

Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial

Comparativa Técnica y Económica entre el Transporte de Energía en Corriente Alterna y en Corriente Continua

Autor: Guillermo López Benitez

Tutor: Esther Romero Ramos/Pedro Cruz Romero

**Dep. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2015



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería Eléctrica

Comparativa Técnica y Económica entre el Transporte de Energía en Corriente Alterna y en Corriente Continua

Autor:

Guillermo López Benítez

Tutor:

Esther Romero Ramos

Pedro Cruz Romero

Profesores titulares

Dep. de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2015

Proyecto Fin de Carrera: Comparativa Técnica y Económica entre el Transporte de Energía en Corriente
Alterna y en Corriente Continua

Autor: Guillermo López Benítez

Tutor: Esther Romero Ramos/Pedro Cruz
Romero

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2015

El Secretario del Tribunal

A mi familia, amigos y novia.

Agradecimientos

Después de un largo caminar, esta etapa llega a su fin con este trabajo y con una ilusión tremenda por lo que está por venir. Agradecer a todos y cada uno de los profesores que me han dado clase en la escuela lo que me han enseñado, ya que cada uno ha aportado su granito de arena para hacer de mí un ingeniero.

Agradecer también a Esther y Pedro, mis tutores del proyecto y profesores de la especialidad, la oportunidad que me han dado para desarrollar este trabajo y por la ayuda que me han prestado durante todo este tiempo.

Por último agradecer a mi familia, madre y hermanos, que siempre han estado ahí apoyándome en los buenos momentos y sobre todo, en los malos, que han sido muchos pero sin duda de los que más se aprende. A mis amigos, por aguantarme en esos fines de semana que se hacían eternos en la biblioteca. Y por último a mi novia, que ha sufrido tanto o más que yo durante este tiempo y que siempre ha estado a mi lado.

A todos, GRACIAS.

Guillermo López Benítez.

Sevilla, 2015

ÍNDICE

0. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Evolución histórica.....	4
1.2. Transmisión de potencia en AC y sus elementos.....	10
2. SISTEMA HVDC.....	16
2.1. Criterios importantes de decisión.....	16
2.1.1. Viabilidad técnica.....	17
2.1.2. Factor económico.....	18
2.1.3. Impacto ambiental.....	20
2.2. Soluciones aportadas por los sistemas HVDC.....	23
2.3. Componentes principales de un sistema HVDC.....	24
2.3.1. Filtros AC y DC.....	25
2.3.2. Transformadores de conversión.....	27
2.3.3. Convertidores AC/DC y DC/AC.....	30
2.3.4. Líneas de transporte.....	31
2.3.4.1. Líneas aéreas.....	31
2.3.4.2. Líneas subterráneas.....	32
2.3.4.3. Tipos de cables para sistemas HVDC.....	33
2.3.5. Inductancia de alisado.....	36
2.4. Tecnologías en el sistema HVDC: LCC y VSC.....	37
2.4.1. Tecnología clásica o LCC.....	37
2.4.1.1. Rectificador de 6 pulsos.....	40
2.4.1.2. Rectificador de 12 pulsos.....	44
2.4.2. Tecnología VSC.....	45
2.5. Comparación LCC y VSC.....	50
2.6. Conexiones y configuraciones de un sistema HVDC.....	53
2.6.1. Tipos de conexiones.....	53
2.6.2. Tipos de configuraciones.....	53
3. SISTEMAS HVDC EN EL MUNDO.....	58

3.1.	Central de Itaipú, Brasil.	59
3.2.	Presa de las Tres Gargantas, China.	63
3.3.	Central hidroeléctrica de Jinping I.....	66
3.4.	Interconexión Murraylink, Australia.	69
3.5.	BorWin1. Alemania.	73
3.6.	Interconexión Caprivi Link. Namibia	75
4.	ANÁLISIS DE UNA SITUACIÓN REAL.....	80
4.1.	Situación inicial de la línea de transporte.	81
4.1.1.	Características de la red de transporte AC.....	85
4.2.	Descripción del problema existente.....	101
4.3.	Resolución del problema. Conversión de la línea.	103
4.3.1.	Conversión de la línea AC en una línea DC.....	104
4.3.1.1.	Tipo de conexión y configuración elegida.....	106
4.3.1.2.	Elección del nivel de tensión. Límites medioambientales.	108
4.3.1.3.	Conclusiones sobre los valores medioambientales.	118
4.3.2.	Solución final del enlace HVDC.....	120
4.3.2.1.	Nueva cadena de aisladores.....	122
4.3.2.2.	Modificaciones a realizar en las subestaciones.	126
4.3.2.3.	Modificaciones estructurales en las torres.	132
5.	ANÁLISIS DEL COSTE ECONÓMICO.....	138
5.1.	Primera opción: conversión de la línea a un enlace HVDC.	138
5.2.	Segunda opción: Construcción de una línea AC.....	141
5.3.	Análisis de los resultados obtenidos. Conclusiones	142
5.3.1.	Análisis de la situación.	143
5.3.1.1.	Longitud de línea constante.....	144
5.3.1.2.	Potencia transportada constante.....	148
5.3.2.	Conclusiones.....	154
6.	ANEXOS.	156

0. OBJETIVO DEL PROYECTO.

Mediante este proyecto se busca explicar una serie de objetivos, los cuales se centran sobre todo, en el transporte de energía en corriente continua.

Dichos objetivos son:

- Realizar un pequeño análisis a través de la historia, para ver cómo ha sido la evolución de la corriente alterna y de la corriente continua y saber por qué la primera es la que se ha utilizado casi desde los inicios hasta nuestros tiempos.
- Dar a conocer las diferentes tecnologías que existen dentro del transporte en corriente continua, estableciendo los pros y los contras de cada una de ellas y viendo el funcionamiento y los diferentes esquemas de conexión que hay.
- Tener una visión global de los proyectos que se han realizado por todo el mundo con la tecnología de corriente continua, comentando de cada uno de ellos la tecnología usada para el transporte de energía y las características más importantes de la instalación, como potencia transportada, longitud de la línea, ubicación, etc.
- Analizar una situación real, es decir, se tienen los parámetros reales de una línea de transporte de corriente alterna, se plantea la situación inicial que se tiene, el problema que surge y las posibles soluciones que se encuentran, siendo estas la construcción de una línea igual a la existente o la conversión de la línea a una de corriente continua. Lo que se busca con esto es ver los parámetros necesarios que hay que estudiar para realizar la conversión de la línea a partir de unas condiciones dadas, eligiendo además la configuración más adecuada para la situación que se tiene.
- Por último, se presenta un orden de magnitud acerca de la conversión de una línea de corriente alterna a corriente continua, estableciendo una comparación con la construcción de una nueva línea de corriente alterna para poder estimar un punto a partir del cual sea más rentable la conversión de la línea que la construcción de una nueva. Se utilizan parámetros económicos como el VAN, la TIR y el PAY-BACK para establecer una comparativa entre ambas posibilidades.

1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se pretende hacer una revisión histórica de los sistemas de energía eléctrica en el mundo, describiendo los principales hitos tecnológicos y las circunstancias a que dieron lugar.

Además, se hará un repaso por los elementos más importantes de los que se compone una línea de transporte de corriente alterna, para saber lo que será necesario tener en cuenta a la hora de realizar una nueva línea.

1.1. Evolución histórica.

Como es bien sabido, el sistema eléctrico tal cual hoy se conoce ha sufrido muchas variaciones a lo largo de la historia en términos de niveles de tensión, cantidad de potencia a transmitir, mallado de la red, etc., pero sin duda el cambio más trascendental fue pasar de la tecnología en corriente continua (DC) a corriente alterna (AC).

En sus comienzos, el transporte y distribución de energía eléctrica se llevaba a cabo por medio de la corriente continua, sobre todo debido a la invención de la bombilla de cristal al vacío en 1879 por Thomas Edison. Antes de dicha fecha la luz artificial se obtenía, entre otros procedimientos, con el alumbrado a gas, existiendo compañías de gas ya a primeros del siglo XIX.

Existía sin embargo una oposición a este procedimiento debido a su potencia explosiva, lo que hacía fuera muy peligroso. Debido a esto y sumado a la ventaja de obtener más luz a un precio más barato, la industria eléctrica se desarrolló rápidamente hasta llegar a su punto culminante alrededor del año 1885.

Como ejemplo de una de las primeras redes que se instalaron se tiene la que se construyó en 1882 entre las ciudades de Miesbach y Munich (Alemania), cubriendo una distancia de 50 km, siendo la tensión de la línea de 2 kV. Además, en esa misma fecha se instaló el primer sistema para la venta de energía eléctrica para alumbrado incandescente en EE.UU. Se trataba de un sistema DC de tres cables 220/110 V, que alimentaba un conjunto de lámparas de Edison cuya potencia total era de 30 kW.

Se ve que las primeras redes de distribución que funcionaron tanto en Europa como en EE.UU lo hacían con corriente continua (DC) y niveles de tensión bajos, pero esto presentaba una serie de problemas, que son:

La carga que estas compañías eléctricas, o de iluminación, tenían que satisfacer, comenzaban al anochecer, manteniéndose constante casi en las primeras horas de la noche y cayendo posteriormente de forma precipitada en el entorno de las 11 p.m., aproximadamente a un nivel que rondaba el 50 % del valor máximo de la carga que alimentaban dichas centrales.

Este problema se sigue teniendo en la actualidad debido a que las cargas eléctricas no representan cargas homogéneas, distribuyéndose a lo largo del día, lo que implica que hay momentos del día que son llamados punta y otros que son denominados valle debido al consumo eléctrico que representan dentro de esa franja horaria.

Dado que ya se conocía el motor eléctrico, este se implantó como sustituto eléctrico, convirtiéndose muy popular en poco tiempo. Esto hizo que las compañías empezaran a tener funciones cada vez más extensas y comenzaron a denominarse como compañías de luz y fuerza.

Otro de los problemas a tener en cuenta es que gran parte de la energía generada en estas centrales se perdía en los cables que la transportaban hacia los centros de consumo. Los incrementos de carga producidos generaban un aumento de la corriente eléctrica que se demandaba, provocando unas caídas de tensión inaguantables para el sistema eléctrico cuando la distancia entre las plantas generadoras y los centros de consumo era elevada.

Es ahí donde reside el gran problema, ya que el hecho de mantener las plantas generadoras cerca de los centros de consumo era cada vez más complicado, dado que los lugares preferentes para la generación no estaban disponibles, lo que implicaba que dichas plantas estaban cada vez más lejos de los centros de consumo.

Por lo tanto, la única solución posible era la de aumentar los niveles de tensión pero no era deseable un voltaje elevado ni desde el punto de vista tecnológico ni desde el punto de vista de la seguridad del cliente.

Entonces, surgió una idea para resolver estos problemas: transmitir la potencia a unos niveles de tensión más elevados a través de grandes distancias, para luego ir reduciéndolo a medida que nos acercamos a los sitios de carga.

Con los elementos que se conocían hasta la fecha no era posible llevar a cabo esa actuación que permitiera resolver los problemas que se han comentado, dado que lo que se necesitaba era diseñar un dispositivo que pudiese transformar niveles de tensión y corriente de forma fiable.

El año 1885 es un año clave para el desarrollo de la corriente alterna (AC) debido al invento del transformador, el cual fue patentado en ese año por los ingenieros húngaros de la compañía Gan Otto Bláthy, Miksa Déri y Károly Zipernowsky, a partir de los estudios anteriores de Michael Faraday en 1831 sobre el fenómeno de inducción electromagnética.

Este invento, junto con el del generador en corriente alterna que permitía la generación de energía mediante turbinas de una forma económica, hizo que se tuvieran los medios suficientes para poder plantear el cambio al transporte de energía en corriente alterna.

A partir de ahí, se puede destacar que el primer sistema comercial de corriente alterna con fines de distribución de energía eléctrica que usaba transformadores, se puso en funcionamiento en el año 1886 en Great Barington, Massachussets, en los EE.UU. Se construyó ese mismo año también una línea en Cerchi, Italia, de una distancia de 30 km, por la que se transmitía la potencia a una tensión de 2000 V en corriente alterna (AC).

Es a partir del año 1890 y durante toda esa década, cuando se empezaron a producir los mayores movimientos entre las compañías a la corriente alterna (AC) a partir del invento del transformador, como por ejemplo:

- La compañía Westinghouse empezó a experimentar con una nueva forma de corriente que posteriormente se conocería como corriente alterna. Se basó en el hecho que la corriente invierte alternativamente el sentido del flujo en sincronismo con el generador rotativo.

Esta nueva corriente presentaba una ventaja clara:

- La eliminación de los problemas de conmutación, propios de los generadores de corriente continua.

Dicha ventajas de fue la que llevó a plantearse a las compañías cuál de las dos corrientes era más beneficiosa, si la continua a partir de la cual había empezado todo, o la alterna, que había sido recién descubierta.

Como defensor de la corriente continua (DC) se tiene a Thomas Edison, quien fundó la compañía Edison Electric, la cual poco después pasó a llamarse General Electric. En el lado de la corriente alterna (AC) se encontraban tanto Nikola Tesla, en menor medida, como George Westinghouse, creador de la compañía que lleva su propio nombre.

Se estableció entonces lo que se conoce como la guerra de las corrientes entre esos dos grandes nombres y en definitiva, entre esas dos compañías de electricidad, que buscaban hacerse con el monopolio de la iluminación en esos inicios de la electricidad.

Como es sabido, fue la corriente alterna (AC) la que salió vencedora, llegando hasta nuestros días formando los sistemas eléctricos que conocemos.

Esto fue sobre todo debido a tres grandes razones que son las siguientes:

- Los motores de corriente alterna, sin ser versátiles, eran más sencillos y baratos que los motores que existían hasta el momento de corriente continua.
- El generador en corriente alterna era también más sencillo y además, se eliminaban los problemas de conmutación en estos generadores frente a los de corriente continua.
- Por último, el factor más importante de todos fue el invento del transformador, que ejerce como máquina capaz de satisfacer las necesidades de trabajar a distintos niveles de tensión según se esté más próximo a las centrales de generación o a los centros de consumo.

A partir de esto, aparece el concepto de estación central, lo que hace desaparecer los problemas existentes hasta el momento de cargas que estaban alejadas de la zona de generación.

Lo que se consiguió fue que la mayor parte del incremento de carga se pudiese manejar sin que hubiera una necesidad de incrementar la inversión de capital, abaratando por lo tanto el coste de la energía.

La ventaja final obtenida era clara: se conseguía aumentar el número de consumidores de energía eléctrica lo que suponía un aspecto positivo para que el sistema existente siguiera creciendo y desarrollándose.

A partir de 1893 se empezó a introducir la transmisión trifásica, impulsando así el desarrollo eléctrico de la corriente alterna. Aun así, aunque muy poco a poco, la corriente continua siguió desarrollándose, pero permaneciendo siempre en un segundo plano.

En ese mismo año se instala el primer sistema trifásico en corriente alterna en Suecia, entre las ciudades de Hellsjon y Grängesberg, realizado por la compañía sueca Asea, la empresa pionera de este sector en dicho país.

Además de esta instalación, se pueden destacar otras dos transmisiones interurbanas como son:

- La línea que unía las ciudades de Lauffen y Frankfurt, en Alemania
- La línea existente cerca de Telluride, en Colorado, Estados Unidos, la cual es considerada como la primera línea instalada para el transporte de energía a larga distancia.

Poco después y debido a la introducción de la transmisión trifásica en el sistema eléctrico, surgió la pregunta siguiente: ¿Por qué no interconectar los sistemas y satisfacer así las condiciones de carga pico con la potencia combinada de los sistemas interconectados?

A medida que las compañías eléctricas fueron aumentando su número de clientes llegaban a tener límites que se solapaban entre ellos, lo cual presentaba una ventaja operativa:

- Como las cargas en sistemas adyacentes no tenían necesariamente que alcanzar su máximo en el mismo tiempo, podía existir una compensación entre estos sistemas interconectándolos.

A la hora de la realización surgió un problema técnico para ello: ¿a qué frecuencia se deberían interconectar los sistemas?

En ese momento se encontraban en funcionamiento todo tipo de líneas, desde las que funcionaban en corriente continua (DC), como las que funcionaban en corriente alterna (AC) a todo tipo de frecuencias, como a 25, 50, 60, 125 y 133 Hz.

Como es sabido, para poder interconectar dos o más sistemas entre sí, todos los implicados en la interconexión han de trabajar a la misma frecuencia. Esto provocó que se intensificara la puesta en marcha de una estandarización de las frecuencias.

La primera idea que se planteó fue la de tomar como frecuencia estándar 25 Hz, ya que en aquel tiempo la mayoría de las instalaciones hidroeléctricas y las unidades generadoras de las cataratas del Niágara usaban esta frecuencia.

Como dato negativo, se sabía que a esa frecuencia se producía un parpadeo bastante apreciable en las lámparas incandescentes, lo que hacía que su uso fuera bastante desagradable.

Como solución a este problema, en EE.UU se adoptó una frecuencia estándar de 60 Hz debido a que se tenían las características eléctricas adecuadas para ello.

Hoy en día en Europa se tiene una frecuencia estándar de 50 Hz, mientras que países como EE.UU, Brasil, Canadá, Corea del Sur o Japón (en su parte oeste) son algunos de los que tienen la frecuencia de 60 Hz adoptada como estándar.

Por último, se pueden destacar varios avances que permitieron que la corriente continua siguiera desarrollándose con el paso de los años hasta la actualidad.

- Aparecen el diodo (1904), el triodo (1906) y el tubo de vacío (1910).
- Desarrollo de las válvulas de arco de mercurio en los procesos de transmisión y conversión de energía eléctrica para altas tensiones y potencias (1929).
- Instalación de plantas de investigación en EE.UU y en Suecia. En ellas el Dr Uno Lamm se convirtió en el principal responsable del desarrollo de esta tecnología. Está considerado como el padre de la HVDC (High Voltage Direct Current).
- Se firma el primer contrato comercial para la construcción de un enlace de 60 MW HVDC en Alemania (1941). Dicha línea debía transmitir 150 A en un nivel de tensión de ± 200 kV. Su entrada en funcionamiento estaba prevista para el año 1945 pero fue desmantelada debido a la II Guerra Mundial.

1.2. Transmisión de potencia en AC y sus elementos.

Actualmente la distribución de energía eléctrica se realiza mediante la corriente alterna por medio de lo que se conoce como un sistema eléctrico de potencia.

En este apartado se pretende dar una visión global y resumida de los elementos que componen dicho sistema eléctrico de potencia desde la generación de energía hasta los puntos de consumo.

Con esto lo que se busca es que el lector tenga un conocimiento básico sobre los aspectos esenciales del sistema eléctrico para, más adelante, saber cuáles son los aspectos básicos a tener en cuenta a la hora de diseñar una línea de transporte.

Según el Reglamento de Alta Tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, solo se distinguen dos niveles de tensión que son los siguientes:

- Alta tensión: tensión nominal superior a 1 kV.
- Baja tensión: tensión nominal igual o inferior a 1 kV.

Esto es solo una diferenciación legal entre la alta y la baja tensión, pero dentro de la alta tensión, encontramos en el reglamento otra clasificación según los distintos niveles de tensión dentro de los cuales nos encontremos.

Este Reglamento de Alta Tensión nos ofrece la siguiente clasificación:

- Categoría especial: son aquellas cuya tensión nominal es superior a 220 kV y las de tensión inferior pero que forman parte de la línea de transporte, conforme a lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre.
- Primera categoría: aquellas cuya tensión nominal es inferior a 220 kV y superior a 66 kV.
- Segunda categoría: aquellas cuya tensión nominal es igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
- Tercera categoría: aquellas cuya tensión nominal es igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

Como se puede observar, según el reglamento, no existe una distinción entre media y alta tensión legalmente, aunque en la realidad si suele aplicar este término.

Con lo cual, los grupos de tensiones con los que se trabajan en España, estarían reflejados en una clasificación de la siguiente manera:

- **Alta tensión (AT):** valores iguales o superiores a los 66 kV, incluyendo los valores de tensión más comunes que son 500 kV, 420 kV, 380 kV, 220 kV, 132 kV y 66 kV.

Además se puede añadir que existe también la línea de 110 kV, que aunque no figura en el RAT es ampliamente utilizada.

- **Media tensión (MT):** comprende los valores de tensión de 45 kV, 30 kV, 20 kV, 15 kV, 10 kV, 6 kV, 5 kV y 3 kV.

En este caso, también se puede añadir a la clasificación la tensión de 25 kV que tampoco aparece en el RAT.

- **Baja tensión (BT):** comprende todas aquellas tensiones que están por debajo de 1 kV, siendo los valores más habituales los de 380 V, 220 V y 127 V.

Se presenta a la Figura 1 en la que se muestra un esquema del sistema eléctrico español:

Esquema del sistema eléctrico actual, de la generación al consumo.



Figura 1. Esquema del sistema eléctrico español

En la Figura 2 se representa un esquema básico del camino que sigue la energía eléctrica desde el momento de su generación hasta los puntos de consumo, ya sean industriales o residenciales.

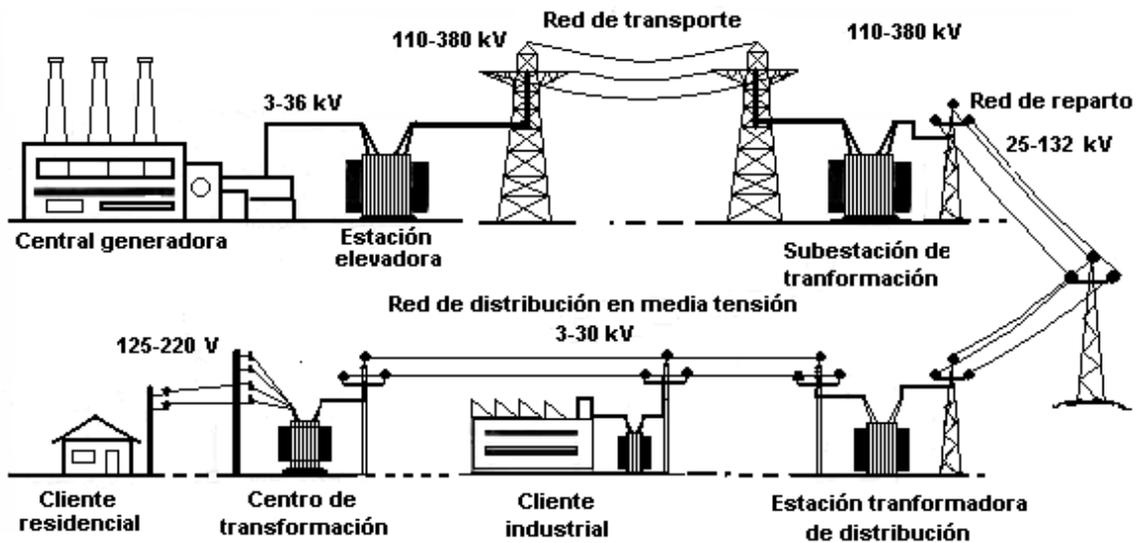


Figura 2. Transporte de la energía eléctrica.

Según el MIE-RAT 01 las centrales de producción de energía se pueden definir como: lugar y conjunto de instalaciones, incluidas las construcciones de obra civil y edificios necesarios, utilizados directa o indirectamente para la producción de energía eléctrica.

Dichas centrales de generación se pueden clasificar como:

- Centrales térmicas convencionales: son aquellas que producen electricidad a partir de la energía química almacenada en un combustible.
- Centrales térmicas no convencionales: a diferencia de las anteriores, en este caso, la energía primaria procede de fuentes renovables, tales como la biomasa, el viento o el sol, según el tipo de instalación que tengamos.

Una vez comentadas las centrales de generación, la siguiente parada dentro del sistema eléctrico son las subestaciones eléctricas.

Según el MIE-RAT 01-55, podemos definir una subestación eléctrica como: conjunto situado en el mismo lugar de la aparamenta eléctrica y de los edificios necesarios para realizar algunas de las funciones siguientes:

- Transformación de la tensión, frecuencia o número de fases.
- Rectificación.
- Compensación de potencia.
- Conexión de dos o más circuitos.

Además, quedan excluidos de este grupo los centros de transformación, los cuales vamos a ver más adelante.

