidad ligeramente por una resistencia viscosa y el calor fluirá hacia (o desde) la pared del tubo mediante conducción y/o convección.

Conforme la velocidad del fluido se ve incrementada, se alcanzará un punto en el que el fluido empezará a formar turbulencias, punto en el que la capa límite se rompe y se separa de la pared del tubo, y el fluido se mezcla con la parte más interna del mismo, más alejada de la pared del tubo.

La velocidad a la que esto ocurre se ve influida por muchos factores, la viscosidad del fluido, la rugosidad de la pared del tubo, la forma del tubo, el tamaño del tubo, etc.

Para poder cuantificar la turbulencia (o falta de ésta) de un modo práctico, es habitual usar el número de Reynolds. El régimen turbulento se cumple para un número de Reynolds mayor a 4000. Este número de Reynolds dependerá de densidad del fluido, ρ , velocidad característica del fluido, V , diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido, D , y viscosidad dinámica del fluido, μ .

La fórmula de Reynolds es la siguiente:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Los datos de proyecto usados en el cálculo de la velocidad necesaria para cumplir el régimen turbulento, el necesario para que optimice la transferencia de calor, según el número de Reynolds, y que dependen del tipo de anticongelante usado, son los siguientes:

$$L_{tubería} = 3680,57 \text{ m}$$

$$\mu = 0,0031864 \text{ kg/ms}$$

$$\rho = 1035,02 \text{ kg/m}^3$$

$$R_e = 4000$$

$$D = 0,018 \text{ m}$$

- Cálculo del caudal circulante por la tubería

$$R_e = \frac{\rho V D}{\mu} \quad \rightarrow \quad V = \frac{R_e \mu}{\rho D}$$

$$V = \frac{4000 * 0,001864}{1035,02 * 0,018} = 0,4 \text{ m/s}$$

$$Q = VA \quad \rightarrow \quad Q = 0,4 * 0,4 * 0,009^2 * \pi = 0,0001017 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este Es el caudal minimo que hace que se cumpla el régimen turbulento, no obstante, desde el punto de vista energético el caudal que consigue una mayor capacidad de captación de energia es según las simulaciones de

$$Q = 34,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Calculo de las pérdidas de carga

$$\text{Perdidas de carga singulares} \quad h_v = k \frac{v^2}{2g} = \frac{1 * 0,4^2}{2 * 9,81} = 0,0081 \text{ m}$$

$$\text{Perdidas lineales} \quad h_{pl} = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 g D^5} = \frac{8 * 0,01 * 6071,4 * 0,0001017^2}{\pi^2 * 9,81 * 0,018^5} = 27,4592 \text{ m}$$

$$\text{Pérdida de carga} = 27,5 \text{ m}$$

Con el caudal y la pérdida de carga ya se puede elegir la bomba que mantendrá el circuito de agua en constante funcionamiento.

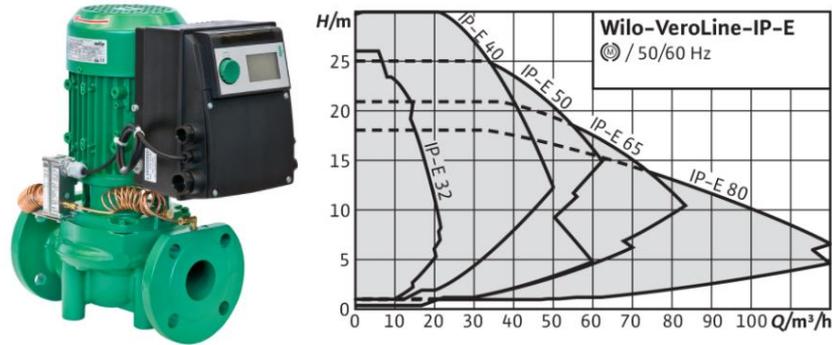


Figura 35. Fotografía y curvas características de la bomba WILO-Veroline-IP.

Entrando en la gráfica con un caudal de $0,36 \text{ m}^3/\text{h}$ y unas pérdidas de carga de 27,4592 metros, se obtiene que la bomba idónea para nuestro sistema es una WILO-Veroline-IP-E 40/150-3/2 con una potencia de 3KW.

4. Energía captada, rendimiento del sistema y energía que es posible almacenar

A continuación se hacen unos cálculos de energía captada, del rendimiento del sistema y de la energía que es posible almacenar. Los datos de partida para la realización de los siguientes cálculos son:

$$Q_{agua} = 0,0001017 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho_{agua} = 1.035,02 \text{ kg/m}^3$$

$$Cp_{agua} = 3.729,95 \text{ j/kgK}$$

Energía potencialmente captada (tras 8 horas) con una irradiancia media y despreciando el efecto de la lluvia:

$$E(J) = Q_{agua} * \rho_{agua} * \int_0^{25.200} \Delta T_{agua}(t)$$

$\Delta T_{agua}(t)$ se obtiene de la gráfica resultante de la simulación.

Cp_{agua} : la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en una unidad.

(Alternativa 1) $E = 40 \text{ kWh}$

(Alternativa 2) $E = 56 \text{ kWh}$

Energía máxima que es posible almacenar:

$$E(j) = \rho C_{V\text{agua-grava}} * m^3_{\text{agua-grava}}$$

$P * c_V$ (capacidad calorífica volumétrica): Capacidad de cierto volumen de una sustancia para almacenar calor al experimentar un cierto cambio en su temperatura sin cambiar de fase.

$$m^3_{agua-grava} = 6033 m^3$$

$$\rho C_{V_{agua-grava}} = 40 \text{ kWh/m}^3 = 144.000.000 \text{ J/m}^3$$

$$E = 144.000.000 * 6033 = 8,6875 * 10^{11} \text{ J}$$

Días de verano: 80 Días

Energía total captada los días de verano:

$$E_{verano1} = 80 * 40 = 3200 \text{ kWh}$$

$$E_{verano2} = 80 * 56 = 4480 \text{ kWh}$$

$$\frac{E_{total}}{E_{verano}} = 53$$

La energía que se puede almacenar es 53 veces la energía captada durante el verano en el caso de seleccionar la alternativa 2, confirmando así la adecuación del volumen de la subbase a las necesidades del proyecto.

ANEJO 2: CLIMATOLOGÍA

En este anejo se exponen todas las variables climatológicas que caracterizan la climatología del ámbito geográfico de la actuación, así como la definición de las leyes de frecuencia de los caudales máximos.

Toda la información ha sido recabada de la Agencia Estatal De Meteorología (AEMET) desde la estación cercana a Santander ubicada en el aeropuerto (latitud: 43° 25' 45" N - longitud: 3° 49' 53" O).

Precipitación anual media: 1129 mm.

Temperatura anual media: 14,5 °C.

Media anual de las temperaturas máximas diarias: 18,5 °C.

Media anual de las temperaturas mínimas diarias: 10,5 °C.

Humedad relativa media: 74%.

Numero medio anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm: 123,6 días.

Numero medio anual de días de nieve: 0,9 días.

Numero medio anual de días de tormenta: 15,7 días.

Numero medio anual de días de niebla: 13,4 días.

Numero medio anual de días de helada: 6,2 días.

Numero medio anual de días despejados: 38,9 días.

Numero medio anual de horas de sol: 1649 horas.

La distribución de las precipitaciones a lo largo del año siguen el siguiente reparto:

Enero	106 mm
Febrero	92 mm
Marzo	88 mm
Abril	102 mm
Mayo	78 mm
Junio	58 mm
Julio	52 mm
Agosto	73 mm
Septiembre	83 mm
Octubre	120 mm
Noviembre	157 mm
Diciembre	118 mm

Tabla 12. Distribución mensual de las precipitaciones en Santander.

El valor de la temperatura media mensual apenas presenta diferencia entre los diferentes meses, teniendo Agosto la máxima temperatura media mensual, con 20,3 °C, Mientras que la mínima es durante el mes de Enero, con 9,7 °C.

A destacar el valor máximo de temperatura de 39,8°C registrado en la estación Santander – Ojaiz el 21 de julio de 1989 y los -5°C de temperatura mínima absoluta producidos el 25 de febrero de 1993 en la estación misma estación.

El periodo de heladas se prolonga desde octubre hasta marzo, pero con valores comprendidos entre 1 y 5 días de helada en los meses señalados. Mientras que la presencia de nieve en la zona de estudio es prácticamente despreciable, las tormentas son más frecuentes, produciéndose de modo uniforme a lo largo de todo el año, apreciándose un ligero incremento en su ocurrencia durante los meses de verano, sobre todo en julio. Asimismo, los días de niebla en la zona son poco frecuentes, manifestándose una mayor ocurrencia durante el otoño (septiembre y octubre).

La distribución de la radiación solar, así como las temperaturas medias a lo largo de los meses se muestra en el siguiente gráfico:

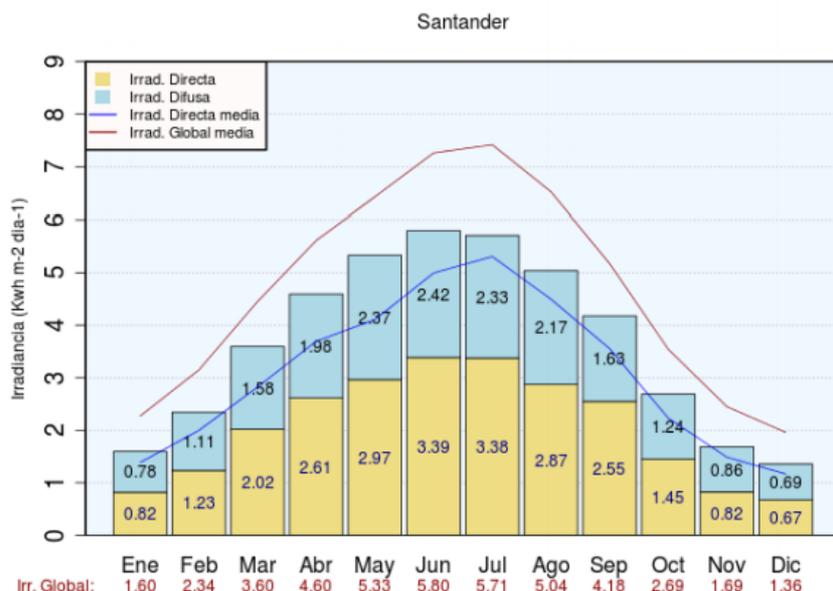


Figura 36. Radiación solar en Santander (Fuente: Atlas de radiación solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT)

Los valores de velocidad de viento de la racha máxima oscilan entre 74 y 167 km/h y la dirección predominante es Oeste y Noroeste, con velocidades medias de 13,87 y 13,43 km/h respectivamente.

Con los datos recogidos, se ha calculado el índice de temperatura efectiva de Thornthwaite (IT), obteniendo un valor de 78,3 , el cual corresponde a un clima mesotermal, con una vegetación floresta media.

$IT=5,4 \cdot T$ siendo T la temperatura media anual en °C.

Así mismo se ha calculado el índice pluviométrico de Blair, en función de la precipitación media anual (en mm) de la zona, el cual se corresponde con un clima húmedo.

También se ha calculado el índice Martonne (I_a), el cual es un índice termopluviométrico que tendrá en cuenta valores de temperatura y precipitaciones. Su expresión es:

$$I_a = \frac{R}{T + 10}$$

Siendo T la temperatura media anual en °C y R la precipitación anual en mm. Según los valores de dicho índice, Martonne clasifica el terreno en:

Índice de martonne (I_a)	Terreno
0 – 5	Desierto
5 – 10	Estepa desértica, con posibilidad de cultivos de regadío
10 – 20	Zona de transición, con escorrentías temporales
20 – 30	Escorrentía con posibilidad de cultivos sin riego
30 – 40	Escorrentía fuerte y continuo; permite la existencia de bosques
> 40	Exceso de escorrentía

Tabla 13. Clasificación según el índice de Martonne.

A partir de los datos obtenidos, ($T=14,5$; $R=1129$) el valor del Índice de Martonne es 46,08, lo que indica un exceso de escorrentía en Santander, justificando el empleo de firmes permeables para su control.

A continuación, se muestran las gráficas de la radiación, temperatura, viento, precipitación y los valores climatológicos normales de las ciudades analizadas en el presente Trabajo Fin de Grado en el capítulo 5.2.1 Localización y clima.

Lugo

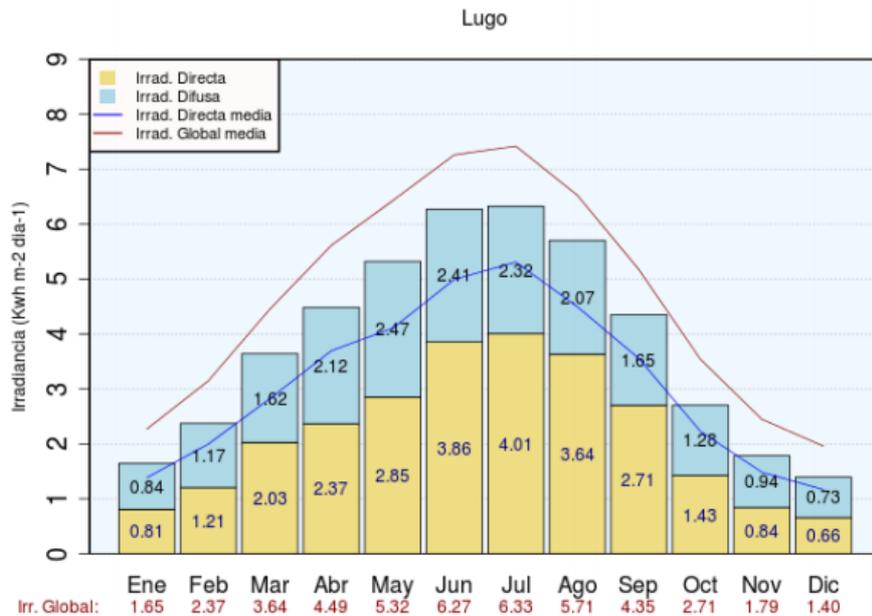
Valores climatológicos normales. Lugo Aeropuerto

Periodo: 1985-2010 - Altitud (m): 445
 Latitud: 43° 6' 41" N - Longitud: 7° 27' 27" O - Posición: Ver localización

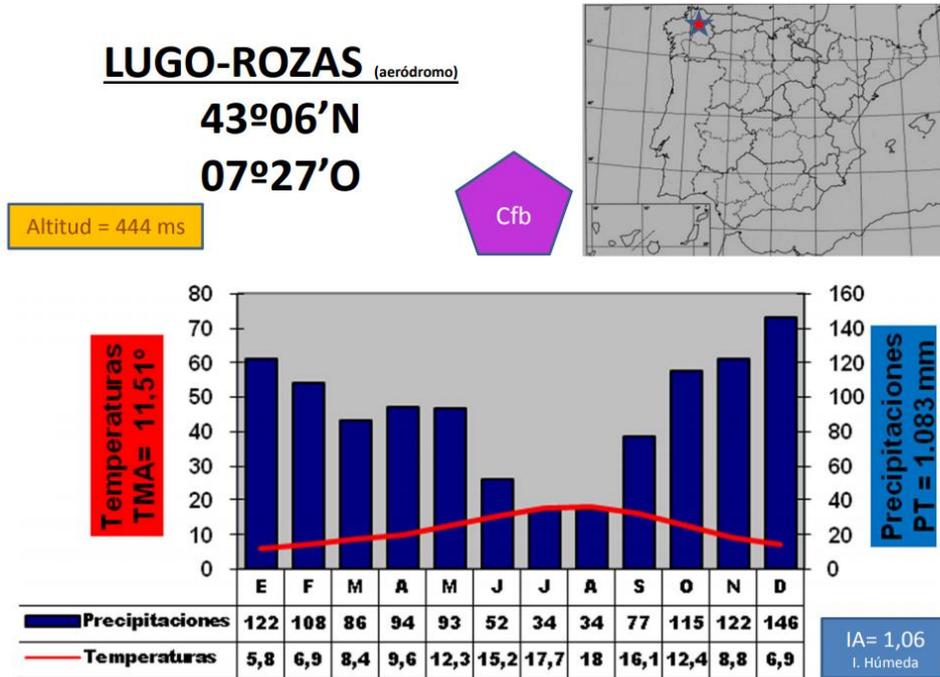
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	6.2	10.6	1.8	114	83	14.0	1.7	0.2	6.8	11.5	-	-
Febrero	7.0	12.3	1.7	87	79	11.1	1.7	0.2	6.7	10.7	-	-
Marzo	9.2	15.2	3.0	80	74	11.2	0.8	0.5	6.4	6.3	-	146
Abril	10.0	15.7	4.3	102	75	14.0	0.7	1.4	5.8	2.8	-	-
Mayo	13.2	19.3	7.2	81	73	11.6	0.0	3.4	7.0	0.4	-	191
Junio	16.1	22.3	9.9	52	73	6.6	0.0	1.9	7.9	0.0	-	211
Julio	18.2	24.4	12.0	34	73	4.6	0.0	1.4	7.8	0.0	-	231
Agosto	18.5	25.2	11.8	36	72	5.2	0.0	1.8	10.2	0.0	-	240
Septiembre	16.4	23.0	9.8	68	75	7.7	0.0	1.2	11.5	0.0	-	179
Octubre	12.9	18.3	7.6	137	81	13.6	0.0	0.7	8.2	0.7	-	135
Noviembre	8.9	13.3	4.5	144	85	14.3	0.3	0.6	8.1	5.1	-	86
Diciembre	6.9	11.0	2.7	134	85	13.8	1.0	0.4	6.7	10.2	-	85
Año	12.0	17.6	6.3	1052	77	126.3	6.0	13.8	94.0	49.6	-	-

Leyenda

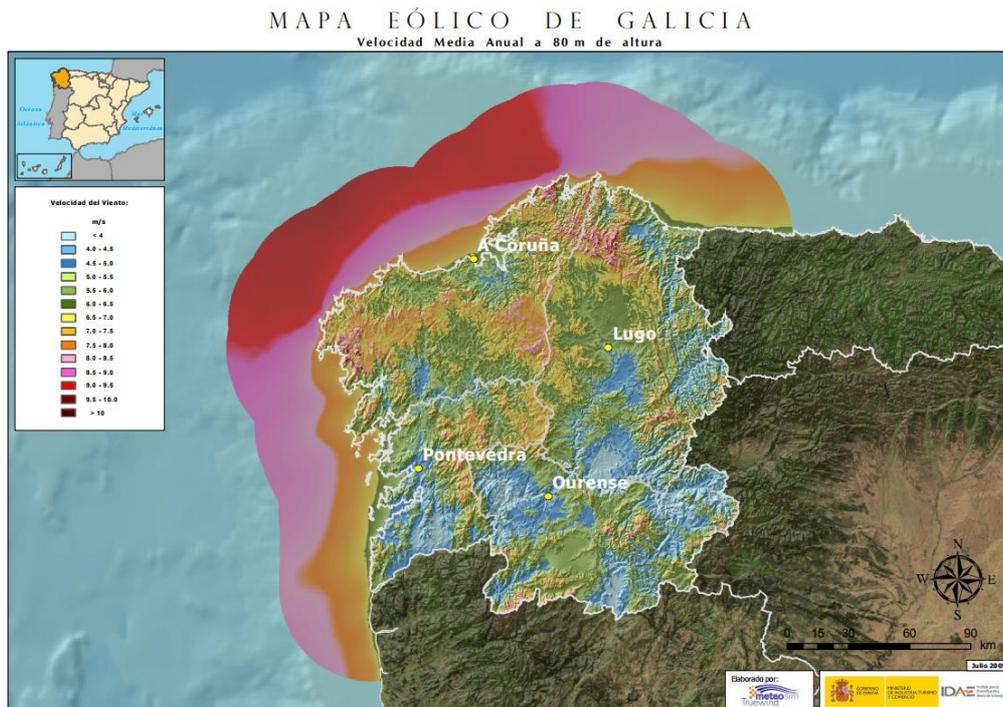
- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol



Radiacion (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).



Santander

Valores climatológicos normales. Santander Aeropuerto

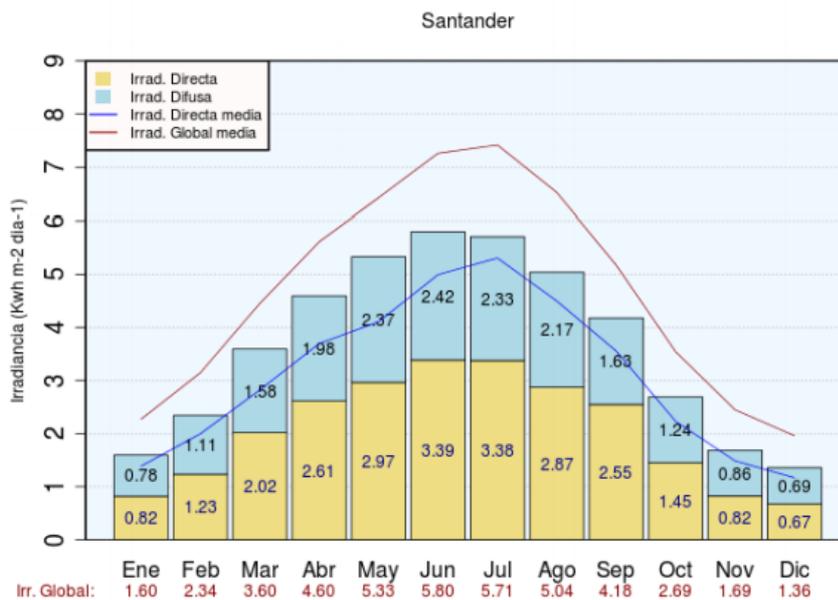
Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 3

Latitud: 43° 25' 26" N - Longitud: 3° 49' 32" O - Posición: Ver localización

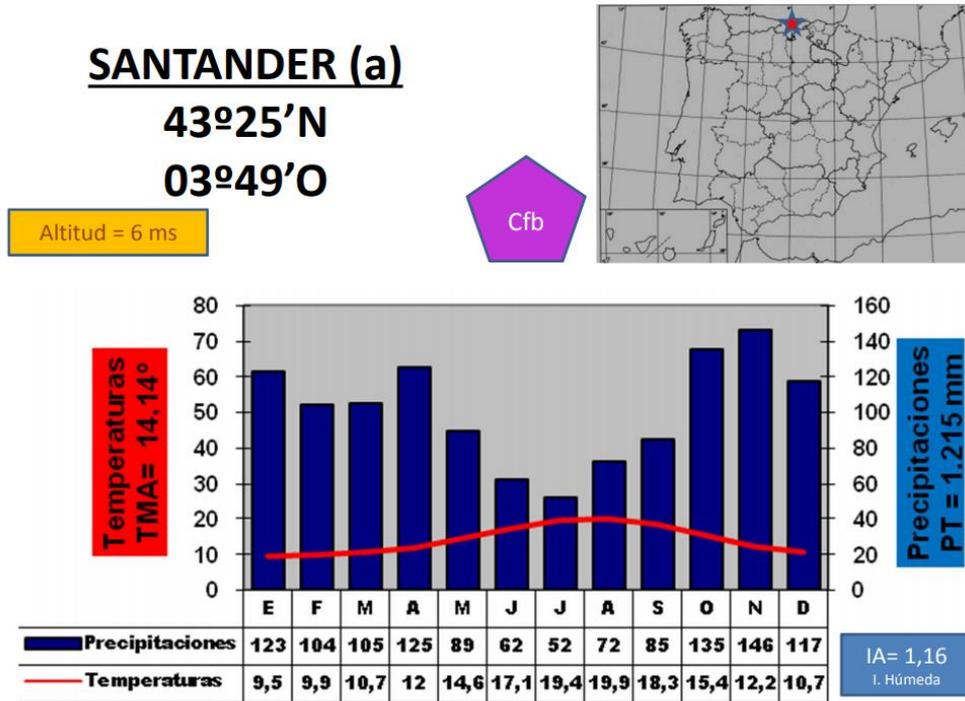
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	9.7	13.6	5.8	106	72	12.3	0.4	0.8	0.8	2.1	2.9	85
Febrero	9.8	13.8	5.7	92	72	11.1	0.3	1.1	0.9	1.2	3.1	104
Marzo	11.3	15.7	7.0	88	71	9.9	0.1	0.9	1.2	0.4	2.9	135
Abril	12.4	16.6	8.3	102	72	11.9	0.0	1.3	0.7	0.0	2.4	149
Mayo	15.1	19.1	11.1	78	74	10.4	0.0	1.6	1.7	0.0	2.4	172
Junio	17.8	21.6	13.9	58	75	7.6	0.0	1.8	1.2	0.0	3.7	178
Julio	19.8	23.6	16.0	52	75	7.3	0.0	2.0	0.5	0.0	4.5	187
Agosto	20.3	24.2	16.4	73	76	7.6	0.0	1.4	0.8	0.0	3.8	180
Septiembre	18.6	22.8	14.4	83	76	8.9	0.0	1.5	1.9	0.0	4.6	160
Octubre	16.1	20.3	11.8	120	75	11.1	0.0	1.0	2.1	0.0	2.8	129
Noviembre	12.5	16.3	8.7	157	75	13.3	0.0	1.3	0.9	0.4	3.2	93
Diciembre	10.5	14.2	6.7	118	73	12.1	0.1	0.9	0.6	2.0	3.4	74
Año	14.5	18.5	10.5	1129	74	123.6	0.9	15.7	13.4	6.2	38.9	1649

Leyenda

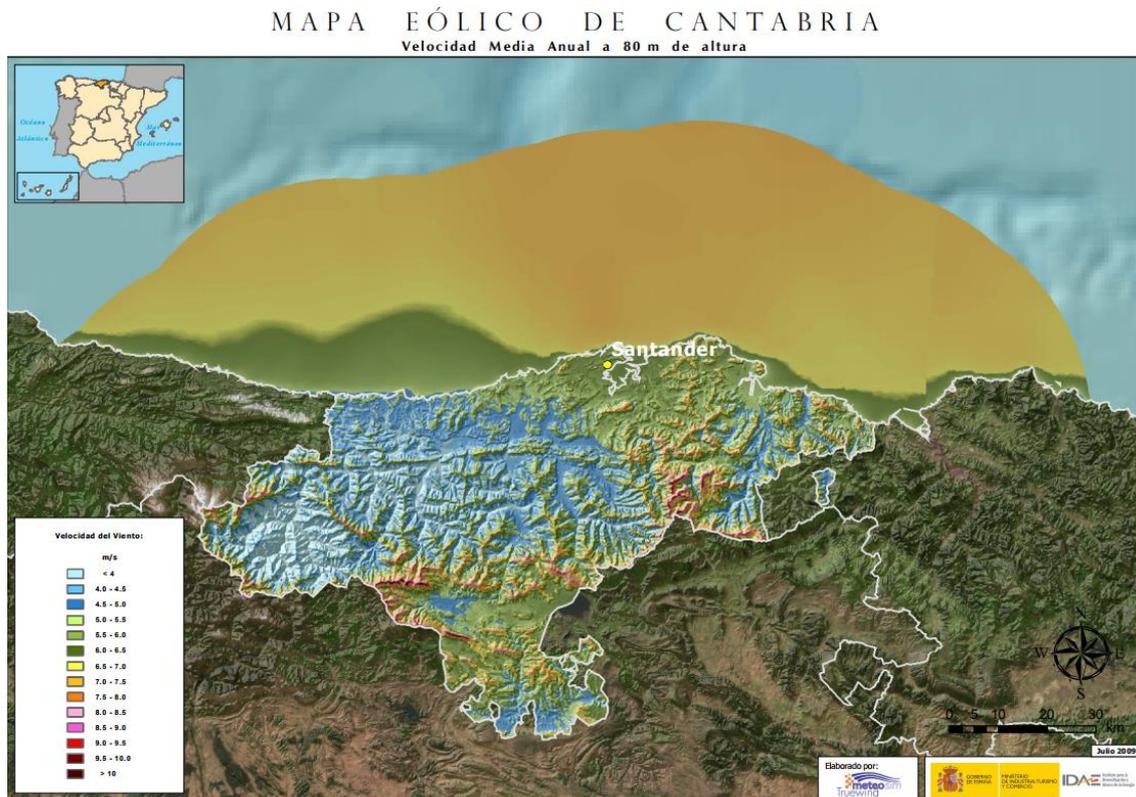
- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol



Radiacion (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es).

Burgos

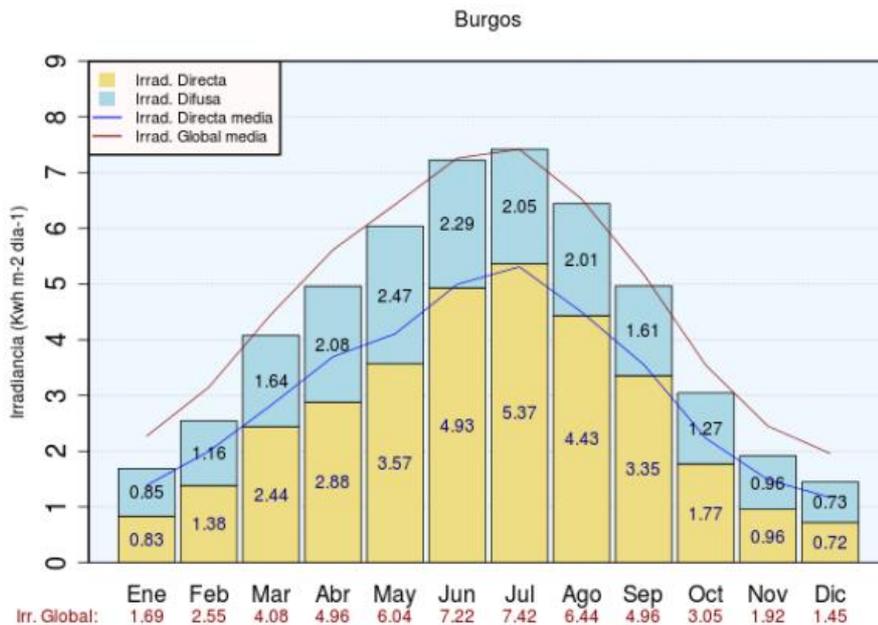
Valores climatológicos normales. Burgos Aeropuerto

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 891
 Latitud: 42° 21' 25" N - Longitud: 3° 37' 13" O - Posición: Ver localización

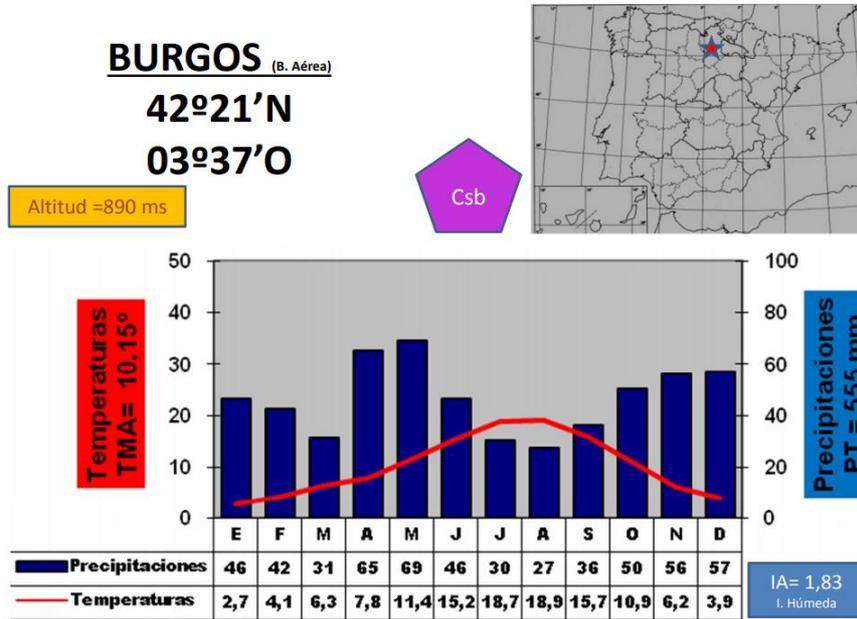
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	3.1	7.0	-0.8	44	85	7.5	4.7	0.1	6.8	18.0	2.7	86
Febrero	4.1	9.0	-0.8	35	77	6.9	3.7	0.1	3.8	17.2	2.9	116
Marzo	7.0	12.9	1.1	34	69	6.1	2.8	0.4	1.6	12.3	4.4	175
Abril	8.6	14.4	2.7	61	69	9.2	1.9	1.5	1.1	6.6	2.8	185
Mayo	12.2	18.4	5.9	63	67	9.3	0.3	4.0	1.5	1.1	2.9	226
Junio	16.5	23.7	9.2	41	62	5.7	0.0	3.4	1.3	0.1	6.0	277
Julio	19.5	27.6	11.5	23	57	3.6	0.0	3.3	0.8	0.0	10.5	320
Agosto	19.5	27.5	11.5	23	58	3.4	0.0	3.0	1.3	0.0	8.2	292
Septiembre	16.1	23.3	8.9	38	65	5.3	0.0	1.9	1.7	0.1	5.8	220
Octubre	11.5	17.2	5.9	60	74	8.3	0.0	0.6	2.9	1.9	3.1	151
Noviembre	6.6	10.9	2.1	60	82	8.7	1.7	0.1	4.6	9.7	2.8	99
Diciembre	3.9	7.7	0.2	63	85	9.3	3.4	0.1	6.0	15.0	3.0	78
Año	10.7	16.6	4.8	546	71	83.5	18.5	18.9	34.0	80.9	-	2223

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

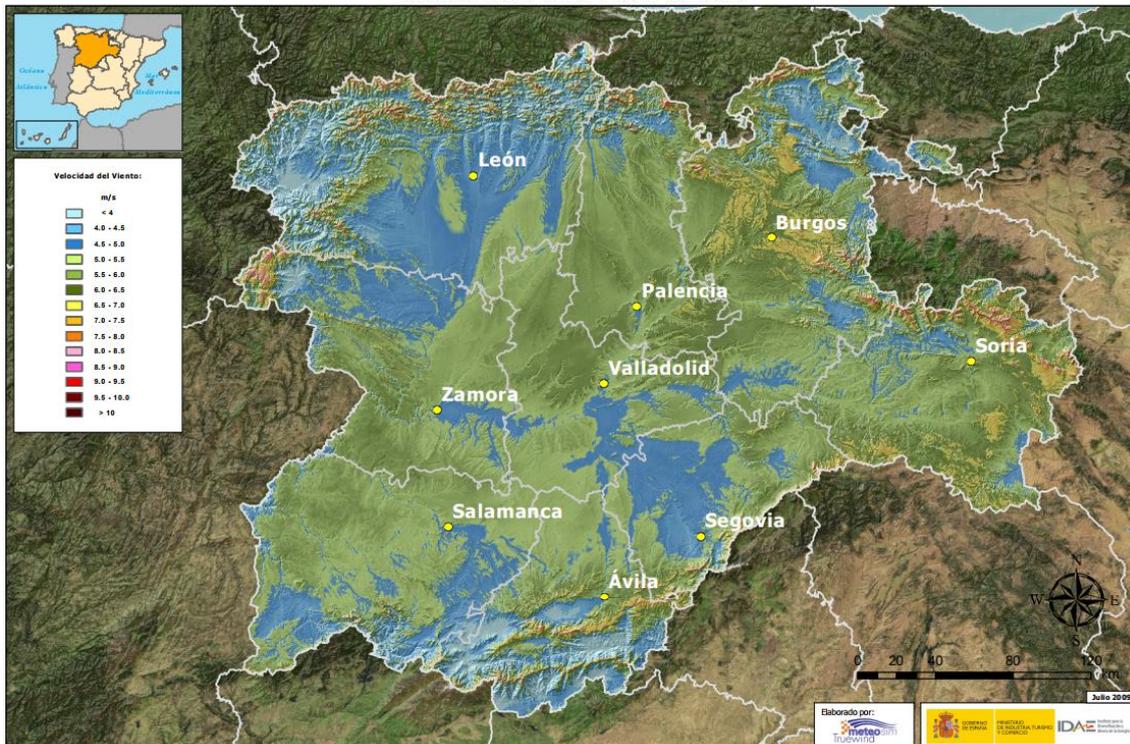


Radiación (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).

MAPA EÓLICO DE CASTILLA Y LEÓN
Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es).

Barcelona

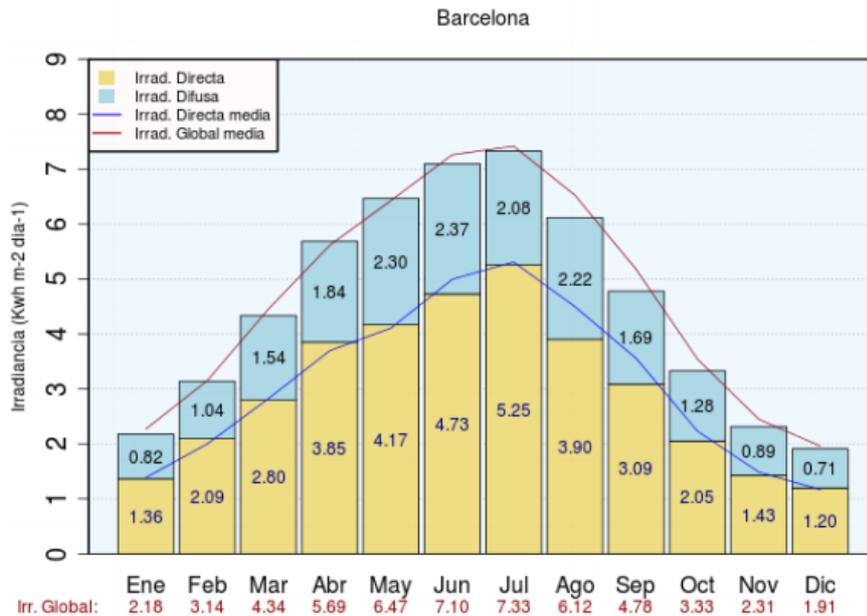
Valores climatológicos normales. Barcelona Aeropuerto

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 4
 Latitud: 41° 17' 34" N - Longitud: 2° 4' 12" E - Posición: Ver localización

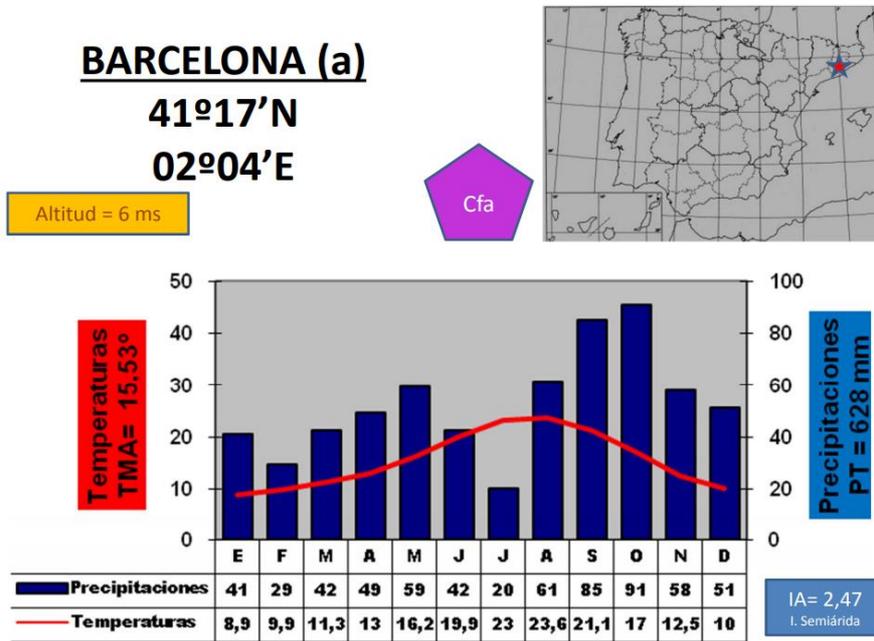
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	9.2	13.6	4.7	37	70	3.7	0.1	0.3	0.4	1.4	7.5	151
Febrero	9.9	14.3	5.4	35	70	4.0	0.2	0.4	1.2	1.2	4.8	163
Marzo	11.8	16.1	7.4	36	70	4.5	0.1	0.8	1.7	0.3	5.3	206
Abril	13.7	18.0	9.4	40	69	5.1	0.0	1.3	1.4	0.0	4.0	228
Mayo	16.9	21.1	12.8	47	70	4.7	0.0	1.7	1.2	0.0	4.3	250
Junio	20.9	24.9	16.8	30	68	3.6	0.0	1.5	0.5	0.0	6.8	266
Julio	23.9	28.0	19.8	21	67	1.8	0.0	1.3	0.3	0.0	10.2	305
Agosto	24.4	28.5	20.2	62	68	4.5	0.0	3.5	0.3	0.0	6.8	278
Septiembre	21.7	26.0	17.4	81	70	5.2	0.0	3.5	0.9	0.0	4.3	-
Octubre	17.8	22.1	13.5	91	73	6.3	0.0	2.8	0.7	0.0	3.8	182
Noviembre	13.0	17.3	8.6	59	71	5.1	0.1	1.2	0.7	0.3	5.5	145
Diciembre	10.0	14.3	5.7	40	69	4.4	0.0	0.4	0.2	1.0	7.0	141
Año	16.1	20.3	11.8	588	69	53.3	0.4	19.9	9.4	3.8	70.4	-

Legenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

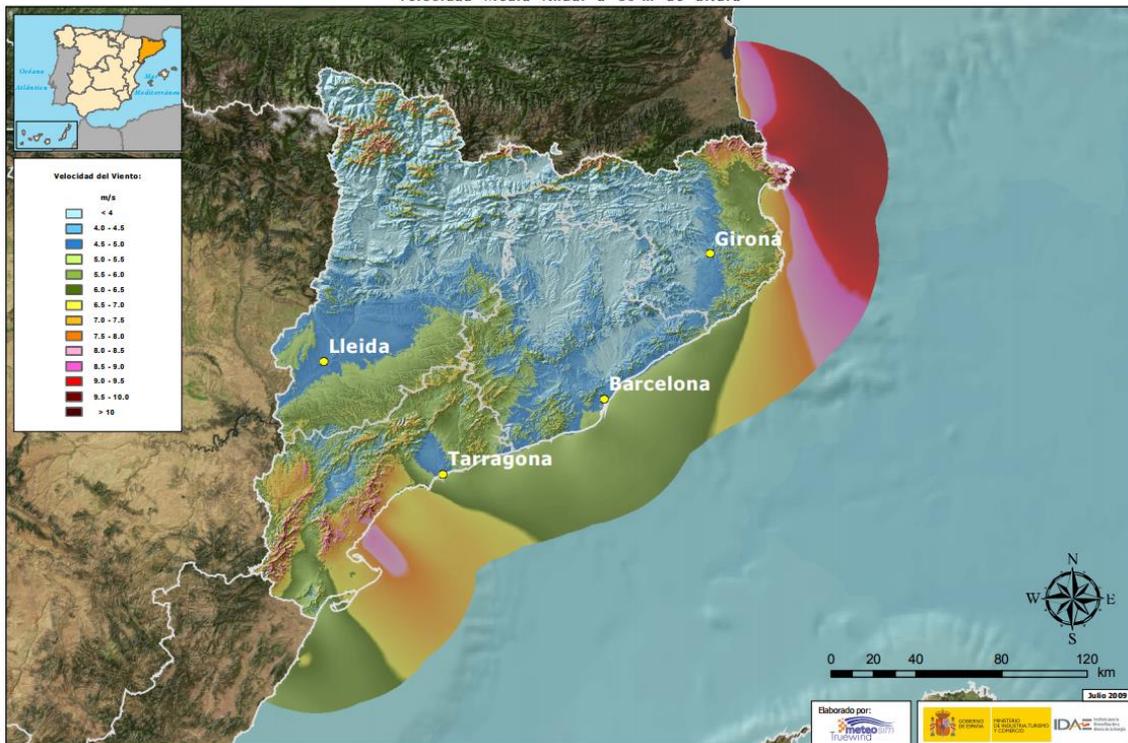


Radiacion (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).

MAPA EÓLICO DE CATALUÑA
 Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es).

Madrid

Valores climatológicos normales. Madrid Aeropuerto

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 609
 Latitud: 40° 28' 0" N - Longitud: 3° 33' 20" O - Posición: Ver localización

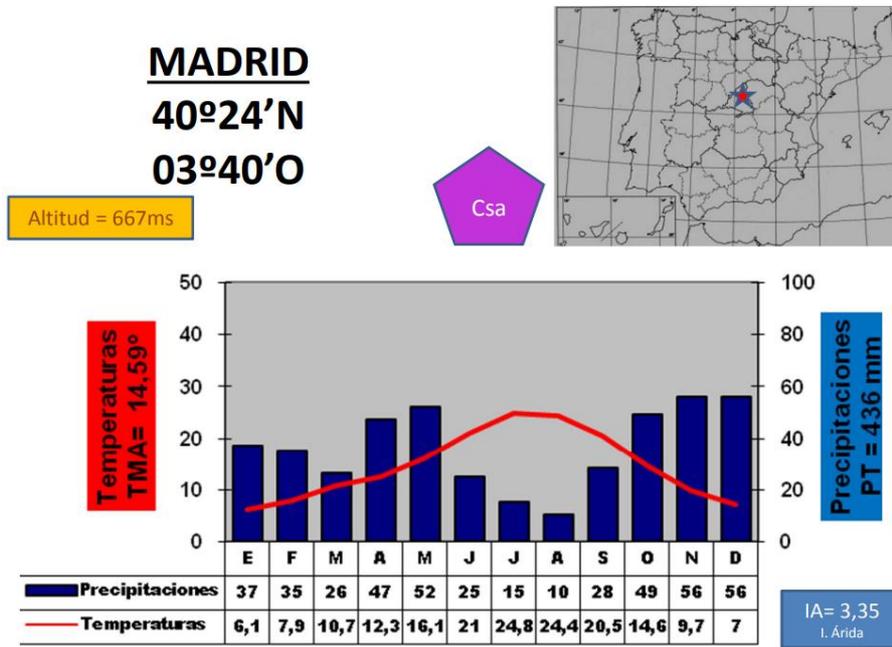
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	5.5	10.7	0.2	29	74	5.2	0.7	0.0	4.1	16.2	7.9	144
Febrero	7.1	13.0	1.2	32	67	4.7	0.9	0.2	2.0	11.5	6.5	168
Marzo	10.2	17.0	3.5	22	58	3.5	0.3	0.4	0.6	4.7	7.8	224
Abril	12.2	18.7	5.7	38	56	6.4	0.1	1.2	0.3	0.9	5.0	226
Mayo	16.2	23.1	9.3	44	52	6.8	0.0	2.9	0.3	0.1	5.2	258
Junio	21.7	29.5	13.9	22	42	3.6	0.0	2.7	0.1	0.0	8.9	310
Julio	25.2	33.5	16.8	9	35	1.5	0.0	2.2	0.0	0.0	16.8	354
Agosto	24.7	32.8	16.5	10	37	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	13.5	329
Septiembre	20.5	27.9	13.1	24	48	2.9	0.0	1.7	0.4	0.0	8.0	258
Octubre	14.8	21.0	8.7	51	63	6.6	0.0	0.9	1.0	0.2	6.1	199
Noviembre	9.4	14.8	4.1	49	72	6.2	0.0	0.2	2.3	5.4	6.8	151
Diciembre	6.2	10.9	1.4	42	76	6.3	0.6	0.1	5.6	12.8	6.4	128
Año	14.5	21.1	7.9	371	57	55.1	2.6	14.0	16.8	51.8	98.3	-

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

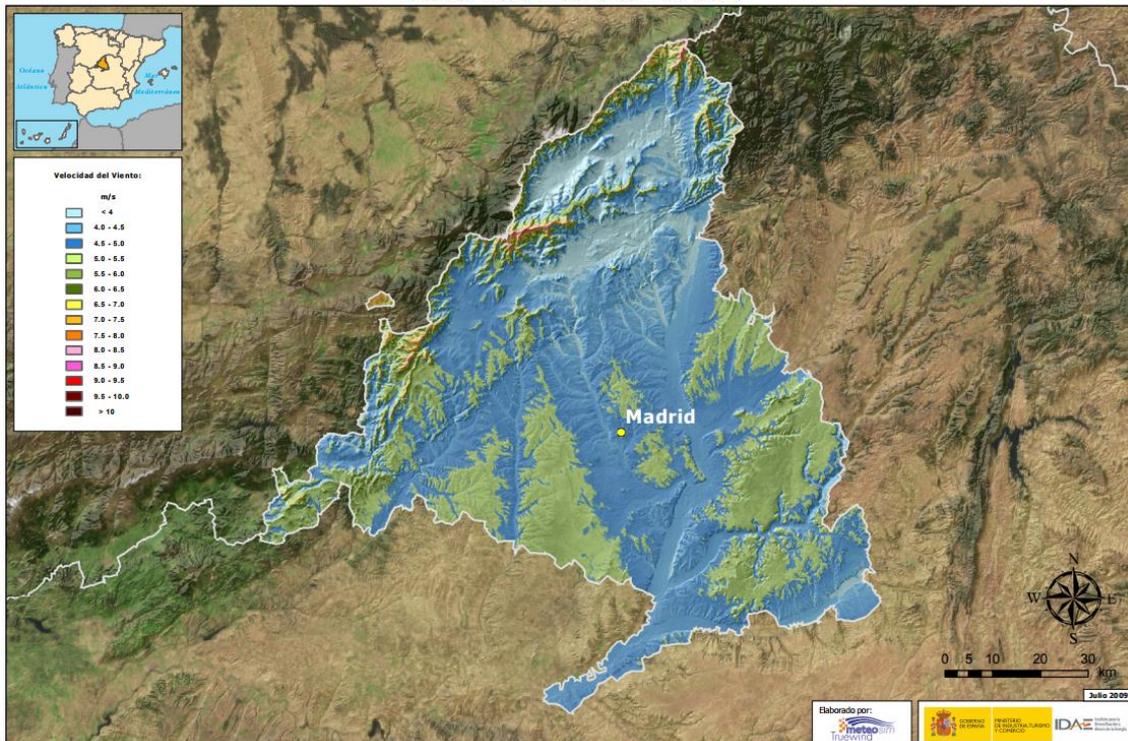


Radiacion (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).

MAPA EÓLICO DE MADRID
 Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es).

Cáceres

Valores climatológicos normales. Cáceres

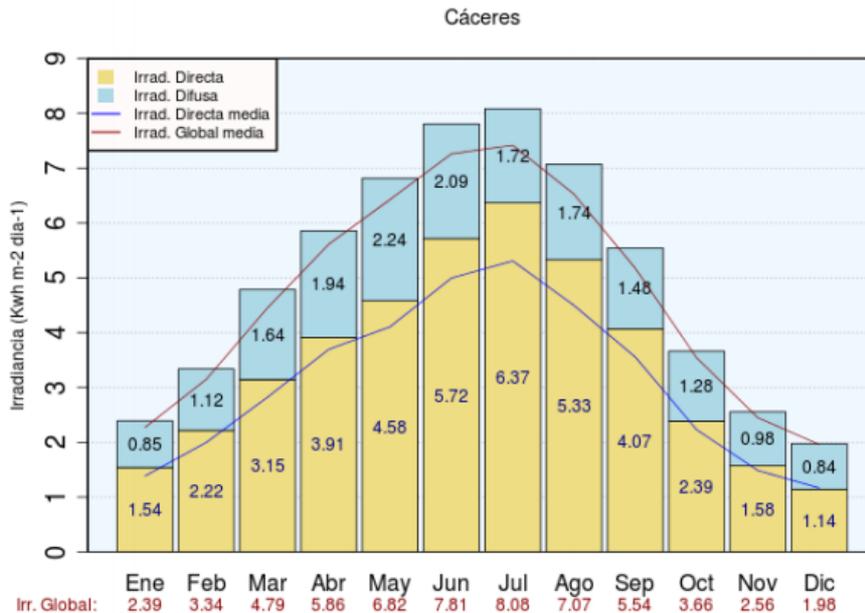
Periodo: 1982-2010 - Altitud (m): 394

Latitud: 39° 28' 17" N - Longitud: 6° 20' 20" O - Posición: Ver localización

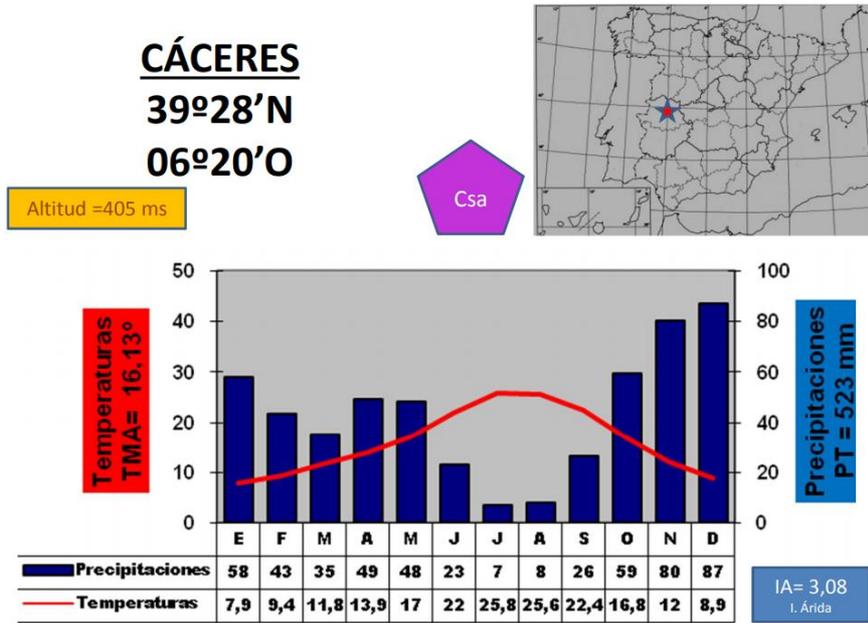
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	7.8	12.0	3.7	54	79	6.7	0.3	0.0	4.1	5.0	8.2	156
Febrero	9.3	14.0	4.7	48	73	6.5	0.1	0.3	2.3	2.3	6.5	175
Marzo	12.2	17.7	6.7	36	63	5.0	0.1	0.7	0.6	0.7	8.2	232
Abril	13.8	19.3	8.3	52	60	7.2	0.0	1.1	0.1	0.0	6.3	247
Mayo	17.6	23.7	11.5	50	55	6.5	0.0	3.1	0.3	0.0	6.0	297
Junio	22.9	29.9	16.0	20	44	2.6	0.0	1.6	0.0	0.0	10.8	336
Julio	26.2	33.7	18.8	6	37	0.7	0.0	0.8	0.0	0.0	19.6	379
Agosto	26.0	33.2	18.7	7	39	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	16.3	348
Septiembre	22.4	28.8	16.0	30	49	3.5	0.0	1.7	0.0	0.0	10.1	261
Octubre	17.0	22.0	11.9	77	65	7.5	0.0	1.2	0.4	0.0	6.9	205
Noviembre	11.7	15.9	7.5	89	76	8.1	0.0	0.4	2.0	0.5	6.8	158
Diciembre	8.7	12.5	4.9	77	80	8.4	0.1	0.3	4.8	3.0	7.1	129
Año	16.3	21.9	10.7	551	60	64.2	-	12.2	15.0	11.6	114.1	2922

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol



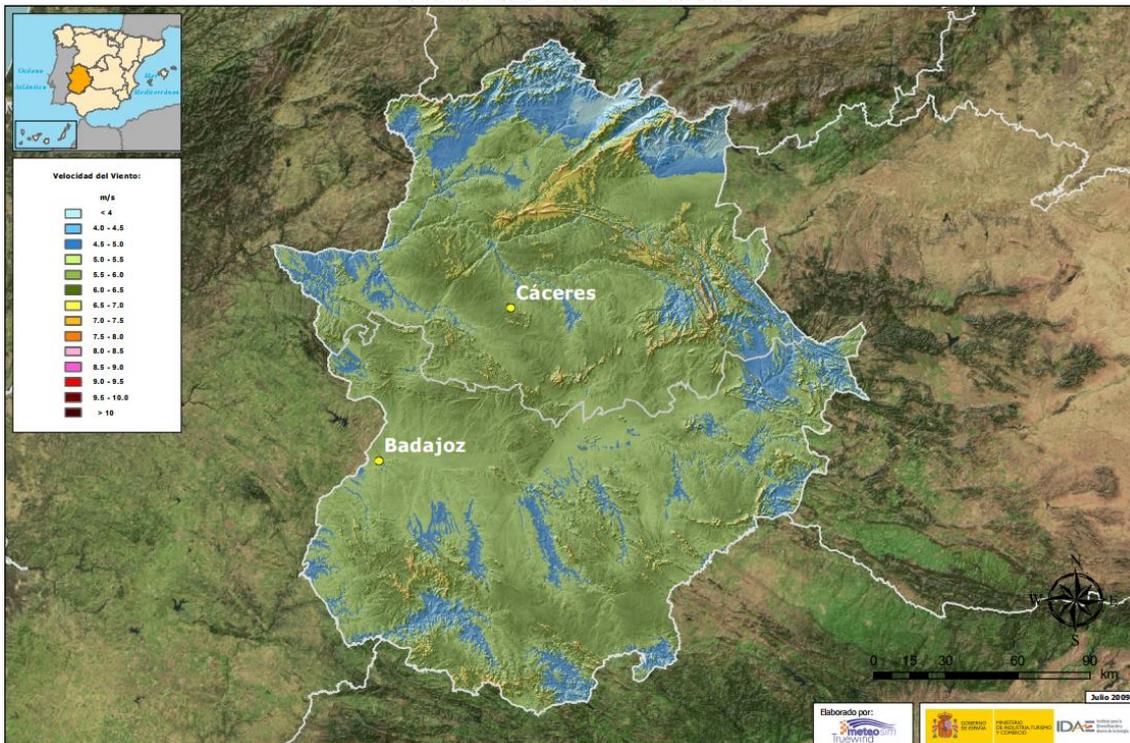
Radiacion (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).

MAPA EÓLICO DE EXTREMADURA

Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es).

Valencia

Valores climatológicos normales. València

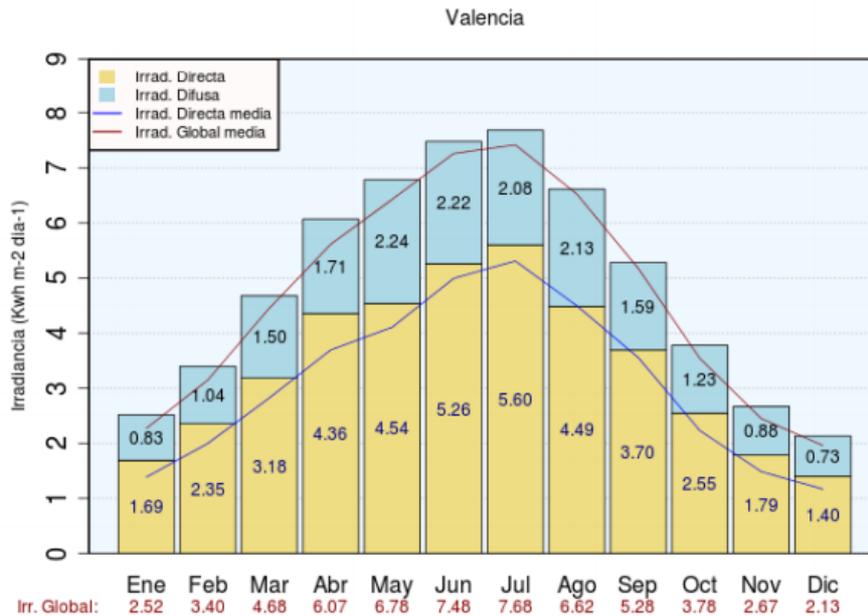
Período: 1981-2010 - Altitud (m): 11

Latitud: 39° 28' 50" N - Longitud: 0° 21' 59" Q - Posición: Ver localización

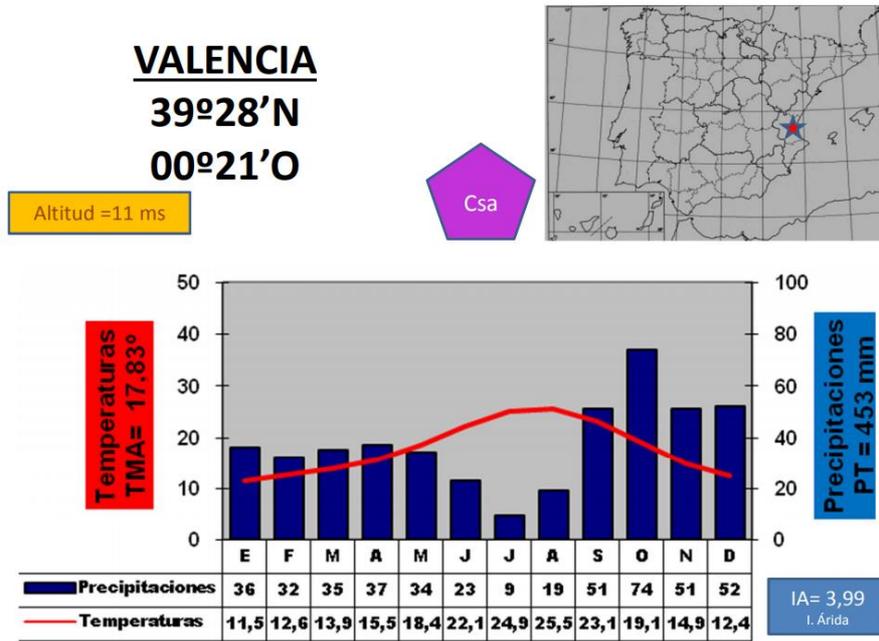
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	11.8	16.4	7.1	37	64	4.4	0.0	0.3	0.5	0.3	9.0	171
Febrero	12.5	17.1	7.8	36	64	3.9	0.0	0.4	1.3	0.1	6.0	171
Marzo	14.4	19.3	9.6	33	63	3.6	0.0	0.4	0.9	0.0	7.1	215
Abril	16.2	20.8	11.5	38	62	4.8	0.0	1.1	0.7	0.0	5.2	234
Mayo	19.0	23.4	14.6	39	65	4.3	0.0	1.8	0.4	0.0	5.9	258
Junio	22.9	27.1	18.6	22	66	2.6	0.0	1.8	0.2	0.0	9.0	276
Julio	25.6	29.7	21.5	8	67	1.1	0.0	1.6	0.1	0.0	13.0	314
Agosto	26.1	30.2	21.9	20	68	2.4	0.0	1.9	0.3	0.0	10.2	288
Septiembre	23.5	27.9	19.1	70	67	5.0	0.0	2.8	0.0	0.0	6.6	234
Octubre	19.7	24.3	15.2	77	67	5.0	0.0	2.3	0.0	0.0	5.9	202
Noviembre	15.3	19.8	10.8	47	66	4.3	0.0	0.5	0.3	0.0	6.7	167
Diciembre	12.6	17.0	8.1	48	65	4.8	0.0	0.3	0.2	0.0	7.1	155
Año	18.3	22.8	13.8	475	65	46.3	0.1	15.3	5.0	0.5	93.2	2696

Legenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

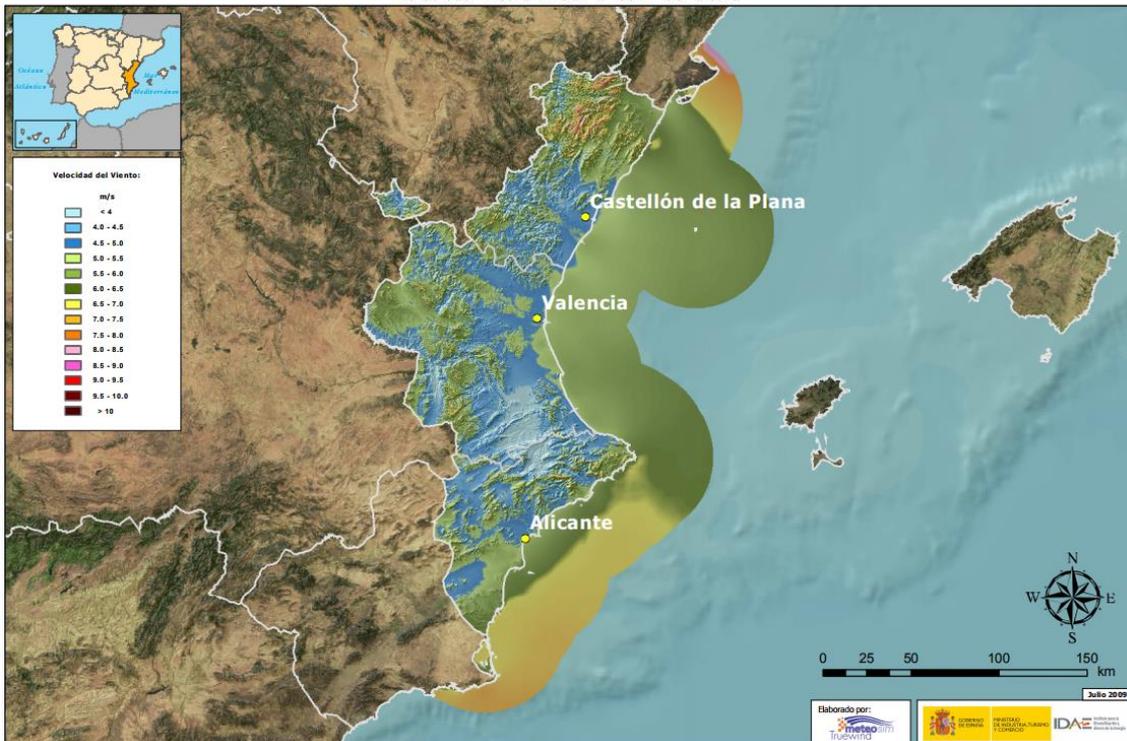


Radiación (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).

MAPA EÓLICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
 Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es).

Zamora

Valores climatológicos normales. Zamora

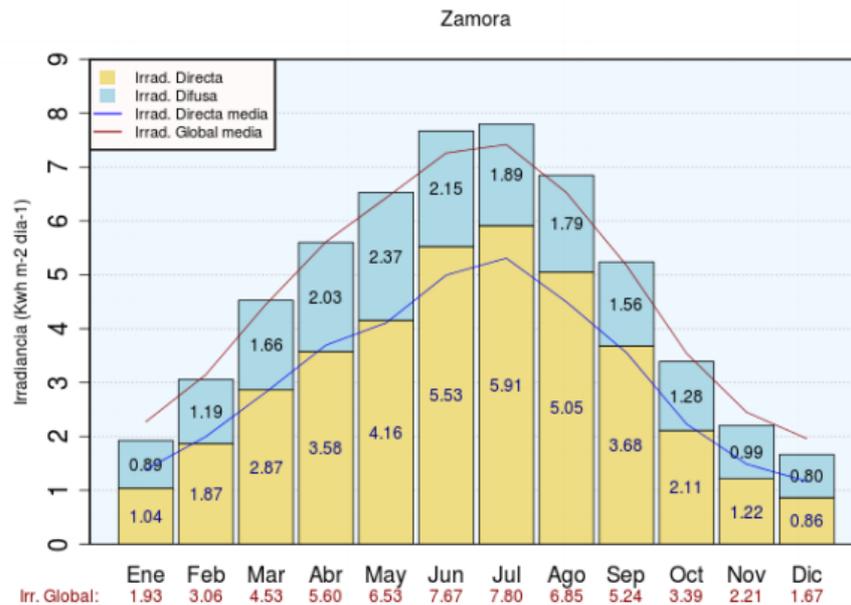
Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 656

Latitud: 41° 30' 56" N - Longitud: 5° 44' 7" O - Posición: Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	4.6	8.3	0.9	32	82	6.1	1.1	0.1	9.1	14.4	4.7	97
Febrero	6.4	11.4	1.3	25	73	5.1	1.2	0.0	3.3	11.2	5.2	144
Marzo	9.5	15.5	3.5	22	63	5.0	0.2	0.2	1.0	5.0	6.0	201
Abril	11.2	17.1	5.3	39	62	7.2	0.2	0.6	0.4	1.2	5.2	224
Mayo	15.0	21.2	8.7	43	58	7.4	0.0	2.8	0.2	0.0	5.0	264
Junio	19.8	27.0	12.6	23	51	3.8	0.0	2.0	0.1	0.0	9.6	318
Julio	22.7	30.4	14.9	12	47	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	15.0	354
Agosto	22.3	29.8	14.8	13	50	2.4	0.0	2.0	0.0	0.0	13.9	322
Septiembre	18.8	25.5	12.0	28	57	4.2	0.0	1.4	0.3	0.0	9.7	241
Octubre	13.6	19.0	8.3	50	69	6.9	0.0	0.4	2.3	0.1	5.0	175
Noviembre	8.4	12.7	4.1	45	78	7.1	0.2	0.1	5.9	5.2	5.3	113
Diciembre	5.5	9.2	1.8	46	82	7.0	0.8	0.1	7.0	11.0	4.9	87
Año	13.1	18.9	7.4	379	64	64.2	3.4	11.7	29.6	48.3	-	2532

Leyenda

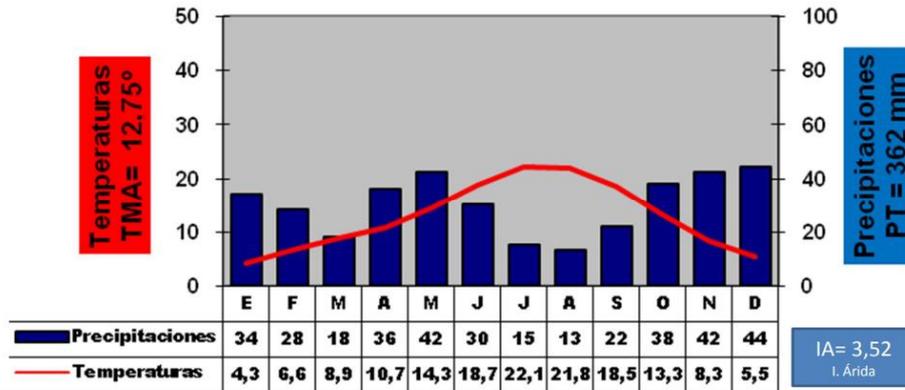
- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol



Radiacion (Fuente: AEMET).

ZAMORA
41°31'N
05°44'O

Altitud = 656 ms



Climograma (Fuente: AEMET).