Dentro de las subestaciones eléctricas, se pueden clasificar en dos grupos:

- Subestaciones de transformación: son las encargadas de transformar la energía eléctrica mediante uno o más transformadores. A su vez, estas subestaciones podrán ser elevadoras o reductoras de tensión.
- Subestaciones de maniobra: encargadas en este caso de la conexión de dos o más circuitos y realizar sus maniobras, manteniéndose en este caso el nivel de tensión, ya que no hay transformación alguna.

Existe una nueva tecnología de subestaciones, que son las llamadas subestaciones GIS (Gas Insulated Switchgear).

Se trata de subestaciones encapsuladas con hexafluoruro de azufre (SF₆), lo que permite que ocupen una extensión de terreno bastante menor que la ocupada por las subestaciones convencionales o AIS (Air Insulated Switchgear).

Como características principales de estas subestaciones se pueden destacar que: tienen una mayor seguridad, menor costo de O&M y una mayor vida útil, entre otras.

El siguiente elemento a comentar son los centros de transformación, los cuales se definen como:

- Instalación provista de uno o varios transformadores reductores de Media a Baja Tensión, con la aparamenta y obra complementaria precisas.

Los centros de transformación se clasifican en cuatro grupos que son los siguientes:

- Centro de Transformación en edificio de obra civil
- Centro de Transformación en edificio prefabricado
- Centro de Transformación subterráneo
- Centro de Transformación a la intemperie

El último elemento a comentar son los cables eléctricos, pieza fundamental de cualquier sistema eléctrico ya que a través de ellos se realiza el transporte de energía eléctrica.

Se entiende por conductor eléctrico aquel material cuya resistencia al paso de la corriente eléctrica es muy baja, siendo capaces por lo tanto de transmitir la electricidad de un punto a otro.

Se pueden establecer tres clasificaciones diferentes de los cables eléctricos que son:

Atendiendo a la tensión de servicio

- Cables de muy baja tensión, hasta 50 V.
- Cables de baja tensión, hasta 1000 V.
- Cables de media tensión, hasta 30 kV.
- Cables de alta tensión, hasta 66 kV.
- Cables de muy alta tensión, por encima de los 66 kV.

Según la naturaleza de sus componentes:

- Cables con conductores de cobre o aluminio.
- Cables aislados con materiales termoplásticos, elastómeros, papel impregnado o aceite fluido.
- Cables protegidos con pantallas, armaduras, etc.

Según sea el servicio o aplicaciones específicas:

- Cables para redes de distribución de energía, urbana o interurbana.
- Cables para instalaciones en el interior de edificios.
- Cables de señalización, telefonía, radiofrecuencia, etc.
- Cables para aplicaciones específicas tales como minas, construcciones navales, ferrocarriles, etc.

2. SISTEMA HVDC.

En este segundo punto del trabajo, lo que se pretende es abordar de una manera clara y ordenada la teoría sobre la transmisión de potencia en corriente continua, estudiando los principios básicos de funcionamiento y las ventajas e inconvenientes existentes frente a la transmisión de potencia en corriente alterna.

Aunque ahora parezca que se está hablando de un sistema de transporte de energía eléctrica novedoso, la utilización de la corriente continua para realizar dicha función, viene desde muy atrás.

Una muestra de esto es la primera línea comercial que se construyó usando la tecnología HVDC la cual se hizo en 1954, uniendo mediante un cable submarino de 98 km de longitud, la isla de Gotland con Suecia, con una potencia de 20 MW, 200 A y a un nivel de tensión de 100 kV.

Por lo tanto, con esto se ve que es una tecnología que ha ido desarrollándose poco a poco desde muchos años atrás y a medida que el nivel tecnológico ha ido creciendo, ha sido más fácil desarrollar proyectos de este tipo e implementarlos en los sistemas eléctricos.

Antes de estudiar las diferentes tecnologías de transporte con corriente continua, se van comentar los aspectos más importantes que se han de tener en cuenta a la hora de decidir entre la corriente alterna o la corriente continua para llevar a cabo un nuevo enlace.

2.1. Criterios importantes de decisión.

Principalmente, son tres aspectos los que se van a destacar a la hora de hacer la elección entre las dos corrientes para la realización de un proyecto determinado, siendo estos parámetros la viabilidad técnica de la realización del enlace, el coste económico y el impacto medioambiental de la instalación.

2.1.1. Viabilidad técnica.

Quizás sea este el parámetro más importante a estudiar antes de tomar la decisión sobre la utilización de una corriente u otra.

Lo primero que se puede destacar dentro de aspecto, es el tema relacionado con la potencia, siendo quizás uno de los aspectos más relevantes a la hora de inclinar la balanza hacia uno de los dos lados, debido a una serie de circunstancias.

En la Figura 3 se ve claramente como la potencia que se transmite a través de un sistema HVDC se mantiene prácticamente constante, con independencia de la distancia a la que se esté transportando, mientras que para la corriente alterna esa potencia va disminuyendo a medida que las distancias de transporte son cada vez mayores.

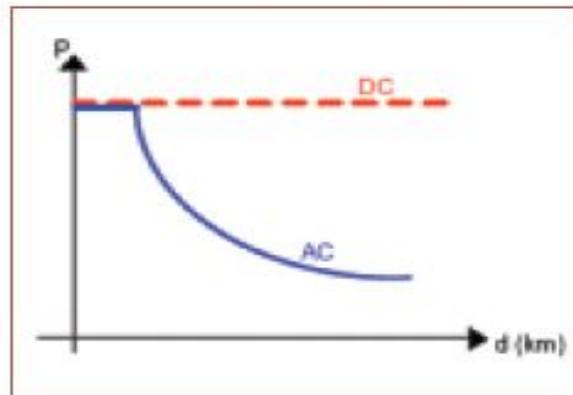


Figura 3. Relación de la potencia con la distancia de la línea. Fuente: Transporte de energía en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución.

Este hecho es debido a la inestabilidad de la línea de corriente alterna, efecto que se hace más evidente cuanto mayor es la distancia de la misma.

Es por eso que a medida que la longitud de la línea se va incrementando este efecto se hace más pronunciado, limitando de esta manera la potencia que se podría transmitir por la capacidad térmica de la línea.

El concepto de estabilidad de no tiene sentido cuando lo que se tiene es un enlace de corriente continua, es por eso por lo que la capacidad de transporte permanece casi constante con la longitud de la misma.

Esto hace que se manejen cifras que hablan de alrededor de un 20 % menos de pérdidas en un sistema HVDC frente a un sistema en corriente alterna.

Otro de los aspectos técnicos más importantes, es la unión o interconexión de dos o más sistemas que funcionan a diferentes frecuencias.

En este caso, no cabe otra posibilidad que la de hacerlo mediante una instalación en corriente continua, independientemente de la distancia que separe dichos sistemas, ya que en ese caso no interviene para nada la frecuencia existente.

2.1.2. Factor económico.

Aparte de los factores técnicos que ya se han comentado, cuando en un futuro proyecto de una instalación es posible utilizar tanto la corriente alterna como un sistema HVDC, hay que evaluar otra serie de parámetros, siendo quizás el económico, el más importante de todo ellos.

Para analizar el coste total de un sistema de transporte (ya sea en corriente alterna o en corriente continua), será necesario contabilizar tanto los costes directos de la instalación como los costes indirectos.

Por costes directos de la instalación entendemos los costes de las líneas, de los convertidores/transformadores, de las torres eléctricas, de los sistemas de control y protección, etc, mientras que por costes indirectos, lo que se representa es la cuantificación de las pérdidas producidas a lo largo de la línea.

Se puede ver en la Figura 4 como se representan claramente los costes de los sistemas en corriente alterna y en corriente continua, en función de la longitud de la línea de transporte.

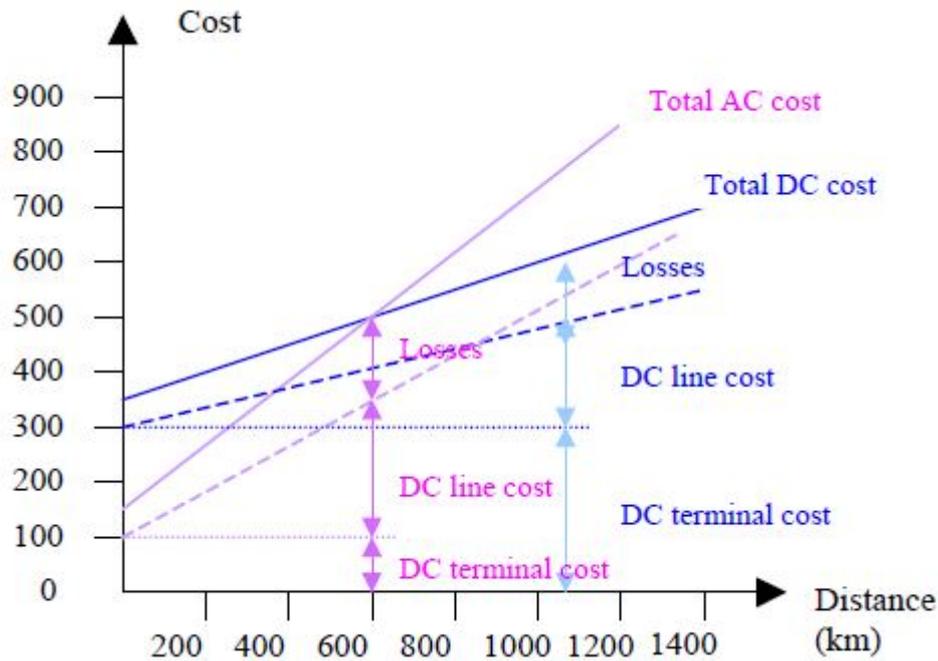


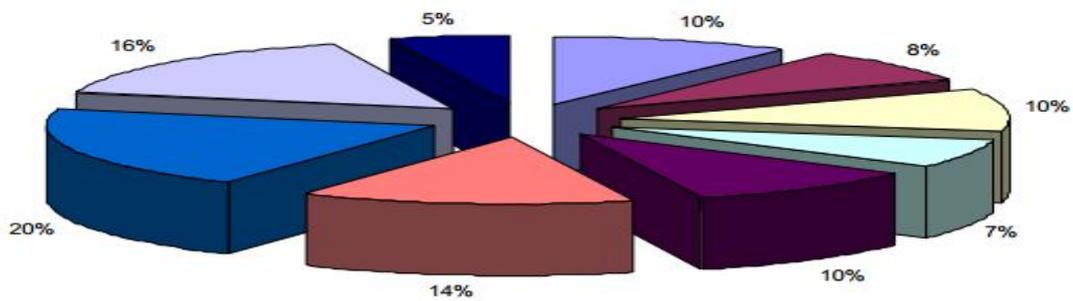
Figura 4. Costes de los sistemas AC y DC en función de la distancia. Fuente: Transmission and Distribution Networks: AC versus DC.

Del análisis de la Figura 4, se pueden destacar varios aspectos acerca de los costes directos e indirectos de cada una de las instalaciones.

- El coste de los equipos es unas 3 veces superior para el caso de una línea en corriente continua que para que una línea en corriente alterna.
- El coste asociado a las líneas es un poco superior para el caso de una línea en alterna. Mediante la suma del coste de los equipos y de la línea se establece una primera relación que se representan por las líneas en discontinuo.
- Se puede apreciar como la pendiente de la línea asociada a la línea de corriente alterna es mayor que la de la línea para el caso de corriente continua, por lo que existe un punto de corte de ambas líneas para una distancia entorno a los 800 km. Esto indica que a partir de esa distancia y con los parámetros estudiados, sería más rentable la aplicación de un enlace HVDC que la de una línea AC.
- Si a este cálculo se suman las pérdidas asociadas a cada una de las líneas, se obtienen ahora las líneas continuas. La pendiente para el caso AC aumenta más de lo que lo hace para el caso HVDC debido a que las pérdidas para el primer caso son mayores. Esto hace que el punto de corte aparezca ahora para unos 600 km en vez de los 800 km que se obtenían sin tener en cuenta las pérdidas.

Como se ha visto, los costes directos de este sistema son más elevados que los existentes para un sistema con corriente alterna, debido a que se necesitan aparatos tales como filtros, convertidores y otra serie de equipos auxiliares que son los que hacen que los costes se incrementen, aportando como dato, que el 20 % de los costes directos son debido a las válvulas necesarias para el funcionamiento de dicho sistema.

Estos costes de un sistema HVDC, se pueden desglosar por conceptos y representarlos gráficamente, para tener así una idea de cómo se reparten, quedando como se ve en la Figura 5:



ingeniería
 sistema de control
 válvulas
 instalación y puesta en servicio
 filtros a.c
 transformadores de conversión
 otros equipos
 ingeniería civil
 transporte, seguros

Figura 5. Desglose de los costes de una instalación HVDC. Fuente: Transmission and Distribution Networks: AC versus DC.

2.1.3. Impacto ambiental.

Este es el tercer punto importante de análisis a la hora de la discusión para la implantación de un sistema de corriente alterna o un sistema HVDC.

Lo primero que se puede destacar, es la diferencia de tamaño que existe en los apoyos de líneas aéreas, para un sistema en corriente alterna y otro sistema en corriente continua.

A continuación, se muestra la Figura 6, donde se muestran dos torres típicas para la transmisión de 1000 MW de potencia eléctrica, apreciándose la diferencia para ambos sistemas.

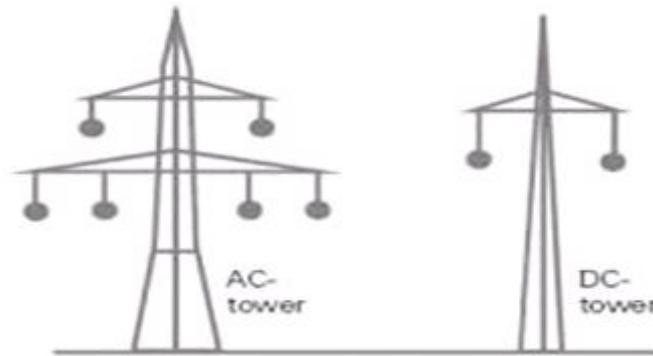


Figura 6. Comparación torres AC y DC para 1.000 MW. Fuente: Google imágenes.

Como se puede apreciar, para un mismo valor de potencia transmitida, la diferencia de tamaño de los apoyos es considerable, por lo que se consigue de esta manera, que el impacto ambiental que producen las torres, sea mucho menor para un sistema HVDC que para una instalación en corriente alterna.

El tamaño de los apoyos, repercute también en el tamaño de la servidumbre de paso, que se refiere a un trazado con un ancho determinado, a lo largo del cual se sitúan los apoyos, por el que discurren las líneas de transporte.

Como se ha visto que las torres para un sistema HVDC son más pequeñas que las de un sistema en corriente alterna, podemos concluir que el tamaño de la servidumbre de paso del primer sistema, será más pequeño que el del segundo sistema.

Gráficamente, se puede ver bastante bien en la Figura 7:

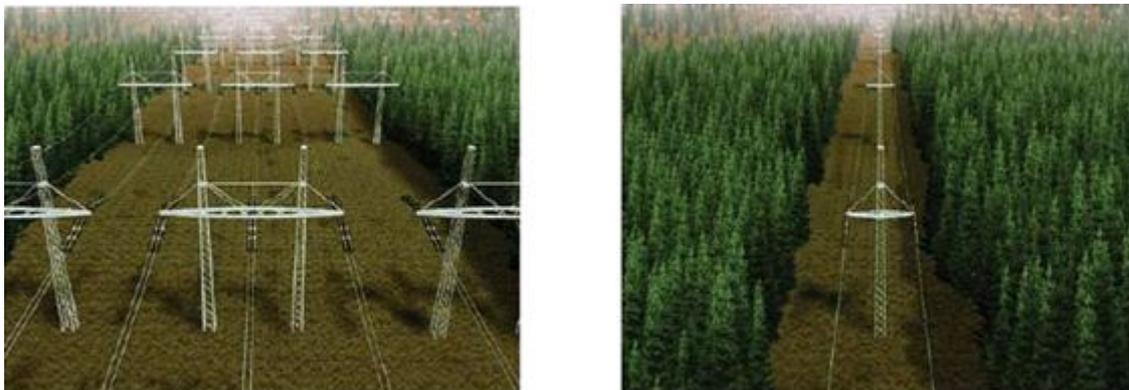


Figura 7. Comparación de la servidumbre de paso para una línea HVAC de 500 kV y otra HVDC de ± 500 kV, ambas de 3.000 MW de potencia. Fuente: Google imágenes.

Como se observa, para una misma potencia transmitida en ambos casos (3000 MW), la diferencia de anchura de ambas servidumbres de paso es bastante apreciable, siendo menor para un sistema HVDC, suponiendo esto un menor impacto ambiental.

Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta dentro de las consideraciones medioambientales, es el efecto corona, que se produce debido a los campos eléctricos y magnéticos que se existen en las proximidades de las instalaciones eléctricas de alta tensión, ionizando el aire existente alrededor del cable.

Este hecho puede provocar problemas como las interferencias con las líneas de radio frecuencia que estén próximas, un aumento del ruido audible en las proximidades de las instalaciones y una generación de ozono importante.

Todos estos hechos, hacen necesario el conocer el orden de magnitud de los problemas existentes para poder emprender las medidas necesarias para su corrección.

Con todo ello, podemos establecer una serie de parámetros medioambientales que definen los sistemas HVDC y que muestran las ventajas o desventajas posibles frente a los sistemas tradicionales de transmisión de potencia en corriente alterna.

Estos puntos son:

- Se ha visto que las torres son más pequeñas en esta instalación que para un sistema de corriente alterna, por lo que la servidumbre de paso necesario será, también más pequeña, contribuyendo todo esto a un menor impacto visual y medioambiental.
- Para el caso de los campos eléctricos y magnéticos, se ha llegado a la conclusión que son del mismo orden de magnitud que los que se producen en la tierra de forma natural, lo que supone, que no habría un impacto negativo sobre los seres vivos.

Aun así, se podrían eliminar los campos magnéticos originados en las instalaciones mediante retornos metálicos.

- El ozono que se produce debido al efecto corona ya comentado, es del mismo orden de magnitud que el que se genera en los procesos naturales, por lo que no supone ningún cambio brusco para el medio ambiente en el que se sitúa la instalación.
- Los campos magnéticos que se producen, pueden suponer problemas en instalaciones monopolares con retorno por tierra, ya que puede modificar la lectura de una brújula en las proximidades de los cables.

Como solución se puede proponer la instalación de retornos metálicos.

Además, también pueden inducir corrientes en tuberías o conductos metálicos que se encuentren en las proximidades de la instalación, por lo que en ese caso, también podría ser necesario la instalación de retornos metálicos.

- El efecto corona que se produce en una instalación HVDC es mucho menor que el producido en una instalación de corriente alterna, por lo que los sistemas que hay que instalar para atenuar el efecto son menores, repercutiendo esto directamente en un recorte del coste bastante apreciable.
- El último de los aspectos que se puede señalar es la importancia de la altitud a la que se lleva a cabo el proyecto, ya que esta altura geográfica afecta más a las instalaciones de tipo HVDC que a las que usan corriente alterna, por lo que en determinadas situaciones podría llegar a ser un problema.

2.2. Soluciones aportadas por los sistemas HVDC.

En este apartado, se van a comentar los casos o posibles instalaciones en la que un sistema HVDC es necesario, resolviendo de esta manera un determinado problema de conexión que existiría si se usase una instalación de corriente alterna.

Estas situaciones son las siguientes:

- Un sistema HVDC nos permite la conexión de un sistema aislado, tales como estaciones petrolíferas, parques eólicos en alta mar, sistemas insulares, a sistemas eléctricos no aislados o continentales. Esto ocurre porque la transmisión de energía eléctrica usando cables submarinos en corriente alterna, está limitada por la longitud de los cables, que es de 50 km sin que exista compensación, llegando aproximadamente, hasta los 130 km actualmente, debido sobre todo a la alta capacidad dieléctrica de los cables con la utilización de esta corriente.
- Este sistema, permite además transportar, mediante líneas subterráneas, energía a zonas que están muy congestionadas, siendo por tanto, imposible la instalación de nuevas centrales de generación en esas zonas.
- Permite también, solucionar problemas de falta de potencia en algunos lugares, ya que esta se puede incrementar utilizando los corredores de paso existentes para las líneas de corriente alterna.
- Cuando lo que se pretende es conectar dos sistemas que funcionan a diferentes frecuencias, esta tecnología es la única manera de llevar a cabo ese proyecto.

- Quizás una de las más importantes se presente cuando las distancias que haya que recorrer en el transporte sean muy elevadas, ya que la potencia que se puede transportar permanece prácticamente constante con la longitud a salvar por la línea.

Debido a estos factores junto con las anteriores ya vistos, la opción de la tecnología HVDC está cada día más desarrollada, quedando esto plasmado en la multitud de sistemas de este tipo que se han ido instalando en el mundo, como se verá en el punto 3 de este trabajo.

2.3. Componentes principales de un sistema HVDC.

En este apartado, se pretende dar una idea general de los principales equipos que se encuentran en un sistema HVDC para entender el funcionamiento de cada uno de ellos.

Primero, se puede ver la colocación de los componentes principales de este sistema, mostrados en la Figura 8, a partir de la cual se van a ir desarrollando para el funcionamiento de cada uno de ellos-

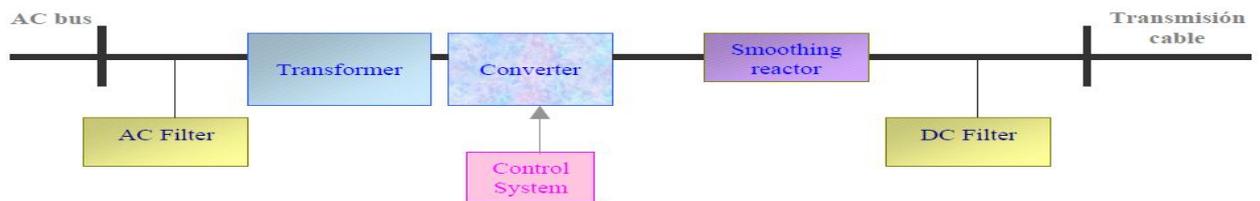


Figura 8. Situación de los componentes principales de un sistema HVDC. Fuente: Transmission and Distribution Networks: AC versus DC.

Se puede ver como el sistema recibe la alimentación en corriente alterna, produciéndose su transformación a corriente continua mediante la serie de componentes que aparecen representados en el esquema superior, que son los que aparecen en cualquier sistema HVDC.

En los aspectos económicos presentados con anterioridad, se vio que el coste representado por la subestación del sistema HVDC era mucho mayor que el coste de una subestación en corriente alterna.

Esto es debido a que ocupan una extensión de terreno mayor que la que ocupan las instalaciones de corriente alterna, debido a que se requieren una cantidad mayor de equipos y además, algunos de ellos tienen tamaños elevados.

Con la imagen que aparece en la Figura 9 se puede apreciar la extensión de terreno que ocupa una subestación de corriente continua.



Figura 9. Imagen aérea de una estación de conversión. Fuente: www.sectorelectricidad.com

Los componentes básicos e imprescindibles para realizar las funciones requeridas en un sistema HVDC son los siguientes:

- Filtros AC y DC.
- Transformadores de conversión.
- Convertidores AC/DC y DC/AC (Rectificadores e inversores).
- Líneas de transporte.
- Inductancia de alisado.

2.3.1. Filtros AC y DC

Los filtros en el lado de la corriente alterna de la estación de conversión, poseen una doble función dentro de ellas.

Por una parte se encargan de absorber los armónicos que son generados por el convertidor y por otra, proporcionan una parte de la potencia reactiva que necesita el convertidor para llevar a cabo el proceso de conversión.

El orden de los armónicos va a depender del tipo de convertidor que se tenga, por lo que el filtro va a depender, a su vez también, del tipo de convertidor.

Si por ejemplo se tiene un convertidor de 12 pulsos, los armónicos que se van a generar en el son del tipo $12n \pm 1$, donde n es el orden del armónico, por lo que los filtros se deben diseñar para ser capaces de filtrar los armónicos que se encuentren dentro de ese rango.

Eso ocurre sin embargo solo en las condiciones de funcionamiento ideal, pero las condiciones normales de explotación no son ideales, ocurriendo asimetrías y otros defectos de la señal, que hacen que se produzcan armónicos no característicos, como los de 3º orden, por lo que los filtros han de ser capaz también de filtrar estos armónicos.