Sevilla

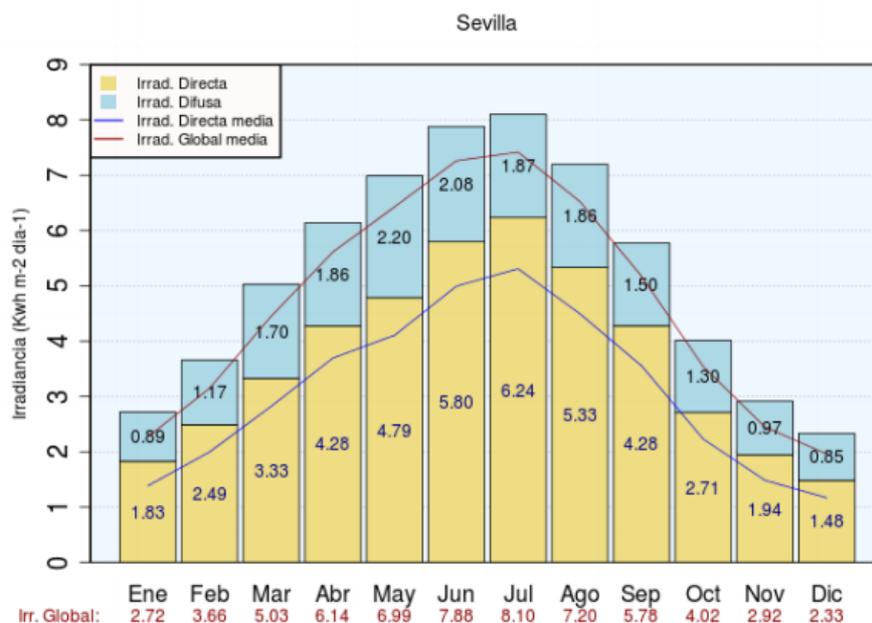
Valores climatológicos normales. Sevilla Aeropuerto

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 34
 Latitud: 37° 25' 0" N - Longitud: 5° 52' 45" O - Posición: Ver localización

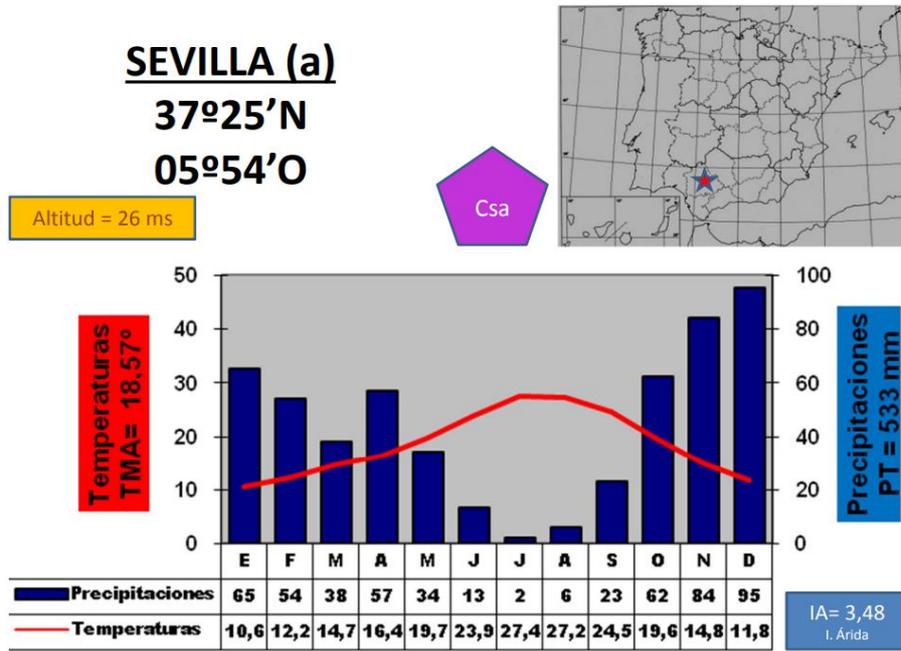
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.9	16.0	5.7	66	71	6.1	0.0	0.4	2.7	1.8	11.2	183
Febrero	12.5	18.1	7.0	50	67	5.8	0.0	0.5	3.0	0.7	7.9	189
Marzo	15.6	21.9	9.2	36	59	4.3	0.0	0.6	2.3	0.0	8.6	220
Abril	17.3	23.4	11.1	54	57	6.1	0.0	1.4	1.4	0.0	6.0	238
Mayo	20.7	27.2	14.2	30	53	3.7	0.0	1.2	0.7	0.0	6.9	293
Junio	25.1	32.2	18.0	10	48	1.3	0.0	0.7	0.2	0.0	12.9	317
Julio	28.2	36.0	20.3	2	44	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	21.1	354
Agosto	27.9	35.5	20.4	5	48	0.5	0.0	0.4	0.2	0.0	18.7	328
Septiembre	25.0	31.7	18.2	27	54	2.4	0.0	0.8	0.5	0.0	10.3	244
Octubre	20.2	26.0	14.4	68	62	6.1	0.0	1.2	2.4	0.0	7.8	216
Noviembre	15.1	20.2	10.0	91	70	6.4	0.0	0.9	2.1	0.0	8.0	181
Diciembre	11.9	16.6	7.3	99	74	7.5	0.0	0.8	3.0	0.5	8.4	154
Año	19.2	25.4	13.0	539	59	50.5	0.0	9.1	18.7	3.2	129.0	-

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

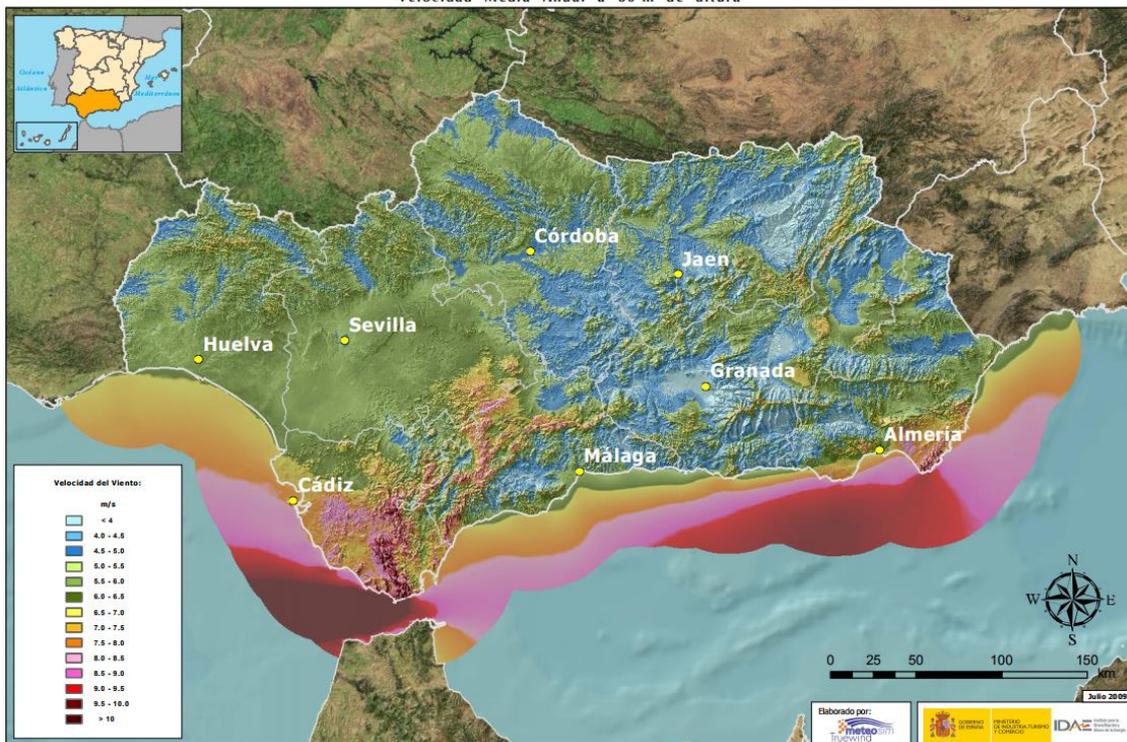


Radiacion (Fuente: AEMET).



Climograma (Fuente: AEMET).

MAPA EÓLICO DE ANDALUCÍA
 Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es).

Málaga

Valores climatológicos normales. Málaga Aeropuerto

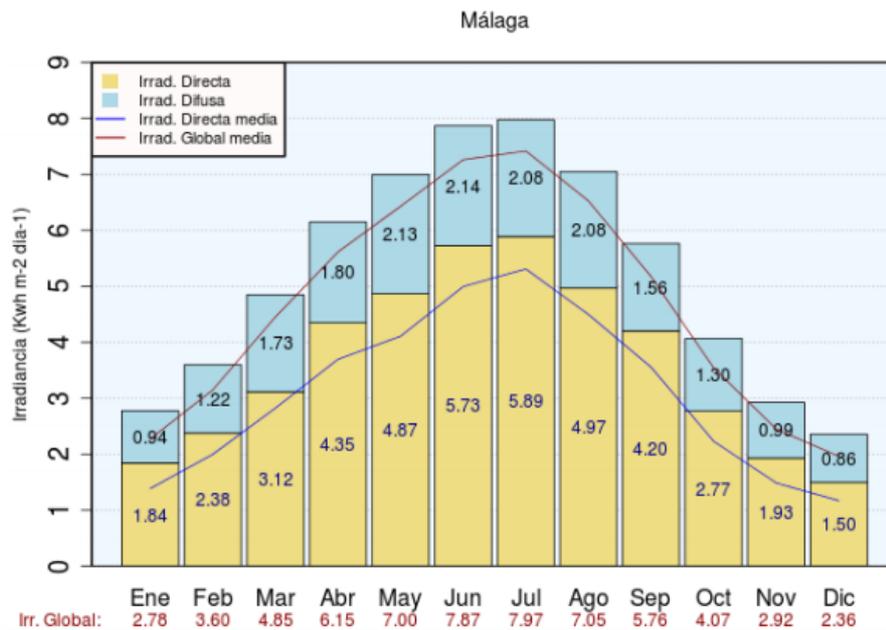
Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 5

Latitud: 36° 39' 58" N - Longitud: 4° 28' 56" Q - Posición: Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	12.1	16.8	7.4	69	69	5.8	0.0	1.3	0.7	0.1	7.9	180
Febrero	12.9	17.7	8.2	60	68	4.8	0.0	1.2	1.0	0.1	6.3	180
Marzo	14.7	19.6	9.8	52	67	4.0	0.0	0.9	1.3	0.0	5.9	222
Abril	16.3	21.4	11.1	44	63	4.5	0.0	1.4	0.4	0.0	5.7	244
Mayo	19.3	24.3	14.2	20	59	3.1	0.0	1.1	0.7	0.0	7.3	292
Junio	23.0	28.1	18.0	6	58	0.8	0.0	0.7	0.6	0.0	14.0	329
Julio	25.5	30.5	20.5	0	58	0.1	0.0	0.2	0.8	0.0	20.6	347
Agosto	26.0	30.8	21.1	6	61	0.5	0.0	0.7	0.9	0.0	17.1	316
Septiembre	23.5	28.2	18.8	20	65	2.1	0.0	1.5	0.7	0.0	9.3	255
Octubre	19.5	24.1	15.0	57	70	4.4	0.0	1.5	1.4	0.0	6.0	215
Noviembre	15.7	20.1	11.3	100	71	5.6	0.0	1.3	0.9	0.0	5.6	172
Diciembre	13.2	17.5	8.9	100	72	6.6	0.0	1.5	0.8	0.0	5.6	160
Año	18.5	23.3	13.7	534	65	42.3	0.0	13.4	10.4	0.2	109.1	2905

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol



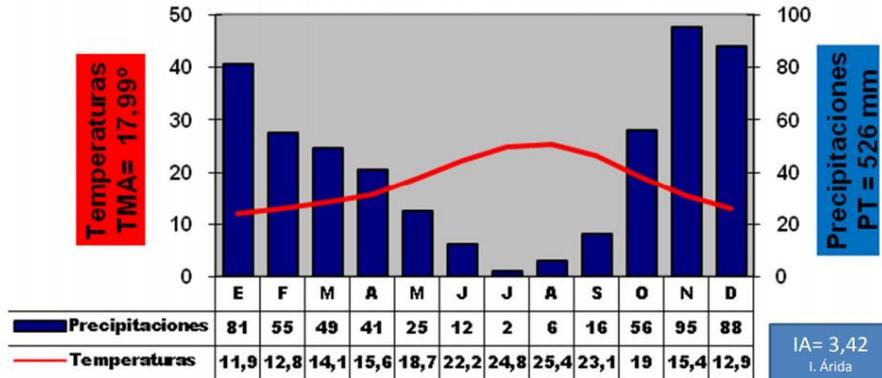
Radiacion (Fuente: AEMET).

MÁLAGA (a)

36°40'N

04°29'O

Altitud = 7 ms



Climograma (Fuente: AEMET).

Almería

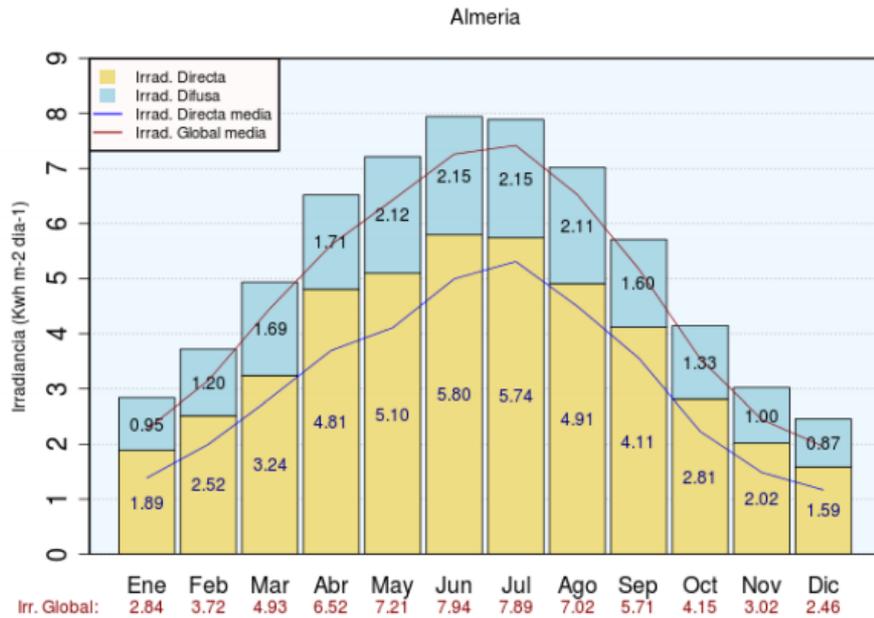
Valores climatológicos normales. Almería Aeropuerto

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 21
 Latitud: 36° 50' 47" N - Longitud: 2° 21' 25" Q - Posición: Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	12.6	16.9	8.3	24	67	2.9	0.0	0.5	1.0	0.0	7.1	194
Febrero	13.3	17.6	9.0	25	67	2.9	0.0	0.5	1.3	0.0	6.1	191
Marzo	15.1	19.6	10.6	16	65	2.6	0.0	0.3	1.5	0.0	5.7	232
Abril	17.0	21.4	12.5	17	62	2.6	0.0	0.6	0.6	0.0	6.1	261
Mayo	19.7	24.1	15.3	12	63	1.9	0.0	0.5	1.0	0.0	6.9	297
Junio	23.5	27.9	18.9	5	61	0.6	0.0	0.6	0.4	0.0	13.1	325
Julio	26.1	30.5	21.7	1	60	0.3	0.0	0.5	0.4	0.0	19.0	342
Agosto	26.7	31.0	22.4	1	63	0.3	0.0	0.6	0.4	0.0	15.0	315
Septiembre	24.2	28.4	20.0	14	65	1.5	0.0	1.1	0.5	0.0	9.3	256
Octubre	20.4	24.5	16.3	27	68	2.8	0.0	1.0	0.9	0.0	5.4	218
Noviembre	16.4	20.5	12.3	28	67	3.6	0.0	0.9	0.5	0.0	5.4	183
Diciembre	13.8	17.9	9.6	30	67	3.3	0.0	0.5	0.5	0.0	6.2	178
Año	19.1	23.4	14.7	200	65	25.4	0.0	7.4	8.9	0.0	108.0	2994

Legenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol



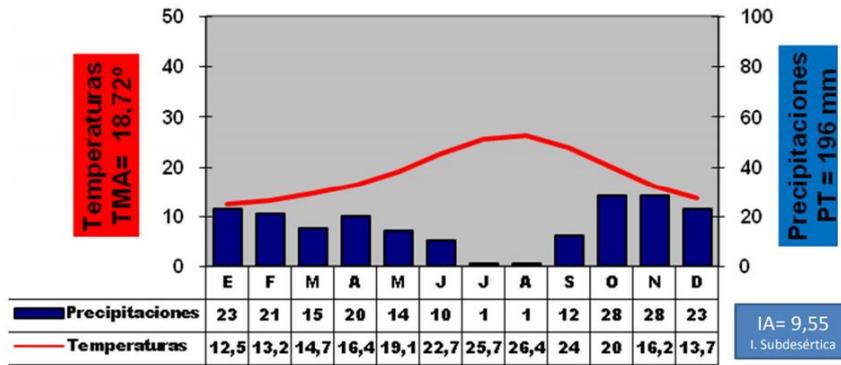
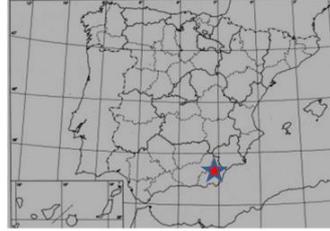
Radiación (Fuente: AEMET).

ALMERÍA (a)

36°50'N

02°23'O

Altitud = 20 ms



Climograma (Fuente: AEMET).

Murcia

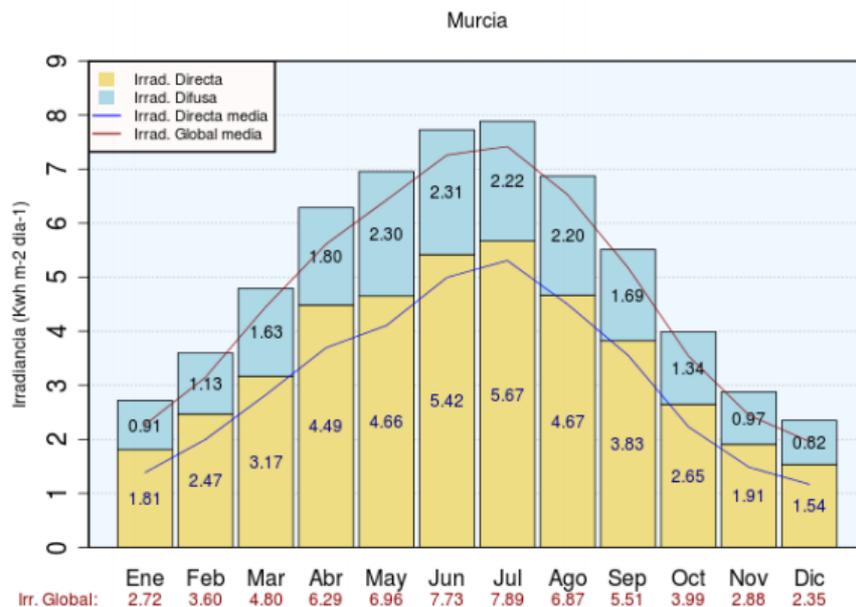
Valores climatológicos normales. Murcia

Periodo: 1984-2010 - Altitud (m): 61
 Latitud: 38° 0' 7" N - Longitud: 1° 10' 15" O - Posición: Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.6	16.6	4.7	27	65	3.8	0.1	0.2	1.1	2.3	8.0	189
Febrero	12.2	18.4	5.9	27	63	3.6	0.0	0.5	2.0	1.2	7.1	190
Marzo	14.3	20.9	7.7	30	59	3.3	0.0	0.5	0.8	0.3	6.5	223
Abril	16.5	23.3	9.7	25	53	3.6	0.0	1.6	0.6	0.0	5.8	256
Mayo	20.0	26.6	13.3	28	52	3.9	0.0	2.3	0.6	0.0	5.8	289
Junio	24.2	31.0	17.4	18	49	2.0	0.0	2.1	0.3	0.0	10.9	323
Julio	27.2	34.0	20.3	3	50	0.6	0.0	0.9	0.2	0.0	16.1	353
Agosto	27.6	34.2	20.9	8	54	1.0	0.0	1.4	0.2	0.0	12.5	316
Septiembre	24.2	30.4	18.0	32	59	3.0	0.0	3.2	0.4	0.0	6.7	239
Octubre	19.8	25.6	13.9	36	64	3.7	0.0	2.0	0.6	0.0	5.3	217
Noviembre	14.6	20.3	8.9	32	65	4.1	0.0	0.5	0.8	0.2	7.1	186
Diciembre	11.5	17.2	5.8	29	68	3.9	0.0	0.2	1.0	1.5	7.0	172
Año	18.6	24.9	12.3	297	58	36.5	0.2	15.6	8.7	5.5	99.2	2967

Legenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol



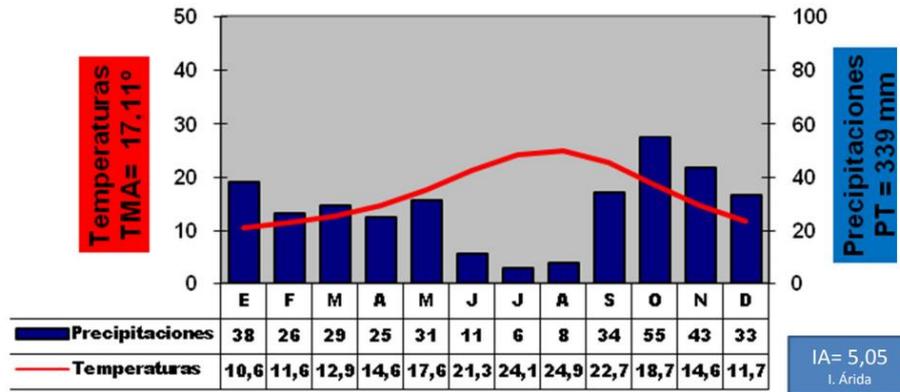
Radiacion (Fuente: AEMET).

MURCIA-SAN JAVIER (a)

37°47'N
00°48'O

Altitud = 2ms

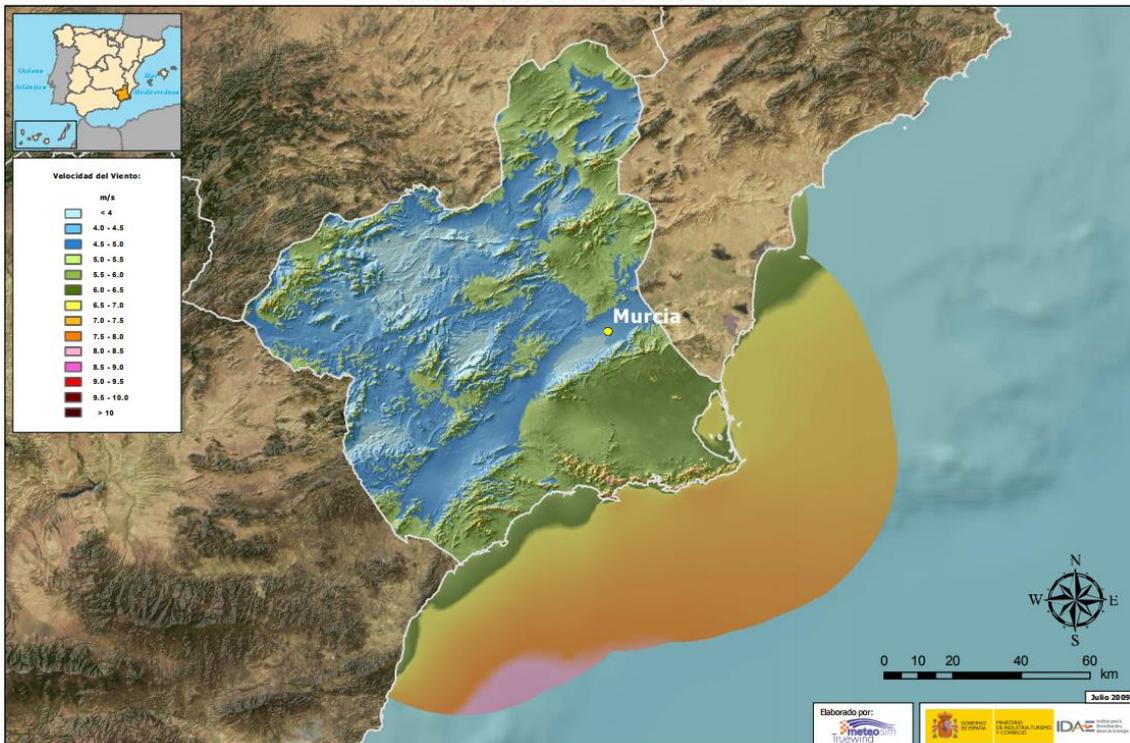
BSh



Climograma (Fuente: AEMET).

MAPA EÓLICO DE MURCIA

Velocidad Media Anual a 80 m de altura



Mapa eólico (Fuente: atlaseolico.idae.es)

ANEJO 3: GEOLOGÍA

En este anejo se presenta un extracto del estudio geológico-geotécnico del subsuelo urbano de la ciudad de Santander obra de Guillermo García Herrera.

Contexto geográfico

La ciudad de Santander (Figura 35) se ubica en el sector costero central de la comunidad autónoma de Cantabria. Se asienta sobre una pequeña península bañada por el mar al norte, este y sur de la ciudad (Figura 36). Destaca en su geografía la existencia de una gran bahía, que actualmente alberga instalaciones portuarias y una intensa actividad marítima.



Figura 37. Situación geográfica de la zona estudiada. Tomado de IBERPRIX (I.G.N.)

El relieve de Santander se caracteriza por la existencia de elevaciones no muy acusadas y depresiones que se disponen paralelas entre sí, con una orientación preferente noreste-suroeste. Esta está motivada por la alternancia de materiales de distinta competencia que generan una erosión diferencial. La mayor cota del municipio se encuentra en el Monte de Peñacastillo (Figura 36), constituido por calizas karstificadas, con una elevación de 139 m. En la propia ciudad de Santander destaca la elevación de Somorrostro, propiciada por la presencia de calizas y areniscas, o el Paseo del General Dávila, ubicado sobre una serie formada por areniscas, limonitas y lutitas carbonosas. La zona deprimida de mayor importancia es la Vaguada de las Llamas, situada sobre terrenos margosos.

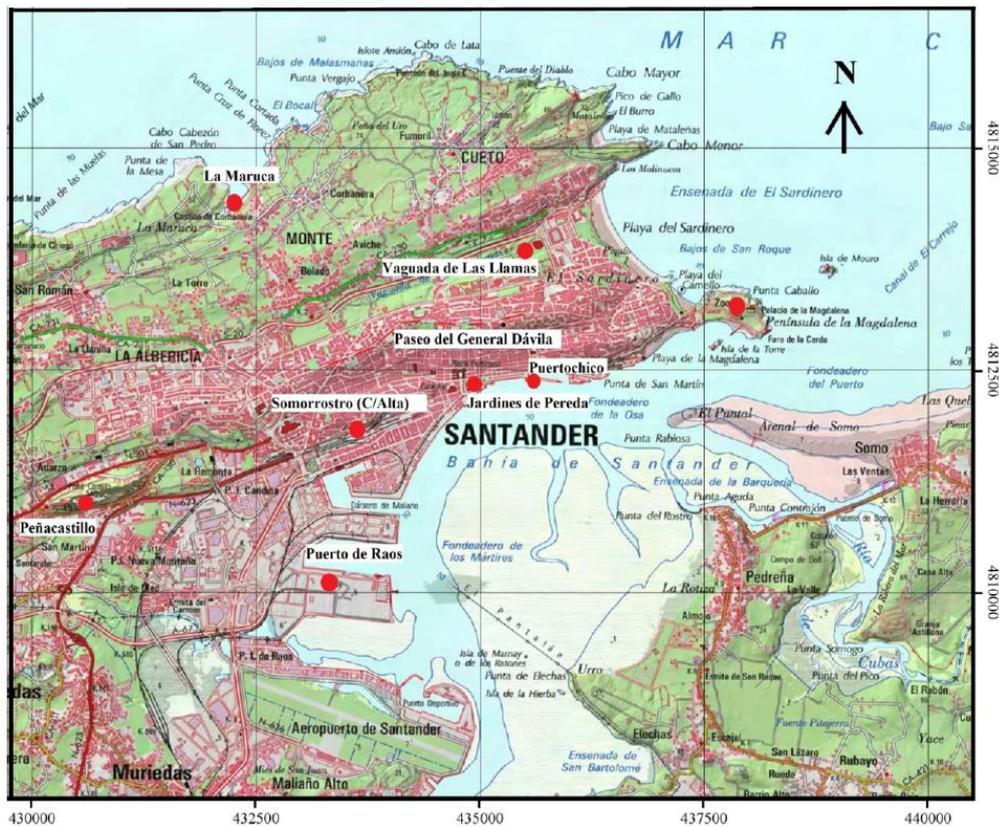


Figura 38. Mapa topográfico de la ciudad de Santander y sus alrededores. Modificado de IBERPIX (I.G.N.)

Hacia el norte, la Península de Santander presenta una pendiente muy suave (no superior a 5°), topografía correspondiente con toda probabilidad a una antigua plataforma de abrasión (Ayuntamiento de Santander, 2012). Hacia el este se encuentra una alternancia de cabos y ensenadas, resultado, al igual que el resto del relieve, de la alternancia de diferentes materiales con diversa resistencia.

Desde el Paseo del General Dávila hacia el sur se suceden una serie de pendiente de inclinación considerable, con pendiente general hacia el sur, muy representativas de la ciudad. Estas pendientes se encuentran de forma mayoritaria atravesadas por una serie de cursos torrenciales, con dirección norte-sur que se encuentran, en la actualidad, canalizados.

Algo más al sur, en contacto con la bahía, se encuentra una zona de relieve prácticamente horizontal constituido por las zonas ganadas al mar a partir del siglo XIX (Puerto de Raos, Jardines de Pereda, Puertochico, etc., Figura 36).

La hidrografía de la ciudad está caracterizada por la presencia de diversos cursos fluviales, en su mayor parte de funcionamiento estacional. En la actualidad se encuentran mayoritariamente encauzados, permaneciendo tres con circulación al aire libre.

El primero y de mayor envergadura es la Vaguada de las Llamas (Figura 36), una zona de naturaleza pantanosa que actualmente se encuentra en proceso de recuperación. En esta vaguada se concentran materiales de tipo turba y sedimentos fangosos.

El segundo curso, de funcionamiento estacional, se localiza al norte de Santander, en La Maruca y se denomina Arroyo Somonte-La Tejona, en su proximidad al mar pasa a denominarse Ría de San Pedro, que en su parte final forma la playa de La Maruca (Figura 36).

El tercer curso, importante por sus depósitos de marisma, es la Ría de Raos (Figura 36). En torno a ella se localizan numerosas empresas que se han instalado en la zona, que ha propiciado su intensa contaminación.

CONTEXTO GEOLOGICO

Santander se ubica, desde un punto de vista geológico, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Esta se puede dividir en tres zonas (Figura 37): la Plataforma Nortecastellana (Floquet y Mathey, 1984), también denominada Plataforma Burgalesa por Serrano y Martínez del Olmo (1990), el Arco Vasco, definido por Feuillée y Rat (1971) y posteriormente modificado por Serrano y Martínez del Olmo (1990), y el Surco Navarro-Cántabro (Barnolas y Pujalte, 2004), en el que se encuentra la zona de estudio.

El denominado “Surco Navarro-Cántabro” está delimitado por dos sistemas de fallas, el sistema de Bilbao-Alsasua por la zona este y un sistema de cabalgamiento frontales sobre la Cuenca del Ebro (Figura 37), que se corresponden con las Sierras de Cantabria y Tesla (Barnola y Pujalte, 2004).

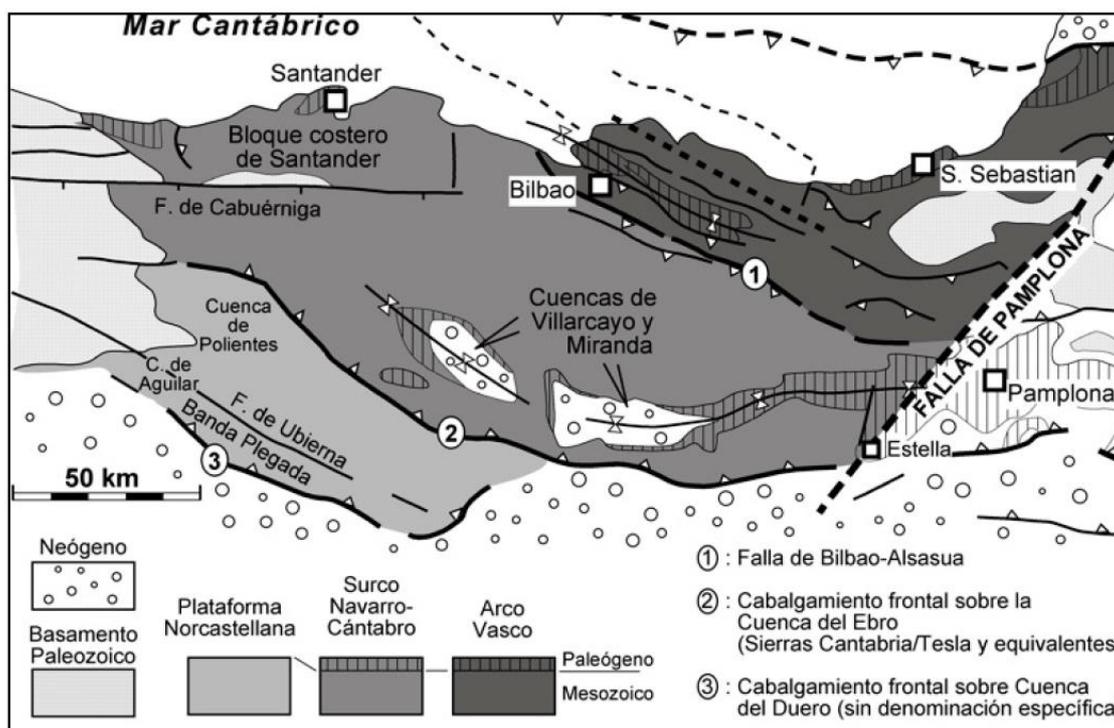


Figura 39. Esquema geológico de la cuenca Vasco-Cantábrica. Tomando de Vera et al. (2004)

Este surco se caracteriza por una fuerte subsidencia en el cual no se llegó a alcanzar las condiciones marinas profundas debido a una abundante sedimentación (Quesada y Robles, 1995). Dentro de esta zona se pueden diferenciar, a su vez, dos dominios de subsidencia diferenciados. El límite entre ambos lo marca la falla de Cabuérniga, que delimita al norte un dominio con una subsidencia mucho menor denominado Bloque Costero Santanderino. Debido

a la actividad de la falla de Cabuérniga la sucesión Cretácica de la zona es de unos cientos de metros, mientras que al sur de dicha falla la sucesión alcanza potencias de varios miles de metros (Barnola y Pujalte, 2004).

De forma local, el término municipal de Santander se encuentra en el flanco sur del sinclinal de San Román. Esta estructura forma parte de una mayor, denominada sinclinal de Santillana-San Román (Figura 38).

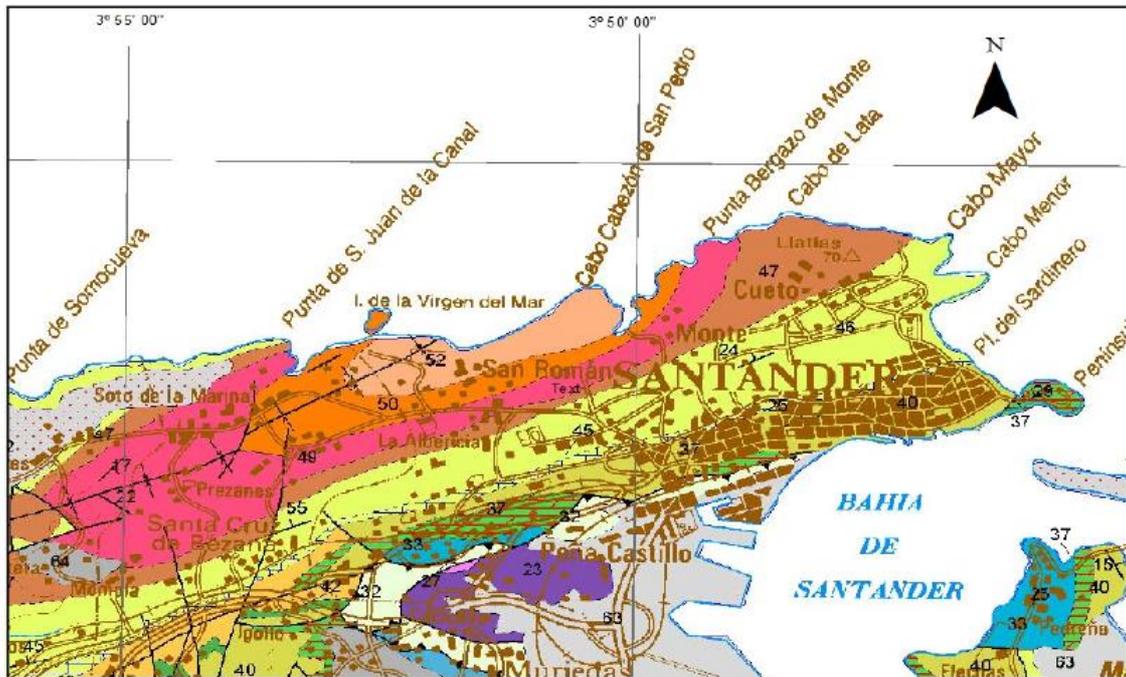


Figura 40. Mapa geológico donde se puede apreciar el sinclinal de Santillana-San Román. (Modificado de Robador et al., 1989)

Al sur del sinclinal anteriormente mencionada se encuentra un cabalgamiento que pone en contacto materiales del Triásico con materiales del Cretácico Inferior; en adelante se denominará a dicha estructura “Cabalgamiento de la Calle Alta”.