Además estos armónicos no característicos que aparecen, implican un aumento de las interferencias en las líneas telefónicas y una inestabilidad en los sistemas de control de la estación eléctrica.

Para terminar con los filtros en el lado de la corriente alterna, cabe decir que pueden ser de primer, segundo o tercer orden, estando las frecuencias de resonancia de estos en un intervalo comprendido entre los 3 y los 24 Hz.

Por otro lado, los filtros DC se sitúan en el lado de la corriente continua, normalmente conectados en paralelo con la línea de transmisión, teniendo como función principal la reducción de la componente alterna de la señal continua que se desea obtener en este tipo de instalaciones, es decir, lo que se lleva a cabo es una reducción del rizado de la señal.

Esto se realiza básicamente mediante filtros del tipo paso bajo, que igual que ocurría en los filtros situados en el lado de la corriente alterna, se diseñan para ser capaces de filtrar los armónicos de varios órdenes.

A diferencia de los filtros AC, estos filtros no solo están formados por componentes pasivos tales como condensadores, bobinas o resistencias, sino que también existen dispositivos de electrónica de potencia, que inyectan un ruido armónico que está en oposición al que generan los convertidores, consiguiendo así, reducir su amplitud.

Por último hay que destacar que durante el diseño de estos filtros, se deben tener en cuenta las interferencias sobre líneas telefónicas, creadas por esas corrientes armónicas de elevada frecuencia que se producen.

En la Figura 10 se muestra un ejemplo de filtro de corriente continua situados en el exterior. Se puede apreciar el tamaño de los mismos y la altura que tienen.



Figura 10. Filtro de corriente continua en una instalación. Fuente: ABB

2.3.2. Transformadores de conversión.

El objetivo de estos transformadores es convertir la tensión de alterna de las líneas de entrada a la subestación, en tensión también de alterna de entrada a los convertidores AC/DC.

Además, también proporciona el aislamiento necesario entre la red eléctrica y el convertidor AC/DC o rectificador, evitando así que se puedan inyectar corrientes continuas en la red.

También se pueden destacar dos funciones secundarias que realizan estos transformadores como son:

- Reducir el ruido en forma de armónicos que se producen en los convertidores hacia la red, tanto en los rectificadores como en los inversores.
- Limitar la corriente de pérdida en los tiristores de los convertidores, en caso de un cortocircuito.

Normalmente, se instalan dos grupos de transformadores, los cuales están desfasados 30 o 150 grados eléctricos, es decir, los esquemas de conexión de los mismos están representados por Yy0 o Yd5.

Como principal característica que se debe señalar de estos transformadores, es su adaptación al alto contenido de armónicos que generan los convertidores, sin que sufran de un calentamiento excesivo que pueda ser perjudicial para el buen funcionamiento de este aparato.

Los montajes suelen llevarse a cabo con transformadores monofásicos con núcleos que están diseñados especialmente para soportar el calentamiento anteriormente comentado, la premagnetización de continua del núcleo, el ruido y otras características de este tipo de montajes.

Como veremos a continuación, estos transformadores tienen aspectos constructivos que los diferencian bastante de los transformadores que conocemos que son utilizados en el sistema eléctrico de corriente alterna.

La Figura 11 y la Figura 12 muestran un transformador AC y otro DC, respectivamente, para que se pueden apreciar las diferencias constructivas existentes entre ambos.



Figura 11. Transformador de corriente alterna de la compañía ABB. Fuente: ABB



Figura 12. Transformador de corriente continua de la empresa ABB. Fuente ABB

Mediante esas dos imágenes, se pueden apreciar de manera clara las diferencias que existen entre un transformador de corriente alterna como es el primero de ellos y el transformador de conversión.

La principal diferencia existente y que se aprecia a simple vista, es la elevada altura y longitud de los contactos, que son necesarias para poder conectarse a las torres de válvulas que, normalmente, están dispuestas suspendidas del techo del edificio, por lo que también, debido a esto, el depósito de aceite del transformador se encuentra también a una altura bastante considerable.

Los edificios presentan unas grandes dimensiones debido a que del techo van a estar suspendidas las válvulas como ya se verá, por lo que es necesario que los transformadores tengan esa altura.

Para terminar de hablar de los transformadores de conversión se puede señalar una segunda diferencia constructiva de estos equipos frente a los transformadores de corriente alterna, como es el montaje del radiador y de la ventilación, que en este caso suelen estar colocados en el lado opuesto a los contactos, para que se facilite de esta manera el cambio del transformador.

2.3.3. Convertidores AC/DC y DC/AC.

En estas estaciones HVDC, hablamos de dos tipos de convertidores, aquellos que realizan en cambio AC/DC (rectificadores) y los que lo realizan a la inversa DC/AC (inversores).

Cabe destacar, que dentro de estos convertidores, existen dos tecnologías principales de funcionamiento, como son la LCC (Line Commutated Converter) y la VSC (Voltage Source Converter), tecnologías de las cuales se hablara en un punto posterior a este, comentando los aspectos más importantes de cada una de ellas, viendo las ventajas e inconvenientes presentes.

Lo que se quiere dar en este aspecto, es una idea general del funcionamiento de estos convertidores, viendo sus funciones principales para, posteriormente, entrar algo más en detalle al hablar de los dos tipos de tecnologías que podemos instalar una instalación de conversión.

Básicamente de lo que tratan estos dispositivos, tiristores en la tecnología LCC e IGBT en la tecnología VSC, que son dos tipos diferentes de válvulas, es de rectificar la tensión alterna para convertirla en continua, o realizar el proceso contrario, que es la inversión de esta corriente continua para, de nuevo, obtener corriente alterna.

En el primero de los casos de conversión comentados, lo que nos interesa es tener a la entrada el mayor número de fases posibles, ya que esto nos permite tener a la salida, una señal continua prácticamente plana, es decir, con el mínimo rizado posible.

Esto es posible, ya que este tipo de válvulas, nos permiten controlar a voluntad el paso de corriente en un sentido y no en el otro.

El montaje que se suele seguir es agrupar los rectificadores o los inversores en una serie de módulos, para posteriormente, unir esos módulos en serie o en paralelo hasta conseguir los niveles de tensión y de corriente requeridos para llevar a cabo las funciones respectivas de cada uno de ellos.

Como ejemplo gráfico, se muestra en la Figura 13 una instalación de rectificadores, en la que se puede ver el tamaño de la misma, encontrándose situada en el edificio que se comentó anteriormente

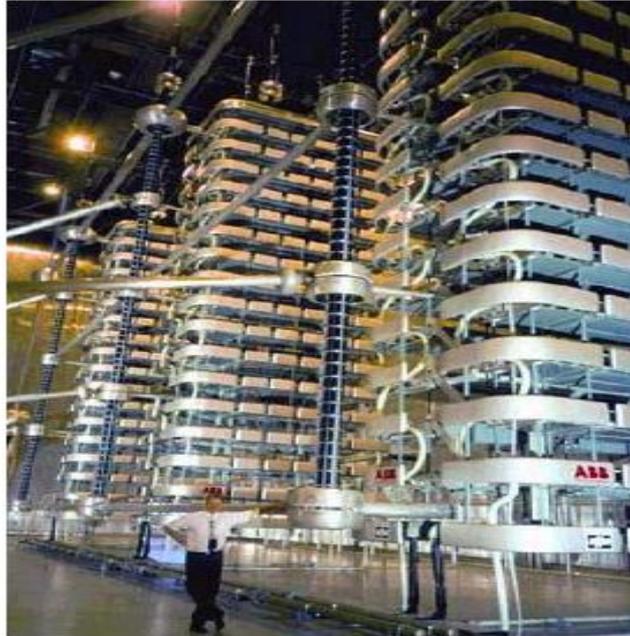


Figura 13. Instalación interior de las válvulas. Fuente: ABB

2.3.4. Líneas de transporte.

En este apartado, lo que se va a tratar es de exponer algunas ventajas e inconvenientes, tanto de las líneas aéreas como de las subterráneas o enterradas, de un sistema HVDC frente a otro de corriente alterna, presentando también los cables más utilizados para cada tipo de instalación que tengamos.

En datos del año 2005, existía en el mundo una potencia instalada de 70.000 MW con transmisión HVDC, de los que se puede decir que alrededor de un 12 % (8.000 MW), corresponden a cables subterráneos o submarinos, mientras que el restante 88 % (62.000 MW), están instalados en líneas aéreas.

2.3.4.1. Líneas aéreas.

Este tipo de instalaciones de las líneas, presentan dos ventajas claras que ya se han ido comentando a lo largo de este punto, pero que se vuelven a poner en conocimiento dentro de este apartado.

Una de esas ventajas, es que el tamaño de las torres es inferior para una instalación en corriente continua que para una en corriente alterna, ya se pueden instalar un menor número de conductores para transportar una potencia elevada, lo que implica que la torre tenga un menor número de crucetas.

Esto hace que la altura de la torre sea menor que la que presentan las torres de las líneas de corriente alterna.

Además para un sistema HVDC la distancia entre líneas debida a la tensión es superior con respecto a una línea AC en un factor de $\sqrt{3}$, aunque el número de líneas es inferior (2 frente a 3 para AC).

Esa distancia entre las líneas es debida a que en corriente alterna depende de la tensión entre fases, mientras que en corriente continua depende de la tensión existente entre fase y neutro.

Como consecuencia se presentan como ventajas el menor tamaño de las torres y un corredor de paso de menor anchura para un sistema de corriente continua.

2.3.4.2. Líneas subterráneas.

En corriente alterna, el transporte de energía mediante este tipo de cables, solo era posible hasta los 50 km aproximadamente sin que existiera compensación alguna, hasta llegar como máximo, a distancias cercanas a los 130 km.

Con la tecnología desarrollada mediante la utilización de la corriente continua, la distancia entre las zonas que se quieran conectar deja de ser un problema, ya que esta va a depender del tipo de cable que utilicemos y de su aislamiento.

Los últimos cables que se han desarrollado, tienen capacidades de, aproximadamente, unos 800 MW, con una tensión de 500 kV, utilizando varios tipos de aislamiento posible.

2.3.4.3. Tipos de cables para sistemas HVDC.

A continuación, se van a ver los diferentes tipos de cables que se utilizan para este tipo de instalaciones, comentando sus elementos constructivos y sus ventajas e inconvenientes más llamativos.

- Cables con aislante de aceite fluido (OF): en este caso, se habla de cables cuyo sistema de aislamiento está compuesto por papel impregnado por un fluido sintético de baja densidad, el cual se mantiene constantemente a presión en un conducto realizado en el centro del conductor, conllevando esto una limitación en el nivel de profundidad máxima de colocación. Aunque hablamos también de grandes profundidades, aun así supone una solución muy utilizada desde hace muchos años para grandes tránsitos de energía, siempre que se intente no superar los 85°C. Como inconvenientes se puede resaltar que al poner un fluido en circulación, es necesario la existencia de circuitos hidráulicos y estaciones de bombeo en ambos extremos, por lo que este tipo de cables presenta una longitud limitada entorno a los 100 km. Además de esa imposición, la posibilidad de que se produzca una fuga de aceite constituyen un peligro potencial para el medio ambiente, haciendo que el uso de estos cables esté muy cuestionado desde ese punto de vista.



Figura 14. Cable tipo OF. Fuente: Transporte de energía en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución.

- Cables con aislante sólido (MI): se trata de cables cuyo aislamiento viene dado por papel de alta densidad, impregnado de una mezcla densa de aceite y resinas. A continuación, el cable es cubierto por unas capas de polietileno extruido y acero galvanizado, que lo protege de la corrosión y de las deformaciones mecánicas durante su funcionamiento. Es común también que se refuercen con una capa de acero y/o plomo. Como dato, se puede decir que fue el único cable instalado a una profundidad de 1000 m (datos del año 2005), en la interconexión entre Italia y Grecia, cuya conexión era a 400 kV y 500 MW, cubriendo una distancia de 160 km.

Este tipo de cables, está disponible para tensiones de hasta 500 kV y potencias de 800 MW, viniendo los límites técnicos impuestos por la temperatura y la tensión, 55 °C y 600 kV, no teniendo limitada su longitud por debajo de estos valores.



Figura 15. Cable tipo MI. Fuente: Transporte de energía en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución.

- Cables con aislante mixto papel-propileno (PPL): en este caso, el aislamiento de estos cables está compuesto de papel de alta densidad impregnado de una mezcla viscosa, pero de manera que las capas de papel quedan separadas por películas de propileno. Esta solución, la cual ha sido desarrollada recientemente, consigue conjugar las ventajas de las dos tecnologías precedentes. Permite unas ganancias del 25 al 50 % de la potencia transportada, en relación con la solución de aislante sólido anteriormente comentada, debido a que se consiguen reducir las pérdidas dieléctricas, o una reducción del 30 % de las dimensiones para un mismo trayecto. Por lo que, la utilización de esta tecnología, nos permite construir tramos significativamente más largos y transportar en la plataforma de tendido hasta un 25 % más de cable, en comparación con las tecnologías anteriormente comentadas.



Figura 16. Cable tipo PPL. Fuente: Transporte de energía en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución.

- Cable XLPE: en este cable lo que se utiliza como aislante es un polímero extruido, resultando un cable con aislamiento seco. Las limitaciones térmicas que presenta este tipo de cables son de 90 °C como temperatura de trabajo, pudiendo llegar hasta los 250 °C hasta situaciones de cortocircuito. Se pueden encontrar este tipo de cables en instalaciones HVDC con generación o consumos en alta mar, como aerogeneradores o plantas petrolíferas, además de las ya conocidas aplicaciones que tiene este tipo de cables con la corriente alterna. Además según el informe de la Interconexión Eléctrica Península-Baleares del año 2007, los cables MV de retorno son de este aislamiento, añadiéndole pantallas metálicas de cintas de cobre.



Figura 17. Cable tipo XLPE trifásico y monofásico. Fuente: Transporte de energía en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución.

- Cable extruido para VSC: esta nueva tecnología, aparece con el objetivo de superar las limitaciones que los cables extruidos existentes presentan en un sistema HVDC convencional. Se trata de nuevos cables plásticos, los cuales combinan gran capacidad para trabajar a altas tensiones en corriente continua (100 kV), con un bajo peso y potencias elevadas, mayores de 30 MW.



Figura 18. Cable extruido para VSC. Fuente: Transporte de energía en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución.

2.3.5. Inductancia de alisado.

En el esquema que se presentó al principio del apartado 2.3, aparecía un elemento llamado Smoothing Reactor, o inductancia de alisado y que aparece en las instalaciones HVDC existentes, por lo que se va a comentar el funcionamiento que tiene dentro de un sistema de este tipo.

Dichas funciones principales son las siguientes:

- Prevención de la corriente intermitente: este hecho puede causar altas sobretensiones tanto en el transformador como en este propio equipo.
- Limitación de las corrientes de falta en DC: el reactor disminuye las corrientes de falta, así como también la tasa de aumento para faltas de conmutación y para faltas en las líneas de corriente continua.
- Prevención de resonancia en el circuito DC: este equipo está diseñado para evitar resonancia en el circuito DC a bajos órdenes en la frecuencia de los armónicos, como sería 100 o 150 Hz por ejemplo. Este hecho es importante para evitar la amplificación de esos armónicos desde el lado de corriente alterna, provocando por ejemplo, la saturación del transformador.

Respecto al tamaño que presentan estos equipos, se puede decir que la inductancia es el factor determinante y el que más influye, ya que parámetros como los niveles de corriente y tensión, pueden ser ajustados en el reactor de alisamiento basados en los datos del sistema DC.

Se establece entonces, que el tamaño del reactor es seleccionado en el intervalo de 100 a 300 mH para transmisiones a larga distancia y 30 a 80 mH para estaciones punto a punto, que es la configuración más habitual en HVDC.

En la Figura 19, se puede ver cómo sería una inductancia de este tipo, obtenido de la compañía Hilkar Electric.



Figura 19. Inductancia de alisado de la compañía Hilkar Electric. Fuente: www.hilkar.com

2.4. Tecnologías en el sistema HVDC: LCC y VSC.

Este apartado del trabajo quizás sea el más importante desde el punto de vista teórico, junto con los diferentes componentes que forman un sistema HVDC, ya que de lo que se va a tratar es de explicar el funcionamiento de ambas tecnologías, junto con los componentes necesarios en cada una de ellas para implementar su instalación en sistemas de este tipo.

Se trata este de un paso necesario en la realización del proyecto, ya que conocer las implicaciones de cada una de estas tecnologías será fundamental para, en una fase más avanzada de este, saber cuál es la es la más apropiada para su utilización según las condiciones de instalaciones que tengamos para nuestro sistema HVDC.

2.4.1. Tecnología clásica o LCC.

La tecnología HVDC empezó a estar comercialmente disponible desde el descubrimiento de las válvulas de arco de mercurio, sobre la década de los años 50. Fue en el año 1972, cuando aparecieron en el mercado las válvulas formadas por tiristores, los cuales son la principal característica de esta tecnología.

El desarrollo de estos aparatos permitió diseñar estaciones HVDC cuyos costes tanto de mantenimiento como de operación fueran mucho menores que los que se obtenían mediante la utilización de las válvulas de arco de mercurio anteriormente mencionadas.

Este tipo de tecnología se usa para la distribución de potencia principalmente en los siguientes casos:

- Transmisión de potencia con cables subterráneos o submarinos.
- Conexión asíncrona entre dos sistemas de corriente alterna.
- Transmisión de grandes potencia a través de largas distancias mediante el uso de líneas aéreas.

Como ya se ha dicho anteriormente, la característica principal de esta tecnología es que las válvulas usadas para llevar a cabo la conversión, están implementadas por tiristores o SCR (Silicon-Controlled Rectifiers) o con algunos más modernos, que son los conocidos como LASC (Light-Activated Silicon-Controlled Rectifiers).

La utilización de este tipo de componentes nos hace obtener convertidores con dispositivos semi-controlados, ya que este circuito permite seleccionar el momento (ángulo) de disparo o conexión durante la polarización directa de este dispositivo, mientras que no es posible controlar el corte, ya que este no se producirá hasta que el dispositivo no este polarizado inversamente.

El poder controlar el ángulo en el que se produce el disparo nos permite modificar el nivel de tensión continua que hay en el puente, con lo que se consigue controlar de una manera rápida y eficiente el flujo de potencia activa transmitida por la línea. Por otro lado, la potencia reactiva no se puede controlar de una manera directa, ya que depende de la potencia activa entregada por la estación.

Se pueden destacar tres características importantes de los tiristores, que son:

- Tensión de bloqueo superior a los 10 kV.
- Intensidad máxima de 4 kA.
- Señal de puerta óptica. Tecnología LTT o ETT.

La primera de las características hace necesario el montaje en serie de los tiristores, construyendo así una válvula de tiristores, para poder alcanzar la tensión de funcionamiento de la red, que es a la que están conectados.

Estas válvulas de tiristores operan a la frecuencia de la red, ya sean 50 o 60 Hz, según la localización de la estación de conversión.

Esta condición de asociación de los tiristores implica que han de montarse en torres, formadas por módulos de tiristores, las cuales normalmente están suspendidas del techo del edificio existente en la estación, sobre todo, en aquellas estaciones que se encuentren en lugares con posibilidad de sufrir movimientos sísmicos importantes.

La tecnología LTT, permite el disparo del tiristor mediante una señal, por medio de la fibra óptica, de unos 40 mW aproximadamente, por lo que se consigue eliminar parte de la electrónica de control, además de mejorar el aislamiento y el nivel de protección.

Por otro lado, la tecnología ETT, está asociada al control de los dispositivos mediante una señal eléctrica, con un consumo del circuito de control de unos 10 W.

Las válvulas de tiristores se pueden agrupar de diferentes maneras, dependiendo de la aplicación a la que estén destinadas y del fabricante que la proporcione.

Los dos rectificadores (o inversores) usados en las estaciones, son de 6 pulsos o de 12 pulsos, cada uno de ellos con una configuración y características diferentes.

Se van a ver ahora los dos tipos de rectificadores que se he visto que se pueden utilizar, tanto el de 6 como el de 12 pulsos.

2.4.1.1. Rectificador de 6 pulsos

El rectificador de 6 pulsos que se muestra en la Figura 20 es la unidad convertora básica de un sistema HVDC.

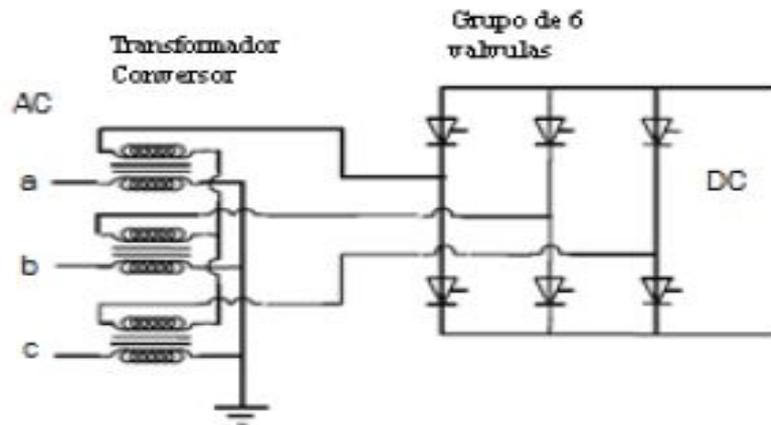


Figura 20. Esquema de un rectificador de 6 pulsos. Fuente: Control de Sistemas HVDC.

Como se puede apreciar en la Figura 20, el rectificador (o inversor) consta de un grupo formado por 6 válvulas de tiristores, observándose que dos válvulas están conectadas a los terminales de cada una de las fases.

Este esquema se conoce como un puente rectificador trifásico, el cual necesita de una tensión trifásica equilibrada (desfase de 120° entre las fases) tanto a la entrada del rectificador, como a la salida del inversor (según el funcionamiento que tenga).

Una forma clara de explicar cuál es el funcionamiento de estas válvulas de tiristores, es ver que actúan como interruptores, los cuales se encienden dejando pasar la corriente cuando reciben una señal de disparo por parte de equipo de control, teniendo que cumplirse además, que la diferencia de tensión entre el ánodo y el cátodo sea positiva.

De forma contraria no se puede controlar directamente el momento en el que se produce el corte, ya que este solo se producirá cuando la polarización sea inversa.

Por tanto, una vez que al puente rectificador le llega la onda de tensión trifásica, se encarga de invertir el semiciclo negativo (o positivo) de cada una de las fases, proporcionando a la salida, una señal continua totalmente positiva (o negativa), según la polaridad que se haya tomado.

En la Figura 21, se puede ver este efecto del puente rectificador sobre la onda de tensión, al invertir el semiciclo negativo de la misma.

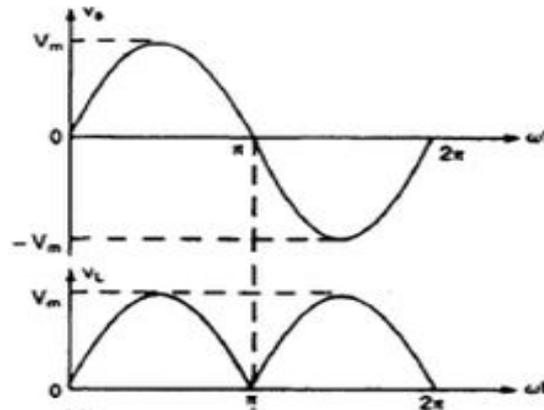


Figura 21. Rectificación de una onda. Fuente: Google imágenes.

Si se supone polaridad positiva, que es la que se observa en la gráfica anterior (para la negativa sería exactamente igual) junto con una frecuencia de la red de 50 Hz, la señal de salida una vez rectificada tiene 300 Hz, ya que se ha formado con los 3 semiciclos inicialmente positivos junto con los 3 semiciclos negativos que han sido rectificadas.

Por tanto la señal que se obtiene a la salida de un rectificador de 6 pulsos como el que se ve en la Figura 22, tendría la siguiente forma.