ESTRATIGRAFIA

En el sinclinal de San Román (Figura 38 y 39) aparecen materiales desde el Cretácico hasta el Paleógeno, sobreponiéndose en la mayoría de ellos materiales del Cuaternario (Tabla 14). Además, en la zona estudiada, aparecen materiales Triásicos, en facies Keuper, escasamente aflorantes.

En la figura 39 se presenta el nuevo mapa geológico-geotécnico de Santander a escala original 1/5.000 describiendo, a continuación, algunos de los materiales del área estudiada.

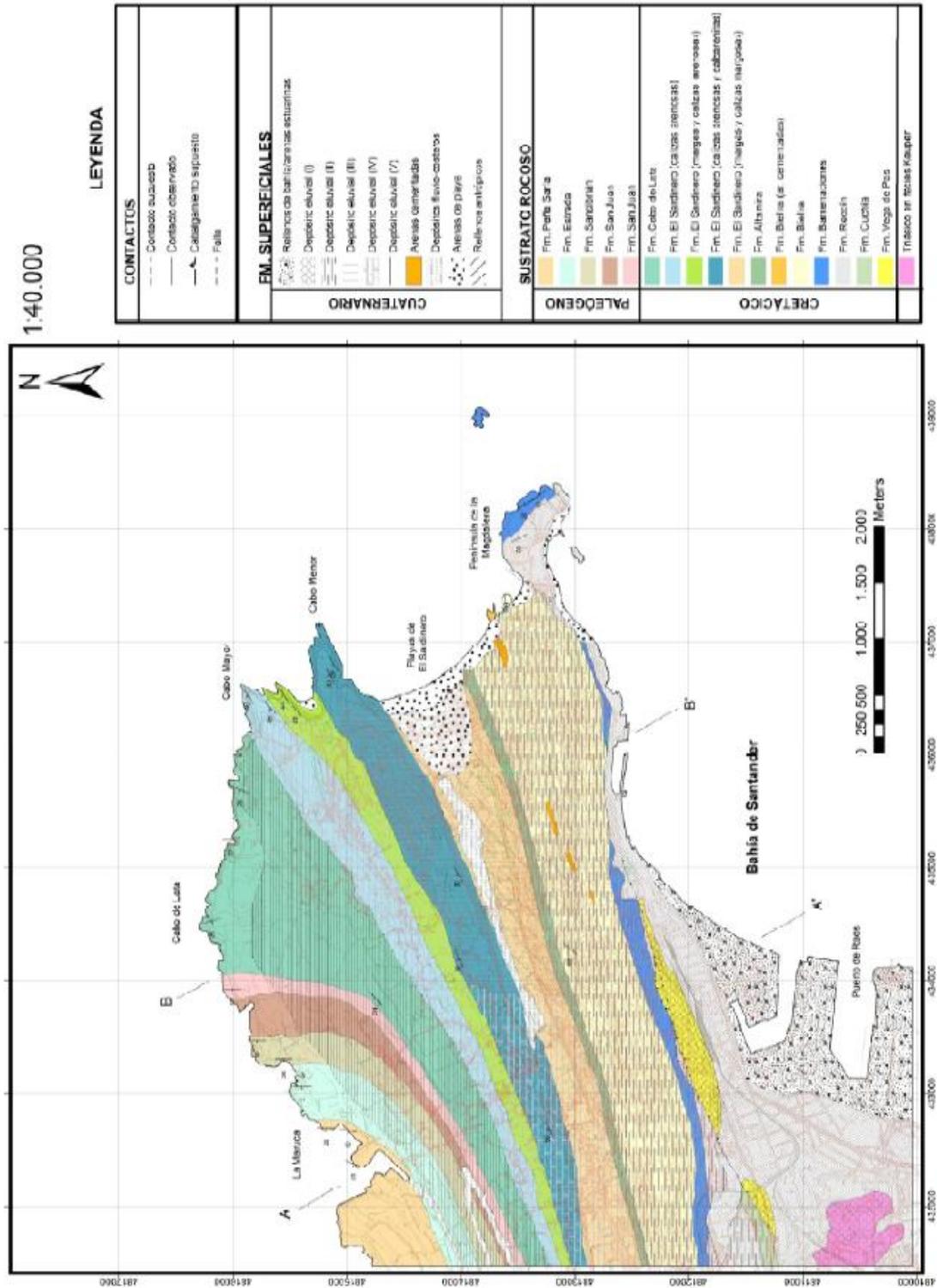


Figura 41. Cartografía geológico-geotécnica de Santander

Debido a la intensa urbanización de la zona sur y al escaso afloramiento en la zona norte, la serie estratigráfica ha sido descrita a partir de datos observados en los acantilados de la serie La Magdalena-Cabo Mayor y la zona desde Cabo Mayor a La Maruca. Estos datos han sido contrastados con la información aportada por los estudios de prospección del terreno.

CUATERNARIO				Rellenos antrópicos			
				Fangos y depósitos de ría			
				Depósitos eluviales			
				Arenas de playa			
TERCIARIO	PALEOGENO	EOCENO	INFERIOR	CUISIENSE		Formación Peña Saria	
			ILERDIENSE		Formación Estrada		
		PALEOCENO		THANETIENSE		Formación Sancibrián	
				DANTENSE		Formación San Juan	
CRETÁCICO	SUPERIOR	MAATRICHTIENSE		Formación Cabo de Lata			
		CAMPANIENSE	SUPERIOR	Formación El Sardinero			
			MEDIO				
			INFERIOR				
		SANTONIENSE		Formación Altamira			
		CONIACIONSE					
		TURONIENSE					
		CENOMANIENSE	SUPERIOR	Formación Bielva			
			MEDIO				
			INFERIOR				
		INFERIOR		ALBIENSE		Formación Barcenaciones	
				APTIENSE	CLANSAYENSE	Formación Reocín	
CARGASIENSE							
BARREMIENSE				Formación Vega de Pas			
HAUTERVIENSE							
TRIÁSICO				SUPERIOR		Arcillas abigarradas, yesos y sales en facies Keuper	

Tabla 14. Síntesis de los materiales presentes en la zona de estudio

A continuación, veremos el corte A-A' (Figura), que pasa cerca de la obra y nos adra luz sobre los materiales que encontraremos.

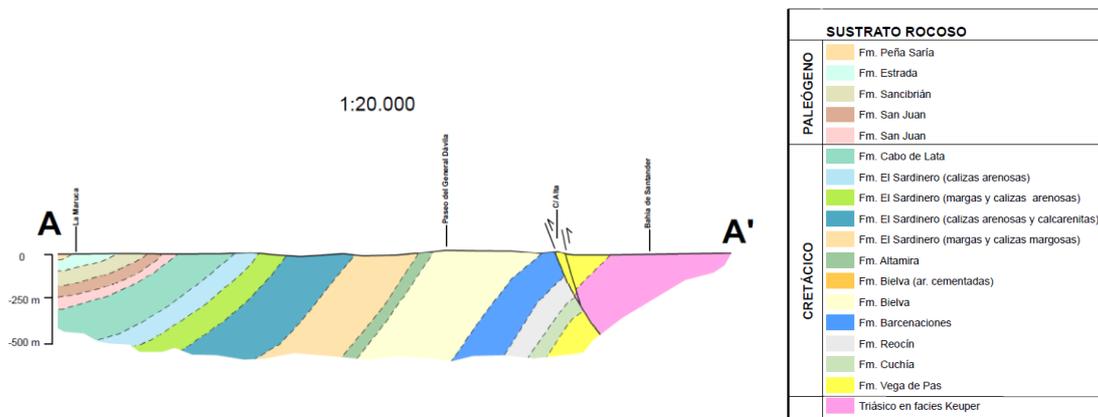


Figura 42. Corte geológico A-A'

Triásico

Los materiales Triásicos situados en el entorno de la ciudad de Santander se encuentran representados principalmente por arcillas abigarradas, yesos y sales en facies de Keuper. Se encuentran en su mayoría bajo la bahía y recubiertos por materiales cuaternarios.

Se trata de intrusiones diapíricas que, en ocasiones aparecen junto a bloques de calizas y dolomías de modo caótico, haciendo muy complicada la diferenciación de la roca triásica (Ramírez et al., 1976). Estas intrusiones aprovechan zonas de debilidad para ascender y ocasionan una fracturación en su entorno de diversa magnitud. En el caso de Santander provoca la existencia del Cabalgamiento de la Calle Alta, estructura que pone en contacto materiales del Cretácico más inferior (Hauterviniense-Berremiense) con materiales del Aptiense más joven-Albiense.

Al tratarse de una masa diapírica totalmente removilizada no es posible asignar una potencia real a la unidad.

Cretácico inferior

Formación Vega de Pas

Está constituida por lutitas, lutitas argilíticas y limolitas micáceas de color rojo, gris u ocre en facies de Weld. En algunos puntos se puede presentar como bandas de areniscas ferruginosas en estratos de potencia decimétrica o con aspecto brechoide. Se encuentra altamente deformada y fracturada al encontrarse en las proximidades del citado cabalgamiento.

La parte inferior de la serie (edad Hauteriviense-Barremiense) suele faltar, situándose en contacto mecánico debido al carácter diapírico de los materiales triásicos anteriormente citados. Debido al carácter mayoritariamente azoico de esta formación se ha datado por su posición estratigráfica en la serie (Ramírez et al., 1976).

Formación Cuchía y Miembro Inferior de la formación Reocín

Se trata de calcarenitas masivas, lutitas, limolitas, areniscas, calizas y margas de colores muy variados. Estas dos formaciones aparecen de forma puntual al oeste de la zona estudiada, al sur de Peñacastillo, y son de edad Apteniense.

En su mayor parte se encuentran recubiertas por sedimentos de marisma cuaternarios procedentes de la bahía. El miembro inferior de la Formación Reocín se encuentra en contacto con el Cabalgamiento de la Calle Alta. Es muy probable que en los alrededores de este contacto la roca se encuentre altamente fracturada y deformada, como se ha observado en otros casos.

Miembro Superior de la formación Reocín

Constituido por calizas con miliólidos y rudistas del Aptiense Superior (Ramírez et al., 1976), que en algunos puntos puede llegar a aparecer parcialmente dolomitizadas. Aparece de manera intermitente en contacto con el cabalgamiento de la Calle Alta, siendo a veces omitido por éste. Hacia el Este aflora en la Península de la Magdalena, constituyendo la mayor parte de la misma. En ella se alcanzan buzamientos de 55°.

Formación Barcenaciones

Está constituida por calcarenitas masivas con glauconita, calizas y areniscas. Esta formación se extiende de OSO a ENE por toda la ciudad, quedando en algunos puntos bajo materiales cuaternarios de la bahía, descritos más adelante. En otros puntos estas litologías se encuentran cortadas por el cabalgamiento de la Calle Alta. Aparece de nuevo, pero con diferente dirección, en la Península de la Magdalena, en contacto normal con la formación Reocín y en contacto mecánico con la formación Bielva. Esta formación es de edad Albiense y presenta una potencia máxima de 100 m.

Cretacico superior

Formacion Bielva

Está compuesta por materiales desde calcáreos a totalmente terrígenos entre los que se incluyen areniscas, limolitas, lutitas carbonosas con pirita, algunas capas de caliza y bancos calcareníticos. todo ello presenta abundante fauna y en determinadas zonas pequeñas cantidades de micas. Suele presentar estratificación en surco y de tipo flasher (Ramírez et al., 1976).

Esta formación comienza a depositarse a finales del Cretácico Inferior, pero su mayor potencia se alcanza en el Cretácico Superior, concretamente en el Cenomaniense Inferior.

TECTÓNICA

La configuración estructural del entorno de Santander está marcada por la presencia de dos grandes estructuras: el cabalgamiento de la Calle Alta, producido por el ascenso halocinético de materiales del Keuper, y por el sinclinal de Santillana-San Román (Ramírez et al., 1976).

El cabalgamiento presenta ramificaciones que hacen complicado su cartografía en un entorno urbano. Son estas ramificaciones las que provocan que no siempre sean los materiales triásicos se superpongan a otros más modernos. En la información analizada se observa como materiales de la Formación Reocín (Aptiense Superior) se sitúan sobre materiales de Formación Barceraciones (Albiense Inferior).

En cualquier caso, parece probable que el horizonte de despegue para todas estas ramificaciones sea el nivel salino del keuper (Serrano, 1994), ramificándose debido a una necesidad de acomodar la deformación producida por el ascenso del diapiro.

Comparado con zonas similares de la región puede ser que el ascenso de la masa diapírica se produzca aprovechando una serie de fracturas extensionales (Serrano, 1994). Esto provocaría una menor presión en la zona que condicionaría el movimiento de las arcillas yesíferas del Triásico hacia el área de debilidad generada. En este caso sería correcto decir que el actual Cabalgamiento de la Calle Alta se comportó en otra época como una falla normal (Figura 41)

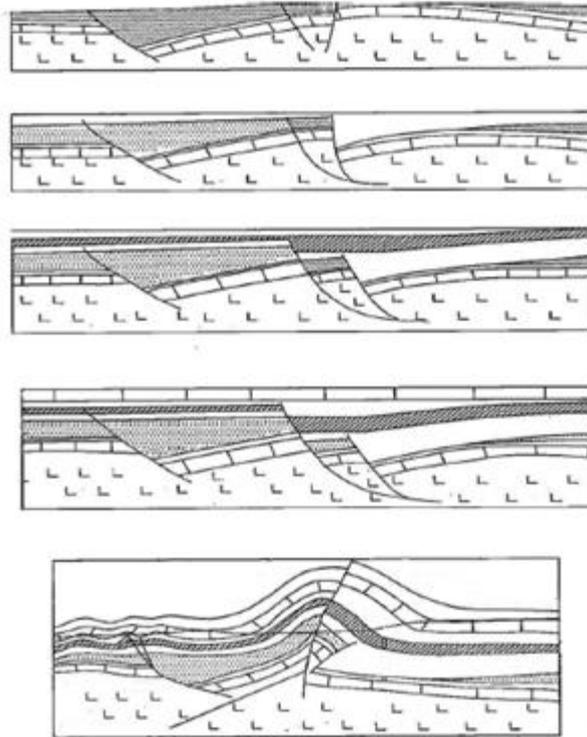


Figura 43. Posible evolución de la tectónica de Santander. Modificado de Serrano, A. (1994)

Además de esta falla de gran envergadura, existen en la ciudad otras de menor entidad; en general se trata de fallas perpendiculares al diapiro, que a su vez generan zonas de debilidad que aprovechan los cursos torrenciales para fluir con dirección norte-sur dando lugar a valles suaves. En el caso de La Península de la Magdalena el conjunto de fallas genera la aparición de un pequeño horst de escasa importancia debido al pobre desarrollo del mismo.

Cabe destacar el fuerte diaclasado que presentan, por ejemplo, las calcarenitas y calizas arenosas de la formación El Sardinero. En esta formación existen dos sistemas de diaclasado, denominados J1 y J2 que, junto con la estratificación, genera la caída de bloques de tamaño decimétrico a decamétrico. Se ha llevado a cabo una medida sistemática de estas diaclasas dando como resultado unas direcciones aproximadas J1 = N68E y J2 = N155E.

El sinclinal de Santillana-San Román es resultado de la deformación alpina. Se trata de una estructura cuyo eje se dispone OSO-ENE y cuyo flanco sur es el único que se puede observar en la zona de estudio. Este flanco presenta buzamientos crecientes a medida que se aproxima al diapiro de la bahía. En el entorno del eje del sinclinal los buzamientos son suaves no llegando a sobrepasar los 20°. La zona meridional del pliegue se encuentra parcialmente cortada por el cabalgamiento resultado del ascenso del diapiro salino de la bahía.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉNICAS Del sustrato rocoso

A continuación se describen las cuatro unidades litológicas principales diferenciadas en la zona de estudio: "arcillas abigarradas, lutitas y limolitas", "margas", "calizas, calcarenitas y dolomías", y, por último, "areniscas".

Arcillas abigarradas, lutitas y limolitas

Bajo esta denominación se han agrupado las alternancias de arcillas, lutitas y limolitas. Rocas, todas ellas de grano fino, que presentan colores rojos, verdes y amarillentos, con una porosidad reducida. En general, estos materiales son muy alterables, presentando grados de alteración III-IV disminuyendo estos en profundidad hasta valores II (ISMR, 1981). Destaca la alterabilidad de las arcillas abigarradas del Keuper y las lutitas de la formación Vega de Pas, que se acentúa en cuanto quedan sometidas a los agentes meteorológicos en el transcurso de las obras. Estos materiales son prácticamente impermeables, actuando como límites de los acuíferos circundantes. Los ensayos realizados indican que no son agresivos al hormigón.

Este grupo de materiales se caracteriza por presentar las menores resistencias a la compresión simple dentro de la zona de estudio, ofreciendo valores < 1MPa (tabla 15).

Los valores RQD de estas litologías oscilan de manera considerable, aunque en general las lutitas y limolitas presentan valores entre 50 y 70%, pudiendo disminuir hasta el 20% en algunas zonas.

Todos ellos, de cara a las excavaciones, son fácilmente ripables mediante medios mecánicos convencionales, si bien no soportan taludes con altas pendientes debido, además de a su propia naturaleza, a su fácil alterabilidad.

	MÁX	MIN	MEDIA
HUMEDAD (%)	24,54	3,81	7,64
DENSIDAD (N/m ³)	24363	16131	27185
R. COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)	6,11	0,10	1,58

Tabla 15. Parámetros representativos de las arcillas abigarradas, lutitas y limolitas

Margas

Los materiales de naturaleza margosa son los más abundantes en la zona de estudio: en general se observa una notable variación en su contenido en materiales terrígenos y calcáreos.

Comúnmente presentan una densa red de fracturación y un aspecto hojoso y noduloso, lo que incide en que se muestren unos reducidos valores de RQD, inferiores al 50%.

En general, presentan una baja resistencia a la compresión simple (Tabla 16) no llegando en las muestras estudiadas, a superar los 12 MPa. Su contenido en humedad es relativamente elevado.

	MÁX	MIN	MEDIA
HUMEDAD (%)	7,90	2,39	5,15
DENSIDAD (N/m ³)	25578	21619	23186
R. COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)	12,7	0,5	5,1

Tabla 16. Parámetros representativos de las margas

Son, generalmente, materiales ripables mediante medios mecánicos convencionales en zonas superficiales, si bien en profundidad se hace necesario el empleo de martillos neumáticos.

En estos materiales se pueden ejecutar taludes provisionales verticales de hasta 3 m de altura o con pendiente 1H/1V en pendientes mayores siempre y cuando su estratificación sea favorable. Son zonas con una escasa permeabilidad.

Calizas, calcarenitas y dolomías

En este grupo se incluyen todas aquellas rocas con un alto contenido en carbonato cálcico y/o magnésico, así como sus términos intermedios.

Los términos más dolomíticos están asociados al cabalgamiento de la Calle Alta, mientras que las calizas y calcarenitas se encuentran distribuidas por toda la zona de estudio alternándose con diferentes litologías. La alteración decrece en profundidad desde el grado III a grado I (ISRM, 1981) en pocos metros. Por lo general son rocas no agresivas al hormigón, si bien en la formación Reocín se han localizado zonas pirotosas que presentan una agresividad baja-media.

La red de fracturación es menos densa que en casos anteriores, dando lugar a valores del RQD elevados, generalmente > 70 %.

Estos materiales presentan una resistencia a la compresión simple media de 32 MPa, una densidad superior a 26000 N/m³ y una humedad media del 1 % (tabla 17)

	MÁX	MIN	MEDIA
HUMEDAD (%)	3,58	0,05	1,11
DENSIDAD (N/m ³)	27656	24128	26597
R. COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)	74,1	5,1	32,4

Tabla 17. Parámetros representativos de las calizas, calcarenitas y dolomías

En general, su capacidad portante se presume alta, permitiendo recurrir a cimentaciones directas, aunque es necesario un estudio geológico detallado para determinar la presencia de fenómenos kársticos en profundidad. Son materiales no ripables mediante medios mecánicos convencionales, debiendo recurrirse al uso de martillos de perforación neumática o, en el caso de que fuera posible, explosivos. Estos materiales permiten taludes de elevadas pendientes, superiores a 1H/2V incluso verticales con estratificación favorable.

Areniscas

Estos materiales aparecen intercalados entre las calizas y margas anteriormente citadas. En algunos puntos presentan un cemento carbonatado que hace aumentar su resistencia.

Presentan un carácter generalmente masivo, con valores RQD de entre 40 y 80 %, si bien localmente pueden ser más reducidos.

Por lo general, su resistencia a compresión simple es reducida, siendo normalmente inferior a 10 MPa y situándose de media en 5,1 MPa (tabla 18). Presenta un contenido en humedad elevado y una densidad reducida, de lo que se deduce que se trata de areniscas con un alto grado de porosidad.

	MÁX	MIN	MEDIA
HUMEDAD (%)	11,04	3,80	7,16
DENSIDAD (N/m ³)	26695	19179	21864
R. COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)	24,3	0,3	5,7

Tabla 18. Parámetros representativos de las areniscas

Son materiales ripables en superficie, donde se encuentran más alterados (hasta grado III-IV), mientras que en profundidad su cementación y cohesión hacen necesario el uso de martillos neumáticos o explosivos. Debido al alto porcentaje de sílice presente en la roca, se prevé una elevada abrasividad.

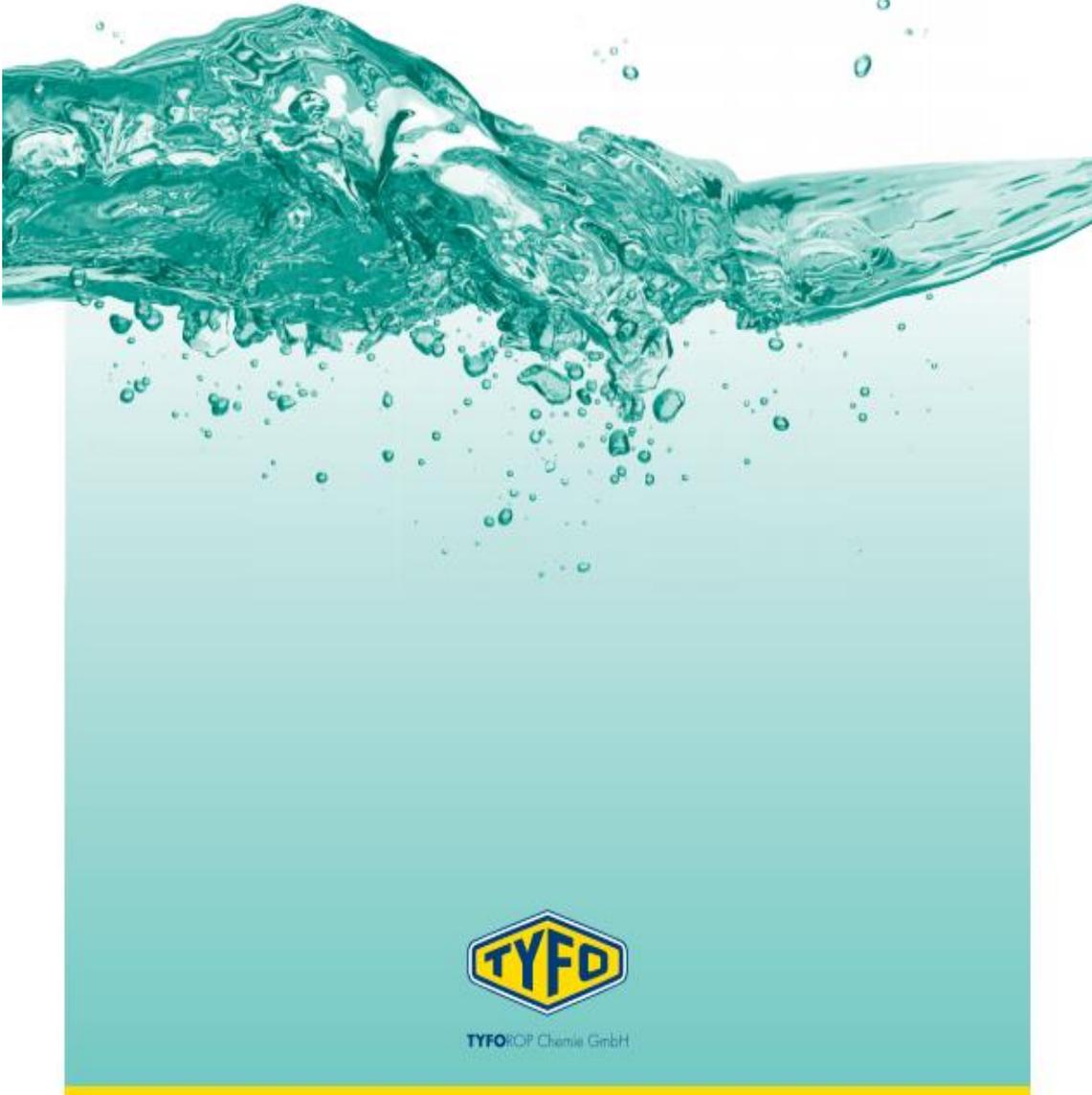
ANEJO 4: MATERIALES Y MÁQUINAS

Información Técnica

TYFOCOR® GE

Concentrado

Producto Anticongelante y Anticorrosivo para
Sistemas de Bombas de Calor geotérmicas



TYFOCOR Chemie GmbH

Características de TYFOCOR® GE Concentrado

Aspecto	claro, verde azulado	
Punto de ebullición	> 175 °C	ASTM D 1120
Punto de solidificación	-18 °C	DIN ISO 3016
Densidad (20 °C)	1,10-1,13 g/cm ³	DIN 51757
Refracción nD20	1,430-1,439	DIN 51423
Valor pH (20 °C)		
• concentrado	8,4-8,7	ASTM D 1287
• 33 % vol.	7,7-8,5	ASTM D 1287
Viscosidad (20 °C)	24-28 mm ² /s	DIN 51562
Reserva de alcalinidad	> 5,5 ml 0,1 M HCl	ASTM D 1121

Estos datos corresponden a los valores medios en el momento de la impresión de la presente Información Técnica. No tienen la consideración de una especificación del producto. Los datos característicos pormenorizados forman parte de una especificación del producto independiente.

Propiedades

El TYFOCOR® GE es un líquido claro, verde azulado con un olor débil a base de etilenglicol. El producto es miscible con agua sin límites y, dependiendo de la concentración, puede llegar a prevenir el congelamiento hasta los -52 °C. Las mezclas de TYFOCOR® GE y agua no se separan. El producto contiene inhibidores de corrosión muy efectivos que aportan una protección duradera contra la corrosión, la degradación y la formación de depósitos a todos los metales usados comúnmente en las instalaciones de las bombas de calor. El sistema de inhibidores del TYFOCOR® GE no contiene borax ni nitritos, fosfatos o aminas.

Miscibilidad

El TYFOCOR® GE es miscible con todos los productos anticongelantes comerciales a base de etilenglicol. Si la mezcla de TYFOCOR® GE con otros productos se destina, se recomienda, sin embargo, ponerse en contacto con nuestro departamento de técnica de aplicación de antemano.

Aplicación

La concentración de TYFOCOR® GE debe ser al menos el 20 por ciento del volumen de agua [calidad del agua potable con un contenido máximo de cloruro de 100 mg/kg, o agua destilada]. La protección contra las heladas se deteriora si el contenido de TYFOCOR® GE supera el 60 por ciento por volumen.

Efecto anticongelante

TYFOCOR® GE Concentrado	Punto de congelación	Densidad (20 °C)	Refracción nD20
10 % vol.	-3 °C	1015 kg/m ³	1,3451
20 % vol.	-8 °C	1028 kg/m ³	1,3545
23 % vol.	-10 °C	1032 kg/m ³	1,3575
30 % vol.	-15 °C	1041 kg/m ³	1,3645
35 % vol.	-19 °C	1048 kg/m ³	1,3670
40 % vol.	-24 °C	1056 kg/m ³	1,3754
50 % vol.	-37 °C	1069 kg/m ³	1,3862
60 % vol.	-52 °C	1080 kg/m ³	1,3951

Con el fin de mantener una protección eficaz contra la corrosión, la concentración de TYFOCOR® GE no debe caer por debajo del 20 % en volumen. Las concentraciones más bajas son insuficientes y aumentan el riesgo de corrosión por el sistema.

Efecto anticorrosivo

El cuadro siguiente indica el efecto anticorrosivo de una mezcla de 33 % vol. de TYFOCOR® GE/agua después de 14 días a 88 °C bajo aireación permanente. Ensayo de corrosión según ASTM D 1384 (American Society for Testing and Materials).

Material	Variación media del peso
Cobre (SF Cu)	-0,27 g/m ²
Soldadura blanda (L Sn 30)	-0,28 g/m ²
Latón (MS 63)	-0,20 g/m ²
Hierro colado (GG 26)	±0,00 g/m ²
Acero (HI)	±0,00 g/m ²
Aluminio colado (G-AISI6Cu4)	-0,07 g/m ²

Compatibilidad con juntas

Las mezclas de TYFOCOR® GE con agua no atacan a las juntas comúnmente usadas en la tecnología de la bomba de calor. El cuadro siguiente de juntas, elastómeros y materiales plásticos que son compatibles con las mezclas de TYFOCOR® GE y agua ha sido elaborado tomando como base nuestra experiencia, ensayos propios e información procedente de la bibliografía disponible.

Junta como Fermil®, Fermital® (marcas registradas de Nissen & Volk GmbH, Hamburgo, Alemania), cañamo

Caucho butílico	IIR
Caucho policloropreno	CR
Caucho etileno-propileno-dieno	EPDM
Elastómeros fluorocarbonados	FFM
Caucho hasta 80 °C	NR
Caucho nitrilo	NBR
Poliacetil	POM
Poliamida hasta 115 °C	PA
Polibuteno	PB
Poliétileno blando/duro	PE-LD/HD
Poliétileno reticulado	PE-X
Polipropileno	PP
Poltetrafluoroetileno	PTFE
Cloruro de polivinilo duro	PVC d
Caucho de silicona	Si
C. de estireno-butadieno hasta 100 °C	SBR
Poliésteres insaturados	UP

Las resinas fenólicas/de urea-formaldehído, el cloruro de polivinilo blando y los elastómeros de poliuretano no son resistentes.

En caso de utilizarse elastómeros, hay que tener en cuenta que las características de uso de estos materiales vienen determinadas no sólo por las características del caucho original (por ejemplo EPDM), sino también por el tipo y la cantidad de los materiales adicionales, así como por las condiciones de vulcanización. Por ello, se

recomienda llevar a cabo una prueba de adecuación para la mezcla TYFOCOR® GE y agua antes de su utilización por vez primera. Ello resulta aplicable en particular a los elastómeros que se prevea utilizar como material para las membranas de los vasos de expansión según DIN EN 12828 y DIN 4807, parte 2.

En algunos casos, la baja tensión superficial de las mezclas de TYFOCOR® GE y agua puede ser responsable de las fugas si se utiliza las tiras de sellado fabricadas de politetrafluoroetileno (PTFE).

Indicaciones de aplicación

Las características especiales de TYFOCOR® GE hacen precisa la observancia de las siguientes directivas de aplicación si se desea proteger de forma duradera para las instalaciones.

1. El circuito de salmuera debe ser diseñado como sistema cerrado, de lo contrario el contacto con el oxígeno atmosférico se acelerará el consumo de inhibidores.
2. Los vasos de expansión de membrana deben cumplir los requisitos de DIN EN 12828 y DIN 4807, parte 2.
3. Es preferible que las uniones soldadas se lleven a cabo por medio de soldaduras fuertes de plata o cobre. Fundentes utilizados en combinación con la soldadura blanda contienen cloruros. Sus residuos deben ser retirados del circuito de salmuera mediante el lavado a fondo. De lo contrario un aumento del contenido de cloruros en el líquido puede conducir a la corrosión por picadura por ejemplo de acero inoxidable.
4. Como elementos de unión flexibles se utilizarán tubos flexibles con barrera de difusión de oxígeno o, preferiblemente, tubos metálicos flexibles.
5. Todas las tuberías deben colocarse de tal modo que no puedan surgir problemas de circulación por la existencia de bolsas de aire o sedimentos.
6. El circuito de salmuera no debe contener intercambiadores de calor, recipientes o tubos galvanizados por interno, porque las mezclas de glicol y agua pueden disolver el zinc.
7. La suciedad, la tierra y el agua no se debe permitir entrar en el sistema de la bomba de calor durante la instalación de las sondas. Después del montaje se ha completado, el circuito de salmuera se debe enjuagar completamente para eliminar las virutas metálicas, los fundentes, los auxiliares de montaje y otras impurezas antes de llenar el sistema con la mezcla de TYFOCOR® GE y agua.
8. Se debe garantizar que no queden bolsas de aire en el circuito de salmuera después de que se haya llenado. Es esencial para eliminar las bolsas de gas existentes, debido a que su colapso tras una caída en la temperatura daría lugar a un vacío y por lo tanto hacer que el aire sea aspirado en el sistema. La desaireación insuficiente del circuito de salmuera, además, afecta la eficiencia de la bomba de calor.
9. Tras el primer llenado y la puesta en funcionamiento, y en cualquier caso dentro del plazo de 14 días, deben limpiarse los filtros instalados con el objeto de no entorpecer la circulación del fluido.

10. La concentración de las mezclas de TYFOCOR® GE y agua puede ser comprobado mediante la medición de la densidad del fluido con un densímetro o un probador de anticongelante adecuado para mezclas de etilenglicol y agua. De una manera igualmente cómoda y preciso para determinar el contenido de TYFOCOR® GE consiste en medir el índice de refracción mediante el uso de un refractómetro de mano. Un resumen de las densidades y los índices de refracción de las mezclas de TYFOCOR® GE y agua en función de la concentración se puede encontrar en la página 3 de este folleto.

11. Si se producen las fugas o otras pérdidas, el líquido caloportador en el circuito debe ser reconstituida con una mezcla de TYFOCOR® GE y agua de la misma concentración. En caso de duda, el contenido de TYFOCOR® GE debe ser determinado a través de la densidad o el índice de refracción como se describe en la sección 10.

Conservación

El producto se conserva al menos durante tres años en recipientes herméticamente cerrados. No se deben almacenar en recipientes galvanizados, porque las mezclas glicol/agua pueden disolver el zinc.

Forma de suministro y embalaje

El TYFOCOR® GE está disponible en forma de concentrado o premezclado de acuerdo a las especificaciones del cliente. Se suministra en camiones cisterna, en contenedores IBC de 1.000 litros, en barriles de 200 litros, y en bidones de plástico no retornables de 30, 20 y 10 litros.

Eliminación

El TYFOCOR® GE derramado debe recogerse aplicando un material absorbente y eliminarse conforme a la normativa. Para más información, consulte la Ficha de Datos de Seguridad.

Ecología

Según la disposición administrativa alemana sobre materias peligrosas para el agua (VwVwS) del 17.05.1999, el TYFOCOR® GE se incluye en la clase 1 de peligro para las aguas (débil contaminante de aguas). El producto es fácilmente biodegradable.

Manipulación

La seguridad y las medidas habituales de higiene industrial en relación con los productos químicos deben ser observadas en el manejo de TYFOCOR® GE. Observar la información y las instrucciones indicadas en nuestra Ficha de Datos de Seguridad.

Ficha de Datos de Seguridad

Es disponible una Ficha de Datos de Seguridad conforme al Reglamento 1907/2006/CE (REACH) para el TYFOCOR® GE.