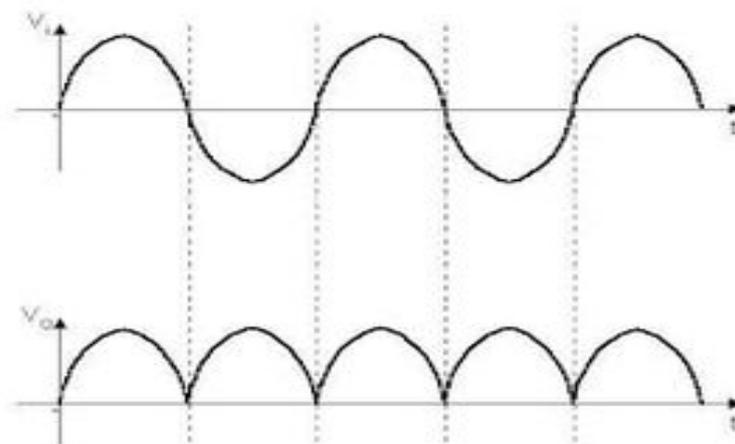


Figura 22. Señal de salida tras una rectificación de 6 pulsos. Fuente: Google imágenes.

Esto es lo que se conseguiría después de la rectificación de una de las 3 fases que llega a la entrada del puente rectificador.

De la Figura 23 lo interesante es ver como se produce la rectificación de las 3 fases equilibradas que llegan al puente rectificador desde el lado AC de la estación, obteniendo así una señal que es prácticamente continua, como se puede apreciar.

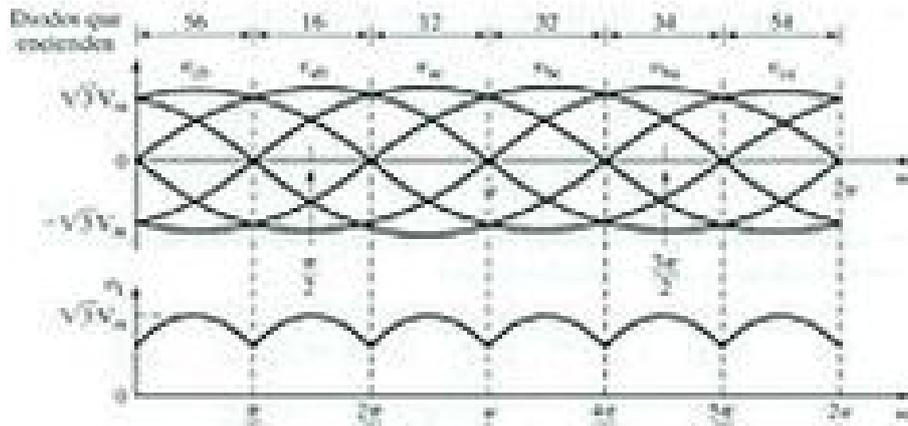


Figura 23. Rectificación de una señal trifásica. Fuente: es.wikipedia.org

La forma de esa onda rectificada obtenida va a variar según el instante en el que se produzca el disparo de los tiristores, el cual es posible variarlo entre 0° y 180° .

Este dispositivo, por lo tanto, actuará como rectificador siempre que el ángulo de disparo esté entre 0° y 90° , mientras que funcionará como inversor si está comprendido entre 90° y 180° , pudiendo controlar la potencia a transmitir mediante esa variación del ángulo, ya que eso nos hace tener un control de la tensión.

Como se observa en la Figura 23 la tensión es prácticamente plana, pero no lo es del todo, por lo que independientemente del momento en el que se produzca el disparo de los tiristores, esta señal será tratada por una serie de filtros, cuyo objetivo es el de suavizar la tensión a la salida del puente rectificador, para obtener una tensión continua lo más plana posible.

Uno de los problemas de los convertidores que usan esta tecnología son los armónicos creados, los cuales han de ser atenuados mediante la disposición de una serie de filtros, tanto en el lado AC como en el lado DC.

En el lado AC, se generan armónicos de orden $6n \pm 1$, mientras que los que se generan en el lado DC son del orden $6n$.

Existe un parámetro que mide la distorsión provocada por estos armónicos, que es el llamado THD (Total Harmonic Distortion), que es el encargado de reflejar el nivel de distorsión existente tanto en las ondas de tensión como en las de intensidad.

Para este tipo de convertidores, el valor de este parámetro es del orden del 25 % al 40%

Por otro lado también cabe resaltar que en el proceso de rectificación va a existir un consumo de potencia reactiva, la cual va a tener que ser aportada, en parte, por dispositivos especiales en el lado AC de la estación.

Esto se debe a que, como existe tanto un ángulo de disparo como un ángulo de conmutación (el cual es el que señala la conmutación de las válvulas), la corriente en cada fase siempre retrasa al voltaje, apareciendo entonces el consumo de reactiva anteriormente mencionado.

En la mayoría de los casos, estas necesidades de potencia reactiva han de ser cubiertas por una serie de dispositivos, pero especialmente, cuando el rectificador o la estación en este caso se encuentran cerca de una central de generación, estas necesidades pueden ser cubiertas directamente por el sistema AC.

Como dato general, los filtros que se sitúan en el lado AC suelen proporcionar el 60 % del consumo de potencia reactiva de los rectificadores, estando el 40 % restante aportado por otra serie de dispositivos, como por ejemplo:

- Bancos de condensadores en paralelo.
- Condensadores síncronos.
- Compensadores estáticos en paralelo (CER o SVC).

2.4.1.2. Rectificador de 12 pulsos.

En la mayoría de las estaciones HVDC instaladas, los convertidores están formados por rectificadores de 12 pulsos, en vez de los de 6 pulsos que se han visto en el punto anterior.

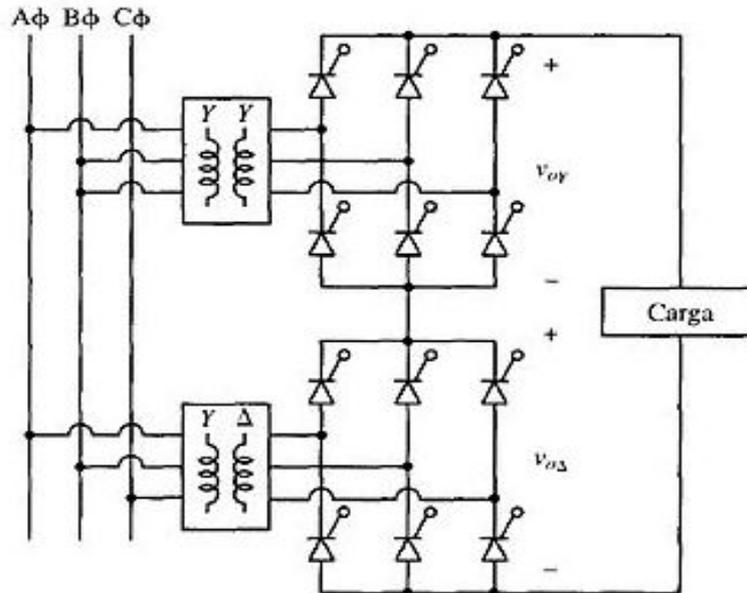


Figura 24. Esquema de un rectificador de 12 pulsos. Fuente: es.wikipedia.org

En la Figura 24 se representa un rectificador de 12 pulsos en la que se puede ver como este rectificador está formado por dos rectificadores de 6 pulsos cada uno, montados estos en tótem.

La salida de este puente rectificador, se toma entre los extremos de los rectificadores de 6 pulsos no conectados entre sí, lo que permite la conexión del secundario de dos transformadores, uno a cada puente.

Con el objeto de conseguir que la tensión a la salida del convertidor sea lo más plana posible, las conexiones utilizadas en los transformadores de entrada son, como también se pueden apreciar en la figura anterior:

- Estrella-estrella. Desfase de 0°
- Estrella-triángulo. Desfase 30°

Las señales a la salida de cada rectificador de 6 pulsos, como ya se vio, son dos señales de 300 Hz cada una, estando desfasadas además 30° entre ellas.

Finalmente, la combinación de estas señales proporcionan una señal a la salida del rectificador de 12 pulsos de 600 Hz, la cual es más estable y plana que la que proporcionaban como salida los rectificadores de 6 pulsos.

Por último, al igual que ocurría con el rectificador de 6 pulsos, en este caso también se generan armónicos, siendo del orden $12n \pm 1$ en el lado AC y de orden $12n$ en el lado DC.

En la señal de salida de un rectificador de este tipo, por lo tanto, se han conseguido eliminar los armónicos 5º y 7º en el lado AC y el armónico 6º en el lado DC, por lo que esto supone una reducción en el valor del THD con respecto al que se obtenía para un rectificador de 6 pulsos, estando este valor dentro del intervalo 9 %-11 %.

Se consigue por tanto un reducción en el valor del THD, pero aun así esta reducción no va a ser suficiente, ya que la normativa vigente exige para redes de alta tensión un valor del THD de 3 %, por lo que para las estaciones de conversión que estamos viendo, se suelen exigir reducciones del THD hasta los valores del 2 % o 3 %, para poder cumplir la legislación impuesta.

2.4.2. Tecnología VSC.

A partir del año 1980, se empiezan a introducir las válvulas formadas por otros dispositivos diferentes a los tiristores, llamados IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), por lo que esta nueva tecnología empezó a ser cada vez más accesible.

En el año 1997 empezaron a ser utilizados en sistemas HVDC en la ciudad de Hellsjon, Suecia.

La diferencia fundamental de esta tecnología con la anteriormente comentada, es la utilización de IGBT en vez de tiristores, por lo que en esta nueva tecnología se puede controlar tanto el encendido de los mismos, como el apagado, por lo que a diferencia de los tiristores, se puede seleccionar el momento del disparo pero también se puede decidir cuándo se quiere que se produzca el corte.

Además cabe indicar que estas nuevas válvulas se instalan de forma horizontal, al contrario que las válvulas de tiristores, que están situadas de manera vertical, colgadas desde el techo del edificio.

Esto implica un gran cambio con respecto a la tecnología LCC y es la capacidad de controlar de manera independiente la potencia activa y la potencia reactiva con las únicas limitaciones de la máxima potencia aparente y la tensión de salida, la cual viene dada por la potencia de las válvulas del sistema VSC.

Como la potencia aparente es la potencia compleja, que representa tanto la potencia activa como reactiva, este control independiente de ambas potencias, se puede representar mediante las siguientes ecuaciones

$$P = \frac{V_G V_V}{X} \sin \alpha \rightarrow P = f(\alpha)$$

$$Q = \frac{V_G (V_G - V_V \cos \alpha)}{X} \rightarrow Q = f(\text{Amplitud } V_G)$$

Finalmente ese control independiente se basa en el control del ángulo de disparo α y de la amplitud de la tensión existente en el lado del generador V_G , siendo V_V la tensión en el lado de las válvulas.

Como consecuencia de poder tener una regulación independiente de la potencia activa y de la potencia reactiva, esta tecnología VSC puede ser empleada para operar en sistemas con baja potencia de cortocircuito e incluso, ser capaz de iniciar un sistema desde cero (blackout).

Por otro lado, en un sistema LCC se requería tanto una potencia de cortocircuito mínima (2 veces la potencia activa) como un nivel mínimo de potencia (5-10 %), es por eso por lo que no se podía usar ese sistema para iniciar un sistema desde cero.

Por lo tanto el sistema VSC es de gran ayuda, sobre todo cuando lo que se requiere es energizar una serie de cargas aisladas o recuperar un sistema débil.

Los dispositivos IGBT presentan una serie de ventajas con respecto a los tiristores usados en la tecnología LCC, aparte de las ya comentadas, que son las siguientes:

- Baja potencia de control necesaria, debido al aislamiento de la puerta, el cual es de tipo MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Fiel Effect Transistor), lo que conlleva tener unas pérdidas menores.
- Por otro lado, estos dispositivos proporcionan un control total de la señal de potencia, lo cual presenta tres efectos muy beneficiosos como son: un mayor control de la potencia activa y de la potencia reactiva, una mayor velocidad y un menor nivel de armónicos, con lo que podemos reducir la inversión a realizar en dispositivos destinados a eliminar esos armónicos.

Este control de la señal que se ha comentado como ventaja de estos dispositivos frente a los tiristores, es posible gracias a la técnica PWM (Pulse With Modulation) o modulación por anchura de pulsos.

Mediante esta técnica, lo que se consigue es generar una señal de alta frecuencia, superior a los 2 kHz, la cual posteriormente va a ser filtrada, obteniéndose a la salida del filtro una señal a la frecuencia deseada, la cual en Europa será de 50 Hz.

Esa es la idea principal de funcionamiento de la modulación por ancho de pulsos, pero se puede ahondar un poco más, para poder comprender cómo se realiza esta transformación de la señal.

Lo que se realiza mediante esta técnica es generar un pulso rectangular con un ciclo de trabajo determinado, el cual se puede variar desde 0 % a 100 %, sabiendo que la señal a la salida del convertidor siempre tiene la misma amplitud, que va a ser la máxima.

En la Figura 25 se muestra un pulso cuyo ciclo de trabajo es del 50 %.

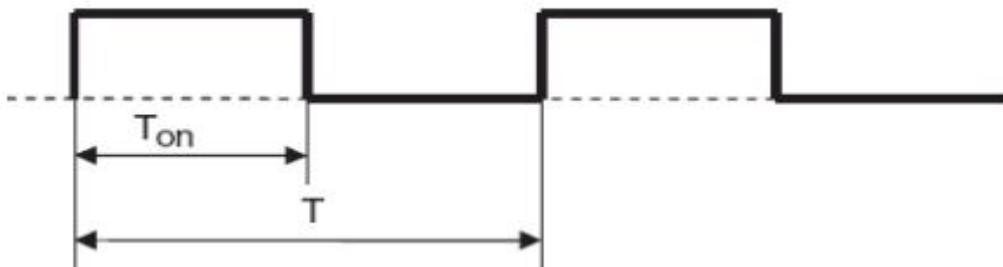


Figura 25. Pulso con un ciclo de trabajo del 50 %. Fuente: Google imágenes.

Que el ciclo de trabajo sea del 50 % implica, según la notación de la figura, que $T_{on}/T = 50 \%$.

Se aprecia en la Figura 26 un pulso cuyo ciclo de trabajo sea del 10 %, para que se aprecie como varían las ondas que se generan, siendo para este caso $T_{on}/T = 10 \%$.

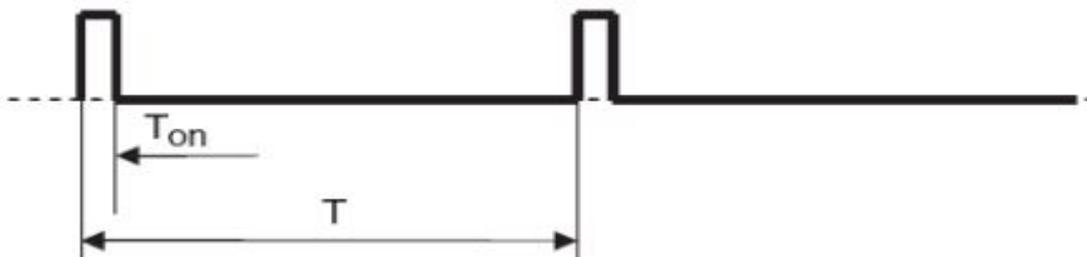


Figura 26. Pulso con un ciclo de trabajo del 10 %. Fuente: Google imágenes.

Se observa que aunque la señal a la salida del convertor siempre va a tener la misma amplitud (la máxima) los pulsos que la componen varía. Por lo que la señal entregada va a tener una tensión media que va a variar en función del ancho del pulso.

El paso final de esta técnica es conectar esta señal de salida a un filtro paso-bajo, consiguiendo así que la forma de onda a la salida tenga en cada momento el valor de la tensión media de cada pulso.

La función del filtro paso bajo consiste en permitir el paso de las aquellas frecuencias que estén por debajo de la frecuencia de corte del mismo, atenuando aquellas que están por encima de dicha frecuencia.

Con esto lo que se consigue es tener un valor de la tensión medio para cada punto, evitando de esa manera los pulsos que aparecían en la Figura 25 y en la Figura 26 y que entregaban una señal irregular.

En la Figura 27 y la Figura 28 se pueden ver las señales que se obtiene después de este filtro aplicado a los pulsos vistos anteriormente.

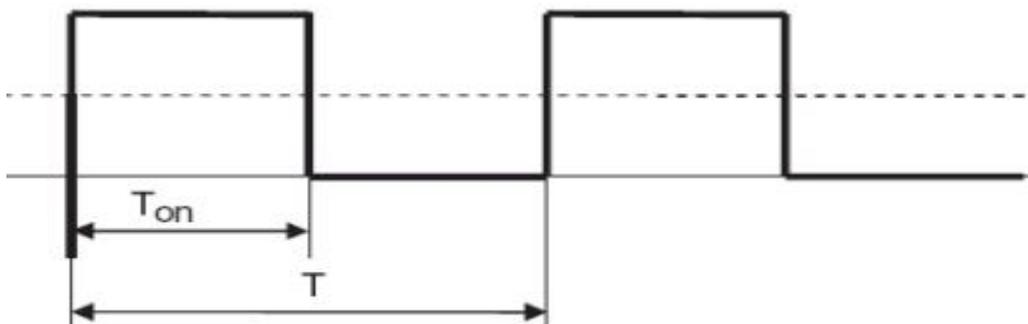


Figura 27. Señal de salida tras filtrar un pulso con un ciclo de trabajo del 50 %.
Fuente: Google imágenes.

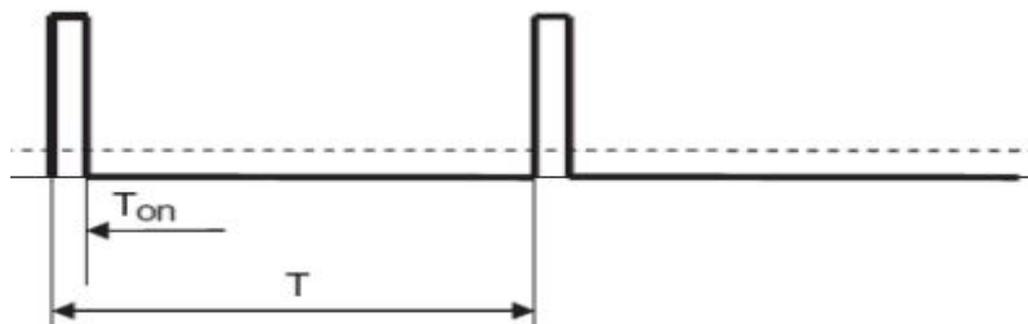


Figura 28. Señal de salida tras filtrar un pulso con un ciclo de trabajo del 10 %.
Fuente: Google imágenes.

En ambos casos, la señal continua que se obtiene viene representada por la línea discontinua, observándose en ambos casos como depende el ancho del pulso que se haya generado.

De esta manera, lo que se va a conseguir es controlar tanto la frecuencia como la amplitud de la señal de salida.

Otra ventaja es que las elevadas frecuencias de trabajo provocan una disminución de los armónicos generados, pero como contra partida, esto también implica que se aumenten las pérdidas de potencia, que pueden estar entorno al 2-3 %.

Recientemente, la industria ha seguido avanzando en este tema, hacia una nueva generación que es la conocida como MMC (Modular Multilevel Converter).

El primer proyecto comercial que se llevó a cabo con esta tecnología, se hizo en 2010 en los Estados Unidos, tratándose de una instalación de 85,3 km, que une la ciudad de Pittsburg y la de San Francisco mediante un cable que recorre toda la bahía de San Francisco. Se transporta una potencia de 400 MW con un nivel de tensión de ± 200 kV.

Lo conseguido con esta nueva tecnología es reducir el nivel de las pérdidas, que ahora están en el intervalo 0,9-1 %, junto con que los requerimientos de filtrado van a ser mínimos o nulos en algunos casos.

A continuación en la Figura 29 se aporta un mapa de la zona de instalación del cable, para que se pueda apreciar el recorrido que realiza.



Figura 29. Mapa de la localización del TransBay Cable, en EE.UU. Fuente: www.transbaycable.com

2.5. Comparación LCC y VSC.

Lo primero que se quiere mostrar dentro de este apartado, es una comparación gráfica de cómo sería una instalación HVDC con el sistema LCC y cómo sería una con el sistema VSC, con las partes de las mismas que estarían al exterior y cuáles estarían en interior

Para una instalación LCC, se muestra la Figura 30:

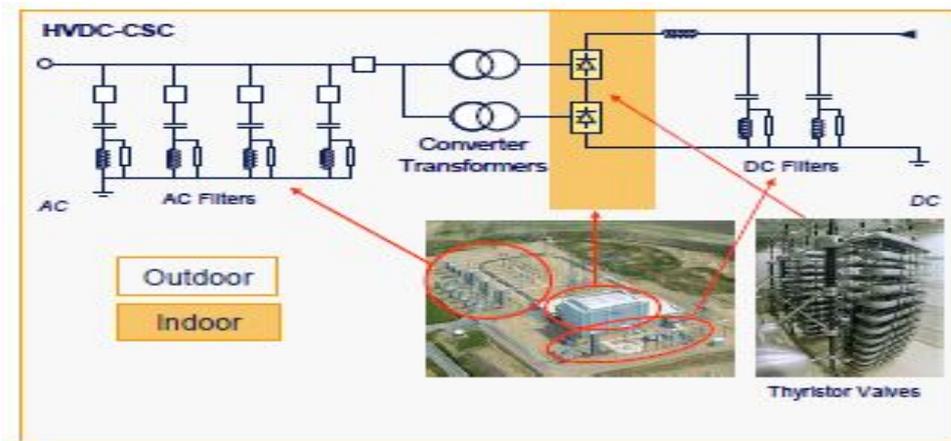


Figura 30. Esquema de una estación con la tecnología LCC. Fuente: ABB.

Se puede apreciar la elevada altura del edificio, que se debe a que las válvulas de tiristores están situadas en vertical, colgadas del techo de este edificio.

Por el contrario, para una instalación con tecnología VSC, la distribución de la misma se puede apreciar en la Figura 31:

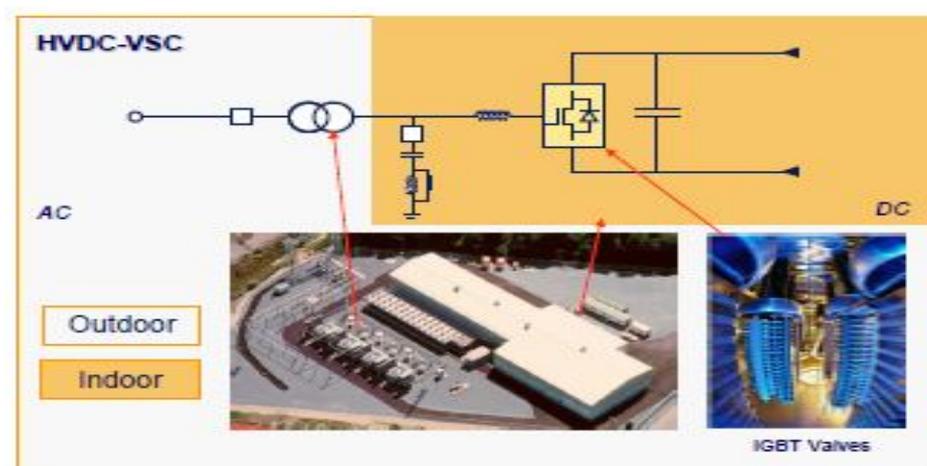


Figura 31. Esquema de una estación con la tecnología VSC. Fuente: ABB.

Una vez visto esto, se va a intentar poner de manifiesto aquellas características más importantes tanto de una tecnología como de la otra, estableciendo una comparación entre ambas, que en un futuro permita elegir una u otra opción según las circunstancias que se tengan a la hora de la realización de una instalación.

- La primera de estas características que se pueden señalar es que la tecnología LCC requiere de espacios mayores para su montaje que la tecnología VSC. Como dato se puede decir que una estación con tecnología LCC de 600 MW, ocupa una superficie de unos 24000 m², mientras que una con la tecnología VSC de 550 MW ocupa unos 6000 m².
- El nivel máximo de potencia que se puede transmitir, va a verse modificado según cuál de las dos alternativas se escoja. Para la tecnología LCC el máximo se sitúa en unos 7500 MW, mientras que para la tecnología VSC, se tiene un tope máximo de 1600 MW.
- Los niveles de tensión máximos que se pueden adoptar en cada una de estas tecnologías son diferentes, dependiendo a su vez de si la línea es aérea o subterránea/submarina. Para la tecnología LCC si lo que se tiene es una línea aérea, la tensión máxima que se puede alcanzar es de 800 kV, mientras que para cables subterráneos/submarinos está entre 500-600 kV.
- Por otro lado si la tecnología usada es VSC, para líneas aéreas se puede alcanzar una tensión máxima de 640 kV, mientras que para cables subterráneos/submarinos se alcanzan tensiones de 600 kV.
- La modularidad de un sistema VSC, hace que dicha tecnología sea más fácil de implementar, dado que la mayor parte del equipo viene montado de fábrica.
- En la tecnología VSC es necesario instalar siempre dos cables por la naturaleza bipolar que tiene, mientras que usando la tecnología LCC, es posible adoptar configuraciones monopolares, con la reducción de coste que esto implica.
- La tecnología LCC solo permite controlar la potencia activa, siendo la potencia reactiva función de la potencia activa transmitida, mientras que con la tecnología VSC, se garantiza un control independiente y casi total tanto de la potencia activa como reactiva.
- Las estaciones de conversión que utilizan la tecnología LCC, necesitan un equipamiento elevado de filtros, debido a la gran demanda de potencia reactiva que es cubierta en una parte por estos equipos. Para las instalaciones que tienen implementada la tecnología VSC, se necesitan unos equipos de filtrado mucho menores, debido a que el consumo de potencia reactiva es bastante menor, llegando a veces a ser incluso nulo.

- Al implementar la tecnología LCC en las estaciones de conversión, es necesario que esas dos estaciones que se encuentran a ambos lados del enlace, estén comunicadas entre ellas, mientras que para el caso de la tecnología VSC, esto no es necesario, lo que supone una pequeña reducción del coste de ejecución.
- Con la tecnología VSC se puede tener un control de la frecuencia y de la tensión independiente de la red de corriente alterna. Este hecho, junto con los ya comentados, que la corriente de cortocircuito y la potencia reactiva no son factores determinantes para el buen funcionamiento del sistema, permiten que las instalaciones que tengan implementada esta tecnología, sean capaces de arrancar desde un cero absoluto o blackout, al comportarse como una máquina síncrona. Esto es una gran solución para alimentar redes pasivas, tales como plataformas petrolíferas, islas pequeñas, etc. Por otro lado la tecnología LCC requiere potencia reactiva para su funcionamiento lo que implica que a ambos lados de la estación tiene que haber tensión para que las estaciones puedan funcionar. Esto implica que para poder arrancar desde una situación de blackout, es necesario que exista una potencia de cortocircuito elevada.
- Ya se vio que la superficie ocupada por una instalación con tecnología VSC es menor que el ocupado por una tecnología LCC. Pero además se puede decir que el impacto visual de las estaciones de conversión es también inferior en el caso de utilización de la tecnología VSC, dado que en este caso los convertidores se montan en horizontal, reduciéndose de esta manera la altura del edificio de conversión y por consiguiente, también el impacto ambiental de las instalaciones.
- La última característica a destacar, habla sobre la capacidad de la inversión del sentido de la potencia a transmitir. Cabe decir, que tanto la tecnología LCC como la VSC permiten esta inversión del sentido, sin embargo, la tecnología VSC permite realizar esta función sin la necesidad de invertir la polaridad, contribuyendo esto a que los aislamientos de los conductores puedan ser de menor grosor, al no estar sometidos a esos cambios de polaridad.

2.6. Conexiones y configuraciones de un sistema HVDC.

En este último punto, se van a ver los dos tipos de conexiones que se utilizan en estas instalaciones, junto con las configuraciones más comunes de los sistemas HVDC que se pueden encontrar en las instalaciones ya existentes.

2.6.1. Tipos de conexiones.

Los dos tipos de conexiones principales que se utilizan en la tecnología HVDC, son la monopolar y la bipolar, las cuales se van a definir a continuación.

- Monopolar: como su propio nombre indica, solamente se utiliza un conductor para el transporte de la energía eléctrica. Como se verá a continuación, según la configuración establecida el retorno puede ser por tierra o metálico.
- Bipolar: en este caso son dos conductores los que se usan para transmitir la energía, siendo usados normalmente cuando se ha superado la capacidad del enlace monopolar. Ambos cables también pueden estar conectados a tierra o entre ellos, según las exigencias de la instalación.

Siendo estos dos tipos de conexiones más utilizados en las instalaciones, se pueden dar diferentes tipos de configuraciones, que son las que se van a ver a continuación.

2.6.2. Tipos de configuraciones.

A partir de esas conexiones que se han comentado, se pueden obtener diferentes tipos de configuraciones según los requisitos que se tienen a la hora de la realización de un proyecto.

Dichas configuraciones y las características que definen a cada una de ellas, se describen a continuación:

- Monopolar con retorno por tierra: en este tipo de conexión se utiliza un solo cable para la transmisión de la potencia, realizándose el retorno por medio de dos electrodos, los cuales están conectados a las estaciones de conversión, haciendo así las funciones de ánodo y de cátodo. Esta configuración se suele utilizar generalmente para grandes distancias, donde la no instalación del cable de retorno puede suponer un ahorro considerable. En particular se suele emplear en largos cables submarinos, donde el mar puede realizar las funciones de retorno, ofreciendo menos pérdidas que un retorno metálico, o cuando no es posible utilizar una fase de una conexión bipolar.

El esquema de una configuración de este tipo, se puede ver en la Figura 32:

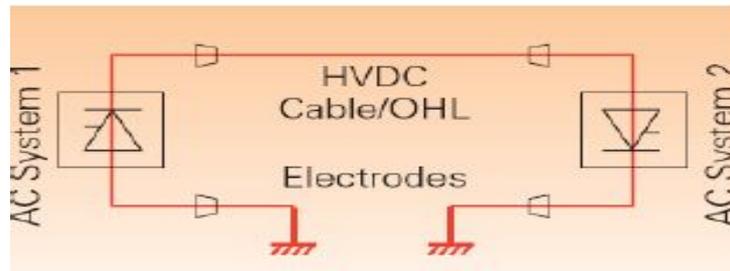


Figura 32. Configuración monopolar con retorno por tierra. Fuente: Transporte de energía eléctrica en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución.

- Monopolar con retorno metálico: en este caso lo que se utiliza es un retorno metálico, debido a que sea imposible el retorno por electrodos conectados a tierra por cuestiones medioambientales, o cuando las perdidas sean demasiado importantes. El esquema que se sigue en este caso es el mostrado en la Figura 33:

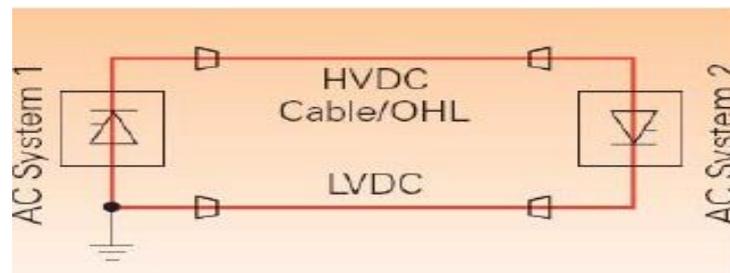


Figura 33. Configuración monopolar con retorno metálico. Fuente: Transporte de energía eléctrica en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución

- Punto a punto: se trata de la configuración más habitual en las instalaciones HVDC. Se utiliza cuando la conexión HVDC es más rentable que la HVAC, o cuando la conexión en continua es la única solución viable técnicamente. Se utiliza en conexiones submarinas, permitiendo así la transmisión a cargas aisladas o a estaciones de generación aisladas, como parques eólicos en alta mar. Otra aplicación es la de apoyo de sistemas insulares desde sistemas continentales, como por ejemplo, la interconexión de las Islas Baleares con la península, que une las ciudades de Vandellós y Mallorca. En este caso, la configuración presenta el esquema de la Figura 34.

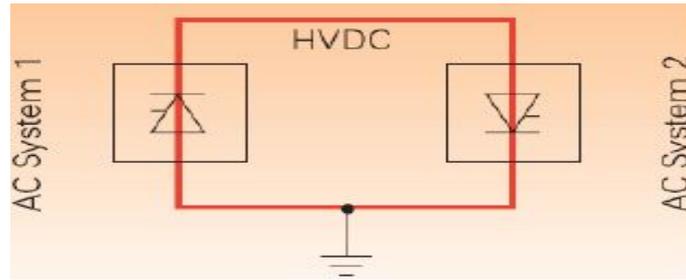


Figura 34. Configuración punto a punto. Fuente: Transporte de energía eléctrica en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución

- **Back-to-Back:** es la configuración utilizada para conectar dos sistemas asíncronos o de diferente frecuencia muy cercanos entre sí, tanto que la conexión se realiza dentro de la misma subestación, sin necesidad de ninguna línea de transmisión entre los equipos rectificadores e inversores. Para este caso, la conexión utilizada puede ser tanto monopolar como bipolar.
- **Bipolar:** esta es la configuración que se utiliza cuando se supera la capacidad de transmisión de un enlace monopolar, proporcionando además una mayor confiabilidad al sistema, ya que puede utilizarse como configuración monopolar cuando uno de los polos quede fuera de servicio, pudiendo transmitir más de un 50 % de la potencia total, en función de los criterios de explotación. Estos enlaces bipolares pueden estar conectados a tierra mediante electrodos o conectados a tierra mediante un cable de retorno, siendo en definitiva la función del electrodo, similar a la del neutro en un sistema trifásico. Estas posibles configuraciones bipolares son las mostradas en la Figura 35 y en la Figura 36:

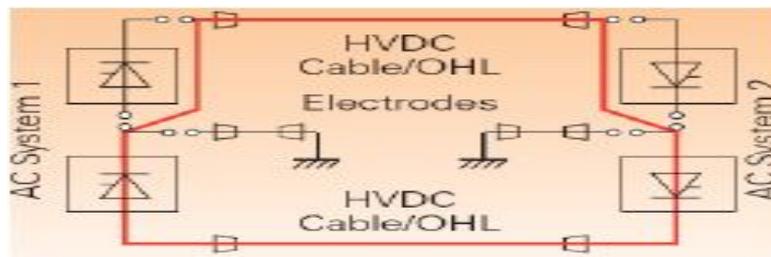


Figura 35. Configuración bipolar con retorno metálico. Fuente: Transporte de energía eléctrica en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución

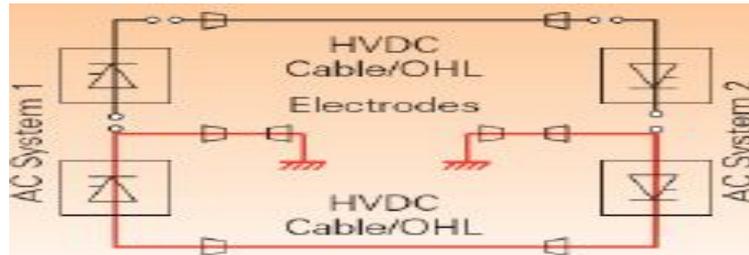


Figura 36. Configuración bipolar con retorno por tierra. Fuente: Transporte de energía eléctrica en corriente continua: HVDC. Endesa Distribución

- Multiterminal: es la configuración que se da cuando se conectan tres o más subestaciones a un sistema HVDC. La conexión puede ser de tres tipos:
 - o Paralela: todas las subestaciones están conectadas a la misma tensión, siendo utilizada esta configuración, cuando todas las subestaciones superan el 10 % de la potencia total de las estaciones rectificadoras.
 - o Serie: las subestaciones están conectadas en serie, llegándole a cada una, una tensión diferente. Para no afectar al nivel de tensión que llega al resto de las subestaciones, una de ellas no puede consumir más del 10 % de la potencia total de las estaciones rectificadoras.
 - o Mixta: se trata de una combinación de las dos configuraciones anteriores.

En la Figura 37 se presenta el esquema de a configuración multiterminal:

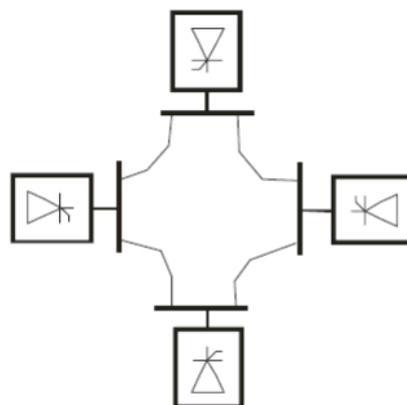


Figura 37. Configuración multiterminal. Fuente: Red Eléctrica de España. Operación de Sistemas HVDC. Particularidades.

- Unitario: en esta configuración, el rectificador está conectado directamente al generador, por lo que, a efectos prácticos, la energía es generada directamente en corriente continua. Este sistema es el utilizado con generadores hidráulicos y eólicos asíncronos. Tras realizar esta transformación, el sistema vuelve a convertir la energía a AC a la frecuencia del sistema, lo que permite conectar el generador. Con esta configuración lo que se consigue es aprovechar la velocidad de las turbinas para generar la energía necesaria en cada momento independientemente de la frecuencia del sistema. Por lo tanto se puede decir que este sistema ejerce una función similar a la configuración back-to-back, existiendo un lado de frecuencia fija, que es el sistema y un lado de frecuencia variable, que es el generador.

3. SISTEMAS HVDC EN EL MUNDO.

La idea de este apartado es presentar los sistemas HVDC que existen en el mundo, comentando sus características técnicas, los problemas que se han resuelto con esta instalación y en definitiva, los aspectos más importantes que las definen.

Evidentemente no se van a poder comentar todas las instalaciones que hay en el mundo de este tipo, por eso lo que se va a elegir aquellas más representativas, bien por el tamaño que tienen, bien por la tecnología usada, bien por los problemas técnicos que se resuelven o por cualquier otra cuestión que resulte relevante en este estudio.

Como dato de partida, se muestra la Figura 38 en la que se pueden ver todas las instalaciones construidas y las que están en construcción por la empresa ABB en el mundo.

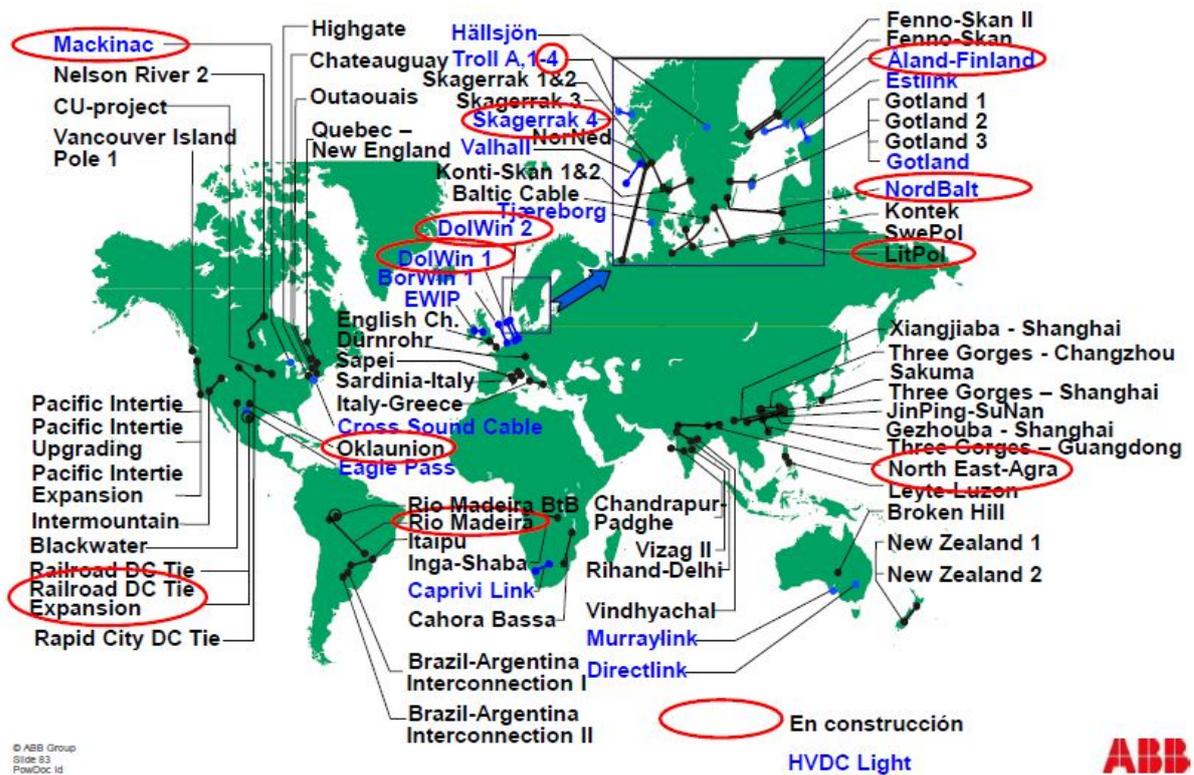


Figura 38. Instalaciones HVDC existentes o en construcción hasta el año 2013.

Fuente: ABB

En la Figura 38 se muestran todas las instalaciones realizadas por esta empresa hasta el año 2013, lo que deja ver que es una tecnología en clara expansión y que a medida que pasan los años y avanza va creciendo en importancia por todas las características que ya se han ido comentando a lo largo de este estudio.

Lo que ABB denomina HVDC Light, es la tecnología VSC (Voltage Source Converter), de la cual ya se habló anteriormente.

Una vez hemos se tiene un punto de vista global acerca de la cantidad de instalaciones que existen en el mundo, se van a ir viendo aquellas que son más importantes y las cuales pueden aportar datos interesantes, con los que se pueda ver todo aquello que se ha ido comentando de una manera teórica a lo largo de todo el apartado anterior.

3.1. Central de Itaipú, Brasil.

Quizás, cuando se hable de una instalación HVDC, la primera que se nombre sea la que está instalada en la central de Itaipú en Brasil, por lo que es necesario hacer una parada obligatoria en ella en este proyecto, para comentar los aspectos más relevantes de la central que nos permitan conocerla más en profundidad.

En el proyecto de esta central, se encuentra el mayor enlace HVDC construido, hasta que en el año 2010 se completó el enlace de 6400 MW entre Xiangjiaba Dam y Shanghai, de ± 800 kV, pero aun así, dicho enlace supuso y supone uno de los pilares fundamentales de la tecnología HVDC.

¿Cuáles fueron las razones que llevaron a elegir una transmisión, de parte de la potencia, en corriente continua?

La respuesta a esta pregunta, está en el punto anterior de la memoria, cuando se vieron los aspectos beneficiosos de un sistema HVDC frente a uno de corriente alterna.

En este caso, fueron dos razones:

- la primera de ellas es que la distancia a salvar era demasiado grande como para poder hacerlo mediante una instalación en corriente alterna, ya que las pérdidas empezaban a ser demasiado importantes
- Por otro lado, se estaban interconectando dos sistemas que tenían frecuencias diferentes, ya que la generación de potencia se daba en Paraguay (50 Hz) y se transmitía hasta Brasil (60 Hz).

Para que tener una idea de la envergadura del proyecto que se comenta, se presentan algunos datos técnicos del mismo.

Se trata de una represa hidráulica situada en la frontera de los países de Paraguay y de Brasil, en la cuenca del río Paraná, que supuso un coste total de 15.000 millones de euros.

Para ver las dimensiones que presenta dicha instalación, se presenta a continuación la Figura 39:



Figura 39. Imagen aérea de la presa de Itaipú. Fuente: ABB

En el año 2007 se terminó por completo el proyecto, ya que la represa amplió su capacidad de generación de potencia, pasando de los 12.600 MW a los 14.000 MW, siendo esta la potencia final de la central, debido a la puesta en marcha de las dos últimas turbinas.

Se completó así el proyecto de la central de Itaipú, contando en sus instalaciones con 20 turbinas, cada una de ellas de 700 MW, permitiendo así, que 18 de las 20 turbinas funcionen permanentemente, mientras que dos están en mantenimiento.

Esta central produce en promedio 90 millones de MWh, alcanzando en 2008 la cifra de 94,7 millones de MWh, record de producción que fue superado años después por la Presa de las Tres Gargantas en China.

Como dato curioso, esta energía producida por la represa en el año 2008, sería suficiente para abastecer el consumo energético de todo el mundo durante dos días, para abastecer durante un año a un país como Argentina, o durante once años a Paraguay.

Estos datos de la central hablan por ellos mismos, dejando claro la importancia de este proyecto para estos países y para el resto del mundo, ya que la instalación HVDC realizada supuso un paso adelante en el desarrollo de esta tecnología, al ser durante varios años el enlace de mayor distancia realizado en esta tecnología.

Dicho enlace realizado por la empresa ABB, une las estaciones de Foz do Iguacu y de Ibiúna, como se puede ver en la Figura 40:



Figura 40. Mapa con los enlaces HVDC de la central de Itaipú. Fuente: High Voltage Direct Current Transmission System. ABB.

Entre esas dos estaciones se instalaron dos enlaces HVDC usando la tecnología clásica o LCC, ambos con configuraciones bipolares y a una tensión de ± 600 kV, llamados bipolo 1 y bipolo 2, cubriendo unas distancias de 785 y 805 km respectivamente.

La transmisión de potencia se inició en el bipolo 1 en octubre del año 1984 con una tensión de ± 300 kV y en julio de 1985 con los actuales ± 600 kV.

Fue en el año 1987 cuando empezó a operar en el bipolo 2, cerrando así el enlace HVDC.

Estos enlaces se llevan a cabo mediante líneas aéreas, las cuales transmiten cada una de ellas 3150 MW, lo que hace un total de 6300 MW de potencia transmitida.

Tanto el esquema HVDC como el existente en corriente alterna, se puede observar en la Figura 41:

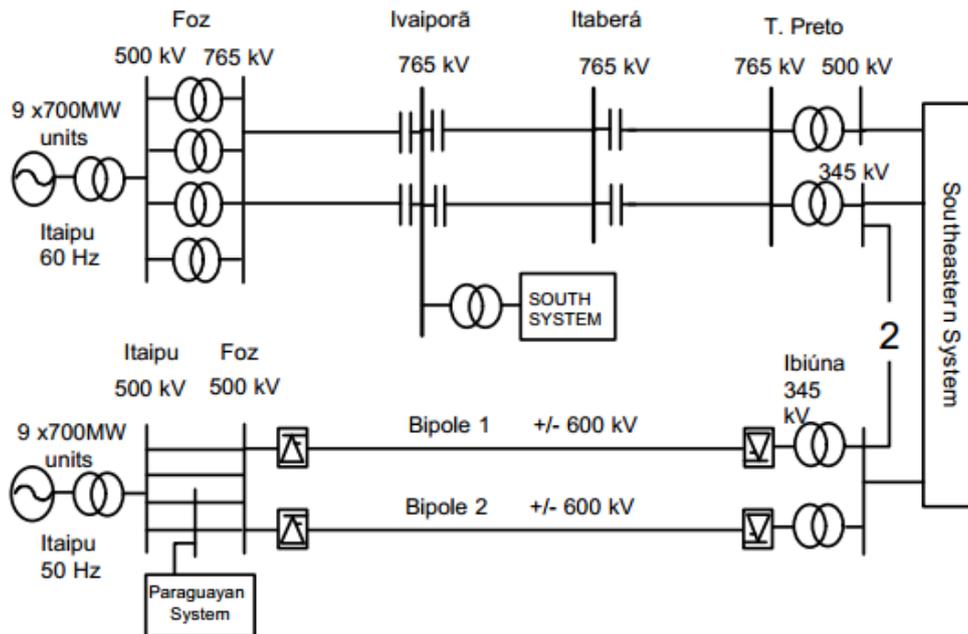


Figura 41. Esquema de la transmisión de potencia en AC y en DC. Fuente: ABB

Como se puede apreciar, el esquema está representado con la potencia existente antes de la última ampliación que se llevó a cabo en el año 2007, como se comentó anteriormente.

En la actualidad serían 20 turbinas (10 en 50 Hz y 10 en 60 Hz) con una potencia de 14.000 MW.

Por último, la Figura 42 muestra una de las estaciones de conversión existentes a ambos lados del enlace HVDC.