Densidad de las mezclas TYFOCOR® GE/Agua [kg/m³]

en función de la temperatura y de la concentración

T [°C]	20 % vol.	23 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
100	984	987	994	1001	1009	1016	1018	1021	1026
90	991	994	1001	1008	1016	1022	1025	1029	1034
80	998	1001	1008	1015	1022	1029	1032	1036	1041
70	1004	1007	1014	1021	1029	1035	1039	1043	1048
60	1010	1013	1021	1024	1035	1041	1046	1050	1055
50	1015	1018	1026	1033	1040	1047	1052	1056	1062
40	1020	1024	1032	1038	1046	1052	1058	1062	1068
30	1024	1028	1037	1044	1051	1058	1063	1068	1074
20	1028	1032	1041	1048	1056	1063	1069	1074	1080
10	1031	1036	1045	1053	1061	1066	1074	1080	1086
0	1034	1038	1049	1057	1065	1073	1079	1085	1092
-10	-8: 1035	1041	1052	1060	1069	1077	1084	1090	1097
-20	.	.	-15: 1054	-19: 1064	1073	1082	1089	1095	1103
-30	.	.	.	.	-24: 1074	1087	1094	1101	1108
-40	.	.	.	.	.	.	-37: 1097	1107	1114

Capacidad térmica específica de las mezclas TYFOCOR® GE/Agua [J/g·K]

en función de la temperatura y de la concentración

T [°C]	20 % vol.	23 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
100	4,0	4,06	4,00	3,94	3,84	3,76	3,70	3,62	3,56
90	4,08	4,07	4,00	3,94	3,83	3,75	3,67	3,60	3,53
80	4,08	4,06	3,99	3,93	3,82	3,73	3,65	3,57	3,50
70	4,07	4,06	3,99	3,92	3,80	3,70	3,61	3,53	3,46
60	4,06	4,05	3,97	3,90	3,78	3,67	3,58	3,49	3,42
50	4,05	4,03	3,96	3,88	3,75	3,54	3,53	3,45	3,38
40	4,03	4,01	3,94	3,86	3,71	3,59	3,49	3,40	3,33
30	4,01	3,99	3,91	3,83	3,67	3,55	3,43	3,35	3,28
20	3,99	3,96	3,88	3,79	3,63	3,49	3,38	3,29	3,22
10	3,96	3,93	3,85	3,75	3,58	3,44	3,31	3,22	3,16
0	3,92	3,89	3,81	3,70	3,52	3,37	3,25	3,16	3,09
-10	-8: 3,89	3,85	3,76	3,65	3,46	3,31	3,17	3,08	3,02
-20	.	.	-15: 3,74	-19: 3,60	3,40	3,23	3,10	3,01	2,94
-30	.	.	.	.	-24: 3,37	3,14	3,01	2,92	2,86
-40	.	.	.	.	.	.	-37: 2,94	2,83	2,77

Conductibilidad térmica de las mezclas TYFOCOR® GE/Agua [W/m-K]

en función de la temperatura y de la concentración

T [°C]	20 % vol.	23 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
100	0,605	0,590	0,560	0,533	0,500	0,475	0,454	0,437	0,415
90	0,593	0,579	0,550	0,524	0,492	0,468	0,447	0,430	0,410
80	0,582	0,568	0,539	0,514	0,484	0,461	0,441	0,424	0,404
70	0,571	0,557	0,529	0,505	0,476	0,453	0,434	0,418	0,399
60	0,559	0,546	0,518	0,495	0,468	0,446	0,427	0,412	0,394
50	0,548	0,535	0,508	0,486	0,460	0,439	0,421	0,406	0,389
40	0,536	0,524	0,497	0,476	0,452	0,432	0,414	0,400	0,384
30	0,525	0,513	0,487	0,467	0,444	0,425	0,407	0,394	0,378
20	0,514	0,502	0,476	0,457	0,436	0,418	0,401	0,388	0,373
10	0,502	0,491	0,466	0,448	0,429	0,411	0,394	0,382	0,368
0	0,491	0,487	0,455	0,438	0,421	0,404	0,387	0,376	0,363
-10	-8: 0,482	0,470	0,445	0,429	0,413	0,396	0,381	0,369	0,358
-20	-	-	-15: 0,440	-19: 0,420	0,405	0,389	0,374	0,363	0,353
-30	-	-	-	-	-24: 0,401	0,381	0,367	0,357	0,347
-40	-	-	-	-	-	-	-37: 0,362	0,351	0,342

Viscosidad cinemática de las mezclas TYFOCOR® GE/Agua [mm²/s]

en función de la temperatura y de la concentración

T [°C]	20 % vol.	23 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
100	0,47	0,50	0,55	0,60	0,63	0,72	0,74	0,78	0,82
90	0,51	0,54	0,59	0,65	0,68	0,77	0,83	0,88	0,92
80	0,57	0,60	0,65	0,71	0,76	0,86	0,95	1,08	1,05
70	0,64	0,68	0,75	0,81	0,87	0,99	1,12	1,22	1,25
60	0,75	0,79	0,88	0,96	1,04	1,18	1,36	1,49	1,53
50	0,90	0,95	1,06	1,17	1,28	1,46	1,68	1,85	1,96
40	1,10	1,17	1,32	1,46	1,64	1,88	2,14	2,37	2,60
30	1,39	1,48	1,68	1,89	2,18	2,50	2,81	3,13	3,59
20	1,80	1,93	2,22	2,52	3,00	3,44	3,82	4,28	5,17
10	2,40	2,59	3,00	3,46	4,27	4,95	5,42	6,13	7,78
0	3,29	3,56	4,19	4,92	6,31	7,43	8,13	9,32	12,30
-10	-8: 4,31	5,04	6,02	7,21	9,67	11,70	13,10	15,30	20,60
-20	-	-	-15: 7,40	-19: 10,5	15,30	19,40	23,10	27,90	36,80
-30	-	-	-	-	-24: 18,80	33,90	45,70	57,90	71,10
-40	-	-	-	-	-	-	-37: 83,81	140,42	150,0

Numeros Prandtl de las mezclas TYFOCOR® GE/Agua

en función de la temperatura y de la concentración

T [°C]	20 % vol.	23 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
100	3,14	3,40	3,87	4,42	4,92	5,77	6,13	6,57	7,21
90	3,50	3,79	4,30	4,89	5,41	6,35	6,99	7,60	8,16
80	3,97	4,30	4,89	5,54	6,11	7,17	8,15	8,95	9,47
70	4,62	4,99	5,71	6,45	7,14	8,36	9,72	10,77	11,34
60	5,50	5,96	6,86	7,76	8,67	10,11	11,86	13,23	14,07
50	6,72	7,29	8,48	9,63	10,87	12,67	14,85	16,63	18,19
40	8,44	9,18	10,76	12,30	14,12	16,42	19,06	21,42	24,13
30	10,87	11,85	14,03	16,17	18,97	22,03	25,17	28,40	33,43
20	14,38	15,72	18,80	21,88	26,33	30,62	34,37	38,98	48,17
10	19,51	21,90	25,40	30,52	37,83	44,22	48,94	55,92	77,45
0	27,16	29,92	36,7	43,93	56,32	66,63	73,52	85,01	114,3
-10	-8: 36,07	42,99	53,55	65,12	86,79	105,20	118,4	139,4	190,8
-20	-	-	-15: 66,30	-19: 95,76	137,6	174,30	208,3	252,7	333,8
-30	-	-	-	-	-24: 169,7	303,69	410,1	521,3	649,0
-40	-	-	-	-	-	-	-37: 746,7	1253,3	1356,0

Coefficiente de expansión cubica de las mezclas TYFOCOR® GE/Agua [$\cdot 10^{-3}/K$]

en función de la temperatura y de la concentración

T [°C]	20 % vol.	23 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
100	72	73	72	70	65	66	74	77	76
90	68	69	70	67	63	63	70	73	73
80	64	65	66	64	61	61	67	69	70
70	60	61	62	61	59	59	64	66	67
60	55	56	58	58	56	57	61	63	64
50	50	52	54	54	54	55	58	60	61
40	45	47	50	51	52	53	55	57	59
30	40	42	45	47	49	50	53	55	57
20	34	36	41	44	46	48	51	53	55
10	28	31	36	40	43	46	49	51	53
0	22	25	31	36	41	44	47	49	52
-10	-8: 16	19	27	32	38	42	45	48	51
-20	-	-	-15: 25	-15: 28	35	40	44	47	50
-30	-	-	-	-	-24: 33	38	43	46	49
-40	-	-	-	-	-	-	-37: 43	45	49

Présion de vapor de las mezclas TYFOCOR® GE/Agua [bar]

en función de la temperatura y de la concentración

T [°C]	20 % vol.	23 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
180	9,28	9,13	8,82	8,54	8,20	7,84	7,44	7,09	6,62
170	7,34	7,24	6,98	6,76	6,50	6,22	5,91	5,63	5,26
160	5,73	5,65	5,45	5,29	5,08	4,87	4,63	4,42	4,12
150	4,42	4,35	4,20	4,08	3,92	3,77	3,58	3,42	3,19
140	3,35	3,31	3,19	3,10	2,98	2,87	2,93	2,60	2,43
130	2,50	2,47	2,39	2,32	2,23	2,15	2,04	1,95	1,82
120	1,84	1,81	1,75	1,70	1,64	1,58	1,50	1,44	1,34
110	1,32	1,31	1,26	1,23	1,18	1,14	1,08	1,04	0,970
100	0,935	0,922	0,890	0,864	0,834	0,803	0,765	0,733	0,686
90	0,645	0,635	0,613	0,595	0,574	0,553	0,527	0,505	0,473
80	0,434	0,427	0,412	0,400	0,385	0,371	0,354	0,340	0,318
70	0,284	0,279	0,269	0,261	0,251	0,242	0,231	0,221	0,208
60	0,180	0,177	0,170	0,165	0,158	0,152	0,146	0,140	0,131
50	0,110	0,108	0,104	0,100	0,096	0,093	0,089	0,085	0,080
40	0,065	0,064	0,061	0,054	0,056	0,054	0,052	0,050	0,047
30	0,037	0,036	0,034	0,033	0,031	0,030	0,029	0,028	0,026

Nota

La presente información está basada en nuestros conocimientos y experiencias actuales. Debido a la gran variedad de factores que pueden influir en la transformación y aplicación de nuestros productos, la información facilitada no exime al usuario de la responsabilidad de llevar a cabo sus propios controles y ensayos. Asimismo, nuestras indicaciones no constituyen una garantía jurídicamente vinculante respecto de la existencia de determinadas propiedades ni tampoco respecto de la idoneidad para un uso específico. Es responsabilidad del receptor de nuestros productos observar las reglamentaciones y normativas correspondientes.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

conforme al Reglamento (CE) N° 1907/2006

Fecha de revisión: 01.05.2017

Versión: 3.1, N° ID: 2100-g-01_ES-ES

Página 1/8

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la empresa																								
<p>1.1. Identificador del producto: TYFOCOR® GE</p> <p>1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados Usos pertinentes identificados: Líquido anticongelante y anticorrosivo para sistemas termotécnicos</p> <p>1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad Empresa: TYFOROP Chemie GmbH, Anton-Rée-Weg 7, D-20537 Hamburg Teléfono/Telefax: Tel.: +49 (0)40 20 94 97 0, Fax: +49 (0)40 20 94 97 20 E-mail: msds@tyfo.de (dirección e-mail de la persona responsable de las FDS)</p> <p>1.4. Teléfono de emergencia: Tel.: +49 (0)6132 - 84463 (GBK GmbH)</p>																								
SECCIÓN 2: Identificación de los peligros																								
<p>2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla Clasificación conforme al Reglamento (CE) N° 1272/2008 [CLP] Acute Tox.4, H302. STOT RE 2, H373. El texto completo de las abreviaturas está mencionado en la sección 16.</p> <p>2.2. Elementos de la etiqueta Etiquetado conforme al Reglamento (CE) N° 1272/2008 [CLP]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pictogramas de peligro</th> <th>Palabra de advertencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2"> </td> <td>Atención</td> </tr> <tr> <td> Indicaciones de peligro H302 Nocivo en caso de ingestión H373 Provoca daños en los órganos (riñón) tras exposiciones prolongadas o repetidas Consejos de prudencia (Prevención) P260 No respirar la niebla/los vapores/el aerosol P264 Lavarse la piel con agua y jabón concienzudamente tras la manipulación P270 No comer, beber o fumar durante su utilización Consejos de prudencia (Respuesta) P312 Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico si la persona se encuentra mal P301+P330 EN CASO DE INGESTIÓN: enjuagarse la boca Consejos de prudencia (Eliminación) P501 Eliminar el contenido/recipiente en un punto de recogida de residuos especiales Componente peligroso que determina el etiquetado Etano-1,2-diol / Etilenglicol </td> </tr> </tbody> </table> <p>2.3. Otros peligros: Ningunos conocidos.</p>							Pictogramas de peligro	Palabra de advertencia		Atención	Indicaciones de peligro H302 Nocivo en caso de ingestión H373 Provoca daños en los órganos (riñón) tras exposiciones prolongadas o repetidas Consejos de prudencia (Prevención) P260 No respirar la niebla/los vapores/el aerosol P264 Lavarse la piel con agua y jabón concienzudamente tras la manipulación P270 No comer, beber o fumar durante su utilización Consejos de prudencia (Respuesta) P312 Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico si la persona se encuentra mal P301+P330 EN CASO DE INGESTIÓN: enjuagarse la boca Consejos de prudencia (Eliminación) P501 Eliminar el contenido/recipiente en un punto de recogida de residuos especiales Componente peligroso que determina el etiquetado Etano-1,2-diol / Etilenglicol													
Pictogramas de peligro	Palabra de advertencia																							
	Atención																							
	Indicaciones de peligro H302 Nocivo en caso de ingestión H373 Provoca daños en los órganos (riñón) tras exposiciones prolongadas o repetidas Consejos de prudencia (Prevención) P260 No respirar la niebla/los vapores/el aerosol P264 Lavarse la piel con agua y jabón concienzudamente tras la manipulación P270 No comer, beber o fumar durante su utilización Consejos de prudencia (Respuesta) P312 Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico si la persona se encuentra mal P301+P330 EN CASO DE INGESTIÓN: enjuagarse la boca Consejos de prudencia (Eliminación) P501 Eliminar el contenido/recipiente en un punto de recogida de residuos especiales Componente peligroso que determina el etiquetado Etano-1,2-diol / Etilenglicol																							
SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes																								
<p>3.2. Mezclas Caracterización química: Etano-1,2-diol (etilenglicol) con inhibidores. Componentes peligrosos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sustancia / Número de registro REACH</th> <th>Contenido</th> <th>Número CAS</th> <th>Número CE</th> <th>Número ÍNDICE</th> <th>Clasificación según CLP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Etano-1,2-diol 01-2119456816-28</td> <td>> 90 %</td> <td>107-21-1</td> <td>203-473-3</td> <td>603-027-00-1</td> <td>Acute Tox.4, H302 STOT RE 2, H373</td> </tr> <tr> <td>Ácido 2-etilhexánoico 01-2119488942-23</td> <td>> 1 % - < 3 %</td> <td>149-57-5</td> <td>205-743-6</td> <td>607-230-00-6</td> <td>Repr. 2, H361d</td> </tr> </tbody> </table> <p>El texto completo de las abreviaturas está mencionado en la sección 16.</p>							Sustancia / Número de registro REACH	Contenido	Número CAS	Número CE	Número ÍNDICE	Clasificación según CLP	Etano-1,2-diol 01-2119456816-28	> 90 %	107-21-1	203-473-3	603-027-00-1	Acute Tox.4, H302 STOT RE 2, H373	Ácido 2-etilhexánoico 01-2119488942-23	> 1 % - < 3 %	149-57-5	205-743-6	607-230-00-6	Repr. 2, H361d
Sustancia / Número de registro REACH	Contenido	Número CAS	Número CE	Número ÍNDICE	Clasificación según CLP																			
Etano-1,2-diol 01-2119456816-28	> 90 %	107-21-1	203-473-3	603-027-00-1	Acute Tox.4, H302 STOT RE 2, H373																			
Ácido 2-etilhexánoico 01-2119488942-23	> 1 % - < 3 %	149-57-5	205-743-6	607-230-00-6	Repr. 2, H361d																			

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N°ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017	
Producto: TYFOCOR® GE Página 2/9	
SECCIÓN 4: Medidas de primeros auxilios	
4.1. Descripción de los primeros auxilios	
Indicaciones generales:	En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico. Si los síntomas persisten o en caso de duda, pedir consejo médico.
Protección de los socorristas:	Los socorristas de primeros auxilios deben prestar atención a la auto-protección y deben utilizar el equipo de protección personal recomendado cuando exista una posibilidad de exposición.
Tras inhalación:	Si se ha inhalado, transportarlo al aire fresco. Consultar un médico si los síntomas aparecen.
Tras contacto con la piel:	Lavar abundantemente con agua y jabón. Consultar un médico si los síntomas aparecen.
Tras contacto con los ojos:	Lavar los ojos a fondo durante 15 min. con agua corriente y los párpados abiertos. Consultar un médico si aparece y persiste una irritación.
Tras ingestión:	Enjuague inmediatamente la boca completamente con agua. Consultar un médico. NO provocar el vómito al menos de hacerlo bajo el control del personal médico. Suministrar 50 ml de etanol puro en concentración bebible.
4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados	
Los síntomas y efectos conocidos más importantes se describen en las secciones 2 y/o 11. Síntomas y efectos adicionales más importantes son desconocidos hasta ahora.	
4.3. Indicación de cualquier atención médica inmediata y de los tratamientos especiales que se requieran	
Tratamiento:	Tratamiento sintomático (descontaminación, funciones vitales).
SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios	
5.1. Medios de extinción	
Medios de extinción adecuados:	Agua pulverizada. Espuma resistente al alcohol. Extintor de polvo. Dióxido de carbono (CO ₂).
M. de extinción inadecuados:	ningunos conocidos.
5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla	
Peligros específicos en la lucha contra incendios:	La exposición a los productos de combustión puede ser un peligro para la salud.
Productos de combustión peligrosos: Óxidos de carbono.	
5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios	
Equipo de protección especial:	En caso de incendio, usar equipo de respiración autónomo. Utilícese equipo de protección individual.
Métodos específicos de extinción:	Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores. El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados. Retire los recipientes que no estén en peligro fuera del área de incendio si se puede hacer con seguridad.
SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental	
6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia	
Precauciones personales:	Utilizar ropa de protección personal. Seguir las recomendaciones del equipo de protección personal y los consejos de manipulación segura.
6.2. Precauciones relativas al medio ambiente	
La descarga en el ambiente debe ser evitada. Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. Impedir la propagación sobre las grandes zonas (p. ej. por contención o barreras de aceite). Retener y eliminar el agua contaminada. Las autoridades locales deben de ser informadas si los derrames importantes no pueden ser contenidos.	
6.3. Métodos y material de contención y de limpieza	
Métodos de limpieza:	Empapar con material absorbente inerte. Para los derrames de grandes cantidades, disponga un método de drenaje u otro método de conten-

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N° ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017 Producto: TYFOCOR® GE Página 3/9			
SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental - Continuación			
<p>ción apropiado para evitar que el material se disperse. Si el material contenido puede bombearse, deposite el material recuperado en un contenedor apropiado. Limpie los restos del material derramado con un absorbente adecuado. Es posible que se apliquen normativas locales o nacionales a la liberación y eliminación de este material, y a los materiales y elementos empleados en la limpieza de los escapes. Deberá determinar cuál es la normativa aplicable. Las secciones 13 y 15 proporcionan información sobre ciertos requisitos locales o nacionales.</p> <p>6.4. Referencia a otras secciones: Consulte las secciones 7, 8, 11, 12 y 13.</p>			
SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento			
7.1. Precauciones para una manipulación segura			
Medidas de orden técnico:	Consulte Disposiciones de ingeniería en la sección 8.		
Ventilación local/total:	Utilizar solamente con una buena ventilación.		
Consejos para una manipulación segura:	Evitar la inhalación de vapor o neblina. No lo trague. Evítase el contacto con los ojos. Evitar el contacto prolongado o repetido con la piel. Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. Después de extraer el producto se debe volver a cerrar inmediatamente el envase, debido a que el producto puede absorber la humedad del aire. Tenga cuidado para evitar derrames y residuos y minimizar la liberación al medio ambiente.		
Protección contra incendio/explosión:	Observar las normas generales de protección preventiva contra incendios en instalaciones industriales.		
Medidas de higiene:	No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. Lave la ropa contaminada antes de volver a usarla.		
7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades			
Exigencias técnicas para almacenes y recipientes:	Mantenga los envases bien cerrados en un lugar fresco, seco y bien ventilado. Almacenar conforme a las reglamentaciones nacionales particulares.		
Indicaciones para el almacenamiento conjunto:	No almacene con agentes oxidantes fuertes. Mantener lejos de alimentos, bebidas y piensos.		
7.3. Usos específicos finales			
Para los usos relevantes identificados según la sección 1 deben tenerse en cuenta las indicaciones mencionadas en esta sección 7.			
SECCIÓN 8: Controles de la exposición/protección individual			
8.1. Parámetros de control			
Componentes con valores límites de exposición en el lugar de trabajo			
Información sobre componente Etano-1,2-diol			
Fundamento jurídico	Tipo de valor	Parámetros de control	Otros datos
2000/39/CE	TWA STEL	52 mg/m ³ , 20 ppm 104 mg/m ³ , 40 ppm	Identifica la posibilidad de una absorción importante a través de la piel. Indicativo.
ES VLA	VLA-ED VLA-EC	52 mg/m ³ , 20 ppm 104 mg/m ³ , 40 ppm	Vía dérmica, agente químico para el que la U.E. estableció en su día un valor límite indicativo. Todos estos agentes químicos figuran al menos en una de las directivas de valores límite indicativos publicadas hasta ahora (ver Anexo C. Bibliografía). Los estados miembros disponen de un tiempo fijado en dichas directivas para su trasposición a los valores límites de cada país miembro. Una vez adoptados, estos valores tienen la misma validez que el resto de los valores adoptados por el país.

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N°ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017						
Producto: TYFOCOR® GE Página 4/9						
SECCIÓN 8: Controles de la exposición/protección individual - Continuación						
Valores DNEL - información sobre componente Etano-1,2-diol						
Uso final	Vías de exposición	Efectos potenciales sobre la salud	Valor			
Trabajadores	Inhalación	A largo plazo - efectos locales	35 mg/m ³			
Trabajadores	Contacto con la piel	A largo plazo - efectos sistémicos	106 mg/kg peso corporal/día			
Consumidores	Inhalación	A largo plazo - efectos locales	7 mg/m ³			
Consumidores	Contacto con la piel	A largo plazo - efectos sistémicos	53 mg/kg peso corporal/día			
Valores DNEL - información sobre componente Ácido 2-etilhexanoico						
Uso final	Vías de exposición	Efectos potenciales sobre la salud	Valor			
Trabajadores	Inhalación	A largo plazo - efectos sistémicos	14 mg/m ³			
Trabajadores	Contacto con la piel	A largo plazo - efectos sistémicos	2 mg/kg peso corporal/día			
Consumidores	Inhalación	A largo plazo - efectos sistémicos	3.5 mg/m ³			
Consumidores	Contacto con la piel	A largo plazo - efectos sistémicos	1 mg/kg peso corporal/día			
Consumidores	Ingestión	A largo plazo - efectos sistémicos	1 mg/kg peso corporal/día			
Valores PNEC - información sobre componente Etano-1,2-diol						
Agua dulce	Agua de mar	Agua (liberación intermitente)	Sedimento de agua dulce	Sedimento marino	Suelo	Planta de tratamiento de aguas residuales
10 mg/l	1 mg/l	10 mg/l	37 mg/kg	3.7 mg/kg	1.53 mg/kg	199.5 mg/l
Valores PNEC - información sobre componente Ácido 2-etilhexanoico						
Agua dulce	Agua de mar	Agua (liberación intermitente)	Sedimento de agua dulce	Sedimento marino	Suelo	Planta de tratamiento de aguas residuales
0.36 mg/l	0.036 mg/l	0.493 mg/l	6.37 mg/kg	0.637 mg/kg	1.06 mg/kg	71.7 mg/l
8.2. Controles de la exposición						
Disposiciones de ingeniería:		Asegurarse de una ventilación adecuada, especialmente en locales cerrados. Minimice las concentraciones de exposición del lugar de trabajo.				
Equipo de protección personal						
Protección de los ojos:		Gafas protectoras con protección lateral (gafas con montura, p.ej. EN 166)				
Protección de las manos:		Guantes de protección resistentes a productos químicos (EN 374). Material: caucho butílico. Índice de protección: 6. Tiempo de penetración: >480 min. Espesor del guante: 0.6 - 0.8 mm. Observaciones: Elegir los guantes de protección teniendo en cuenta la cantidad y la concentración de las sustancias peligrosas que se va a manejar en el lugar de trabajo. Se recomienda aclarar con el fabricante de los guantes protectores arriba mencionados si éstos tienen la resistencia necesaria para aplicaciones con sustancias químicas especiales. Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.				
Protección de la piel/del cuerpo:		Lavar la piel después de todo contacto con el producto.				
Protección de las vías respiratorias:		Utilice protección respiratoria a menos que exista una ventilación de escape adecuada o a menos que la evaluación de la exposición indique que el nivel de exposición está dentro de las pautas recomendadas. Filtro tipo: Tipo de vapor orgánico (A).				
SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas						
9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas						
Aspecto:		líquido.				
Color:		verde.				
Olor:		casi inodoro.				
Umbral olfativo:		Sin datos disponibles.				
Valor pH (20 °C):		8.4 - 8.7. (ASTM D 1287)				
Temperatura de solidificación:		<-18 °C. (DIN ISO 3016)				
Punto/intervalo de ebullición:		>170 °C. (ASTM D 1120)				
Punto de inflamación:		>110 °C. (DIN EN 22719, ISO 2719)				
Tasa de evaporación:		Sin datos disponibles.				

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N° ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017	
Producto: TYFOCOR® GE Página 5/9	
SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas	
Inflamabilidad (sólido, gas):	no aplicable.
Límite de explosión superior:	15.0 % vol. (Inform. sobre Etilenglicol)
Límite de explosión inferior:	3.2 % vol. (Inform. sobre Etilenglicol)
Presión de vapor (20 °C):	ca. 0.2 hPa. (calculada)
Densidad del vapor:	Sin datos disponibles.
Densidad (20 °C):	ca. 1.10 - 1.13 g/cm ³ . (DIN 51757)
Solubilidad:	Solubilidad en agua: soluble.
Coefficiente de reparto n-octanol/H ₂ O: log P _{ow} :	-1.93. (Inform. sobre Etilenglicol)
Temperatura de autoinflamación:	Sin datos disponibles.
Temperatura de descomposición:	Sin datos disponibles.
Viscosidad (cinemática, 20 °C):	24 - 28 mm ² /s. (DIN 51562)
Propiedades explosivas:	no explosivo.
Propiedades comburentes:	no oxidante.
9.2. Información adicional	
Higroscopicidad:	higroscópico.
SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad	
10.1. Reactividad:	Ninguna reacción peligrosa, si se tienen en consideración las normas/indicaciones sobre almacenamiento y manipulación. Corrosión metal: No es corrosivo para metales.
10.2. Estabilidad química:	El producto es estable si se tienen en consideración las normas/indicaciones sobre almacenamiento y manipulación.
10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas:	Ninguna reacción peligrosa, si se tienen en consideración las normas/indicaciones sobre almacenamiento y manipulación.
10.4. Condiciones que deben evitarse:	Ninguna condición a evitar.
10.5. Materiales incompatibles:	Sustancias a evitar: fuertes agentes oxidantes.
10.6. Productos de descomposición peligrosos:	No se presentan productos peligrosos de descomposición si se tienen en consideración las normas/indicaciones sobre almacenamiento y manipulación.
SECCIÓN 11: Información toxicológica	
11.1. Información sobre los efectos toxicológicos	
Información sobre posibles vías de exposición:	Inhalación. Contacto con la piel. Ingestión. Contacto con los ojos.
Toxicidad aguda:	Nocivo en caso de ingestión. Inform. sobre el producto: Toxicidad oral aguda: ATE: 535.86 mg/kg, método: método de cálculo. Información sobre componente Etano-1,2-diol: Toxicidad oral aguda: ATE: 500 mg/kg, método: juicio de expertos. Observaciones: Basado en la clasificación armonizada del Regl. (CE) N° 1272/2008, Anexo VI. Toxicidad aguda por inhalación: CL50 (Rata): >2.5 mg/l, tiempo de exposición: 4 horas. Valoración: La sustancia no presenta toxicidad aguda por inhalación. Tox. cutánea aguda: DL50 (Ratón): >3500 mg/kg. Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: Toxicidad oral aguda: DL50 (Rata): 2043 mg/kg. Toxicidad cutánea aguda: DL50 (Rata): >2000 mg/kg, método: directrices de ensayo 402 de la OCDE. Valoración: La sustancia no presenta toxicidad cutánea aguda.
Corrosión o irritación cutáneas:	No está clasificado en base a la información disponible. Información sobre componente Etano-1,2-diol: No irrita la piel (Conejo). Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: No irrita la piel (Conejo), método: directrices de ensayo 404 de la OCDE.
Lesiones o irritación ocular graves:	No está clasificado en base a la información disponible. Información sobre componente Etano-1,2-diol: No irrita los ojos (Conejo). Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: No irrita los ojos (Conejo), método: directrices de ensayo 405 de la OCDE.

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N° ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017 Producto: TYFOCOR® GE Página 6/9		
SECCIÓN 11: Información toxicológica - Continuación		
Sensibilización respiratoria o cutánea:	Sensibilización cutánea: No está clasificado en base a la información disponible. Sensibilización respiratoria: No está clasificado en base a la información disponible.	
Mutagenicidad en células germinales:	Información sobre componente Etano-1,2-diol: Contacto con la piel: no sensibilizante (Conejillo de Indias, Prueba de Maximización (GPMT)). Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: Contacto con la piel: no sensibilizante (Conej. de Indias, Pr. de Maximización (GPMT)). No está clasificado en base a la información disponible.	
Carcinogenicidad:	Información sobre componente Etano-1,2-diol: Genotoxicidad in vitro: no mutagénico (Bacterias, AMES Test), mét.: dir. de ens. 471 de la OCDE. Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: Genotoxicidad in vitro: no mutagénico (Bacterias, AMES Test), método: directr. de ensayo 471 de la OCDE. Genotoxicidad in vivo: no mutagénico (Ratón, prueba de micronúcleos de eritrocitos de mamíferos (ensayo citogenético in vivo)), vía de aplicación: ingestión, método: directr. de ensayo 475 de la OCDE. No está clasificado en base a la información disponible.	
Toxicidad para la reproducción:	Información sobre componente Etano-1,2-diol: no carcinógeno (Ratón), vía de aplicación: ingestión, tiempo de exposición: 2 años. No está clasificado en base a la información disponible.	
Toxicidad específica en determinados órganos (exp. única):	Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: Efectos en la fertilidad: negativo (Rata, fertilidad, desarrollo embrionario temprano), vía de aplicación: ingestión. Efectos en el desarrollo fetal: positivo (Rata, desarrollo embrionario y fetal), vía de aplicación: ingestión. Toxicidad para la reproducción - Valoración: Cierta evidencia de efectos adversos en el desarrollo, basado en experimentos con animals. No está clasificado en base a la información disponible.	
Toxicidad específica en determinados órganos (exp. repetida):	No está clasificado en base a la información disponible.	
Toxicidad por dosis repetidas:	Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. Información sobre componente Etano-1,2-diol: Órganos diana: Riñón. Valoración: Se ha demostrado que produce efectos significativos en la salud de los animales en concentraciones de >10-100 mg/kg de peso corporal, vía de exposición: ingestión.	
Toxicidad por aspiración:	Información sobre componente Etano-1,2-diol: NOAEL (Rata): 150 mg/kg, vía de aplicación: ingestión, tiempo de exposición: 2 años. NOAEL (Perro): 2200-4400 mg/kg, vía de aplicación: contacto con la piel, tiempo de exposición: 4 semanas, método: directrices de ensayo 410 de la OCDE. Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: NOAEL (Rata): 300 mg/kg, vía de aplicación: ingestión, tiempo de exposición: 91-93 días. No está clasificado en base a la información disponible.	
Otras indicaciones:	Información sobre componente Etano-1,2-diol: Datos experimentales/calculados: Dosis letal media: 1.2-1.5 g/kg, por ingestión, adultos. Los síntomas/diagnósticos/resultados clínicos mencionados pueden aparecer tras la ingesta de pequeñas dosis.	
Posibles efectos	Síntomas	Espacio de tiempo
sobre el sistema nervioso central (SNC) y el tracto gastrointestinal	Náuseas, vómitos, mareos, inhibición de reflejos, convulsiones epileptiformes, convulsiones, coma, paro respiratorio, colapso circulatorio	30 min - 12 h
sobre el corazón y la función pulmonar	Aceleración del pulso y de la respiración, presión arterial elevada, posiblemente alteraciones inflamatorias de la mucosa, edema pulmonar, insuficiencia cardíaca congestiva	12 - 24 h
Daño renal	Oliguria a anuria, degeneración del tejido renal con depósitos de cristales de oxalato	24 - 72 h
Degeneración del SNC	Parálisis facial doble, pupilas desiguales, visión borrosa, dificultad para tragar, hiperreflexia, incoordinación, edema cerebral, depósitos de oxalato de calcio en el cerebro	6 - 14 d

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N°ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017		
Producto: TYFOCOR® GE		Página 7/9
SECCIÓN 12: Información ecológica		
12.1. Toxicidad		
Información sobre componente Etano-1,2-diol		
Toxicidad para	Valor / tiempo de exposición	Especie
los peces	CL50: 72860 mg/l / 96 h NOEC: 15380 mg/l / 7 d	Pimephales promelas (Piscardo de cabeza gorda)
las dafnias y otros invertebrados acuáticos	CE50: >100 mg/l / 48 h NOEC: 8590 mg/l / 7 d	Daphnia magna (Pulga de mar grande) Ceriodaphnia dubia (Pulga de agua)
las algas	CE50: 6500 - 13000 mg/l / 96 h	Pseudokirchneriella subcapitata (Alga verde)
Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico		
Toxicidad para	Valor / tiempo de exposición	Especie
los peces	LC50: 180 mg/l / 96 h	Oncorhynchus mykiss (Trucha arco iris)
las dafnias y otros invertebrados acuáticos	CE50: 106 mg/l / 48 h NOEC: 25 mg/l / 21 d	Daphnia magna (Pulga de mar grande) Método: dir. de ensayo 211 de la OCDE
las algas	CE50: 49.3 mg/l / 72 h	Desmodesmus subspicatus (Alga verde)
las bacterias	CE50: 112.1 mg/l / 17 h	Pseudomonas putida
12.2. Persistencia y degradabilidad:	Información sobre componente Etano-1,2-diol: Biodegradabilidad: Biodegradación: 90 - 100 % (10 d), método: Directrices de ensayo 301 A de la OCDE. Resultado: fácilmente biodegradable. Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: Biodegradabilidad: Biodegradación: 99 % (28 d), método: directrices de ensayo 301 E de la OCDE. Resultado: fácilmente biodegradable.	
12.3. Potencial de bioacumulación:	Información sobre componente Etano-1,2-diol: Bioacumulación: Factor de bioconcentración (FBC): 10. Coeficiente de reparto n-octanol/H ₂ O: log P _{ow} : -1.93. Información sobre componente Ácido 2-etilhexánoico: Coeficiente de reparto n-octanol/H ₂ O: log P _{ow} : 2.7.	
12.4. Movilidad en el suelo:	Sin datos disponibles.	
12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB:	El producto no contiene ninguna sustancia que cumpla con los criterios PBT (persistente/bioacumulable/tóxico) ni con los criterios mPmB (muy persistente/muy bioacumulable).	
12.6. Otros efectos adversos:	Sin datos disponibles.	
12.7. Indicaciones adicionales:	Ningunas indicaciones adicionales.	
SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación		
13.1. Métodos para el tratamiento de residuos		
Producto:	Eliminar, observando las normas locales en vigor. Según el Catálogo Europeo de Residuos (CER), los códigos de residuos no son específico al producto, pero específico a la aplicación. Los códigos de residuos deben ser atribuidos por el usuario, si es posible de acuerdo con las autoridades de eliminación de residuos.	
Envases contaminados:	Eliminar como el producto. Los contenedores vacíos deben ser llevados a un sitio de manejo aprobado para desechos, para el reciclado o eliminación.	