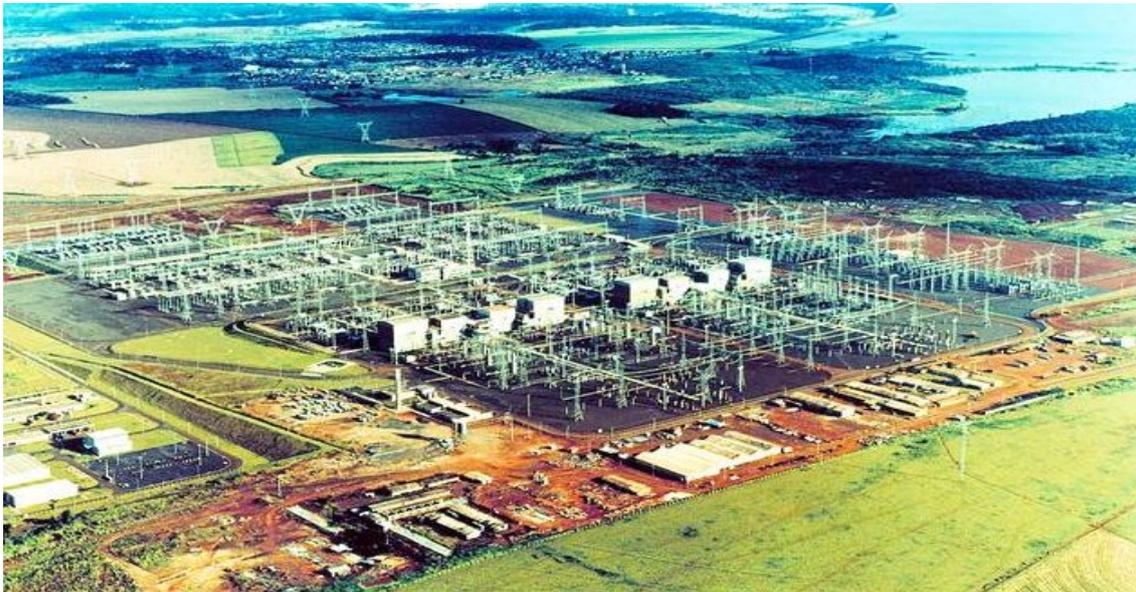


Figura 42. Estación de conversión de uno de los enlaces HVDC. Fuente: ABB

Con esto, lo que se pretende es mostrar las dimensiones de una estación de conversión de este tipo, que en este caso es de un tamaño bastante considerable debido a la gran transmisión de potencia que se lleva a cabo en este enlace HVDC.

3.2. Presa de las Tres Gargantas, China.

Sin duda, se trata de uno de los grandes hitos de la ingeniería moderna en términos constructivos, ya no solo por las dimensiones faraónicas que presenta la presa, sino también en cuanto al sistema de transmisión de potencia en corriente continua, que junto con el existente en la central de Itaipú, son las dos referencias más importantes de la tecnología LCC dentro de los sistemas HVDC.

Esta presa está situada en el curso del río Yangtsé en China, se empezó a realizar en el año 1994 y se terminó en julio del año 2012, con un coste total aproximado de 17.857 millones de euros.

La potencia instalada de la presa es de 22.500 MW, generada por un total de 34 turbinas, colocándose así como la central hidroeléctrica con más potencia del mundo, por delante de la presa de Itaipú. Es capaz de cubrir el 3 % de la demanda eléctrica de China cuando funciona a plena capacidad.

En la Figura 43 se puede ver una imagen aérea de la presa, para poder tener una idea de las dimensiones de la misma.



Figura 43. Visión aérea de la presa de las Tres Gargantas, en China. Fuente: ABB

Las dos zonas extremas de la presa, son las que están destinadas a la producción de energía eléctrica, siendo la longitud de la presa de 2.058 metros.

La potencia que se genera en la central, se transmite a las regiones de China central, China oriental, Sichuan y Guangdong por medio de más de 10.000 km de líneas tanto en corriente alterna como en corriente continua.

Los dos motivos principales por los que se decidió establecer el sistema HVDC para la transmisión de parte de la potencia generada son:

- Las redes de corriente alterna de China central y oriental y Guangdong no están sincronizadas, por lo que mediante la utilización de un sistema en corriente alterna, habría sido muy difícil garantizar unos márgenes adecuados de estabilidad
- Las largas distancias que hay que superar, ya que suponen un aumento importante de las pérdidas si este transporte se realiza en corriente alterna, además de un mayor derecho de paso en ese caso.

Como dato, para el transporte de 3.000 MW serían necesario 5 líneas de corriente alterna, mientras que bastaría con una línea de corriente continua, reduciéndose el tamaño del corredor de paso, suponiendo una ventaja considerable.

Son tres los enlaces HVDC que transportan la energía desde la presa de las Tres Gargantas, hacia las zonas que se comentaron anteriormente.

Esta transmisión se realiza mediante líneas aéreas de configuración es bipolar, a una tensión de ± 500 kV, cubriendo dichas líneas una distancia de entre 890 y 940 km.

En la Figura 44 se muestra un mapa donde se localizan estos tres enlaces HVDC desde la presa hacia las zonas costeras del país.



Figura 44. Mapa donde se muestran los tres enlaces HVDC. Fuente: ABB

Los tres enlaces de los que se hablan son los siguientes:

- Tres Gargantas – Changzhou: de 3.000 MW en servicio desde el año 2003.
- Tres Gargantas – Guangdong: de 3. 000 MW en servicio en el año 2004.
- Tres Gargantas – Shanghai: de 3.000 MW en servicio desde el año 2007.

A continuación, se muestra en la Figura 45 una imagen aérea de una de las estaciones de conversión existentes entre los enlaces HVDC.



Figura 45. Estación de conversión de uno de los enlaces HVDC. Fuente: ABB

Se usan válvulas formadas por tiristores, entre 84 y 90 por válvula, pudiéndose ver en la Figura 46 la colocación de dichas válvulas en el interior de un edificio suspendidas del techo, siendo esta la configuración habitual para esta tecnología.



Figura 46. Interior del edificio de válvulas de una de las estaciones de conversión. Fuente: ABB

3.3. Central hidroeléctrica de Jinping I

Se trata de uno de los mayores proyectos hidroeléctricos jamás acometidos, dentro del cual, también se optó en su momento por utilizar un enlace HVDC para la transmisión de potencia hacia otras zonas del país.

Se trata de una presa situada en la “curva Jinping” del río Yalong, en Liangshan, Sichuan, China.

La construcción de esta presa comenzó en el año 2005, empezando a estar operativa en el año 2013.

La presa es en forma de arco, creando un embalse a 305 metros de altura, lo que supone que sea el más alto del mundo hasta la fecha.

En la Figura 47 se puede ver la presa con la forma descrita anteriormente, una vez ya terminadas las obras de su construcción.



Figura 47. Presa de arco Jinping I, en China. Fuente: ABB

La central hidroeléctrica está compuesta por 6 turbinas, cada una de ellas con una capacidad de 600 MW de potencia, siendo la potencia total instalada de 3.600 MW, para producir entre 16 y 18 TWh (billones de kWh) al año.

Sin embargo, esta capacidad total no se alcanzará hasta el año 2015, que es cuando se instalaran las últimas turbinas en la central.

Desde los años 1960 llevan en marcha los proyectos tanto de Jinping I como de Jinping II, siendo la capacidad conjunta de 8.400 MW, cuyos objetivos principales de este proyecto son el suministro de energía para la expansión de la industrialización y la urbanización del país, mejorar la protección frente a las inundaciones y evitar la erosión.

Recalcar, que esta presa se realizó en ese lugar del río, debido a que la longitud de la curva es de 150 km, pero la parte de aguas abajo del río en el lado opuesto, solo está separado por 16 km, existiendo entre esa distancia una caída de 310 metros de altura, lo que crea unas condiciones idóneas para poder instalar una presa para la producción de energía eléctrica.

Comentando las características del enlace HVDC existente en este proyecto, es un enlace que une las ciudades de Yulong con Tongli, necesario para transmitir la potencia desde esta central hidroeléctrica.

Los factores por los que se decidió llevar a cabo dicha transmisión mediante la corriente continua son:

- la gran cantidad de potencia que se pretendía transportar hacia otras ciudades de China.
- Las grandes distancias de transmisión que se plantean en el proyecto, siendo esta solución la única viable.

De hecho, se trata del enlace con el nivel de tensión y la capacidad de transmisión de potencia más elevada de los existentes en el mundo, junto con ser también el que cubre una mayor distancia.

En la Figura 48 se puede ver el recorrido del enlace:



Figura 48. Localización del enlace HVDC entre Yulong y Tongli. Fuente: ABB

Es un enlace en corriente continua a un nivel de tensión de ± 800 kV, formado por líneas aéreas con una configuración bipolar, recorriendo una distancia aproximada de 2.090 km.

Este enlace está construido con la tecnología LCC, es decir, las válvulas están formadas por tiristores cuya tensión de bloque es de 8 kV, siendo estos componentes proporcionados por la empresa Siemens.

La potencia que es capaz de transportar este enlace es de 7.200 MW en su modo de operación normal, pudiendo llegar a transmitir hasta 7.600 MW en un modo de sobrecarga continuada.

Además, puede transportar como máximo 7.920 MW en condiciones de emergencia durante un periodo máximo de dos horas.

Para terminar se muestra la Figura 49, en la que se puede apreciar la sala de válvulas de una de las estaciones de conversión situadas a ambos lados del enlace, siendo esta fotografía proporcionada por la organización China Electric Power Research Institute.



Figura 49. Sala de válvulas en el enlace Jinping I. Fuente: ABB

3.4. Interconexión Murraylink, Australia.

Se trata de la primera instalación que se va a tratar en este proyecto, la cual tiene implementada la tecnología VSC o HVDC Light.

Es una interconexión subterránea entre las regiones de Australia del Sur y Victoria, que fue puesta en servicio en el año 2002.

Los motivos por los cuales se adoptó una conexión mediante la corriente, son principalmente dos:

- El primero de ellos es la necesidad de realizar una transmisión de potencia entre ambas regiones, aspecto que se puede ver que se repite como factor determinante a la hora de decantarse por una conexión en corriente alterna.
- El segundo factor es algo diferente, ya que lo que se buscaba con este enlace, era controlar las tensiones de las redes de corriente alterna que estaban situadas en los alrededores.

Normalmente, estas redes AC trabajaban con unas variaciones de la tensión demasiado elevadas, sin embargo, estas variaciones empezaron a volverse prácticamente insignificantes cuando este enlace empezó a funcionar.

Las dos estaciones de conversión a cada lado del enlace, están situadas en Berry, en la región de Australia del Sur, mientras que la otra estación está situada en Red Cliffs, en la región de Victoria.

En la Figura 50 se muestra un mapa sobre el que se sitúa el enlace que une las dos regiones que se han citado.



Figura 50. Mapa del enlace HVDC Light en Australia. Fuente: ABB

A continuación se pueden ver dos imágenes, las cuales corresponden a las estaciones de conversión, siendo ambas proporcionadas por la empresa ejecutora del proyecto, como es ABB.



Figura 51. Estación de conversión en Berry, Australia del Sur. Fuente: ABB



Figura 52. Estación de conversión en Red Cliffs, Victoria. Fuente: ABB

Como se puede ver en la Figura 51 y en la Figura 52, las estaciones de conversión presentan un diseño bastante agradable, no suponiendo un problema estético ya que la mayor parte de los equipos instalados consiguieron ubicarse en el interior de los edificios.

La interconexión subterránea entre esas dos estaciones, se realiza mediante dos cables, cubriendo una distancia de 176 km, estableciéndose así como la transmisión subterránea de mayor distancia mediante el uso de la tecnología VSC.

El uso de estos cables enterrados por las mismas zonas de paso que ya existían con anterioridad, junto con una nueva siembra de la zona después de haber realizado la obra, hicieron que este proyecto tuviera una aceptación muy elevada de la población, además de la facilidad para la obtención de las licencias pertinentes.

Otras ventajas de esta instalación subterránea, es que se eliminan tanto las faltas que se producen por los rayos, como los riesgos de incendios de arbustos o árboles próximos debido a estas faltas.

El enlace es capaz de transmitir una potencia de 220 MW a una tensión de ± 150 kV, uniendo las dos estaciones comentadas anteriormente, donde la estación de Berri está a 132 kV y la estación de Red Cliffs está a 220 kV.

En la Figura 53 se muestra el esquema de esta conexión HVDC Light entre las dos estaciones de conversión.

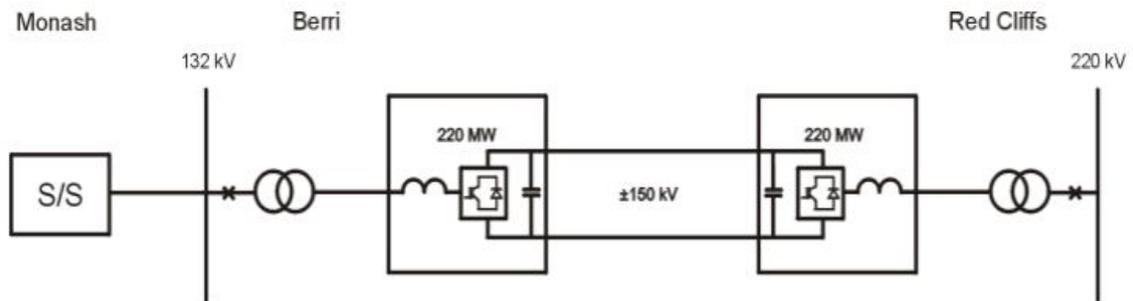


Figura 53. Esquema de la interconexión HVDC Light de Murraylink. Fuente: ABB

De este proyecto, hay dos aspectos ambientales que se pueden destacar:

- En el año 2002, ganó Case EARTH Award de la excelencia medioambiental, debido a las buenas prácticas y a la innovación en la dirección de proyectos de obra civil, otorgado por The Civil Contractor's Federation of Australia.
- Este proyecto fue reconocido en el año 2003 con el Engineering South Australia Award, por el Instituto de Ingenieros de Australia.

Para terminar, se muestra en la Figura 54 en la que se aprecia un momento de las obras de colocación de los cables sobre el terreno, antes de ser enterrados.



Figura 54. Colocación de cables en el enlace Murraylink. Fuente: ABB

3.5. BorWin1. Alemania.

En este caso se trata de un parque eólico offshore, es decir, parques eólicos que están situados en alta mar.

El parque eólico BorWin 1 está situado en el Mar del Norte, frente a la costa de Alemania, a una distancia de 125 km de la misma.

Esto hace que se trate del parque eólico más remoto del mundo, además de ser el que está situado a una mayor distancia de la costa.

Para esta situación, la interconexión del parque eólico con la estación situada onshore, solamente era posible llevarla a cabo mediante un enlace HVDC Light (con la tecnología VSC), realizado por la empresa ABB.

Dicho enlace, une el parque eólico offshore con la ciudad alemana de Diele, como se puede ver en la Figura 55.



Figura 55. Mapa de la conexión HVDC Light del parque BorWin1. Fuente: ABB

El parque BorWin1 cuenta con 80 turbinas eólicas, cada una de ellas con una capacidad de generación de 5 MW, lo que hace que el parque tenga una potencia de 400 MW. Entró en servicio en el año 2009, estando terminado el proyecto dos años más tarde.

El enlace HVDC Light con el que se conecta el parque offshore con la estación de conversión situada en Diele, tiene varios tramos, los cuales se comentan a continuación.

En un primer momento, la energía generada por las turbinas eólicas, se transporta aproximadamente durante 1 km mediante una línea de corriente alterna de 170 kV hasta una plataforma también offshore, en la que se encuentra una estación de conversión.

Dicha plataforma, es la que se muestra en la Figura 56:



Figura 56. Plataforma offshore del parque BorWin1. Fuente: ABB

Dicha plataforma consta de dos partes: la parte superior o “Topside” que tiene un peso de unas 3.000 toneladas, de las cuales unas 800 toneladas son debidas a la estación de conversión y la parte inferior o “Jacket”, cuyo peso es de unas 1.500 toneladas.

Una vez la línea llega a esta plataforma, se produce la conversión en corriente continua a una tensión de ± 150 kV, transmitiéndose la potencia por medio de dos cables paralelos submarinos (1.200 m^2), hasta la isla de Norderney, en la que se unen a dos cables submarinos diferentes (1.600 m^2), hasta llegar a un punto de transición de la costa de Alemania.

Este enlace cubre una distancia submarina de 125 km hasta ese punto de transición en la costa, desde el cual salen dos cables (2.300 m^2) conectados a los anteriores, hacia la estación de conversión situada en la ciudad de Diele, teniendo dichos cables una longitud de 75 km, siendo una instalación subterránea.

Esto hace, que el enlace HVDC Light que se implementa en este parque eólico, sea de 200 km (125 submarinos + 75 subterráneos), teniendo en cuenta que la transmisión se realiza con dos cables.

Una vez en la estación de Diele, la potencia es convertida de nuevo a corriente alterna y llevada hasta los 380 kV para poder introducirla en la red de transporte.

Al haber conseguido interconectar este parque eólico con la red de transporte Alemana, mediante la generación de energía eléctrica que se consigue, se dejan de emitir 1,5 millones de toneladas de CO₂ al año. Además se consigue estabilizar las frecuentes fluctuaciones en la calidad de la potencia del viento, sin ningún tipo de compensación adicional o refuerzo en la red de transporte.

3.6. Interconexión Caprivi Link. Namibia

Se trata de un enlace HVDC Light situado en África, ubicado exactamente en Namibia.

Se ha elegido esta instalación para comentarla dentro de este punto, porque supone una serie de avances importantes dentro de proyectos que utilizan esta tecnología en la transmisión de potencia, que deben ser comentados ya que no han aparecido en instalaciones anteriores.

Lo primero que se puede destacar, es que se trata del primer proyecto HVDC con la tecnología VSC que se realiza en África, existiendo solamente dos instalaciones HVDC más en el país, ambas con la tecnología LCC como se puede ver en la Figura 38.

En la Figura 57 se sitúa el enlace en un mapa de la zona.



Figura 57. Mapa del enlace HVDC Light en Namibia. Fuente: ABB

Dicho enlace une las estaciones de conversión de Zambezi, situada en la franja de Caprivi, en la frontera con Zambia, con la estación de Gerus, que está situado a unos 300 km de la capital de Namibia, Windhoek.

Se trata de una interconexión realizada por medio de líneas aéreas, lo que hace que este proyecto HVDC Light sea el primero que se instala con esta configuración para un uso comercial.

Cubre una distancia entre las estaciones de 970 km, siendo el nivel de tensión del enlace de ± 350 kV, presentando una capacidad de transmisión de 300 MW en una primera fase, viéndose esta aumentada en la segunda fase del proyecto hasta un total de 2 x 300 MW.

Se decidió ese nivel de tensión para el proyecto, dado que era para el que se obtenía un menor coste, lo que lleva a que este sistema sea el primero con esta tecnología que funciona a este nivel de tensión.

La duración de este proyecto abarca desde finales del año 2007, hasta su puesta en funcionamiento, a finales del año 2009.

La elección de realizar esta conexión mediante la corriente continua, se basa en varios aspectos:

- el primero de ellos es la gran distancia que hay que salvar, lo que hace prácticamente inviable una conexión mediante corriente alterna
- el segundo de los aspectos importantes, es que se conectan dos redes de transmisión que son extremadamente débiles, convirtiéndose así en el primer sistema de este tipo que es empleado para la interconexión de dos redes que son muy débiles.

Además, esta instalación permite controlar la tensión de las redes de corriente alterna que están conectadas con este enlace, lo que se lleva a cabo mediante el ajuste de la potencia reactiva.

Las tensiones de las redes de corriente alterna que se conectan a las estaciones de Zambezi y de Gerus, son 330 y 400 kV respectivamente, siendo el ajuste de la potencia reactiva que se ha comentado anteriormente para controlar dichas tensiones, de ± 200 MVar.

La Figura 58, representa el esquema de la interconexión entre ambas estaciones de conversión.

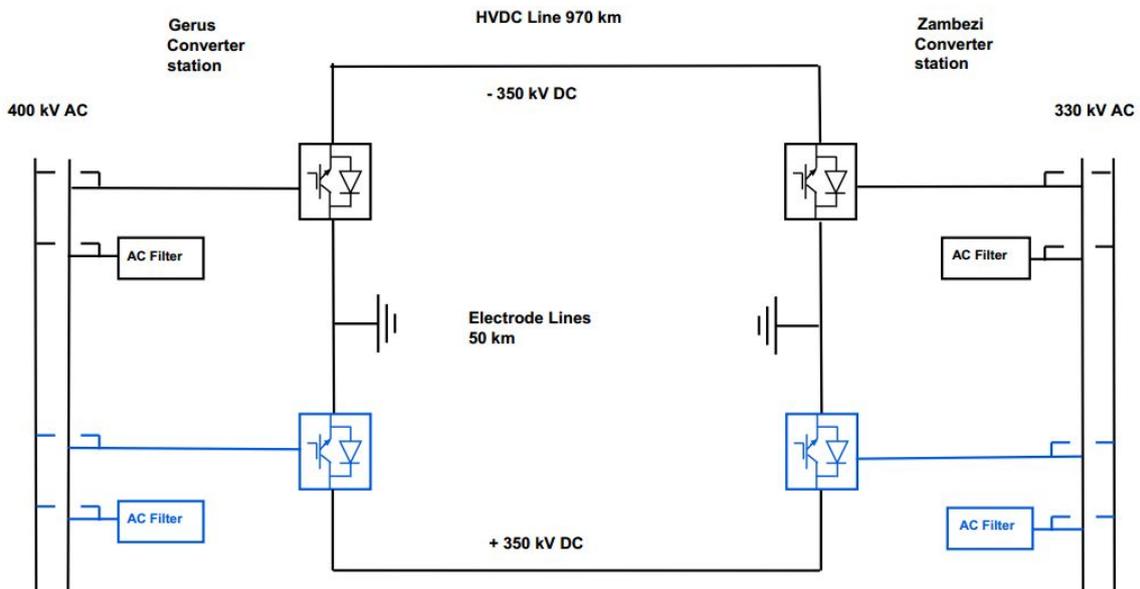


Figura 58. Esquema conexión HVDC entre la estación de Gerus y la de Zambezi.

Fuente: ABB

Además de mostrar la configuración del sistema, se puede apreciar que la construcción de este proyecto ha sido por etapas, siendo la segunda etapa la que se representa en la Figura 58 en color azul.

En la primera etapa de la instalación, la configuración que se utiliza es monopolar con retorno por tierra, dado que de esta manera se consiguen reducir las pérdidas en la línea, pudiéndose transmitir en este caso hasta 300 MW de potencia. Además, existe un doble circuito de electrodos de unos 25 km de longitud cada uno.

Para poder apreciar de una manera más clara la configuración de la conexión, se presenta la Figura 59.

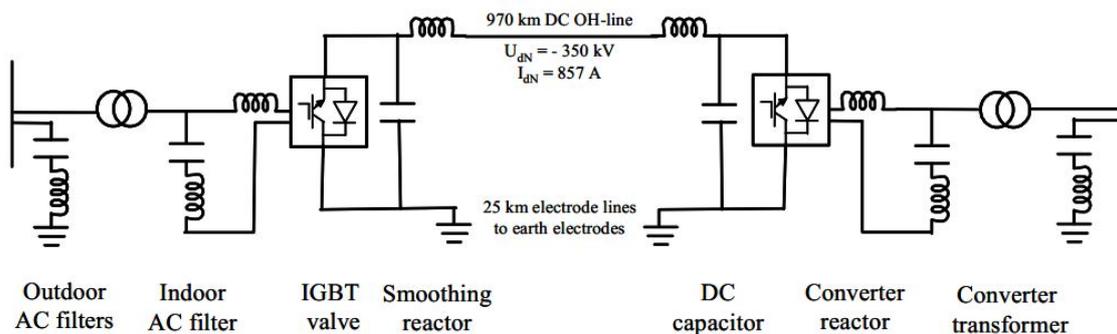


Figura 59. Circuito de la conexión HVDC. Fuente: ABB

Se puede ver en la Figura 59 como es la conexión monopolar de la interconexión, viéndose además, la situación de los elementos del sistema HVDC necesarios para su buen funcionamiento.

A partir de ahí se realizó una ampliación del proyecto, lo que permitió que la capacidad de transmisión del enlace sea de 2 x 300 MW.

En esta ampliación, el sistema pasa a tener una configuración bipolar, funcionando de manera equilibrada

Esto hace, que el proyecto también se convierta en el primero de este tipo que tiene una configuración bipolar, dentro de las instalaciones de este tipo que tienen implementada la tecnología VSC.

A continuación, se muestra en la Figura 60 de una de las estaciones de conversión de la interconexión.