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N° ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017				
Producto: TYFOCOR® GE Página 8/9				
SECCIÓN 14: Información relativa al transporte				
	ADR/ RID	ADN	IMDG	IATA/ ICAO
	Mercancía no peligrosa según los criterios de la reglamentación del transporte			
14.1. Número ONU	-	-	-	-
14.2. Designación oficial de transporte de las NN. UU.	-	-	-	-
14.3. Clases de peligro para el transporte	-	-	-	-
14.4. Grupo de embalaje	-	-	-	-
14.5. Peligros para el medio ambiente	-	-	-	-
14.6. Precauciones particulares para el usuario	-	-	-	-
14.7. Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio MARPOL 73/78 y del Código IBC				
No evaluado.				
SECCIÓN 15: Información reglamentaria				
15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla				
Fundamento jurídico	Observación / Valoración			
Reglamento (CE) N° 649/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos	No aplicable			
REACH - Lista de sustancias candidatas que suscitan especial preocupación para su autorización (artículo 59)	No aplicable			
Reglamento (CE) N° 1005/2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono	No aplicable			
Reglamento (CE) N° 850/2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes	No aplicable			
Seveso III - Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas	No aplicable			
Otras reglamentaciones				
Tomar nota de la Directiva 94/33/CEE sobre la protección laboral de los jóvenes.				
15.2. Evaluación de la seguridad química				
No se ha realizado una valoración de la seguridad química del producto.				
SECCIÓN 16: Otra información				
I Texto completo de las abreviaturas de las clasificaciones y Declaraciones-H utilizadas en las secciones 2 y 3				
Acute Tox. 4	Toxicidad aguda. Categoría 4			
STOT RE 2	Toxicidad específica en determinados órganos (exposición repetida), Categoría 2			
Repr. 2	Toxicidad para la reproducción, Categoría 2			
H302	Nocivo en caso de ingestión			
H373	Provoca daños en los órganos (riñón) tras exposiciones prolongadas o repetidas			
H361d	Se sospecha que daña al feto			
I Otras abreviaturas utilizadas en la ficha de datos de seguridad en orden alfabético				
ADN	Acuerdo europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables			
ADR	Acuerdo europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera			
ASTM	American Society for Testing and Materials			
ATE	Estimación de la toxicidad aguda			
Número CAS	Número del Chemical Abstracts Service			
Número CE	Número EINECS (Catálogo europeo de sustancias químicas comercializadas en la Comunidad), o número ELINCS (Lista europea de sustancias químicas)			

TYFOROP Ficha de Datos de Seguridad Versión: 3.1, N°ID: 2100-g-01_ES-ES Fecha de revisión: 01.05.2017	
Producto: TYFOCOR® GE Página 9/9	
SECCIÓN 16: Otra información - Continuación	
CE50	micas notificadas)
CLP	Concentración efectiva media
CL50	Reglamento (CE) N° 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas químicas
DIN	Concentración letal media
DL50	Instituto alemán de normalización/norma de la industria alemana
DNEL	Dosis letal media
ES VLA	Nivel de exposición sin efecto derivado
ES VLA-EC	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos- Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
ES VLA-ED	Valor Límite Ambiental - exposición a corta duración
IATA	Valor Límite Ambiental - exposición diaria
IBC	International Air Transport Association
ICAO	International Bulk Chemicals
IMDG	Organización de Aviación Civil Internacional
Número ÍNDICE	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
ISO	Código de identificación de las sustancias peligrosas, Anexo VI del Reglamento (CE) N° 1272/2008
MARPOL	Organización Internacional de Normalización/Norma Internacional
NOAEL	Convención internacional para la prevención de la contaminación marina por los buques
NOEC	Nivel de exposición sin efectos adversos observados
OCDE	Concentración sin efecto adverso observado
PNEC	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
REACH	Concentración prevista sin efecto
RID	Reglamento (CE) N° 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias químicas
2000/39/CE	Acuerdo internacional relativo al transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril
2000/39/CE STEL	Directiva (CE) N° 2000/39 de la Comisión por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos
2000/39/CE TWA	Límite de exposición de corta duración - 15 minutos
	Valores límite - 8 horas
Información adicional	
Fuentes de los principales datos utilizados para elaborar la ficha de datos de seguridad: Datos técnicos internos, datos de las FDS de los componentes, resultados de búsqueda de la OCDE eChem Portal y de la Agencia Europea de Productos Químicos [ECHA].	
Fecha de revisión:	01.05.2017
Fecha de la versión anterior:	01.06.2015
Las variaciones respecto a la versión anterior están indicadas mediante líneas verticales situadas en el margen izquierdo.	
La información proporcionada en esta ficha de datos de seguridad (FDS) ha sido realizada con el mayor cuidado y refleja nuestros conocimientos en la materia en la fecha de publicación. Esta información sirve de pauta solamente para la manipulación segura, el uso, la elaboración, el almacenamiento, el transporte, la eliminación y los vertidos y no se puede considerar como garantía o norma de calidad de cualquier tipo. La información proporcionada se relaciona solamente con el producto específico identificado en la parte superior de esta FDS y puede que no sea válida cuando el producto de la FDS se utilice junto con cualquier otro material o proceso, a no ser que se especifique en el texto. Los usuarios del producto deben revisar la información y las recomendaciones en el contexto específico en el que se vaya a manipular, utilizar, elaborar y almacenar, incluso deben realizar una evaluación acerca de la idoneidad del producto de la FDS en el producto final del usuario, si procede.	

Pioneering for You

wilo

Wilo-VeroLine-IP-E Wilo-VeroTwin-DP-E



- es Instrucciones de instalación y funcionamiento
- it Istruzioni di montaggio, uso e manutenzione
- pt Manual de Instalação e funcionamento
- da Monterings- og driftsvejledning

2 144 991-Ed.01 / 2015-05-Wilo

2.6 Instrucciones de seguridad para la instalación y el mantenimiento

El operador deberá asegurarse de que todas las tareas de instalación y mantenimiento son efectuadas por personal autorizado y cualificado, y de que dicho personal ha estudiado detenidamente las instrucciones para obtener la suficiente información necesaria.

Las tareas relacionadas con el producto o la instalación deberán realizarse únicamente con el producto o la instalación desconectados. Es imprescindible que siga estrictamente el procedimiento descrito en las instrucciones de instalación y funcionamiento para realizar la parada del producto o de la instalación.

Inmediatamente después de finalizar dichas tareas deberán colocarse de nuevo o ponerse en funcionamiento todos los dispositivos de seguridad y protección.

2.7 Modificaciones del material y utilización de repuestos no autorizados

Las modificaciones del material y la utilización de repuestos no autorizados ponen en peligro la seguridad del producto/personal, y las explicaciones sobre la seguridad mencionadas pierden su vigencia.

Solo se permite modificar el producto con la aprobación con el fabricante. El uso de repuestos originales y accesorios autorizados por el fabricante garantiza la seguridad del producto. No se garantiza responsabilidad alguna por las consecuencias en caso de utilizar piezas de otro tipo.

2.8 Modos de utilización no permitidos

La fiabilidad del producto suministrado solo se puede garantizar si se respeta el uso previsto conforme al capítulo 4 de las instrucciones de funcionamiento. Asimismo, los valores límite indicados en el catálogo o la ficha técnica no deberán sobrepasarse ni por exceso ni por defecto.

3 Transporte y almacenamiento

3.1 Envío

En fábrica, la bomba se embala en cartón o se asegura en el palé y se suministra protegida contra el polvo y la humedad.

Inspección tras el transporte

Al recibir la bomba, compruebe inmediatamente si se han producido daños durante el transporte. Si constata que se han producido daños durante el transporte, siga los pasos pertinentes dentro de los plazos previstos por la agencia de transportes.

Almacenamiento

Hasta efectuar la instalación, la bomba debe almacenarse en un lugar seco, protegido de las heladas y de posibles daños mecánicos.



¡ATENCIÓN! ¡Peligro de daños por embalaje incorrecto!
Si la bomba vuelve a transportarse, esta debe embalarsse de forma segura para evitar daños durante el transporte.

- Para ello, conserve el embalaje original o utilice uno equivalente.

3.2 Transporte con fines de montaje/desmontaje

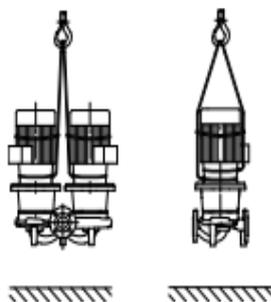


Fig. 7: Transporte de la bomba



¡ADVERTENCIA! ¡Peligro de lesiones!
El transporte inadecuado de la bomba puede causar lesiones.

- El transporte de la bomba deberá efectuarse con medios de suspensión de cargas autorizados (p. ej., polipasto, grúa, etc.). Deben fijarse a las bridas de la bomba y, en caso necesario, al diámetro exterior del motor (es necesario un dispositivo de seguridad contra deslizamientos).
- Para elevarla con una grúa, rodee la bomba con unas correas apropiadas, tal y como se muestra en la figura. Coloque la bomba en los bucles de la correa, que se aprietan con el propio peso de la bomba.
- En este caso, las argollas de transporte del motor solo sirven como guía durante la suspensión de la carga (fig. 7).
- Las argollas de transporte del motor sirven solo para el transporte del motor, no para el transporte de toda la bomba (fig. 8).

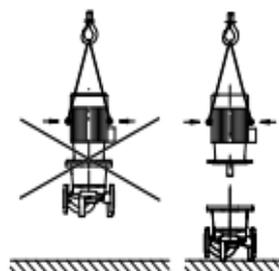


Fig. 8: Transporte del motor



¡PELIGRO! ¡Peligro de muerte!

La bomba o partes de la misma pueden tener un peso propio elevado. La caída de piezas puede producir cortes, magulladuras, contusiones o golpes que pueden provocar incluso la muerte.

- Emplee siempre medios de elevación apropiados y asegure las piezas para que no se caigan.
- No se sitúe nunca debajo de cargas suspendidas.
- Antes de iniciar el almacenamiento y el transporte, así como cualquier otra tarea de instalación y montaje, compruebe que la ubicación y la posición de la bomba sean seguras.

4 Aplicaciones

Aplicación

Las bombas de rotor seco de la serie IP-E (simple inline) y DL-E (doble inline) son bombas circuladoras aplicables en la edificación.

Campos de aplicación

Se pueden utilizar en:

- Sistemas de calefacción de agua caliente
- Circuitos de refrigeración y de agua fría
- Sistemas de circulación industriales
- Circuitos portadores de calor

Contraindicaciones

Las bombas se han diseñado exclusivamente para una instalación y un funcionamiento en espacios cerrados. El lugar de montaje debe ser un espacio técnico dentro del edificio donde haya otras instalaciones de tecnología doméstica. No está prevista la instalación del aparato directamente en espacios con otros usos (habitaciones y lugares de trabajo). Uso no admisible:

- Instalación en el exterior y funcionamiento al aire libre



¡ATENCIÓN! ¡Peligro de daños materiales!

La presencia de sustancias no permitidas en el fluido puede dañar la bomba. Los sólidos abrasivos (p. ej., la arena) aumentan el desgaste de la bomba.

Las bombas sin homologación para uso en zonas explosivas no son aptas para utilizarse en áreas con riesgo de explosión.

- El cumplimiento de estas instrucciones también forma parte del uso previsto.
- Todo uso que no figure en las mismas se considerará como no previsto.

5 Especificaciones del producto

5.1 Código

El código se compone de los siguientes elementos:

Ejemplo:	IP-E 40/160-4/2-xx DP-E 40/160-4/2-xx
IP	Bomba embridada como bomba simple Inline
DP	Bomba embridada como bomba Doble Inline
-E	Con módulo Electrónico para regulación electrónica de la velocidad
40	Diámetro nominal DN de la conexión embridada [mm].
160	Diámetro del rodete [mm]
4	Potencia nominal del motor P ₂ [kW]
2	Nº de polos del motor
xx	Variante: p. ej., R1 – sin sonda de presión diferencial

5.2 Datos técnicos

Característica IP-E/DP-E	Valor	Observaciones
Rango de velocidades	750 - 2900 min ⁻¹	
Diámetros nominales DN	32/40/50/65/80 mm	
Conexiones de tubería	Bridas PN 16	EN 1092-2
Temperatura del fluido mín./máx. admisible	-20 °C a +120 °C	Según el medio
Temperatura ambiente mín./máx.	De 0 a +40 °C	Temperaturas ambiente más bajas o más altas a petición
Temperatura de almacenado mín./máx.	-20 °C a +60 °C	
Presión de trabajo máx. admisible	10 bar	
Clase de aislamiento	F	
Tipo de protección	IP 55	
Compatibilidad electromagnética		
Emisión de interferencias según	EN 61800-3	Vivienda
Resistencia a interferencias según	EN 61800-3	Industria
Nivel de presión acústica ¹⁾	L _{pA, 1m} < 71 dB(A) | ref. 20 µPa	Según el tipo de bomba
Fluidos admisibles ²⁾	Agua de calefacción conforme a VDI 2035 Agua de refrigeración/fría Mezcla de agua/glicol hasta 40 % vol. Aceite térmico Otros fluidos	Ejecución estándar Ejecución estándar Ejecución estándar Solo con ejecución especial Solo con ejecución especial
Conexión eléctrica	3-380 V -5%/+10 %, 50/60 Hz 3-400 V ±10 %, 50/60 Hz 3-440 V ±10 %, 50/60 Hz	Tipos de redes admisibles: TN, TT
Círculo eléctrico interno	PELV, separación galvánica	
Regulación de la velocidad	Convertidor de frecuencia integrado	
Humedad atmosférica relativa		
- a T _{ambiente} = 30 °C	< 90 %, sin condensación	
- a T _{ambiente} = 40 °C	< 60 %, sin condensación	

¹⁾ Valor medio del nivel de presión acústica en un espacio cuadrado a 1 m de distancia de la superficie de la bomba según DIN EN ISO 3744.

²⁾ Encontrará más información sobre fluidos permitidos en el párrafo "Fluidos" de la página siguiente.

Tab. 1: Datos técnicos

Fluidos

Si se utilizan mezclas de agua/glicol (o fluidos con una viscosidad diferente a la del agua pura), aumenta el consumo de potencia de la bomba. Utilice solo mezclas con inhibidores de corrosión. Tenga en cuenta las indicaciones del fabricante correspondientes.

- El fluido de impulsión no debe contener sedimentos.
- Antes de utilizar otros fluidos, es necesaria la autorización de Wilo.
- Las mezclas con un contenido de glicol > 10 % influyen en la curva característica Δp-v y en el cálculo del caudal.
- En instalaciones según el estado actual de la técnica y en condiciones normales puede contarse con la compatibilidad del elemento de obturación o el cierre mecánico estándar con el fluido. Las condiciones especiales (p. ej. presencia de sólidos, aceites o sustancias nocivas para EPDM en el fluido, proporciones de aire en el sistema y similares) pueden requerir juntas especiales.



INDICACIÓN:

El valor del caudal indicado en la pantalla del monitor IR/stick IR o transmitido al edificio inteligente no debe emplearse para la regulación de la bomba. Este valor solo refleja la tendencia.

No todos los tipos de bomba emiten un valor de caudal.



INDICACIÓN:

Es imprescindible tener en cuenta la hoja de datos de seguridad del fluido en cuestión.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1. Condiciones generales

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la construcción de un colector solar asfáltico constituye un conjunto de condiciones que, junto con las generales definidas en el “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes”, PG-3, habrán de regir el desarrollo de las unidades de obra que intervienen en este proyecto de colector solar asfáltico en aparcamiento para vehículos ligeros.

1.1. Objeto y campo de aplicación

El pliego de condiciones constituye el conjunto de especificaciones, condiciones y requisitos técnicos que, junto a lo incluido en los documentos Memoria, Planos y Presupuesto de este estudio, definen completamente el colector solar asfáltico de un aparcamiento para vehículos ligeros.

La presente documentación no pretende recoger todos los elementos necesarios durante la ejecución de la obra. Es responsabilidad del Contratista que los mismos posean la calidad mínima exigible y cumplan con la normativa aplicable. Todas las unidades, materiales, trabajos o servicios no incluidos en este pliego y que sean necesarios para el adecuado desarrollo de la obra, habrán de ser incluidos por el Contratista.

A la hora de la presentación de ofertas, estas se ceñirán estrictamente al presente Estudio. En determinados supuestos se podrán presentar variantes técnicas o soluciones diferentes a las exigidas en el Estudio, pero tendrán que estar suficientemente justificadas, no pudiendo implicar una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas.

Si aparecieran marcas comerciales a lo largo del documento del Estudio, esto tendría como único objetivo representar el nivel de calidad deseado, tamaño o principales características a cumplir por parte de los equipos. Tomando esto como base, el ofertante podrá proponer otros materiales o equipos, siempre y cuando cumplan con los requisitos técnicos especificados.

1.2. Alcance de la obra

Se denomina Propiedad a la persona, empresa o entidad que contrata la obra y que, por tanto, encarga y financia su ejecución.

Se denomina Dirección de Obra o Dirección Facultativa a la persona o empresa que dirige la ejecución de la obra por encargo de la Propiedad, contando con la autoridad para resolver las cuestiones técnicas. La Dirección de Obra trasladará a la Propiedad los acontecimientos relevantes que sucedan en la obra, y será la encargada de comunicar al Contratista las decisiones adoptadas.

Se denomina Contratista a la persona o empresa adjudicataria de la ejecución de la obra en su totalidad o una parte de la misma y que, por tanto, se responsabiliza de todo lo realizado en ese ámbito. Incluso en el caso de que el Contratista delegue o contrate la ejecución de la obra o una parte de la misma a un tercero (otro Contratista, o Instalador), la responsabilidad seguirá siendo suya de cara a la Propiedad y la Dirección de Obra.

El Contratista se dirigirá exclusivamente a la Dirección de Obra para plantear todas las cuestiones técnicas y económicas que considere oportuno en la obra, siendo de responsabilidad de la Dirección de Obra aquellos aspectos que considere oportuno a la Propiedad.

Se denomina Instalador a aquella persona o empresa que ejecuta, efectivamente, alguna instalación. La figura del Contratista y la del instalador podrán coincidir. Las empresas instaladoras, salvo cuando coincidan con la figura del Contratista, tendrán únicamente relación con este. De cara a la Propiedad, la responsabilidad sobre los trabajos ejecutados será del Contratista.

El Contratista con su oferta incluirá un Organigrama designando para las distintas funciones el personal que compromete en la realización de los trabajos, incluyendo como mínimo las funciones que más adelante se indican con independencia de que en función del tamaño de la obra puedan ser asumidas varias de ellas por una misma persona.

El Contratista antes de que se inicien las obras comunicará por escrito el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las obras para representarle como "Delegado de Obra", según lo dispuesto en el pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado y Pliegos de Licitación.

Este representante con plena dedicación a la obra tendrá la titulación adecuada y la experiencia profesional suficiente a juicio de la Dirección de Obra.

El Contratista comunicará el nombre del Jefe de Seguridad y Salud responsable de las mismas.

El Contratista deberá disponer del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los planos, para elaborar los planos de detalle, para ejecutar los replanteos que le correspondan, y para la ejecución de la obra de acuerdo con las normas establecidas en todos los documentos del Proyecto.

El Contratista deberá prestar el máximo cuidado en la selección del personal que emplee. La Dirección Técnica y el Coordinador en materia de Seguridad y Salud podrán exigir la retirada de la obra del empleado u operario del Contratista que incurra en insubordinación, falta de respeto a ellos o a sus subalternos, realice actos que comprometan la buena marcha o calidad de los trabajos, o que incumpla reiteradamente las normas de seguridad.

El Contratista deberá entregar a la Dirección Técnica y al Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando éstos lo soliciten, la relación del personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales y tajos.

Será cometido de la/s empresa/s instaladora/s el suministro de todo el equipo, materiales, servicios y mano de obra así como de la ejecución de todas las operaciones necesarias para llevar a término cada una de las instalaciones por ella/s acometida/s.

El Proyecto se ejecutará tal como se ha descrito en la memoria, se ha representado en los Planos y se ha relacionado en el Presupuesto, atendándose a las normas, reglamentos y especificaciones vigentes.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos Planos o condiciones se solicitará permiso al Director de Obra. Igualmente, la sustitución por otros de los elementos especificados en el Proyecto y oferta deberá ser aprobada por el Director de Obra.

La ejecución debe adecuarse a lo exigido en el documento Proyecto. En el caso de que el Director de Obra estime que la ejecución no es buena, el Contratista está en la obligación de rehacer los trabajos sin derecho a indemnización alguna.

Los Planos del proyecto deberán indicar la situación real o muy aproximada de los diferentes elementos de la instalación. Sin embargo, la situación se fijará siempre en el replanteo.

El Director de Obra podrá exigir un planning de trabajo en el que se señalen los ritmos de ejecución de las unidades principales de obra. El contratista deberá cumplir dichas fechas intermedias, sufriendo el mismo tipo de penalización que tendría en caso de demora de finalización de la obra.

Esto ocurrirá siempre que el retraso corresponda únicamente a su responsabilidad y no al retraso de otros elementos de la obra. Para evitar esto último, será necesaria la adecuada coordinación de los trabajos por parte del Director de Obra.

2 Consideraciones previas a la ejecución de las obras

2.1 Examen de las propiedades afectadas por las obras

Es obligación del Contratista la recopilación de información apropiada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si pueden ser afectadas por las mismas, o causa de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra de acuerdo con los propietarios establecerá el método de recopilación de la información sobre el estado de las propiedades y las necesidades de empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista presentará al Director de Obra un informe debidamente documentado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos.

2.2 Servicios públicos afectados

La situación de los servicios y propiedades que se indican en los planos ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía sobre la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios y propiedades que no hayan podido ser detectados.

El Contratista consultará a los afectados antes del comienzo de los trabajos sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños.

El Contratista tomará medidas para el desvío o retirada de servicios que puedan exigir su propia conveniencia o el método constructivo. En este caso requerirá previamente la aprobación del afectado y del Director de Obra. Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto el Contratista lo notificará inmediatamente por escrito al Director de Obra.

El programa de trabajo aprobado y en vigor suministra al Director de Obra la información necesaria para organizar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto en el momento adecuado para la realización de las obras.

2.3 Vallado de terrenos y accesos provisionales a propiedades

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos procederá a su vallado si así estuviera previsto en el Proyecto o lo exigiese la Dirección de Obra. El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que se terminen las obras en la zona afectada.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados y proveerá un acceso alternativo.

Posteriormente ejecutará los accesos provisionales que determine el Director de Obra a las propiedades adyacentes cuyo acceso sea afectado por los trabajos o vallados provisionales, los cuales no serán objeto de abono independiente, y, por tanto, son por cuenta del Contratista.

3 Recepción, almacenamiento y conservación de materiales

Todos los materiales han de ser adecuados al fin a que se destinen y habiéndose tenido en cuenta en las bases de precios y formación de presupuestos, se entiende que serán de la mejor calidad en su clase de entre los existentes en el mercado.

Por ello, y aunque por sus características particulares o menor importancia relativa no hayan merecido ser objeto de definición más explícita, su utilización quedará condicionada a la aprobación del Ingeniero Director, quien podrá determinar las pruebas o ensayos de recepción que están adecuados al efecto.

En todo caso los materiales serán de igual o mejor calidad que la que pudiera deducirse de su procedencia, valoración o características, citadas en algún documento del Proyecto, se sujetarán a normas oficiales o criterios de buena fabricación del ramo, y el Ingeniero Director podrá exigir su suministro por firma que ofrezca las adecuadas garantías.

El Contratista irá almacenando en un lugar establecido de antemano todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

Los embalajes de componentes pesados o voluminosos dispondrán de los refuerzos de protección y elementos de enganche adecuados para facilitar la seguridad en operaciones de carga y descarga. Externamente al embalaje, y en lugar visible, se colocarán etiquetas que indique inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada a la obra se comprobará que las características técnicas de todos los materiales se corresponden con las especificadas en el proyecto.

La Dirección de Obra fijará el tipo, la cantidad y el momento de realización de los ensayos sobre los materiales que permiten asegurar la calidad de estos.

Los materiales y equipos a instalar se protegerán durante el período de construcción, con el fin de evitar los daños que les pudiera ocasionar el agua, polvo o sustancias químicas.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos durante el período de construcción, con el fin de evitar los daños que les pudiera ocasionar el agua, polvo o sustancias químicas.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidas durante su transporte, almacenamiento, montaje y unión final. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades.

Los extremos abiertos de los tubos se limpiarán por completo antes de su instalación. La Dirección de Obra se reserva el derecho a eliminar cualquier material que, por conservación inadecuada, juzgase defectuoso.

Se tendrá especial cuidado con materiales frágiles y delicados, como aislantes, aparatos de control y medida, etc., que deberán quedar especialmente protegidos.

4 Calidad de los materiales y equipos empleados en la obra

Todos los materiales utilizados en obra procederán de constructores o fabricantes de reconocida solvencia. El Contratista presentará cuantas especificaciones se requieran para comprobar la bondad de estos materiales.

Todo material sometido a reglamentación o especificación reglamentaria alguna deberá estar convenientemente homologado por las entidades oficiales correspondientes.

Todos los materiales que lo requieran deberán llevar grabadas de modo inconfundible sus características.

No se admitirán materiales que no cumplan los requisitos anteriores, no pudiendo presentar el contratista reclamación alguna por este motivo o por haber sido rechazados a causa de deficiencias o anomalías observadas en ellos.

Los equipos/maquinaria a instalar serán los especificados en proyecto. En caso de propuesta de modificación se presentará la documentación técnica suficiente que acredite que el equipo propuesto es totalmente equivalente al equipo proyectado. El cambio deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Todos los materiales y equipos utilizados cumplirán con las preinscripciones indicadas en el reglamento que aplique en cada caso.

Los materiales deberán soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzar en condiciones de trabajo durante su vida útil.

En general, todo material empleado en obra deberá ser resistente a las acciones a las que está sometido en condiciones de trabajo, de forma que no pueda deteriorarse o envejecer prematuramente en condiciones normales de utilización. Todos los materiales y equipos cumplirán las normas específicas que les sean aplicables, de forma que se garantice la permanencia inalterable de sus características y prestaciones durante toda su vida útil.

5 Materiales defectuosos

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este documento, o cuando a falta de prescripciones formales se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, la Dirección Técnica dará orden al Contratista para que éste, a su costa, los reemplace por otros que cumplan las prescripciones o sean idóneos para el objeto a que se destinen.

Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente aceptados han sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

6 Unidades de obra

PARTE 1: RESUMEN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- Trabajos previos.

U01. M2 DESPEJE Y DESBROZE.

-DEFINICIÓN:

Las operaciones de despeje y desbroce del terreno son las necesarias para dejar el terreno natural, entre límites de explanación, totalmente libre de obstáculos, maleza, árboles, tocones, vallas, muretes, basuras, escombros y cualquier otro material indeseable a juicio del Director de las obras, de modo que dichas zonas queden aptas y no condicionen el inicio de los trabajos de excavación.

Esta unidad de obra incluye:

- La remoción de los materiales.
- La extracción de tocones.
- La incineración de los materiales combustibles no aprovechables.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales en vertedero, así como su apilado o almacenamiento provisional y cuantas operaciones sean precisas hasta su vertido definitivo.
- Todo elemento auxiliar o de protección necesario, como vallas, muretes, etc.
- La conservación en buen estado de los materiales apilados y de los vertederos donde se descarguen los materiales no combustibles y los cánones, indemnizaciones, impuestos, gastos, etc., de los vertederos y de los lugares de almacenamiento o el extendido y compactación de los materiales en el vertedero de proyecto.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta ejecución de esta unidad de obra.

-PUESTA EN OBRA:

Los topógrafos estaquillarán las zonas afectadas por la obra, marcando claramente la zona de actuación, Y zonas de servidumbre. Se señalan las zonas donde se encuentren los servicios afectados y se marcarán los árboles que se encuentren afectados. Así mismo, se indicarán claramente las zonas con materiales peligrosos o contaminantes.

Derribar los árboles tomando las precauciones necesarias a fin de evitar posibles daños a construcciones cercanas y servicios públicos. Los deshechos serán transportados a vertedero, incinerados o enterrados, según el caso, cumpliendo las normas existentes sobre la incineración.

La tierra vegetal procedente de desbroce se dispondrá para su ubicación definitiva en el menor tiempo posible. Si no fuese posible, se deberá apilar en montones con una altura que no supere

los 2 m. Previo a la iniciación de estos trabajos, se debe obtener los permisos correspondientes a la tala de árboles y vertido de los productos sobrantes a vertedero autorizado.

Los servicios detectados antes, durante o después del desbroce, deberán estar señalizados con referencias externas a la traza.

-MEDICIÓN:

Esta unidad de obra se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre el plano que conforma el terreno.

U02. M2 DEMOLICIÓN DE FIRMES.

-DEFINICIÓN:

Consiste en el derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras o firmes, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra. Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- Retirada de los materiales.

-PUESTA EN OBRA:

-Derribo de construcciones: El Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efectuar las operaciones de derribo, así como de evitar que se produzcan daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno, sin perjuicio de su obligación de cumplir las instrucciones que eventualmente dicte el Director de las Obras. Antes de iniciar la demolición se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Se deberá prestar especial atención a conducciones eléctricas y de gas enterrada. La profundidad de demolición de los cimientos, será, como mínimo, de cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la cota más baja del relleno o desmonte, salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras. En el caso particular de existir conducciones o servicios enterrados fuera de uso deberán ser excavados y eliminados hasta una profundidad no inferior a metro y medio (1,5 m) bajo el terreno natural o nivel final de excavación, cubriendo una banda de al menos metro y medio (1,5 m) alrededor de la obra, salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras. Los extremos abiertos de dichas conducciones deberán ser sellados debidamente. Al finalizar la jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

- Retirada de los materiales de derribo: Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director de las Obras.

-CONTROL DE CALIDAD:

Al finalizar la jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso. Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director de las Obras.

Los materiales no utilizables se llevarán a vertedero aceptado por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de las autorizaciones pertinentes, debiendo presentar al Director de las Obras copia de los correspondientes contratos.

-MEDICIÓN:

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m³). Se considera incluido en el precio, en todos los casos, la retirada de los productos resultantes de la demolición y su transporte a lugar de empleo, acopio o vertedero.

- Excavaciones y rellenos.

U03. M3 EXCAVACIÓN.

-DEFINICIÓN:

Se define como excavación al conjunto de operaciones realizadas para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera u obra. En esta unidad se incluye:

- El replanteo de las características geométricas del desmante.
- Pistas de enlace entre las diferentes zonas de la obra y el sistema de comunicación existente.
- La excavación, desde la superficie resultante después del desbroce o demolición de firmes, hasta los límites definidos por el proyecto o señalados por el Director de las Obras.
- También se incluirán, en la unidad de excavación en desmante, las excavaciones adicionales que hayan sido expresamente ordenadas por el Director de las Obras.
- Así mismo, quedan incluidas en el alcance de esta unidad, las medidas auxiliares de protección necesarias: las mallas, barreras intermedias, toldos y redes, para evitar los riesgos de proyecciones y rodaduras de elementos sueltos.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga en las zonas de empleo o almacenamiento provisional, incluso cuando el mismo material haya de almacenarse varias veces, así como la carga, transporte y descarga desde el último almacenamiento hasta el lugar de empleo o vertedero (en caso de materiales inadecuados o sobrantes) y la extensión, compactación de estos últimos materiales en dicho vertedero.
- La conservación adecuada de los materiales y los cánones, indemnizaciones y cualquier otro tipo de gastos de los préstamos, lugares de almacenamiento y vertederos.
- Extracción de tierra vegetal, entendida como la excavación y transporte hasta el lugar de acopio o extendido de la capa superior del suelo, dentro del área de la obra, en la cantidad necesaria para su posterior empleo en siembras y plantaciones. Su ejecución comprende las operaciones de excavación, transporte y descarga.

-PUESTA EN OBRA:

Antes de comenzar los trabajos se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra la elección de zonas de acopio y en su caso un plano en que figuren las zonas y profundidades de extracción. Durante la ejecución de las operaciones se cuidará de evitar la compactación de la tierra vegetal; por ello, se utilizarán técnicas en que no sea necesario el paso de maquinaria pesada sobre las tierras a extraer, o que solo requieran maquinaria ligera. El empleo de moto-traillas solo se permitirá en suelos arenosos o franco-arenosos que, además, estén secos.

Una vez despejada la traza y retirada la tierra vegetal necesaria para su posterior utilización, se iniciarán las obras de excavación previo cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Haberse preparado y presentado al Director de la Obras, quien lo aprobará si procede, un programa de desarrollo de los trabajos de explanación.

- Haberse concluido satisfactoriamente en la zona afectada y en las que guarden relación con ella, a juicio del Director de las Obras, todas las operaciones preparatorias para garantizar una buena ejecución y en particular encontrarse acondicionado y preparado el vertedero de proyecto.

Los productos procedentes de las excavaciones que según las definiciones, exigencias y limitaciones señaladas en el apartado 330.3.1. del PG-3 puedan clasificarse como suelos "tolerables", "adecuados" o "seleccionados", podrán utilizarse en la formación de rellenos. Los materiales no adecuados para su empleo en terraplén o pedraplén, han de llevarse a vertedero o a los lugares que expresamente indique el Director de las Obras.

Los materiales y otros elementos que se obtengan como resultado de la excavación y que, a juicio del Director de las Obras se puedan emplear en usos más nobles que los previstos en el proyecto, quedarán como propiedad de la Diputación de Cantabria y se transportarán a los depósitos que, dentro de la zona de obra, sean señalados a tal fin por este facultativo.

Cualquier sistema de desagüe provisional o definitivo se ejecutará de modo que no se produzcan erosiones en las excavaciones. Las excavaciones se realizarán comenzando por la parte superior del desmonte, evitando posteriormente ensanches. En cualquier caso, si hubiera necesidad de un ensanche posterior se ejecutará desde arriba y nunca mediante excavaciones en el pie de la zona a ensanchar.

-CONTROL DE CALIDAD:

Se comprobarán geométricamente de las superficies resultantes de la excavación terminada en relación con los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares. Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes. Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista y en el caso de exceso de excavación no se computarán a efectos de medición y abono.

Se realizarán monitorizaciones de acuerdo con lo indicado en el punto anterior.

-MEDICIÓN:

La excavación en todo tipo de terreno se medirá por metros cúbicos (m³) obtenidos como diferencia entre los perfiles transversales contrastados del terreno, tomados inmediatamente antes de comenzar la excavación y los perfiles teóricos de la explanación previamente acordados, que pasarán a tomarse como teóricos, sin tener en cuenta los excesos que respecto a los perfiles teóricos se hayan producido.

U04. M3 RELLENO DE TERRAPLEN.

-DEFINICIÓN:

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme de una carretera.

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.
- Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

-PUESTA EN OBRA:

Se dispondrá un tramo de ensayo, de amplitud suficiente según proyecto aprobado por el Director de las Obras, del que pueden obtenerse conclusiones válidas, respecto a los materiales pétreos de obtención local, en cuanto a humedad, maquinaria, número de pasadas, etc. de compactación, precauciones especiales, espesor de tongadas y demás particularidades necesarias. En dicho tramo de ensayo se deberán probar diferentes combinaciones de humedad y número de pasadas para cada uno de los espesores de tongada hasta un mínimo de cuatro tongadas.

Con dicha información se confeccionará un programa de ejecución, que deberá ser aprobado por el Director de las Obras. A efectos de denominación se considerará "coronación de terraplén", con específicos requisitos geotécnicos y de ejecución, sus cien centímetros (100 cm) superiores. La capa de suelo seleccionado, en referencia a los fondos de desmonte constituidos con materiales rocosos, en profundidad equivalente a 30 cm se estudiará también en el capítulo de firmes, considerándose como explanada mejorada.

En ningún caso se construirán terraplenes directamente sobre terrenos inestables. En el caso de precisarse, se interpondrá una capa de asiento de naturaleza y espesor tales que garanticen la perfecta cimentación del terraplén. La compactación se efectuará con rodillo vibratorio de peso no inferior a doce toneladas (12 t), con un número de pasadas a determinar según los resultados del tramo de ensayo, con una velocidad entre cinco metros por minuto (5 m/min) y treinta metros por minuto (30 m/min) y frecuencia de vibración entre mil (1.000 r.p.m.) y dos mil revoluciones por minuto (2.000 r.p.m.).