Figura 60. Una de las estaciones de conversión del enlace Zambezi-Gerus. Fuente: ABB

Para terminar con esta instalación, se pueden destacar varias características importantes que aporta este sistema:

- En condiciones que no son las normales de funcionamiento, este enlace presenta una capacidad de sobrecarga de hasta 700 MW (2 x 350 MW).
- La transferencia de potencia se realiza de manera estable y robusta para potencias de cortocircuito comprendidas entre los 300 MVA y los 1400 MVA.

- Como ya se ha comentado anteriormente, permite el control de las tensiones de las redes de corriente alterna que se conectan a las estaciones de conversión, además de controlar las oscilaciones de frecuencia que se producen debido a las bajas potencias de cortocircuitos y a las largas distancias de las líneas de corriente alterna hasta las estaciones de generación.
- Permite el re-enganche tras una falta en la línea de corriente continua en menos de 500 ms después de que esta haya sido despejada.
- La transmisión de potencia puede invertirse de manera rápida y segura, condición necesaria para poder re-energizar y alimentar la red de corriente alterna conectada en la estación de Zambezi en caso de que se produzca un cero en dicha red.

4. ANÁLISIS DE UNA SITUACIÓN REAL.

Dentro de este punto lo que se va a estudiar es la situación real de este proyecto, el cual de una manera muy simplificada, se puede explicar cómo: que se pretende llevar a cabo una transformación de una línea de transporte que funciona con corriente alterna, a una línea que utiliza un sistema HVDC, es decir, una línea que transmite la potencia a través de la corriente continua.

La línea de transporte que se va a estudiar es una línea ficticia, con parámetros reales pero no está situada en ningún punto del territorio.

Debido a eso se tomó la idea de situarla en alguna zona del país para poder darle algo más de realismo, tomando como puntos de partida y de final, dos subestaciones eléctricas existentes dentro del esquema eléctrico español.

Por lo tanto lo primero que se va a plantear dentro de este apartado es la situación inicial de la que partimos, viendo la línea eléctrica de alta tensión a estudiar, considerando su localización y sus datos técnicos.

Lo siguiente será plantear el problema que se presenta para que se decida llevar a cabo un proyecto como este para su solución, comentando las distintas posibilidades para realizarlo, viendo las diferentes soluciones que se podrían afrontar dependiendo de las tecnologías que puedan ser empleadas dentro del sistema HVDC.

El último punto dentro de este apartado será en el que se proponga la solución obtenida finalmente viendo sus aspectos técnicos, comentando los pasos a seguir para llevar a cabo la transformación de una línea de transporte en corriente alterna a una en corriente continua.

4.1. Situación inicial de la línea de transporte.

Se trata de una línea ficticia pero cuyos parámetros son los utilizados en una línea de este tipo siguiendo el reglamento existente.

Por lo tanto se planteó la posibilidad de situarla en un lugar concreto para que el proyecto tuviera más realismo en su realización.

Así que la primera de las preguntas que se plantean es en qué lugar se podría situar dicha línea de transporte.

La respuesta a la pregunta no se ha basado en ningún criterio en especial ni ningún tipo de dato técnico, solamente preferencias de tipo personales a la hora de implantar dicho línea en alguna zona de nuestro territorio, por lo que la zona elegida para la situación de la línea es Andalucía.

Una vez elegida la zona en la que va a estar situada la línea de transporte, se pasó a conocer las subestaciones eléctricas que existen en Andalucía y ver de qué manera están distribuidas en el mapa de la comunidad.

Se procedió de esta manera ya que lo se pretende es que la línea de transporte ficticia conecte dos subestaciones eléctricas que existan en la realidad.

La Agencia Andaluza de la Energía suministra información a través de su página web sobre las subestaciones eléctricas que existen en la comunidad, aportando además un mapa en el que se sitúan todas ellas.

A finales del año 2012, el número de subestaciones existentes era de 79, siendo 22 subestaciones de 400 kV y 57 de 220 kV, existiendo un total de 5650 km de líneas de transporte, siendo 2299 km líneas a 400 kV y 3351 km líneas a 220 kV.

En la Figura 61 se puede ver el mapa de Andalucía con la situación de todas las subestaciones eléctricas anteriormente mencionadas y las líneas de transporte que conectan dichas subestaciones.

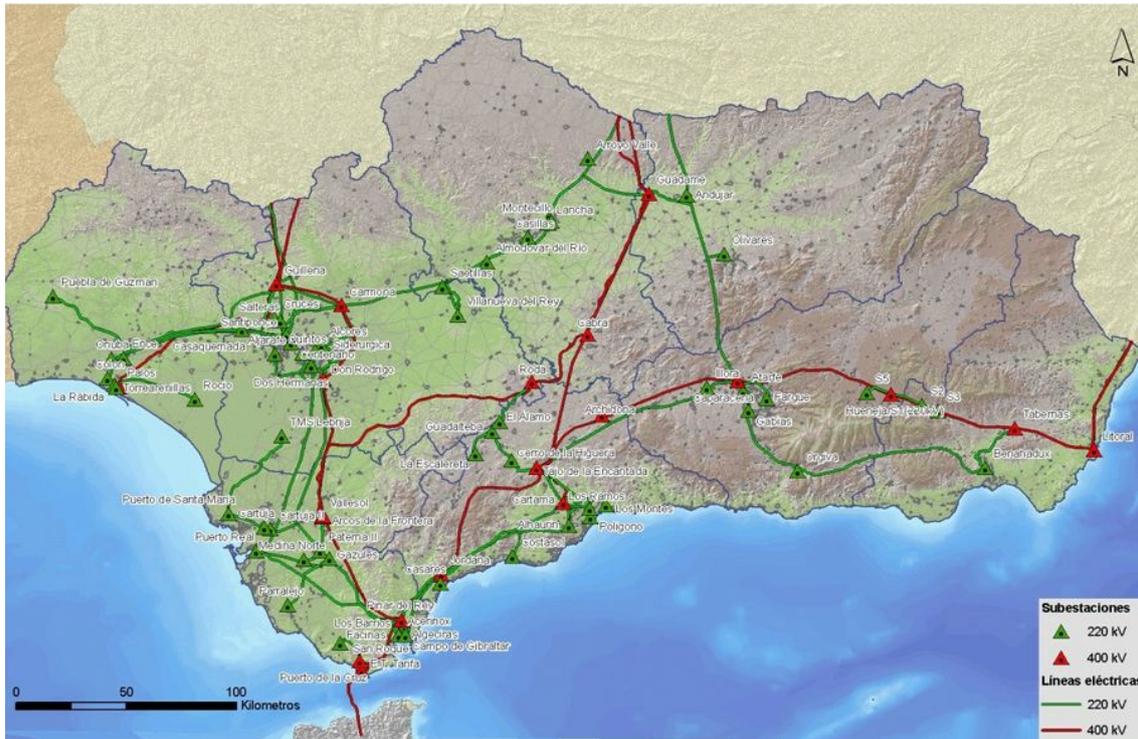


Figura 61. Mapa de Andalucía con las subestaciones eléctricas. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

A partir del mapa mostrado en la Figura 61, se van a elegir las dos subestaciones de partida y de final de la línea de transporte.

Estas subestaciones eléctricas son las siguientes:

- Subestación eléctrica Puerto de la Cruz, situada en el término municipal de Tarifa, en Cádiz.
- Subestación eléctrica de Guadame, en el término municipal de Marmolejo, en Jaén.

Ambas subestaciones cuentan con un parque de 400 kV y otro de 220 kV y se han elegido teniendo en cuenta dos motivos principales:

- La subestación de Guadame constituye uno de los principales puntos de la red de transporte de energía eléctrica de Andalucía y supone una instalación de vital importancia para garantizar el suministro eléctrico de la zona centro de la comunidad andaluza, así como para alimentar al importante consumo eléctrico de su litoral.

- Por otro lado la estación de Puerto de la Cruz es importante a la hora de transportar la energía eólica que se genera en el área del Estrecho, junto con la nueva producción de las centrales de ciclo combinado de Cádiz.

Por lo que la idea de conectar estas dos subestaciones mediante una línea de transporte en corriente alterna nos permitiría satisfacer la demanda que existe en la subestación de Guadame directamente con la potencia generada en el estrecho que se ha comentado anteriormente.

En la Figura 62 y en la Figura 63 se muestra la localización de la subestación eléctrica de Guadame señalada mediante un círculo de color azul, junto con una visión aérea de la misma.

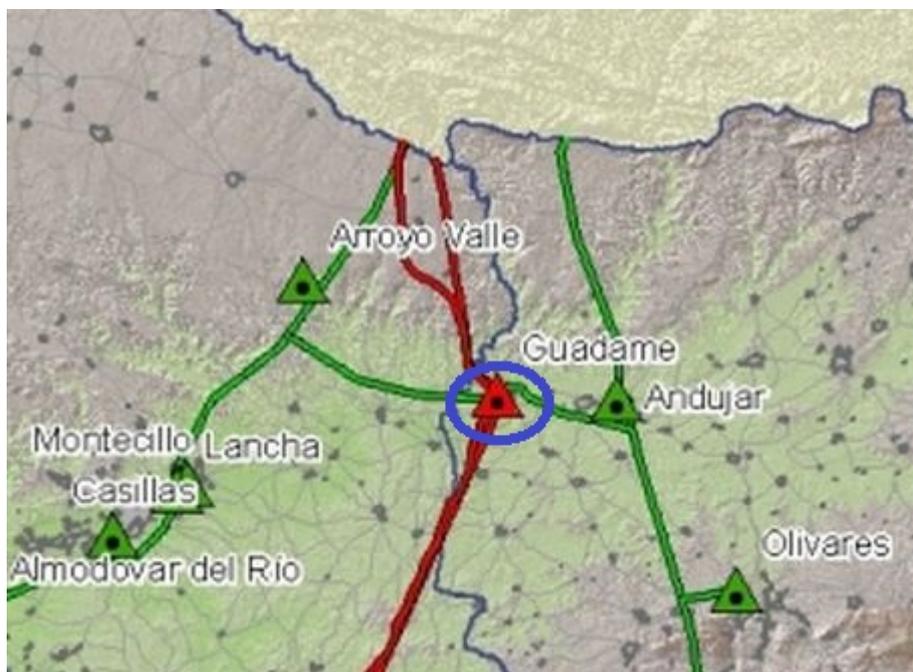


Figura 62. Situación geográfica de la subestación de Guadame. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



Figura 63. Imagen aérea de la subestación de Guadame en Marmolejo, Jaén. Fuente: Red Eléctrica de España.

Por otro lado en la Figura 64 y en la Figura 65 se muestra tanto la identificación de la subestación eléctrica de Puerto de la Cruz, señalada con un círculo de color azul, como una imagen de sus instalaciones.



Figura 64. Situación geográfica de la subestación de Puerto de la Cruz. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



Figura 65. Subestación eléctrica Puerto de la Cruz en Tarifa, Cádiz. Fuente: Grupo Isastur.

4.1.1. Características de la red de transporte AC.

En este apartado se van a comentar las características más importantes de la línea de transporte en corriente alterna que conecta las subestaciones de Guadame y de Puerto de la cruz.

Según el Reglamento de Alta Tensión se trata de una línea de Categoría especial ya que tiene una tensión nominal de 400 kV, superior a los 220 kV que marca el reglamento como límite de esta categoría, teniendo asociada un valor de tensión más elevada de la red 420 kV.

La línea de alta tensión presenta una configuración de doble circuito dúplex, es decir, se trata de dos líneas que comparten los mismos apoyos y que además, cada una de ellas tiene dos conductores por fase por el hecho de tener una configuración dúplex.

Los apoyos necesarios para el tendido de la línea están constituidos por torres de sección cuadrangular, de estructura metálica en celosía, siendo la separación existente entre las fases D_{ab} y D_{bc} de 8,5 m y D_{ca} de 17 m y la distancia existente entre los conductores de la misma fase es de 0,4 m, siendo utilizados para líneas cuyas tensiones están comprendidas entre los 220 y los 400 kV, con longitudes de vano entre 300 y 500 m.

En la Figura 66 se muestran los tipos de apoyos existentes en relación al nivel de tensión que tenga la línea.

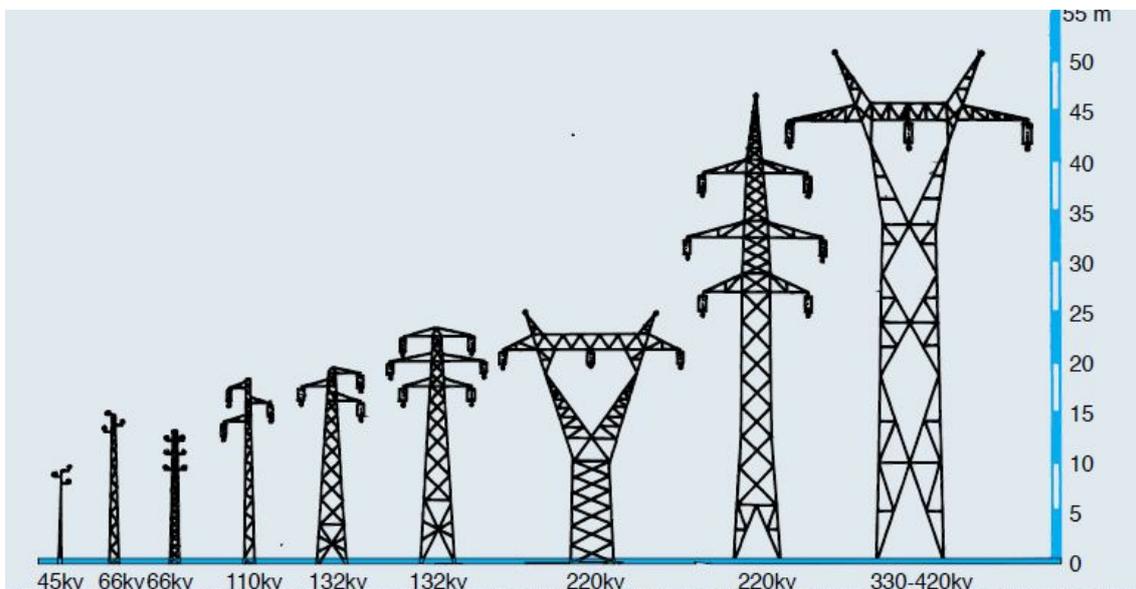


Figura 66. Tipos de torres según el nivel de tensión. Fuente: Postes de Baja y torres de Ata Tensión. Fuente: Electrosector.

En la Figura 67 se puede apreciar una torre de este tipo existente en la línea de Alta Tensión entre Aldeadávila y la frontera portuguesa.



Figura 67. Torre de la línea Aldeadávila – frontera portuguesa. Fuente: www.semi.es

A continuación se detallan las características del conductor empleado para llevar a cabo la línea de Alta Tensión:

- Tipo y denominación: 485-AL1/63-ST1A. (LA545). Cardinal.
- Sección: 547,3 mm²
- Composición: Conductor de aluminio o aleación de aluminio reforzado con acero galvanizado con la forma 54+7, que por el Reglamento de Alta Tensión implica un valor del coeficiente de reducción $\alpha = 0,95$.
- Diámetro: 30,42 mm.
- Resistencia: $R_L = 0,0596 \Omega/\text{km}$ a 20°C
- Intensidad máxima: Según el Reglamento de Alta Tensión, para la sección del conductor dada se obtiene un valor para la densidad de corriente máxima de 1,73 A/mm² que aplicado para la sección del conductor junto con el coeficiente de reducción, anteriormente comentado, resulta una intensidad máxima de 889,49 A.
- Módulo de elasticidad (E): 7.000 kg/mm².
- Peso propio: 1.832 kg/km.
- Coeficiente de dilatación lineal: $19,3 \times 10^{-6}$ mm.

A partir de los datos mostrados del conductor que se utiliza en la línea AC, se va a calcular capacidad de máxima transporte que presenta dicha línea teniendo en cuenta primero el límite térmico de la misma, y posteriormente las condiciones de estabilidad que se han de cumplir en líneas de larga distancia, como es el caso de este proyecto.

Los cálculos asociados a esta parte de la memoria se reflejan en el Anexo IV, por lo que en esta memoria se presenta un resumen de los mismos, aportando las conclusiones derivadas de dichos cálculos.

Del Reglamento de Alta Tensión en su apartado 4.2.1 obtenemos la tabla 11, la cual nos permite obtener la densidad de corriente máxima en los conductores en régimen permanente, a partir de la cual se calculará la intensidad máxima que puede circular por el conductor.

Dicha tabla se presenta a continuación en la Tabla 1 :

Sección Nominal (mm ²)	Densidad de Corriente (A/mm ²)		
	Cobre	Aluminio	Aleación de Aluminio
10	8,75	-	-
15	7,6	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Tabla 1. Valores de la densidad de corriente.

A modo de resumen, en la Tabla 2 se muestran los resultados intermedios que se han ido calculando hasta obtener la intensidad máxima:

Densidad de corriente máxima	1,73 A/mm²
Densidad de corriente máxima corregida	1,64 A/mm ²
Sección del conductor en conf. Dúplex	1.094,6 mm ²
Intensidad máxima	1.798,98 A

Tabla 2. Parámetros necesarios para el cálculo de la capacidad térmica.

A partir de estos valores, para obtener la potencia máxima que se puede transmitir a través de la línea en cuestión, tomando un valor del $\cos \varphi = 0,9$, se aplica la siguiente ecuación:

$$P_{max} = \sqrt{3}UI_{max} \cos \varphi$$

Con la expresión dada por la ecuación anterior y teniendo en cuenta que la configuración de la línea es de doble circuito se obtienen los resultados que se muestran en la

Potencia máxima circuito simple (MW)	1.121,73
Potencia máxima doble circuito (MW)	2.243,47

Tabla 3. Capacidades térmicas de la línea AC en configuraciones de simple circuito y de doble circuito.

El siguiente paso es el cálculo de la capacidad máxima de transporte de la línea pero teniendo en cuenta el fenómeno de la estabilidad.

Para líneas cuya longitud es considerable, como la que se tiene en este trabajo (400 km), es sabido que la máxima potencia que se puede transportar por ella viene limitada por este fenómeno.

Este hecho se ve reflejado en la Figura 68, ya que muestra como para líneas de pequeña longitud el criterio limitante es el térmico, mientras que para líneas largas el criterio que limita es el de la estabilidad.

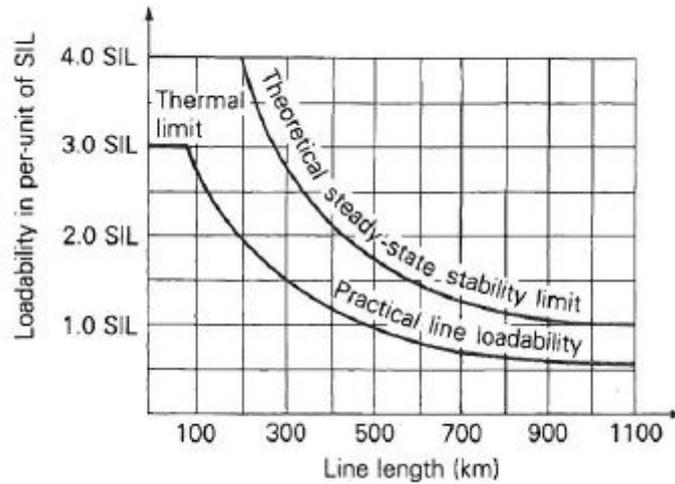


Figura 68. Límite de estabilidad transitoria. Fuente: Lossles line.

En la Figura 68 aparece el término SIL, que representa la potencia característica de la línea, la cual se obtiene mediante la expresión siguiente:

$$P_0 = \frac{U^2}{Z_0}$$

En la expresión aparece el término Z_0 que es la impedancia característica de la línea, que se define como:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z_L}{Y_L}}$$

Los parámetros Z_L e Y_L son, respectivamente, los valores de la impedancia y de la admitancia de la línea, los cuales aparecen en la Tabla 4 junto con la impedancia y la potencia característica.

Impedancia de la línea	$0,0298 + j0,311 \Omega/km$
Admitancia de la línea	$j3,46 * 10^{-6} S/km$
Impedancia característica	$300,29 \Omega$
Potencia característica	$532,82 MW$

Tabla 4. Parámetros de la línea AC.

Por lo tanto y partiendo de los resultados de la Tabla 4, se obtiene el valor de la máxima potencia que se puede transportar por el criterio de estabilidad mediante la siguiente ecuación:

$$P_{max} = \frac{U^2}{Z_0} * \frac{\sin \delta}{\sin(\beta l)} = P_0 * \frac{\sin \delta}{\sin(\beta l)}$$

Para este análisis se ha tomado un valor del ángulo de desfase (delta) de 25 grados (0,436 rad), siendo β la constante de fase.

Los cálculos se han desarrollado en el Anexo IV, presentándose en este documento los resultados que se han obtenido, los cuales se muestran en la Tabla 5:

Capacidad máxima de transporte para una línea	462,59 MW
Capacidad máxima de transporte para las dos líneas	925,18 MW

Tabla 5. Resultados para el criterio de estabilidad.

Por lo tanto se puede apreciar comparando los estos resultados con los presentados en la Tabla 3, que el criterio de estabilidad es el que marca el límite de la capacidad de transporte de la línea AC.

En la Tabla 6 se muestran a modo resumen, los resultados finales obtenidos:

Potencia Máxima por Criterio Térmico	2.243,47 (MW)
Potencia Máxima por Criterio de Estabilidad	925,18 (MW)
Máxima Potencia transportable	925,18 (MW)

Tabla 6. Comparativa de resultados.

Po lo tanto la máxima potencia que se puede transportar por la línea con las condiciones que se han presentado en este estudio es de 925,18 MW.

Una vez se ha visto la capacidad máxima que tiene la línea, a continuación se habla del aislamiento necesario que ha de existir en una línea de 400 kV como la que se tiene en este estudio.

Para el caso que nos ocupa los aisladores que se han utilizado son de vidrio del tipo U210BS estando dispuestos en una configuración de doble cadena, cada una de ellas compuesta por 24 elementos siendo cada uno de esos elementos como el que se muestra en la Figura 69.

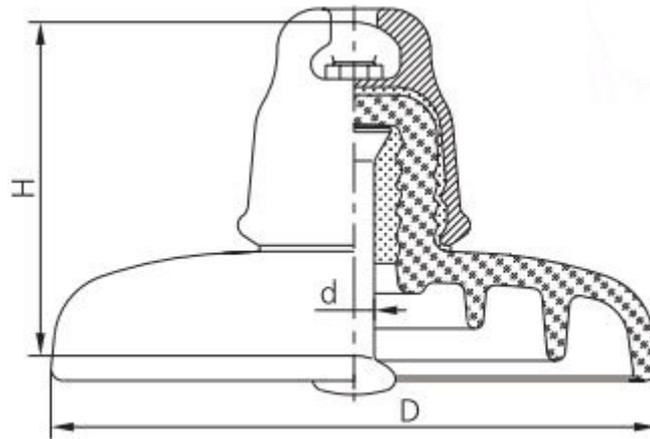


Figura 69. Aislador de vidrio tipo U210BS. Fuente: Global Insulator Group.

Las dimensiones de cada aislador son 280 mm de diámetro (D) y 170 mm de altura (H) o paso, presentando una línea de fuga de 380 mm. Se muestra un aislador real en la Figura 70.



Figura 70. Aislador de vidrio tipo U210BS. Fuente: Global Insulator Group.

Anteriormente se comentó que la configuración de los aisladores es de doble cadena de 24 elementos cada una de ellas mostrándose en la Figura 71 una disposición de este tipo en una línea real para tener una idea clara de cómo sería el montaje.