En los cimientos y núcleos de los terraplenes, la densidad que se alcance no será inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal. La última tongada, una vez compactada, deberá quedar en todo punto cien centímetros (100 cm) como mínimo, por debajo de la rasante final del relleno.

Una vez ejecutada esta última capa, se rellenarán las irregularidades y se extenderá la coronación. En la coronación de los rellenos se dispondrá la zona de un metro (1 m) de espesor,

constituida por material adecuado. En esta zona se exigirá una compactación del ciento tres por ciento (103%) del Proctor Normal.

Los equipos de transporte y extensión de materiales operarán sobre todo el ancho de la capa.

La superficie de las tongadas en suelos seleccionados será convexa, con pendiente transversal mínimo de dos por ciento (2%). La superficie de las tongadas en suelos adecuados o rocas será convexa, con pendiente transversal comprendida entre el dos por ciento (2%) y el cinco por ciento (5%).

-CONTROL DE CALIDAD:

Las materias objeto de control en esta unidad de obra serán las siguientes:

- Materiales que la constituyen.
- Extensión.
- Compactación.
- Geometría.

-MEDICIÓN:

Los rellenos se medirán en metros cúbicos (m^3), incluyendo el extendido y la compactación.

U10. T MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

-DEFINICIÓN:

Se define como mezcla bituminosa en caliente, la combinación de un ligante hidrocarbonato, áridos (incluido el polvo mineral) con granulometría continua y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente.

La ejecución de cualquier tipo de mezcla bituminosa en caliente incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Extensión y compactación de la mezcla.

-PUESTA EN OBRA:

Será vertida directamente desde el camión, y extendida manualmente con palas y rastrillos y finalmente compactada con una compactadora vibratorio de rodillo liso. Se procederá a su colocación preferiblemente con tiempo no lluvioso y sin viento. La temperatura de vertido deberá estar comprendida entre los 16 °C y los 25°C.

Nivelar hasta la altura deseada con medios manuales.

-CONTROL DE CALIDAD:

En esta unidad serán de aplicación las prescripciones del artículo 542 "Mezclas bituminosas en caliente" del vigente PG-3. Se utilizará un betún modificado BM-3b. Este betún cumplirá las características que le son propias según quedan recogidas en el artículo 211 del PG vigente. La dosificación de ligante hidrocarbonado será 4,5 %, dotación mínima para una mezcla drenante.

El árido grueso procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera, ofítica o silíceo. El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Ángeles cumplirá lo prescrito en la tabla 542.4 del PG vigente. Para capas de rodadura, el coeficiente de pulimento acelerado, determinado según la NLT-174, será, como mínimo, de 0,50. La curva granulométrica de los áridos será la correspondiente a una PA-12.

La fórmula de trabajo deberá someterse a la aprobación del Director de Obra, no obstante, éste podrá, en cualquier momento durante el transcurso de la obra, ordenar las modificaciones que estime oportunas, justificándolas mediante un nuevo estudio con los ensayos oportunos. La mezcla deberá volver a estudiarse si variase la procedencia de alguno de los materiales o se detectasen variaciones de su calidad o granulometrías superiores a las tolerancias admitidas.

-MEDICIÓN:

Se medirán según la superficie ejecutada (T).

U11. M2 ÁRIDOS PARA LA CAPA INTERMEDIA

-DEFINICIÓN:

Los áridos a emplear en la capa inferior a la mezcla bituminosa serán arenas finas.

El Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, que su valor de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9, sea inferior a diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, sea superior a cuarenta (40).

Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físicoquímica apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

El Director de las Obras deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales, artificiales o procedentes del fresado de mezclas bituminosas, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades se empleará UNE-EN 1744-3.

-PUESTA EN OBRA:

Se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su espesor, el grado de compactación exigido. En general y salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras se usarán tongadas de veinte centímetros (20 cm).

El relleno de trasdós de obras de fábrica se realizará de modo que no se ponga en peligro la integridad y estabilidad de las mismas, según propuesta, por escrito y razonada, del Contratista y aceptada por el Director de las Obras.

Antes de proceder a extender el material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar la segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.

Se compactarán las tongadas hasta alcanzar un índice de densidad superior al ochenta por ciento (80 %) y en ningún caso dicho grado de compactación será inferior al mayor de los que posean los terrenos o materiales adyacentes situados a su mismo nivel.

Los medios de compactación serán los adecuados para no producir finos adicionales por trituración del material, y en todo caso deberán ser sometidos a la aprobación del Director de las Obras.

-CONTROL DE CALIDAD:

Los ensayos que se realizarán sobre los materiales a colocar buscarán un coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Ángeles, que sea inferior a 30, presentando un equivalente de arena superior a 40. La granulometría deberá estar entre los límites marcados de 4 mm y 8 mm dentro del siguiente uso granulométrico.

-MEDICIÓN:

Se me dirá en metros cuadrados (m²) realmente ejecutados.

U12. M2 DE REJILLA

-DEFINICIÓN:

Sistema para la fijación de tubos flexibles, tubos u otros conductos o elementos alargados sobre una base sobre la cual todavía se debe aplicar una capa de material.

- PUESTA EN OBRA:

Dicho sistema comprende varios elementos que se extienden hacia arriba a una distancia predeterminada.

Estos elementos están hechos de un material formado por bandas que contienen aberturas donde se introduce el tubo flexible (en este caso) y lo fija en paralelo a la base. La rejilla se colocará en el fondo de la capa de rodadura, previo a la extensión de los tubos caloportadores y la posterior extensión de la capa de mezcla bituminosa.

- MEDICIÓN:

Se medirá en metros cuadrados (m²) realmente ejecutados.

U13. M2 DE MEMBRANA IMPERMEABLE

-DEFINICIÓN:

Consiste en la impermeabilización de la zona de almacenamiento de energía mediante una membrana impermeable entre el terreno y el agua-grava.

Se empleará una geomembrana tipo Numapol HDPE (UNE-104300) o similar, siempre y cuando se tenga el visto bueno de la dirección de obra.

El espesor de la geomembrana será de 5 mm y será resistente al contacto con los aceites, grasas e hidrocarburos, y proporcionará una estanqueidad total, no permitiendo el paso de efluente a través de ella a las capas subyacentes.

- PUESTA EN OBRA:

Se colocará una vez realizados los trabajos de excavación de la zona de almacenamiento correspondiente, limpiado de la misma y colocado del geotextil.

La colocación se efectuará según las especificaciones del fabricante y siempre previa consulta y aprobación con la dirección de obra.

El Contratista realizará las correspondientes pruebas de estanqueidad que aseguren a la Dirección la correcta ejecución de esta unidad de obra.

- MEDICIÓN:

Se medirán y abonarán, al correspondiente precio, los metros cuadrados realmente ejecutados, conforme a las especificaciones de este Pliego y a las dimensiones dadas en el plano.

Se incluyen los correctos acabados y el sellado de las impermeabilizaciones en las cabezas de los paramentos.

U14. M2 GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN.

-DEFINICIÓN:

Inbitex-Composite TM o similar, fabricado a base de polipropileno y polietileno, de 130 g/m², no tejido sino unido térmicamente. Con una resistencia al punzonamiento de 1575 N. Su misión principal es separar dos capas del suelo de diferentes propiedades para que no se mezclen los materiales y evitar las pérdidas por evaporación del agua presente en el agua-grava. Mejora la calidad del agua y eliminan la necesidad de un tratamiento adicional de agua. Esta unidad incluye su colocación hasta conseguir la correcta impermeabilización.

-PUESTA EN OBRA:

El geotextil se dispondrá empleando los medios auxiliares necesarios y que autorice el Director de Obras. Se colocará en la parte base de la excavación, anterior a la membrana impermeable; seguida a la membrana se colocará la mezcla de aguagrava, otra vez la membrana impermeable y una vez más, el geotextil. El espesor será de 10 milímetros. La continuidad de las láminas de geotextil se conseguirá con uniones térmicas que podrán realizarse mediante solapes de no menos de 50 cm. Con un adecuado sellado para un óptimo funcionamiento de forma que no se produzcan pérdidas. Se distribuirá en rollos de 4,5x100 metros. El sentido de avance de la maquinaria será aquel que no afecte a los solapes.

-CONTROL DE CALIDAD:

Cumplirá con las exigencias del Código Técnico de la Edificación, y con los requisitos del Mercado CE.

-MEDICIÓN:

Esta Unidad de Obra se mide en metros cuadrados (m²).

-Transporte y almacenamiento de energía

U05. L ETILENGLICOL.

-DEFINICIÓN:

Esta unidad de obra consiste en un líquido transparente, incoloro y ligeramente espeso que se utiliza como anticongelante en los circuitos de refrigeración ya que rebaja el punto de congelación del agua y previene la formación de hielo en las tuberías.

-PUESTA EN OBRA:

Una vez finalizada la construcción del colector solar, se introducirá esta unidad de obra en las tuberías y permanecerá constantemente en circulación mediante el equipo de bombas.

-MEDICIÓN:

Esta unidad se medirá por litros (l).

U06. ML TUBERIAS.

-DEFINICIÓN:

Esta unidad de obra consiste en el suministro, ejecución y tendido de las tuberías de polietileno.

-PUESTA EN OBRA:

Los tubos de polietileno se transportarán a obra y trasladarán hasta los bordes de las zanjas, adoptándose todas las precauciones necesarias para evitar que reciban daños de cualquier tipo. Una vez acopiados estos elementos en los bordes de las zanjas deberán ser examinados y rechazados aquellos que presenten deterioros.

La anchura de la zanja deberá ser tal que permita realizar la unión del tubo en la zanja y compactar el relleno en la zona de los riñones del tubo. Los tubos se colocarán en el fondo de la capa de rodadura para evitar los problemas de mantenimiento y capte la máxima energía posible.

-CONTROL DE CALIDAD:

Serán de aplicación las Normas UNE 53.133 en lo relativo a su ejecución con todos los elementos necesarios para el completo acabado de la unidad.

-MEDICIÓN:

Esta unidad se medirá por metros lineales (m), realmente colocados, incluidas todas las piezas especiales. El abono se hará según el tipo y diámetro.

U08. UD ARQUETAS.

-DEFINICIÓN:

Esta unidad de obra comprende la ejecución de las arquetas previstas en proyecto, para la ubicación de válvulas, ventosas, desagües, etc. Se incluye la instrumentación de las mismas, así como el refuerzo de hormigón que necesitan para su adecuada fijación.

Consistente en una arqueta de hormigón prefabricado de dimensiones cuadradas en la base de 40X40 cm. exteriores. Además, constará de una tapa de acero en coronación para su cierre.

Comprende las operaciones de excavación, hormigón de limpieza, y colocación de arquetas prefabricadas:

a) Se define como excavación en cimientos al conjunto de operaciones necesarias para construir en el terreno los cajeros precisos para encajar en él las secciones tipo de los elementos a cimentar.

b) Se define como hormigón de limpieza al conjunto de operaciones necesarias para fabricar, transportar, colocar y curar el hormigón, de resistencia característica la que corresponda según su empleo y definición en los planos y otros documentos de este proyecto, en el fondo de las excavaciones anteriormente realizadas, de forma que sirva de solera de apoyo para la colocación de la arqueta prefabricada.

c) Se define como colocación de arquetas prefabricadas al conjunto de operaciones necesarias para el transporte, colocación y terminado de las mismas según lo especificado en los planos o en caso de duda según determine la dirección de obra.

-PUESTA EN OBRA:

Una vez ejecutada la excavación necesaria para conseguir las dimensiones especificadas en los planos, se procederá a la colocación de las arquetas, consiguiendo las posiciones especificadas en los planos.

La excavación deberá estar de acuerdo con la información contenida en los planos y con lo que sobre el particular ordene el Director de Obra.

El sistema de excavación en cimientos será en cada caso el adecuado a las condiciones geológico-geotécnicas de los materiales a excavar.

Teniendo en cuenta la pequeña entidad de los volúmenes a excavar, dicha excavación se ejecutará sin el empleo de explosivos aun cuando el material sea roca, efectuándose con medios mecánicos de martillo hidráulico o cualesquiera otros autorizados por el Director de Obra.

Durante la ejecución de las excavaciones antedichas se procederá a la retirada de los materiales sobrantes a vertedero o lugar de empleo, según ordene el Director de Obra.

Previo a la colocación del hormigón de limpieza se cuidará de que la superficie sobre la que ha de verterse se encuentre lisa y sin posibilidad de que se mezclen elementos extraños con el hormigón. La colocación en obra se hará mediante vertido y posterior extendido del hormigón a base de rastrillos.

-MEDICIÓN:

Las arquetas de abastecimiento se medirán por unidades (ud) totalmente construidas.

U15 M3 DE AGUA-GRAVA

-DEFINICIÓN:

Consiste en una mezcla de agua y grava con un porcentaje de huecos del 40%, impermeabilizada y almacenada en el subsuelo formando un depósito que configura un sistema de almacenamiento de la energía captada por el colector solar asfáltico.

- PUESTA EN OBRA:

Una vez realizada la excavación y la puesta en obra de la membrana impermeabilizante, se procederá a la colocación de los tubos almacenadores y al vertido del grava y agua en las cantidades acordadas en el proyecto.

Posteriormente, se impermeabilizará la parte superior del depósito almacenador para seguir con las capas siguientes.

- MEDICIÓN:

Esta unidad de obra se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados.

PARTIDAS ALZADAS:

PA1. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

- DEFINICIÓN:

La presente partida alzada se destina al pago de las medidas preventivas específicas que ha de disponer el contratista y que ha de definir pormenorizadamente en el PSS. Este PSS será elaborado partiendo del ESS incluido en el Proyecto en la forma establecida en la legislación preventiva (concretamente en el RD 1627/97). Su valoración se ha determinado en el ESS, y no incluye otra serie de medidas de prevención y protección necesarias que se han considerado como costes directos o indirectos de las unidades de obra, y como gastos generales o costes indirectos de la obra (equipos de protección individual, instalaciones de higiene y bienestar, reconocimientos médicos, reuniones, información y formación de los trabajadores y otros de similar naturaleza), es decir, el importe de esta partida alzada se corresponde con el abono de las protecciones preventivas que específicamente se establecen en el ESS como si fueran unidades de obra, cuyo coste está imputado directamente a este Proyecto a través del presupuesto propio del ESS.

- MEDICIÓN:

Esta partida alzada se abonará al contratista en su totalidad, en términos de adjudicación, mes a mes durante el plazo de ejecución de la obra, a medida que se vayan disponiendo las medidas preventivas que correspondan, por importe mensual proporcional al empleo de estas medidas, según criterio de la D.O.

Las protecciones preventivas que específicamente se establecen en el ESS, al finalizar la obra quedarán en poder del contratista.

PA2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

- DEFINICIÓN:

Programa de mantenimiento: contempla la realización de un programa de mantenimiento que se encargue tanto de la reparación de arquetas como de la limpieza periódica de las mismas, la limpieza las superficies de las plazas (en la mayoría de los casos bastará con un simple barrido), así como del mantenimiento de las zonas verdes, y la reparación de los carteles informativos.

- PUESTA EN OBRA:

Un equipo especializado en jardinería y limpieza viaria se encargará de estas labores, que deberán realizarse de manera periódica, según estime el órgano competente de la administración correspondiente.

- MEDICIÓN:

Se medirá y abonará según el número de horas que se dedique a estas tareas.

PA3. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

- DEFINICIÓN:

La presente partida alzada se destina al pago de las medidas a llevar a cabo al finalizar las obras, para su limpieza y terminación definitiva, según se recoge en el Apartado 10o de la Orden Ministerial de 31 de agosto de 1.987, "Sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de las obras fijas en vías fuera de poblado", completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego, y con la que no se trata de suplir la correcta ejecución las unidades de obra, que quedan definidas en el presente Pliego. Será de aplicación el Artículo 154 del RGLCAP.

- MEDICIÓN:

Se procederá al abono integro de esta partida alzada.

7. Disposiciones finales

7.1 Documentación a entregar al contratista

Los documentos, tanto del proyecto como otros complementarios que la Dirección de Obra entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o meramente informativo, según se detalla en el presente Artículo.

- DOCUMENTOS CONTRACTUALES

Será de aplicación lo dispuesto en los artículos 82, 128 y 129 del Reglamento General de Contratación del Estado y en la cláusula 7 del pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras (Contratos del Estado).

Será documento contractual el programa de trabajo cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 128 del Reglamento General de Contratación o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Será documento contractual la Declaración de Impacto Ambiental, siendo ésta el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente, en el que, de conformidad con el artículo 4 del R.D.L. 1302/1986, se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada, y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

En este caso, corresponde a la Viceconsejería de Medio Ambiente formular dicha Declaración.

Tendrán un carácter meramente informativo los estudios específicos realizados para obtener la identificación y valoración de los impactos ambientales. No así las Medidas Correctoras y Plan de Vigilancia recogidos en el proyecto de Construcción.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del proyecto, se hará constar así en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contratación con los otros documentos contractuales. No obstante, lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el artículo 81 del Reglamento de Contratación del Estado 1.2.3.2. Documentos informativos.

Tanto la información geotécnica del proyecto como los datos sobre procedencia de materiales, a menos que tal procedencia se exija en el correspondiente artículo del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son informativos y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

- DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y ORDEN DE PRELACIÓN

Las obras quedan definidas por los Planos y los Pliegos de Prescripciones, sin embargo, no es propósito de Planos y Pliegos de Prescripciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que puede requerir la ejecución de las obras, ni será responsabilidad de la Administración, del Proyectista o del Director de Obra la ausencia de tales detalles, que deberán ser ejecutados, en cualquier caso, por el Contratista, de acuerdo con la normativa vigente y siguiendo criterios ampliamente aceptados en la realización de obras similares.

CUMPLIMIENTO DE LAS ORDENANZAS Y NORMATIVA VIGENTES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que, por cualquier concepto, durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

7.2 Planos

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos del Proyecto utilizado para su adjudicación y con las instrucciones y planos complementarios de ejecución que, con detalle suficiente para la descripción de las obras, entregará la Propiedad al Contratista.

- PLANOS COMPLEMENTARIOS Y DE NUEVAS OBRAS

El Contratista deberá solicitar por escrito dirigido a la Dirección de Obra, los planos complementarios de ejecución necesarios para definir las obras que hayan de realizarse con treinta (30) días de antelación a la fecha prevista de acuerdo con el programa de trabajos. Los planos solicitados en estas condiciones serán entregados al Contratista en un plazo no superior a quince (15) días.

- INTERPRETACION DE LOS PLANOS

Cualquier duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada por escrito al Director de Obra, el cual antes de quince (15) días dará explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los Planos.

- CONFRONTACION DE PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar inmediatamente después de recibidos todos los Planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier anomalía o contradicción. Las cotas de los Planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.

El Contratista deberá confrontar los diferentes Planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

- PLANOS COMPLEMENTARIOS DE DETALLE

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras. Estos planos serán presentados a la Dirección de Obra con quince (15) días laborables de anticipación para su aprobación y/o comentarios.

- ARCHIVO DE DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa del Pliego de Prescripciones y de la normativa legal reflejada en el mismo, un juego completo de los Planos del Proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista y aceptados por la Dirección de Obra y de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Mensualmente y como fruto de este archivo actualizado el Contratista está obligado a presentar una colección de los planos "As Built" o planos de obra realmente ejecutada, debidamente contrastada con los datos obtenidos conjuntamente con la Dirección de la Obra, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

Los datos reflejados en los planos "As Built" deberán ser chequeados y aprobados por el responsable de Garantía de Calidad del Contratista.

El Contratista estará obligado a presentar mensualmente un informe técnico, a los Servicios Técnicos de la Dirección de Obra de la Diputación, en relación a las actuaciones y posibles incidencias con repercusión ambiental que se hayan producido.

Así mismo se señalará el grado de ejecución de las medidas correctoras y la efectividad de dichas medidas. En caso de ser los resultados negativos, se estudiarán y presentará una propuesta de nuevas medidas correctoras. La Propiedad facilitará planos originales para la realización de este trabajo.

7.3 Contradicciones u omisiones en la documentación

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese contenido en todos estos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y los Pliegos de Prescripciones prevalecerá lo prescrito en éstos últimos.

Las omisiones en Planos y Pliegos o las descripciones erróneas de detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en los Planos y Pliegos o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados.

Para la ejecución de los detalles mencionados, el Contratista preparará unos croquis que dispondrá al Director de la Obra para su aprobación y posterior ejecución y abono.

En todo caso las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Libro de Órdenes.

8 Iniciación de las obras

8.1 Plazo de ejecución de las obras

Las obras a que se refiere el presente Pliego de Prescripciones Técnicas deberán quedar terminadas en el plazo que se señala en las condiciones de la licitación para la ejecución por contrata, o en el plazo que el Contratista hubiese ofrecido con ocasión de dicha licitación y fuese aceptado por el contrato subsiguiente. Lo anteriormente indicado es asimismo aplicable para los plazos parciales si así se hubieran hecho constar.

Todo plazo comprometido comienza al principio del día siguiente al de la firma del acta o del hecho que sirva de punto de partida a dicho plazo. Cuando se fija en días, éstos serán naturales y el último se computará como entero.

Cuando el plazo se fije en meses, se contará de fecha a fecha salvo que se especifique de que mes del calendario se trata. Si no existe la fecha correspondiente en la que se finaliza, éste terminará el último día de ese mes.

8.2 Programa de trabajos

El programa de trabajos se realizará según la Orden Circular 187/64 C de la Dirección General de Carreteras, debiendo ser conforme con el plan de obra contenido en este Pliego.

El Contratista está obligado a presentar un programa de trabajos de acuerdo con lo que se indique respecto al plazo y forma en los Pliegos de Licitación, o en su defecto en el anexo del plan de obra de la petición de oferta.

Este programa deberá estar ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta las interferencias con instalaciones y conducciones existentes, los plazos de llegada a la obra de materiales y medios auxiliares, y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables según cálculos probabilísticos de posibilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

La Dirección de Obra y el Contratista revisarán conjuntamente, y con una frecuencia mínima mensual, la progresión real de los trabajos contratados y los programas parciales a realizar en el período siguiente, sin que estas revisiones eximan al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en la adjudicación.

La maquinaria y medios auxiliares de toda clase que figuren en el programa de trabajo lo serán a efectos indicativos, pero el Contratista está obligado a mantener en obra y en servicio cuantos sean precisos para el cumplimiento de los objetivos intermedios y finales, o para la corrección oportuna de los desajustes que pudieran producirse respecto a las previsiones, todo ello en orden al exacto cumplimiento del plazo total y de los parciales contratados para la realización de las obras.

Las demoras que en la corrección de los defectos que pudiera tener el programa de trabajo propuesto por el Contratista, se produjeran respecto al plazo legal para su ejecución, no serán tenidas en cuenta como aumento del concedido para realizar las obras, por lo que el Contratista

queda obligado siempre a hacer sus previsiones y el consiguiente empleo de medios de manera que no se altere el cumplimiento de aquél.

8.3 Orden de iniciación de las obras

La fecha de iniciación de las obras será aquella que conste en la notificación de adjudicación y respecto de ella se contarán tanto los plazos parciales como el total de ejecución de los trabajos.

El Contratista iniciará las obras tan pronto como reciba la orden del Director de Obra y comenzará los trabajos en los puntos que se señalen, para lo cual será preceptivo que se haya firmado el acta de comprobación de replanteo y se haya aprobado el programa de trabajo por el Director de Obra.

9 Responsabilidad del contratista

9.1 Permisos y licencias

El Contratista deberá obtener a su costa, los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas definidas en el proyecto.

9.2 Seguros

El Contratista contratará un seguro "a todo riesgo" que cubra cualquier daño o indemnización que se pudiera producir como consecuencia de la realización de los trabajos.

9.3 Reclamación de terceros

Todas las reclamaciones por daños que reciba el Contratista serán notificadas por escrito y sin demora al Director de Obra. Un intercambio de información similar se efectuará de las quejas recibidas por escrito.

El Contratista notificará al Director de Obra por escrito y sin demora cualquier accidente o daño que se produzca durante la ejecución de los trabajos.

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros y atenderá a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios afectados que sean aceptadas por el Director de Obra.

En el caso de que produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ellos al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

10 Protección del entorno

10.1 Integración paisajística

La Dirección de Obra podrá exigir un rematado redondeado en las aristas de contacto entre la explanación y el terreno natural o en las aristas entre planos de explanación, tanto horizontales como inclinados, debiendo en todo caso el Contratista evitar la aparición de formas geométricas de ángulos vivos, excepto allí donde los planos y el Proyecto lo señalen.

Los taludes de la explanación deberán quedar, en toda su extensión, conformados de acuerdo con lo que al respecto señale el Director, debiendo mantenerse en perfecto estado, hasta la recepción definitiva de las obras, tanto en lo que se refiere a los aspectos funcionales como a los estéticos.

Los perfilados de taludes que se efectúen para armonizar con el paisaje circundante deben hacerse con una transición gradual, cuidando especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación. En las intersecciones de desmonte y rellenos, los taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficie natural del terreno, sin originar una discontinuidad visible.

Puede darse el caso de que existan zonas que con las modificaciones parciales y especiales producidas durante la construcción, el Proyecto de Revegetación no las contemple; suelen ser superficies interiores de enlaces, tramos abandonados de vías en desuso, etc. Por lo tanto su acondicionamiento será previsto antes del final de la obra y comprenderá todas las actuaciones necesarias para la obtención de una superficie adecuada para el posterior tratamiento de revegetación.

Los gastos derivados del acondicionamiento correrán a cargo del Contratista.

11 Medición y abono

11.1 Abono de las obras

Salvo indicación en contrario de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación, las obras contratadas se pagarán como "Trabajos a precios unitarios" aplicando los precios unitarios a las unidades de obra resultantes.

Asimismo podrán liquidarse en su totalidad o en parte, por medio de partidas alzadas.

En todos los casos de liquidación por aplicación de precios unitarios, las cantidades a tener en cuenta se establecerán en base a las cubicaciones deducidas de las mediciones.

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados; constituyen comprobación de un cierto estado de hecho y se realizarán por la Dirección de Obra quien la presentará al Contratista.

El Contratista está obligado a pedir (a su debido tiempo) la presencia de la Dirección de Obra, para la toma contradictoria de mediciones en los trabajos, prestaciones y suministros que no fueran susceptibles de comprobaciones o de verificaciones ulteriores, a falta de lo cual, salvo pruebas contrarias que debe proporcionar a su costa, prevalecerán las decisiones de la Dirección de Obra con todas sus consecuencias.

CERTIFICACIONES

Salvo indicación en contrario de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación, todos los pagos se realizarán contra certificaciones mensuales de obras ejecutadas.

La Dirección de Obra redactará, a fin de cada mes, una relación valorada provisional de los trabajos ejecutados en el mes precedente y a origen para que sirva para redactar la certificación correspondiente, procediéndose según lo especificado en el pliego de Cláusulas Administrativas Generales para los contratos del Estado.

Se aplicarán los precios de contrato o bien los contradictorios que hayan sido aprobados por la Dirección de Obra. Los precios de contrato son fijos y sin revisión cualquiera que sea el plazo de ejecución de los trabajos.

El abono del importe de una certificación se efectuará siempre a buena cuenta y pendiente de la certificación definitiva, con reducción del importe establecido como garantía, y considerándose los abonos y deducciones complementarias que pudieran resultar de las cláusulas del Contrato de Adjudicación.

A la terminación total de los trabajos se establecerá una certificación general y definitiva.

El abono de la suma debida al Contratista, después del establecimiento y la aceptación de la certificación definitiva y deducidos los pagos parciales ya realizados, se efectuará, deduciéndose la retención de garantía y aquellas otras que resulten por aplicación de las cláusulas del Contrato de Adjudicación y/o Pliegos de Licitación.

Las certificaciones provisionales mensuales, y las certificaciones definitivas, se establecerán de manera que aparezca separadamente, acumulado desde el origen, el importe de los trabajos liquidados por administración y el importe global de los otros trabajos.

En todos los casos los pagos se efectuarán de la forma que se especifique en el Contrato de Adjudicación, Pliegos de Licitación y/o fórmula acordada en la adjudicación con el Contratista.

PRECIOS DE APLICACIÓN

Los precios unitarios, elementales y alzados de ejecución material a utilizar, serán los que resulten de la aplicación de la baja realizada por el Contratista en su oferta, a todos los precios correspondientes del proyecto, salvo en aquellas unidades especificadas explícitamente en los correspondientes artículos del capítulo "unidades de obra" de este Pliego, en las cuales se considere una rebaja al ser sustituido un material de préstamo, cantera o cualquier otra procedencia externa, por otro obtenido en los trabajos efectuados en la propia obra.

Todos los precios unitarios o alzados de "ejecución material" comprenden sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, comprendidos los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del contrato y especialmente por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Estos precios comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados y, en especial los siguientes:

- Los gastos de mano de obra, de materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios, aun cuando no se hayan descrito expresamente en la justificación de precios unitarios.
- Los gastos de planificación, coordinación y control de calidad.
- Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción.
- Los gastos de almacenaje, transporte y herramientas.
- Los gastos de transporte, funcionamiento, conservación y reparación del equipo auxiliar de obra, así como los gastos de depreciación o amortización del mismo.
- Los gastos de conservación de los caminos auxiliares de acceso de otras obras provisionales.
- Los gastos de energía eléctrica para fuerza motriz y alumbrado, salvo indicación expresa en contrario.
- Los seguros de toda clase.
- Los gastos de financiación.
- En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluidos además:
 - Los gastos generales y el beneficio industrial.

- Los impuestos y tasas de toda clase.

Los precios cubren igualmente:

a) Los gastos no recuperables relativos al estudio y establecimiento de todas las instalaciones auxiliares, salvo indicación expresa de que se pagarán separadamente.

b) Los gastos no recuperables relativos al desmontaje y retirada de todas las instalaciones auxiliares, incluyendo el arreglo de los terrenos correspondientes, a excepción de que se indique expresamente que serán pagados separadamente.

Aquellas unidades que no se relacionan específicamente en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se abonarán completamente terminadas con arreglo a condiciones a los precios fijados en el cuadro No 1 que comprenden todos los gastos necesarios para su ejecución, entendiéndose que al decir completamente terminadas se incluyen materiales, medios auxiliares, pinturas, pruebas, puesta en servicio y todos cuantos elementos u operaciones se precisen para el uso de las unidades en cuestión.

Salvo los casos previstos en el presente Pliego, el Contratista no puede, bajo ningún pretexto, pedir la modificación de los precios de adjudicación.

PARTIDAS ALZADAS

Son partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una obra, o de una de sus partes, en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (partida alzada fija).

- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados existentes a mediciones reales cuya definición resulte imprecisa en la fase de proyecto, (Partida alzada a justificar).

En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas, mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real, siendo discrecional para la Dirección de Obra la disponibilidad uso total o parcial de las mismas, sin que el Contratista tenga derecho a reclamación por este concepto.

Las partidas alzadas tendrán el mismo tratamiento en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata) que el indicado para los precios unitarios y elementales.

TRABAJOS NO AUTORIZADOS Y TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como norma general no serán de abono los trabajos no contemplados en el Proyecto y realizados sin la autorización de la Dirección de Obra, sí como aquellos defectuosos que deberán ser demolidos y repuestos en los niveles de calidad exigidos en el Proyecto.

No obstante si alguna unidad de obra que no se haya ejecutado exactamente con arreglo a las condiciones estipuladas en los Pliegos, y fuese sin embargo, admisible a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, pero el Contratista

quedará obligado a conformarse sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja económica que se determine, salvo el caso en que el Contratista prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones dentro del plazo contractual establecido.

EXCESOS DE OBRA

Cualquier exceso de obra que no haya sido autorizado por escrito por el Director de Obra no será de abono.

El Director de Obra podrá decidir en este caso, que se realice la restitución necesaria para ajustar la obra a la definición del Proyecto, en cuyo caso serán de cuenta del Contratista todos los gastos que ello ocasione.

ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS

La Dirección de Obra se reserva la facultad de hacer al Contratista a petición de éste, abonos sobre el precio de ciertos materiales acopiados en la obra, adquiridos en plena propiedad y efectivamente pagados por el Contratista.

Los abonos serán calculados por aplicación de los precios elementales que figuran en los cuadros de precios.

Si los cuadros de precios no especifican los precios elementales necesarios, los abonos pueden ser calculados a base de las facturas presentadas por el Contratista.

Los materiales acopiados sobre los que se han realizado los abonos, no podrán ser retirados de la obra sin la autorización de la Dirección de Obra y sin el reembolso previo de los abonos.

Los abonos sobre acopios serán descontados de las certificaciones provisionales mensuales, en la medida que los materiales hayan sido empleados en la ejecución de la obra correspondiente.

Los abonos de materiales realizados no podrán ser invocados por el Contratista para atenuar su responsabilidad, relativa a la buena conservación hasta su utilización, del conjunto de los acopios en almacén. El Contratista es responsable en cualquier situación de los acopios constituidos en la obra para sus trabajos, cualquiera que sea su origen.

Los abonos adelantados en concepto de acopios no obligan a la Dirección de Obra en cuanto a aceptación de precios elementales para materiales, siendo únicamente representativos de cantidades a cuenta.

11.2 Precios contradictorios

Si el desarrollo de la obra hiciera necesaria la ejecución de unidades, de las cuales no existieran precios en los cuadros de precios de este Proyecto, se formularán conjuntamente por la Dirección de Obra y el Contratista, los correspondientes precios unitarios.

Los precios auxiliares (materiales, maquinaria y mano de obra) y los rendimientos medios a utilizar en la formación de los nuevos precios, serán los que figuren en el cuadro de precios elementales y en la descomposición de precios del presente Proyecto, en lo que pueda serles de aplicación.

La fijación del precio en todo caso, se hará antes de que se ejecute la nueva unidad. El precio de aplicación será fijado por la Administración, a la vista de la propuesta del Director de Obra y de las observaciones del Contratista.

A falta de mutuo acuerdo y en espera de la solución de la discrepancia se liquidará provisionalmente al Contratista en base a precios estimados por la Dirección de Obra.

11.3 Gastos por cuenta del contratista

De forma general son aquellos especificados como tales en los capítulos de este Pliego de Prescripciones Técnicas y que se entienden repercutidos por el Contratista en los diferentes precios unitarios, elementales y/o alzados, como se señala en el apartado segundo del presente Artículo.

12 Recepción y liquidación

12.1 Proyecto de liquidación

El Contratista entregará a la Dirección de Obra para su aprobación todos los croquis y planos de obra realmente construida y que supongan modificaciones respecto al Proyecto o permitan y hayan servido para establecer las ediciones de las certificaciones.

Con toda esta documentación debidamente aprobada, o los planos y mediciones contradictorios de la Dirección de Obra en su caso, se constituirá el Proyecto de Liquidación, en base al cual se realizará la liquidación definitiva de las obras en una certificación única final según lo indicado en el apartado sobre certificaciones.

12.2 Recepción provisional de las obras

Al término de la ejecución de las obras objeto de este pliego se comprobará que las obras se hallan terminadas con arreglo a las condiciones prescritas, en cuyo caso se llevará a cabo la recepción provisional de acuerdo con lo dispuesto en el pliego de Cláusulas Administrativas Generales (Cap. VI. sección 1a) y en el Reglamento General de Contratación del Estado (Cap. VI Sección 2a).

En el acta de recepción provisional, se hará constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra deben ser subsanadas por el Contratista, estipulándose igualmente el plazo máximo de 2 meses en que deberán ser ejecutadas, así como la forma en que deben realizarse dichos trabajos.

12.3 Período de garantía. Responsabilidad del contratista

El plazo de garantía a contar desde la recepción provisional de las obras, será de un año, durante el cual el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquéllas cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causas de fuerza mayor. Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción provisional de las obras.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción provisional de las obras.

El período de garantía para las actuaciones relacionadas con las siembras y plantaciones, descritas en el Proyecto de Revegetación y, según establece el Pliego de Prescripciones, será de dos años.

Durante este período de garantía se establecerá un mantenimiento y conservación de las plantas, siembras, y obras relacionadas, por un plazo de dos años, tal y como se especifica en el Pliego de Prescripciones Particulares del Proyecto de Revegetación.

El mantenimiento comprende todos aquellos trabajos que son necesarios realizar de forma periódica, diaria o estacional, sobre las zonas plantadas para permitir su evolución y desarrollo tal y como habían sido diseñadas en el proyecto y así alcanzar las características funcionales y botánicas que las definen y diferencian, así como para obtener aumentos en el valor ornamental para el que han sido a menudo plantadas.

Para el mantenimiento y conservación se establece en el Proyecto de Revegetación una partida de mantenimiento y conservación de plantaciones a lo largo del período de garantía. La Dirección de Obra, realizará cuantas inspecciones juzgue oportunas para ordenar el buen mantenimiento de las plantas, siembras y construcciones.

En lo que se refiere a la responsabilidad del Contratista corresponde a la Dirección de Obra juzgar la verdadera causa de los deterioros o deficiencias, decidiendo a quién corresponde afrontar los costos de las reparaciones.

12.4 Recepción definitiva de las obras

Terminado el plazo de garantía se hará, si procede, la recepción definitiva de devolución de las cantidades retenidas en concepto de garantía. La recepción definitiva de las obras no exime al Contratista de las responsabilidades que le puedan corresponder, de acuerdo con la legislación vigente, referidas a posibles defectos por vicios ocultos que surjan en la vida útil de la obra.

Cuando se efectúe la recepción definitiva será obligado comprobar aquellas obras o deficiencias que por distintas causas figuran en el acta de recepción provisional, como pendientes de ejecución o reparación durante el plazo de garantía.

13 Oficina de obra

Como complemento de la cláusula 7 del pliego de cláusulas Administrativas Generales, para la Contratación de Obras del Estado, Decreto 3954/1970 de 31 de Diciembre, se prescribe la obligación por parte del Contratista de poner a disposición del Ingeniero Director las dependencias suficientes (dentro del área de su oficina de obra) para las instalaciones que pueda necesitar para el control y vigilancia de las obras. Como mínimo suministrará una oficina en obra para uso exclusivo de los servicios técnicos de la Dirección de Obra. La superficie útil de las citadas oficinas será como mínimo de 50 m².

Estas instalaciones estarán construidas y equipadas con los servicios de agua, luz y teléfono de forma que estén disponibles para su ocupación y uso a los treinta días de la fecha de comienzo de los trabajos.

El Contratista suministrará calefacción, luz y limpieza hasta la terminación de los trabajos. El teléfono de estas oficinas será totalmente independiente, de forma que asegure totalmente su privacidad.

El costo correspondiente será a cargo del Contratista y se entenderá repercutido en los correspondientes precios unitarios.

A los efectos de un adecuado desarrollo de la obra, la Dirección Facultativa dispondrá en la oficina de obra de un Libro de Órdenes en el que anotará aquellas observaciones que crea conveniente indicar el Contratista. El Libro, de modelo oficial, se abrirá al comenzar la obra y se cerrará al finalizar la misma.

En el Libro figurarán cuantas modificaciones sustanciales se realicen en el proyecto durante su ejecución.

La dirección Facultativa podrá exigir al Contratista, haciéndolo figurar el dicho Libro, el cese de cualquier empleado que por imprudencia temeraria fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

Así mismo, la Dirección Facultativa podrá exigir dicho cese cuando la falta de interés por parte del empleado haga peligrar el adecuado desarrollo de la obra y el funcionamiento de la instalación una vez que esta se ponga en servicio.

14 Estudio de Impacto Ambiental

Se realizará un estudio de impacto ambiental, en el caso de darse variaciones sustanciales de Proyecto, durante la ejecución de las obras (pistas de acceso y trabajo, plan de sobrantes y otras modificaciones no previstas).

El Contratista queda obligado a presentar a la Dirección de la Obra un Estudio de Impacto Ambiental cuya metodología y contenido se ajusten con lo dispuesto en el R.D. 1131/88, por el que aprueba el Reglamento para la ejecución del R.D.L. 1302/86 de Evaluación de Impacto Ambiental.

Santander, Agosto de 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ivan Kurt Ohm Novo', with a stylized, cursive script.

Iván Kurt Ohm Novo

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CAPÍTULO 01 - CONSTRUCCIÓN DEL FIRME

Código	Resumen	Ud	Cantidad	Precio	Importe
01.1	DEMOLICIÓN DE FIRMES Derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras o firmes, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.	M2	7820	5,70	44.574,00
01.2	EXCAVACIÓN Operaciones realizadas para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la obra.	M3	7239	1,09	7.890,51
01.3	RELLENO DE TERRAPLEN Extensión y compactación, por tongadas, de los materiales.	M3	7239	3,37	24.395,43
01.4	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE Combinación de un ligante, áridos y aditivos, de manera que las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante.	T	1303,13	29,89	38.950,55
01.5	ÁRIDOS Áridos para capa base e intermedias.	M3	1126,16	8,76	9.865,16
01.6	REJILLA Sistema de fijación de tubos flexibles sobre una base la cual se debe aplicar una capa de material.	M2	5792	10	57.920,00
01.7	MEMBRANA IMPERMEABLE Impermeabilización de la zona de almacenamiento de energía.	M2	15974	11,21	179.068,54
01.8	GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN Separación de dos capas del suelo, de diferentes propiedades, para evitar que se mezclen los materiales.	M2	15974	2,31	36.899,94
01.9	RELLENO AGUA-GRAVA Mezcla de agua con grava con un 40% de huecos, impermeabilizada y almacenada formando un depósito que configura un sistema de almacenamiento de energía.	M3	6033	18,86	113.782,38

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CAPÍTULO 02 - EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO

Código	Resumen	Ud	Cantidad	Precio	Importe
02.1	ETILENGLICOL Líquido anticongelante que circula por el interior de las tuberías.	L	24720	1,97	48.698,40
02.2	TUBERÍAS Tubería de polietileno que transporta energía.	ML	6071,4	3,09	18.760,62
02.3	ARQUETA Ubicación de válvulas, ventosas, desagües.	UD	4	65,25	261,00
02.4	BOMBA WILO-STR Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada o embridada, motor EC con adaptación automática de potencia.	UD	1	4.500,00	4.500,00
02.5	VÁLVULA ANTIRRETORNO Suministro e instalación de válvula antirretorno con diámetros entre 1/2" y 2"; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.	UD	3	13,00	39,00
02.6	MANÓMETRO Suministro e instalación de manómetro, incluidos los elementos necesarios para su instalación, rosca entre 1/8" y 1/2" y presión entre 0 y 25 bar.	UD	3	5,30	15,90
02.7	VASO DE EXPANSIÓN Suministro e instalación de un vaso de expansión tipo 50 AMR (o similar), con conexión de 1" y una presión máxima de 10 bar.	UD	1	159,49	159,49
02.8	GRUPO DE SEGURIDAD Suministro e instalación de bloque de seguridad, con cuerpo de latón, formado por válvula de seguridad tarada a 3 bar, purgador automático de aire con válvula de retención, manómetro con escala de 0 a 4 bar y con conexión hembra de 1" de diámetro. Se incluyen los elementos que sean necesarios en su montaje.	UD	1	71,89	71,89
02.9	VALVULA DE CORTE Suministro e instalación de válvula de esfera con diámetros entre ½" y 2", incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada	UD	17	16,00	272,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES CAPÍTULO 03 - OTROS

Código	Resumen	Ud	Cantidad	Precio	Importe
03.1	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD		1	1.500,00	1.500,00
03.2	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO		1	5.500,00	5.500,00
03.3	LIMPIEZA DE LAS OBRAS		1	3.500,00	3.500,00

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Capítulo	Resumen	Importe	%
01	CONSTRUCCIÓN DEL FIRME	513.343,51	86,04
02	EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO	72.778,30	12,20
03	OTROS	10.500	1,760
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL			596.621,81
13% Gastos Generales			77.560,83
6% Beneficio industrial			35.797,31
SUMA			113.358,14
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA			709.979,95
21% IVA			149.095,79
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN			859.075,74

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL, SETENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CENTIMOS.

Santander, Agosto de 2017



Iván Kurt Ohm Novo

PLANOS



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

TITULO
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

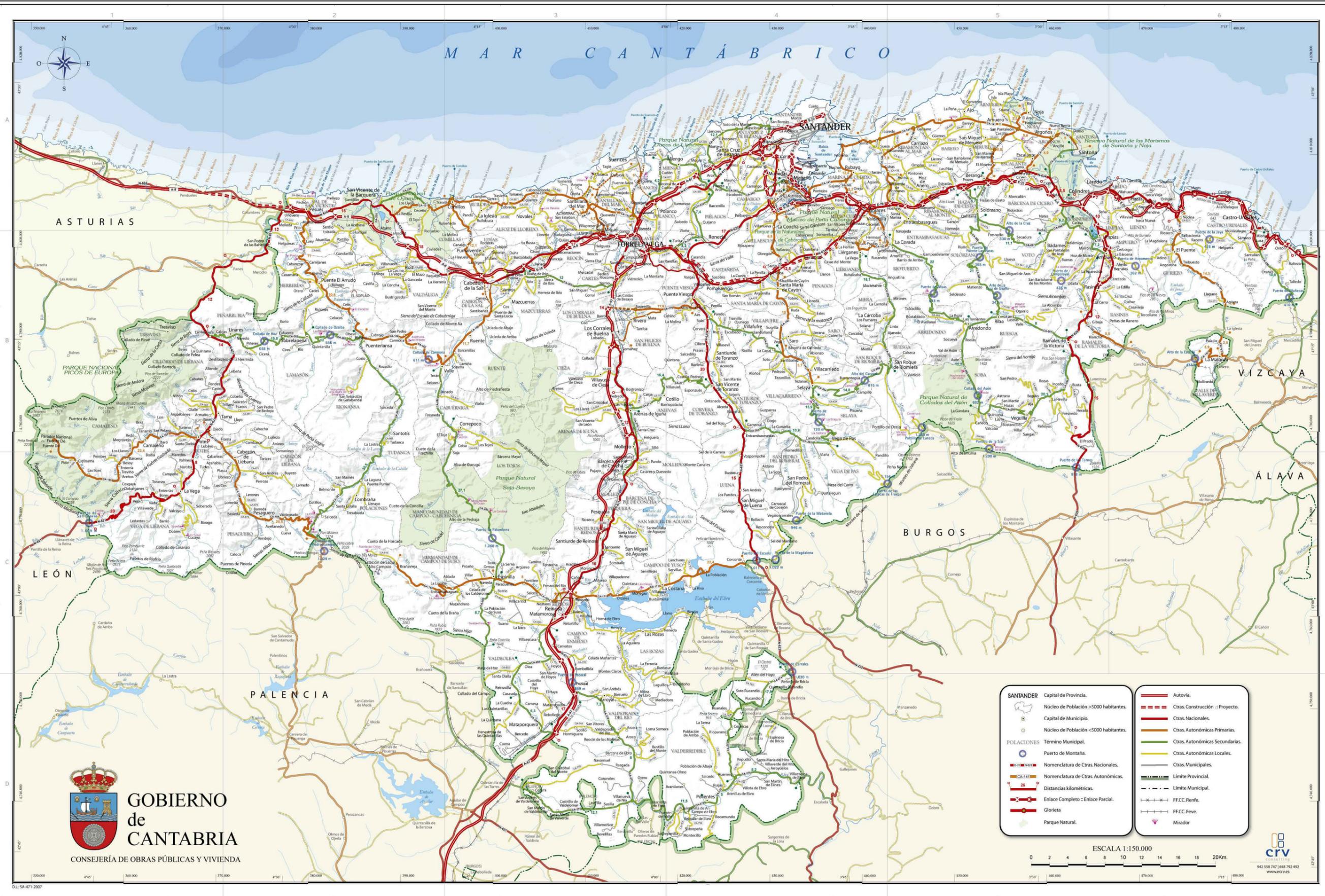
TITULO DEL PLANO
PLANO DE SITUACIÓN

AUTOR
Iván Kurt Ohm Novo

ESCALA
1/500.000

FECHA
Agosto 2017

PLANO 1
HOJA 1 DE 3



GOBIERNO de CANTABRIA
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

TÍTULO
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO
PLANO DE SITUACIÓN

AUTOR
Iván Kurt
Ohm Novo

ESCALA
1/150.000

FECHA
Agosto 2017

PLANO 1
HOJA 2 DE 3



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

TITULO
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR
SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

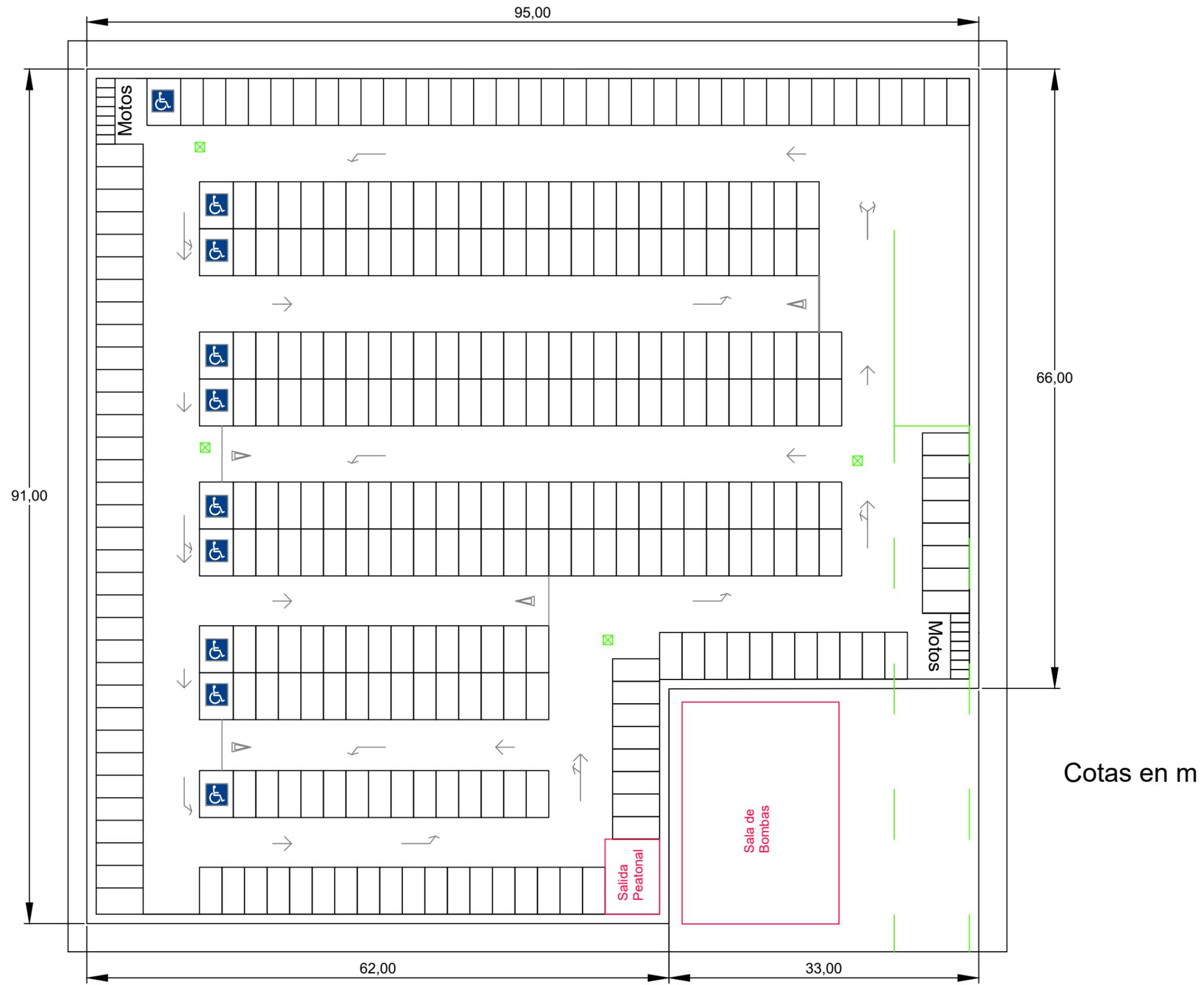
TITULO DEL PLANO
PLANO DE SITUACIÓN

AUTOR
Iván Kurt
Ohm Novo

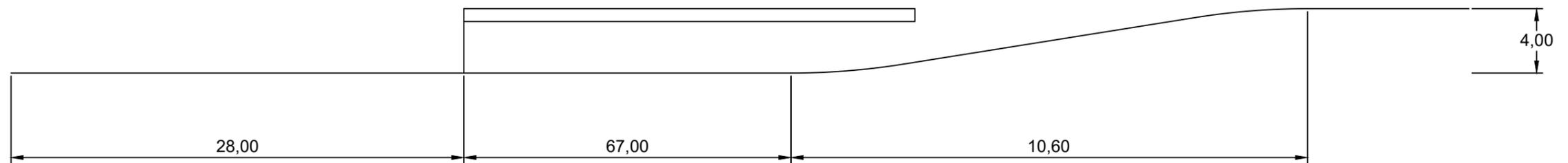
ESCALA
1/150

FECHA
Agosto 2017

PLANO 1
HOJA 3 DE 3



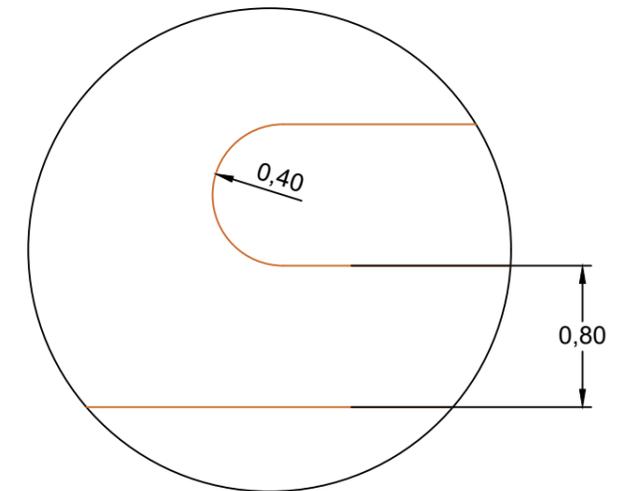
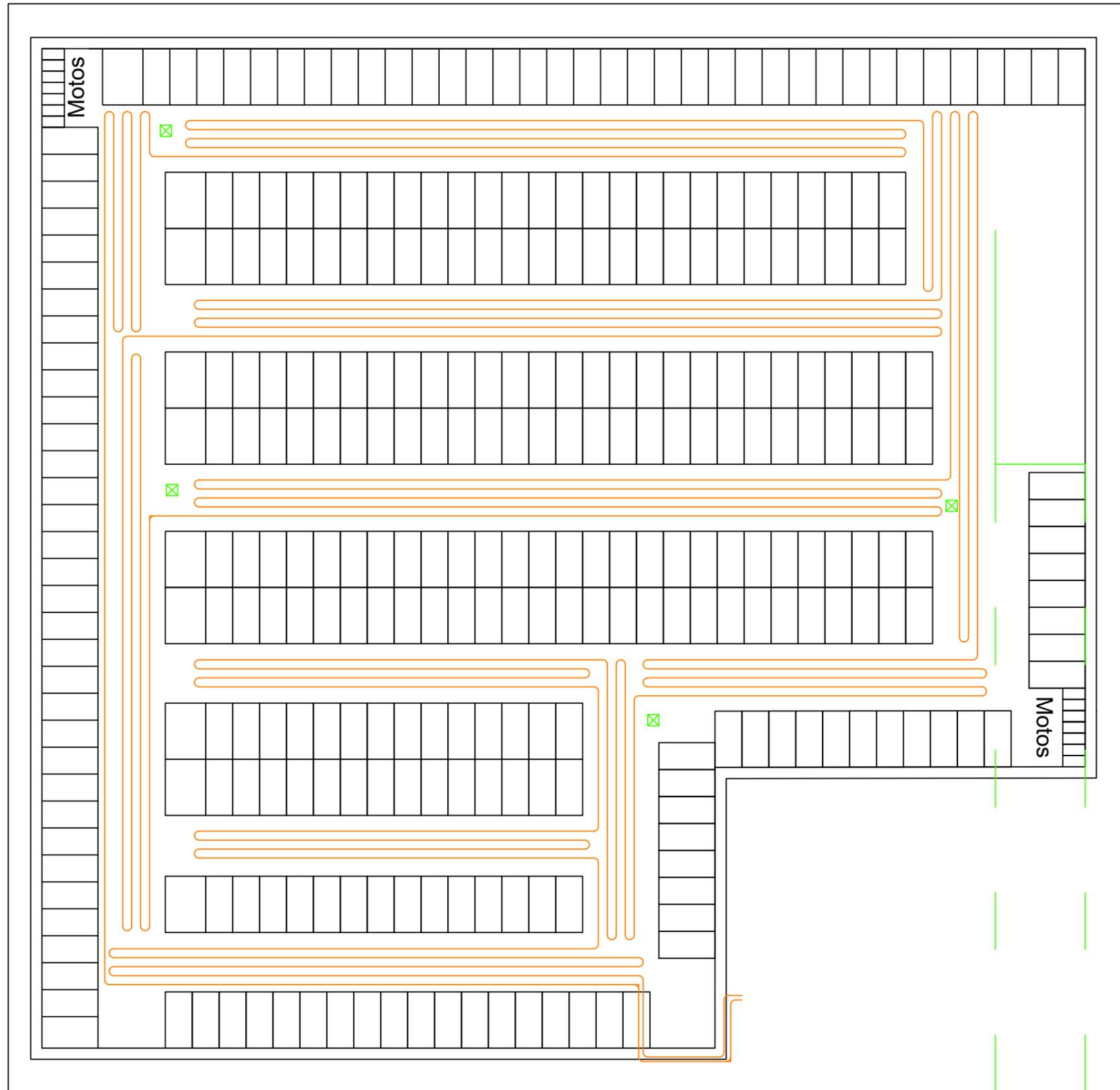
	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR Iván Kurt Ohm Novo 	ESCALA 1/50	FECHA Agosto 2017	PLANO 2
		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS	SANTANDER PROVINCIA CANTABRIA	PLANO PARKING				HOJA 1 DE 4



Cotas en m

16%
de
pendiente

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	TITULO ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO PLANO PARKING	AUTOR Iván Kurt Ohm Novo		ESCALA 1/30	FECHA Agosto 2017	PLANO 2
				PROVINCIA CANTABRIA						HOJA 2 DE 4



Escala: 1/2

Cotas en m



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

TITULO
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR
SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

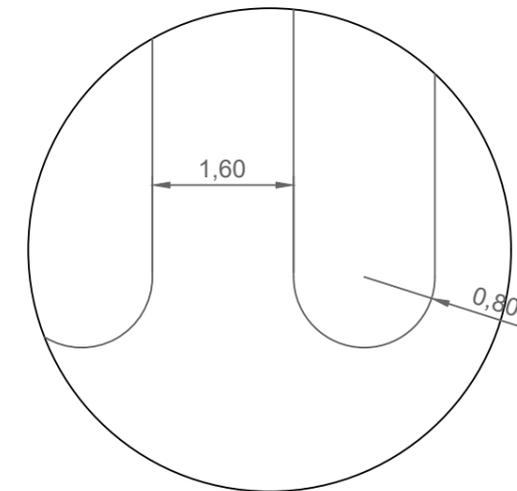
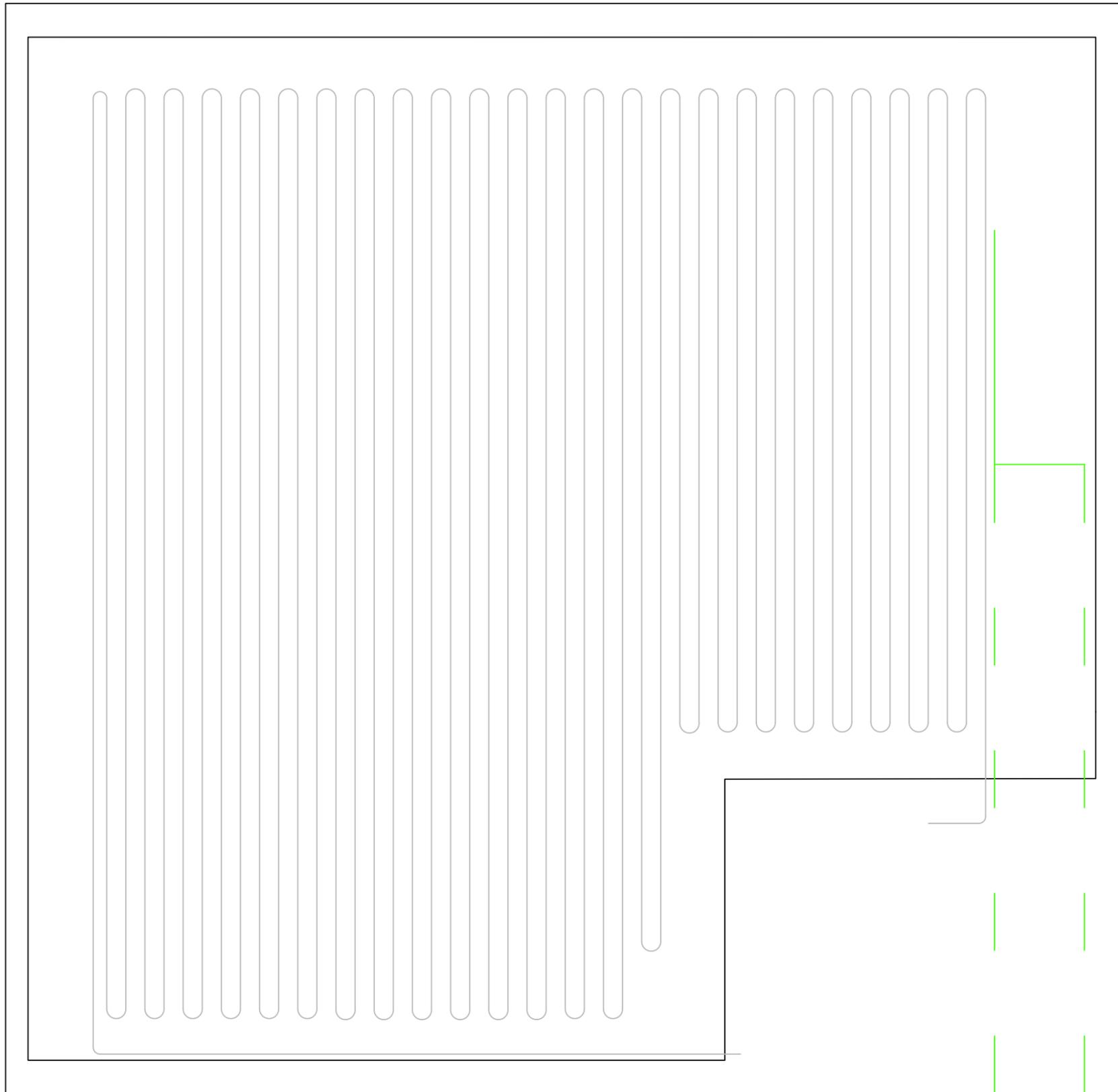
TITULO DEL PLANO
PLANO PARKING

AUTOR
Iván Kurt
Ohm Novo

ESCALA
1/50

FECHA
Agosto 2017

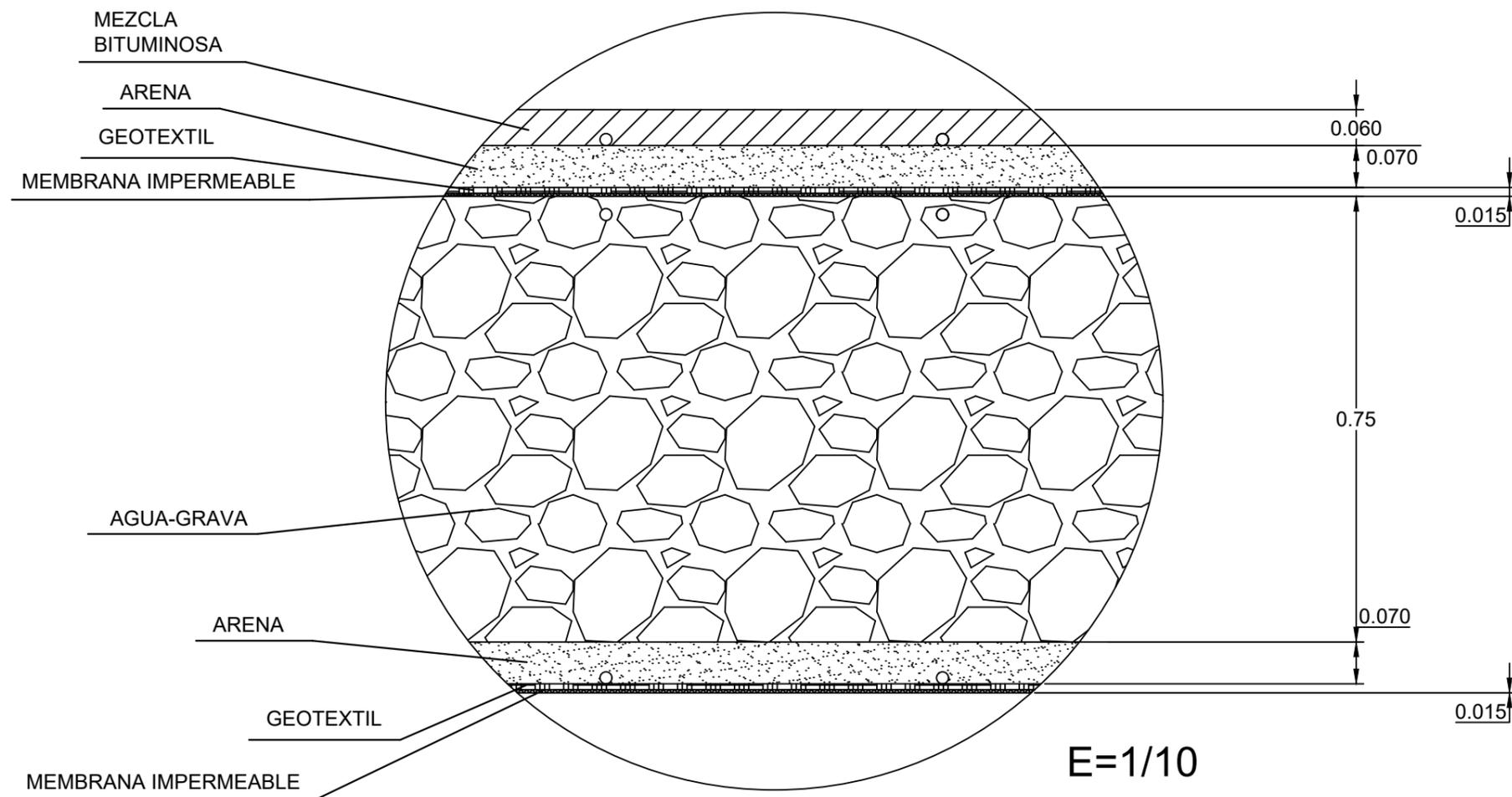
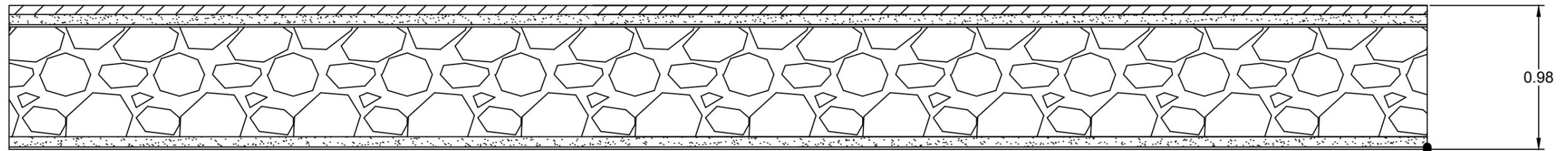
PLANO 2
HOJA 3 DE 4



Escala: 1/8

Cotas en m

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR		ESCALA	FECHA	PLANO 2
		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS	SANTANDER	PLANO PARKING	Iván Kurt Ohm Novo		1/50	Agosto 2017	HOJA 4 DE 4



Cotas en metros



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

TÍTULO
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR
SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

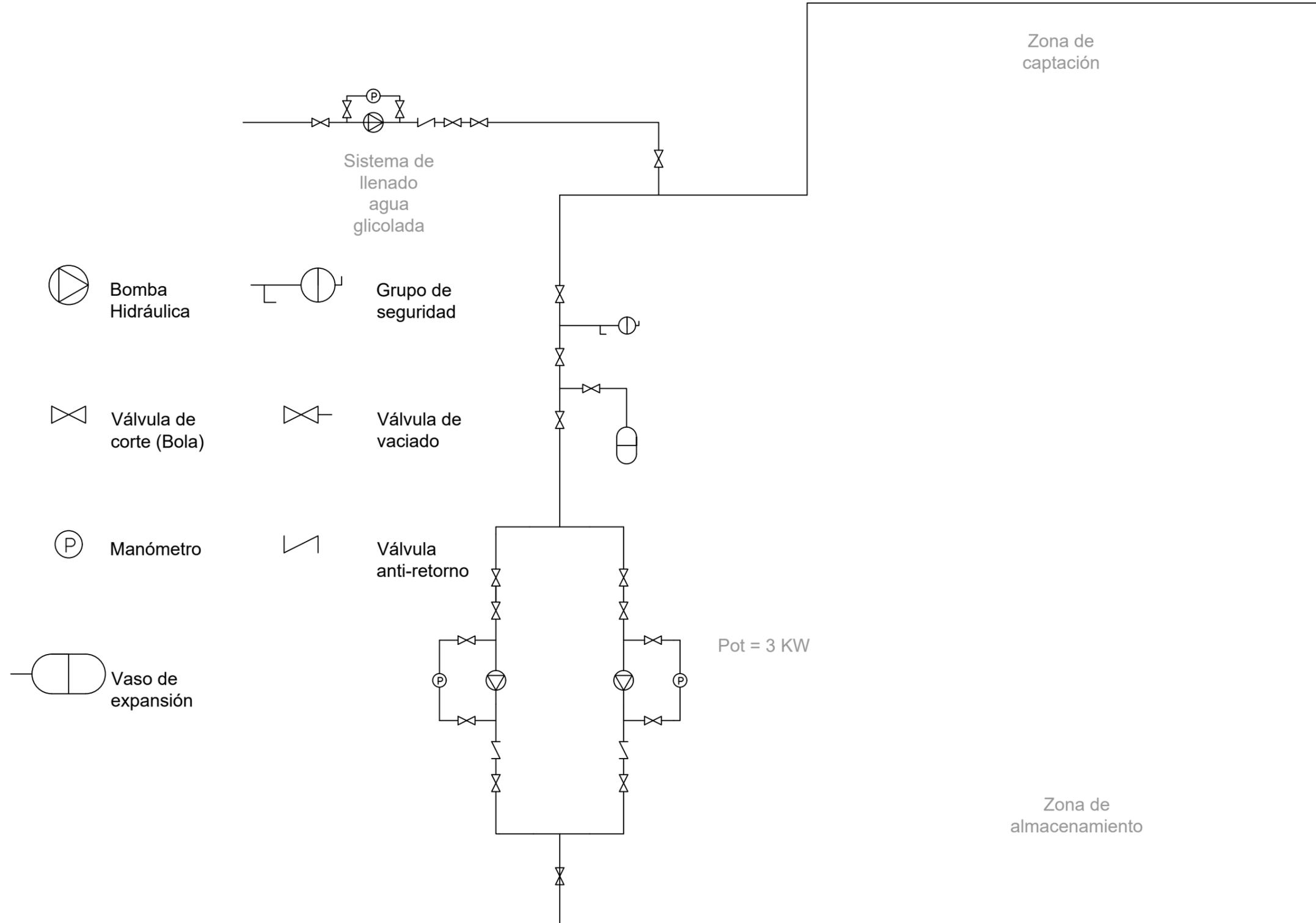
TÍTULO DEL PLANO
PLANO DE SECCIÓN

AUTOR
Iván Kurt
Ohm Novo

ESCALA
1/30

FECHA
Agosto 2017

PLANO 3
HOJA 1 DE 1



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

TITULO
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR ASFÁLTICO EN UN APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
ESQUEMA HIDRÁULICO

AUTOR
Iván Kurt
Ohm Novo

Iván Kurt

ESCALA
1/150

FECHA
Agosto 2017

PLANO 4
HOJA 1 DE 1