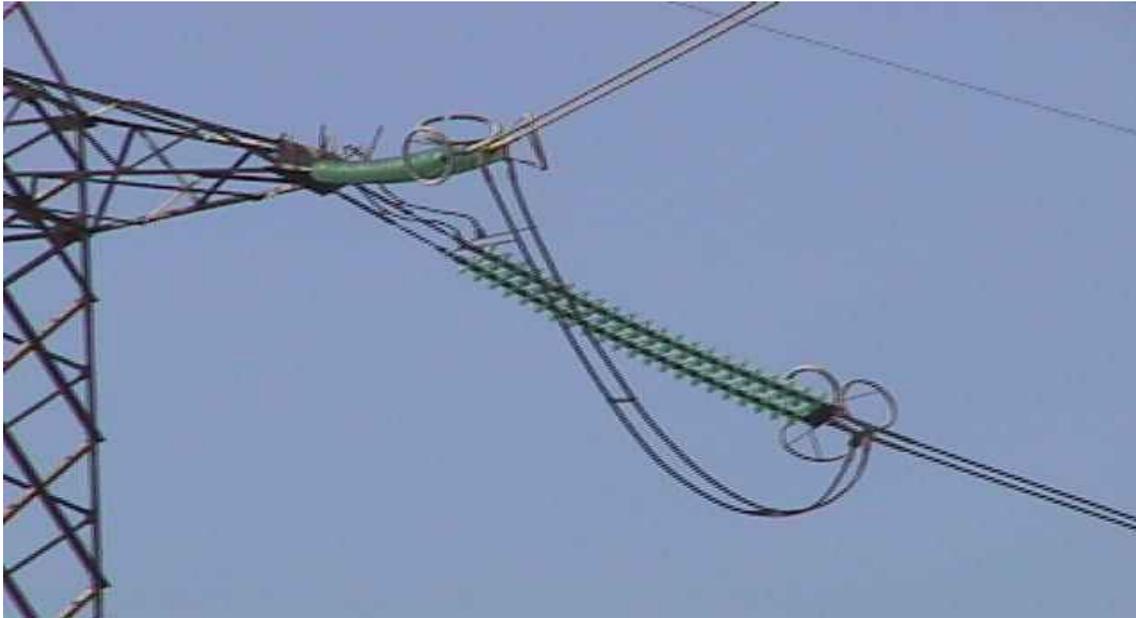


Figura 71. Disposición de los aisladores en una doble cadena. Fuente: www.oocities.org/guri1999/patio

Del catálogo proporcionado por la empresa de fabricación de aisladores La Granja se obtienen el resto de parámetros importante del aislador necesario para poder definirlo completamente y que se enumeran a continuación:

- Carga mínima de rotura mecánica: 210 kN.
- Tensión soportada a frecuencia industrial en seco: 75 kV.
- Tensión soportada a frecuencia industrial en húmedo: 45 kV.
- Tensión soportada al impulso tipo rayo 1,2/50: 110 kV.
- Tensión de perforación en aceite: 130 kV.
- Peso neto aproximado por unidad: 7,5 kg.

Este mismo catálogo nos proporciona los datos para una cadena compuesta por 24 elementos aisladores del tipo U210BS:

- Tensión soportada a frecuencia industrial en seco: 1.140 kV.
- Tensión soportada a frecuencia industrial en húmedo: 790 kV.
- Tensión soportada al impulso tipo rayo 1,2/50: 1870 kV.
- Línea de fuga de la cadena de aisladores: 9.120 mm.

Esos serían los datos de cada una de las dos cadenas de aisladores que tiene la línea de alta tensión con la que se está trabajando que, como se ve, son bastante superiores a los valores normalizados exigidos por el reglamento, que aparecen en la tabla 13 del apartado 4.4 de la ITC-LAT 07 del mismo, la cual se muestra en la Figura 72.

Tensión más elevada para el material U_m kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo maniobra			Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo (NOTA 2) KV (valor de cresta)
	Aislamiento longitudinal (nota 1) kV (valor de cresta)	Fase-tierra kV (valor de cresta)	Entre fases (relación al valor de cresta fase-tierra)	
420	850	850	1,60	1 050 1 175
	950	950	1,50	1 175 1 300
	950	1 050	1,50	1 300 1 425

Figura 72. Niveles de aislamiento normalizados para la gama II ($U_m > 245$ kV). Fuente: Reglamento de Alta Tensión.

También dentro del punto del Reglamento de Alta Tensión se encuentra la tabla 14, en la que se muestran las líneas de fuga recomendadas para distintos niveles de contaminación, que van desde el nivel I (Ligero) hasta el nivel IV (Muy Fuerte), mostrándose dicha tabla del reglamento en la Figura 73.

Nivel de contaminación	Ejemplos de entornos típicos	Línea de fuga específica nominal mínima mm/kV ¹⁾
I Ligero	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas sin industrias y con baja densidad de viviendas equipadas con calefacción. - Zonas con baja densidad de industrias o viviendas, pero sometidas a viento o lluvias frecuentes. - Zonas agrícolas ² - Zonas montañosas - Todas estas zonas están situadas al menos de 10 km a 20 km del mar y no están expuestas a vientos directos desde el mar ³ 	16,0
II Medio	<ul style="list-style-type: none"> - Zona con industrias que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción. - Zonas con elevada densidad de viviendas y/o industrias pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvia. - Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa (al menos distantes bastantes kilómetros)³. 	20,0
III Fuerte	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas con elevada densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con elevada densidad de calefacción generando contaminación. - Zonas cercanas al mar o en cualquier caso, expuestas a vientos relativamente fuertes provenientes del mar ³). 	25,0
IV Muy fuerte	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas, generalmente de extensión moderada, sometidas a polvos conductores y a humo industrial que produce depósitos conductores particularmente espesos. - Zonas, generalmente de extensión moderada, muy próximas a la costa y expuestas a pulverización salina o a vientos muy fuertes y contaminados desde el mar. - Zonas desérticas, caracterizadas por no tener lluvia durante largos periodos, expuestas a fuertes vientos que transportan arena y sal, y sometidas a condensación regular. 	31,0

¹ Línea de fuga mínima de aisladores entre fase y tierra relativas a la tensión más elevada de la red (fase-fase).
² Empleo de fertilizantes por aspiración o quemado de residuos, puede dar lugar a un mayor nivel de contaminación por dispersión en el viento.
³ Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones del viento.

Figura 73. Líneas de fuga recomendadas según el nivel de contaminación. Fuente: Reglamento de Alta Tensión.

A partir de los datos anteriores de las dos cadenas de aisladores que se sitúan en la línea, podemos obtener la línea de fuga específica nominal mínima para ver si cumple con los requisitos de línea de fuga que se muestran en la Figura 73, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Línea de fuga específica nominal} \left(\frac{\text{mm}}{\text{kV}} \right) = \frac{\text{Línea de fuga cadena (mm)}}{\text{Tensión más elevada (kV)}}$$

Anteriormente se obtuvo del reglamento el valor de la tensión más elevada para una línea de 400 kV que era de 420 kV, junto con la línea de fuga de la cadena obtenida de los datos del fabricante y teniendo en cuenta que se tienen dos cadenas de aisladores, sustituyendo en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** nos quedaría lo siguiente:

$$\text{Línea de fuga específica nominal} = \frac{2 * 9.120 \text{ mm}}{420 \text{ kV}} = 43,43 \text{ mm/kV}$$

Como se puede observar, ese valor de la línea de fuga específica nominal es superior a los valores aconsejados por el Reglamento de Alta Tensión para cualquiera de los cuatro niveles de contaminación definidos, por lo que su utilización es válida en todos ellos.

Si se quisiera hacer el cálculo a la inversa, es decir, calcular el número de aisladores necesarios para cumplir los requisitos dados por el reglamento, el procedimiento sería:

- Se impondría una línea de fuga específica nominal en función del nivel de contaminación de la línea objeto de estudio.
- Con esto se obtendrá el valor de la línea de fuga de la cadena necesario y sabiendo las características del aislador, se obtendrá el número de aisladores que deberá tener la cadena para cumplir las condiciones impuestas.

A continuación se va a calcular el efecto corona que se produce en la línea de 400 kV de estudio, ya que es necesario realizarlo para aquellas líneas cuya tensión nominal es superior a 66 kV, según indica el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del reglamento.

Para ello lo primero que tenemos que hacer calcular la tensión crítica disruptiva mediante la fórmula de Peek que se muestra en la siguiente ecuación:

$$U_c = \sqrt{3} * \frac{29,8}{\sqrt{2}} * m_c * m_t * \delta * r_{cond} * n * \ln \frac{DMG}{r_{cond}}$$

Los elementos que componen la fórmula de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se definen a continuación:

- U_c : Tensión crítica disruptiva (kV).
- m_c : Coeficiente de rugosidad del conductor cuyos valores son 1 para hilos de superficie lisa, entre 0,93 y 0,98 para hilos oxidados o rugosos y entre 0,83 y 0,87 para cables.
- m_t : Coeficiente meteorológico para tener en cuenta el efecto de la humedad, cuyos valores son 1 para tiempo seco y 0,8 para tiempo húmedo.
- δ : factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

$$\delta = \frac{3,921 * h}{273 + \theta}$$

- h : Presión barométrica en centímetros de columna de mercurio.
- θ : Temperatura del aire en°C.
- r_{cond} : Radio del conductor en cm.
- n : Número de conductores por fase.
- DMG : Distancia media geométrica entre fases, en cm.

Una vez definidos los parámetros que componen la fórmula de Peek, el siguiente paso es obtener el valor del factor de corrección de la densidad del aire por, ya que el resto de los parámetros son conocidos, tomando como valor para el coeficiente de rugosidad del conductor 0,85.

Para calcular dicho parámetro es necesario obtener el valor de la presión barométrica (h), el cual depende de la altura sobre el nivel del mar a la que está situada la línea.

Como la línea atraviesa lugares que están a diferentes alturas sobre el nivel del mar, se ha intentado obtener una altura media dentro de todo el recorrido, considerándose una altura media sobre el nivel del mar de la línea de 300 m (y).

Para obtener finalmente el parámetro h , se hace uso de una tabla que muestra los resultados de la llamada fórmula de Halley, que es la expresión que relaciona ambas magnitudes.

A continuación se muestra la Figura 74 en la que se ven los diferentes valores de la presión barométrica en función de las diferentes alturas sobre el nivel del mar.

Altitud en metros sobre el nivel del mar <i>y</i>	Presión atmosférica en centímetros de columna de mercurio <i>h</i>	Altitud en metros sobre el nivel del mar <i>y</i>	Presión atmosférica en centímetros de columna de mercurio <i>h</i>
0	76	1.800	60,8
100	75,1	2.000	59,8
200	74,2	2.200	58
300	73,3	2.400	56
400	72,4	2.500	55,4
500	71,6	2.600	55
600	70,7	2.800	54
700	69,9	3.000	52,4
800	69	3.500	49,3
900	68,2	4.000	46,2
1.000	67,4	4.500	43,3
1.200	65,8	5.000	40,5
1.400	63,9	5.500	37,8
1.500	63,5	6.000	35,3
1.600	62,3		

Figura 74. Resultados de la fórmula de Halley que relaciona el parámetro *h* con la altura sobre el nivel del mar. Fuente: Líneas de transporte de energía.

A partir del valor medio de la altura de la línea con respecto al nivel del mar, obtenemos la presión atmosférica en centímetros de mercurio (*h*), que en nuestro caso se corresponde con 73,3 cmHg.

Por último también se necesita obtener el valor medio de las temperaturas de las zonas por las que discurre la línea, tomando como este valor 18 °C después de haber estudiado las diferentes temperaturas medias anuales de diferentes zonas que atravesaría la línea en cuestión.

Sustituyendo estos dos datos conocidos en la expresión de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se obtiene el factor de corrección de la densidad del aire como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\delta = \frac{3,921 * 73,3}{273 + 18} = 0,98$$

Una vez se han calculado todos los datos el último paso es obtener el valor de la tensión crítica disruptiva tanto para un tiempo seco como para un tiempo mojado, según la expresión de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Para tiempo seco ($m_t=1$) el valor de la tensión crítica disruptiva será:

$$U_c = \sqrt{3} * \frac{29,8}{\sqrt{2}} * 0,85 * 1 * 0,98 * 1,521 * 2 * \ln \frac{1.070,9}{1,521} = 606,4 \text{ kV}$$

De la misma manera se calcula la tensión crítica disruptiva para tiempo húmedo ($m_t=0,8$):

$$U_c = \sqrt{3} * \frac{29,8}{\sqrt{2}} * 0,85 * 0,8 * 0,98 * 1,521 * 2 * \ln \frac{1.070,9}{1,521} = 485,13 \text{ kV}$$

Según lo que se indica en el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07, para que no se produzca el efecto corona la tensión crítica disruptiva más desfavorable (situación de tiempo húmedo) tiene que ser mayor que la tensión nominal de la línea e incluso mayor también que la tensión más elevada de la red, la cual viene dada en el artículo 2 de Reglamento de Alta Tensión.

Esto se comprueba mediante la siguiente expresión por lo que se puede afirmar que no existen pérdidas por efecto corona en la línea objeto de nuestro estudio.

$$400 \text{ kV} < 420 \text{ kV} < 485,13 \text{ kV}$$

El último punto del cual tenemos que hablar dentro de las características de la línea de transporte que se está estudiando es la puesta a tierra de los apoyos.

El diseño del sistema de puesta a tierra debe cumplir cuatro requisitos principales que son los siguientes:

- Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Que resista, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Estos cuatro requisitos dependen de estas tres características:

- Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia, neutro rígido a tierra.
- Tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y no frecuentados.
- Material del apoyo: conductor o no conductor.

Según el apartado 7.2.4 de la ITC-LAT 07 todos los montantes de la torre de material conductor o de hormigón armado han de conectarse a tierra mediante una conexión específica, que puede ser de dos formas diferentes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.
- Conectando a tierra la armadura del hormigón siempre y cuando esta reúna las condiciones que se exigen para los conductores que constituyen la línea de tierra.

Para el caso que nos ocupa, entre los herrajes y las crucetas de los apoyos y la propia toma de tierra se va a emplear la propia estructura metálica de los apoyos.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que se pueda garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Para ver cómo es la toma de tierra en cada uno de los montantes de los apoyos que componen la línea de transmisión, lo primero que se muestra en la Figura 75 es una vista en planta de como sería la base de una torre, representándose los cuatro montantes.

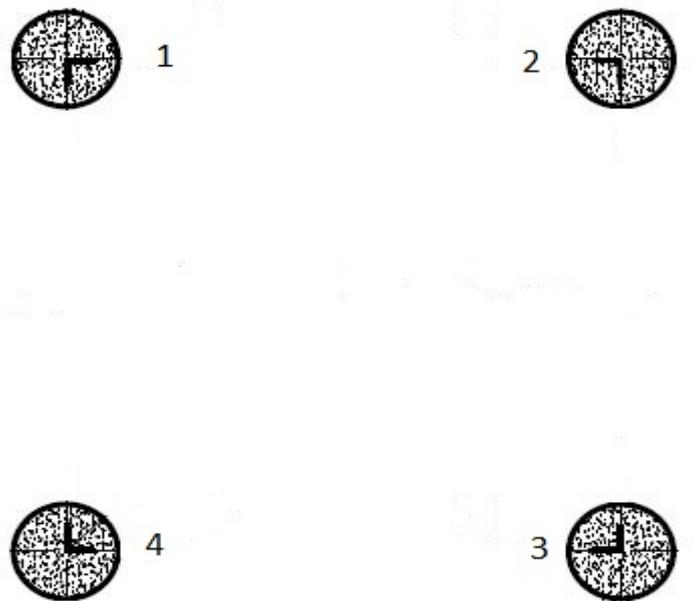


Figura 75. Situación de los apoyos de una torre sobre el terreno. Fuente: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Tarragona

Se aprecia en la Figura 75 la disposición de los 4 montantes que tienen cada una de las torres que componen la línea de transporte, los cuales han sido numerados del 1 al 4 para poder identificarlos de una manera más sencilla a la hora de explicar la toma de tierra que se lleva a cabo, la cual se realiza de la siguiente manera.

Se va a excavar una zanja cuadrada de 11 metros de lado que va a rodear la cimentación mostrada en la Figura 75, variando la profundidad de la misma según la ubicación en la que se encuentre el apoyo, siendo las diferentes ubicaciones posibles las que se comentaron en párrafos anteriores.

Por tanto las diferentes profundidades serán:

- Zona no frecuentada: 0,6 m de profundidad.
- Zona no frecuentada agrícola: 0,8 m de profundidad.
- Zona rocosa: 0,4 m de profundidad.

Dentro de esa zanja se va a ubicar un anillo también cuadrado de varilla de cobre de 8 mm de diámetro al que se va a unir en dos de sus lados, dos semianillos de cable desnudo de cobre de 120 mm² de sección, estando ambos unidos mediante grapas en dos de los lados de los anillos.

Finalmente se cubrirá la zanja con tierra y se compactará para terminar la instalación de la puesta a tierra de los apoyos.

Los extremos de ambos semianillos se van a introducir en la cimentación de los montantes 1 y 3 del apoyo quedando fijadas en el extremo inferior del anclaje.

En los otros dos montantes, 2 y 4, se va a disponer una espiral de dos vueltas alrededor de la cimentación de cable desnudo de cobre de la misma sección que la de los anillos, fijando un extremo en el pie del anclaje y otro extremo accede a la superficie para ser fijado a la estructura del apoyo.

La situación final de puesta a tierra de los apoyos de la línea de alta tensión quedarían de la manera que se muestra en la Figura 76.

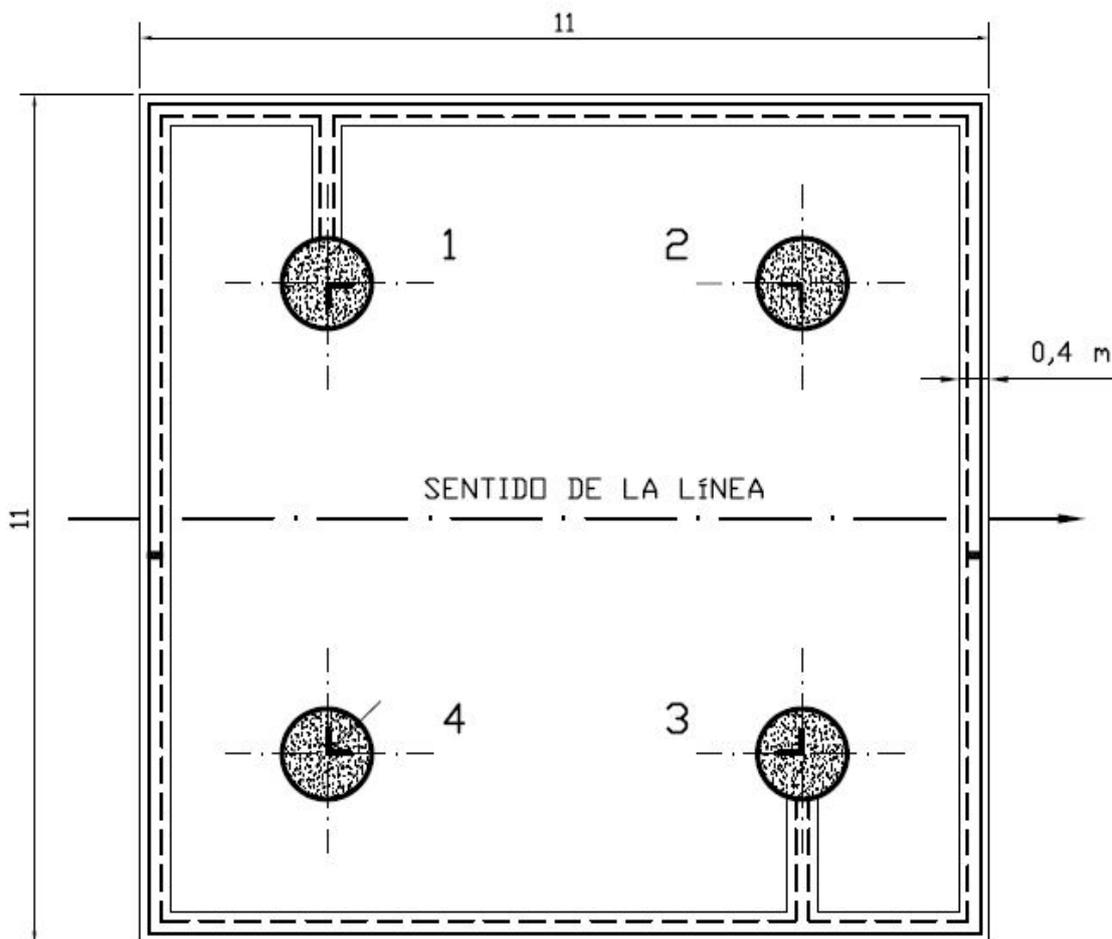


Figura 76. Instalación de toma de tierra en un apoyo de la línea de transporte.
Fuente: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Tarragona

En la Figura 76 se aprecian las dos uniones entre la varilla de cobre y los dos semianillos de cable desnudo, los cuales se llevan a cabo a ambos lados de la zanja.

4.2. Descripción del problema existente.

Todo proyecto que se realiza tiene la función de solucionar o mejorar aspectos del tema que se está tratando.

Por lo tanto en este apartado lo que se pretende es comentar algunos de los problemas que podrían surgir en una instalación de este tipo, por los cuales se plantearía un proyecto de este tipo para solucionarlos.

Antes de comentar esos posibles problemas, cabe recordar que esta línea de transporte de energía en alta tensión es una línea ficticia, por lo que los problemas que se van a comentar son posibles situaciones que podrían producirse si esta línea fuera real y las cuales podrían resolverse mediante la conversión de esta línea AC en una línea de transporte que utilice la tecnología HVDC.

El primer problema que podría surgir es, probablemente, uno de los principales motivos por los cuales se plantea la transmisión de potencia en corriente continua, siendo este el transporte de energía eléctrica a través de grandes distancias.

La línea de transporte objeto de nuestro estudio tiene una longitud de 400 km, lo que hace que presente unas pérdidas que puedan llegar a suponer un aumento importante del coste, además que como ya se ha visto, la capacidad de transporte se ve reducida debido al fenómeno de estabilidad, con lo que la solución viable para realizar este transporte de energía de una manera más rentable sería mediante la utilización del sistema HVDC.

Uno de los mayores exponentes de sistemas de corriente continua construidos para solucionar un problema como el que se ha comentado es el enlace existente en Brasil, construido para transportar energía a largas distancias desde la central de Itaipú, consiguiendo de esa manera una mayor capacidad de transporte.

Otro posible problema que se podría plantear es un aumento de la demanda de potencia, llegando hasta un punto en el que la capacidad de transmisión de la línea de transporte existente no sea suficiente para ser capaz de abastecer ese incremento de la demanda que se ha producido.

Para solucionar este problema y dado que la línea que estamos tratando presenta una configuración de doble circuito, una de las posibles soluciones sería construir otra línea igual a la existente para conseguir de esa manera un aumento de la capacidad, aunque esto implicaría una nueva inversión elevada, por lo que no sería una solución rentable.

Por lo que la solución más extendida a día de hoy para un problema de este tipo sería la de convertir la línea existente de transporte en AC a una línea DC, aprovechando la mayoría de los elementos que la componen, suponiendo esto, una inversión menor que la que anteriormente se ha comentado.

Para líneas cuya configuración sea de doble circuito, como la que se está tratando en este proyecto, al realizar su conversión a una línea de transporte DC, la capacidad de transmisión de la línea puede aumentar hasta en un 300 % según la información proporcionada por la empresa ABB, por lo que se convierte en una solución bastante más atractiva y rentable que la comentada anteriormente.

Esto es debido a que para un enlace HVDC no existen problemas de estabilidad, con lo cual la máxima potencia que se puede transportar en este caso viene dada por la intensidad máxima obtenida por criterio térmico.

A partir de ahí, multiplicando por el nivel de tensión del nuevo enlace, se obtiene una capacidad de transporte que aumenta entre un 300-400 %. Más adelante se hará el estudio correspondiente a esta situación en el que se cuantificará ese aumento.

Un ejemplo de esta situación se aprecia en India, donde las líneas eléctricas existentes estaban al máximo de su capacidad debido al aumento de población que está sufriendo el país, por lo que se decidió construir el enlace HVDC entre Agra y Biswanath-Chariali, con una capacidad de transporte de 6.000 MW y una longitud de línea de 1.700 km.

Por último se presenta otro de los posibles aspectos problemáticos que pueden llevar a la conversión de la línea de transporte de corriente alterna.

Se puede dar la situación que se lleve a cabo la construcción de un nuevo parque eólico en el sur de la comunidad, cerca de la subestación de Puerto de la Cruz, o de un nuevo parque solar en las proximidades de la subestación de Guadame, en la provincia de Jaén, por lo que habría que conseguir la integración de esa nueva potencia generada por alguno de esos parques, o por otros diferentes que puedan existir, en el sistema eléctrico, así que conseguir una línea de transporte en corriente continua a partir de una línea de corriente alterna es una solución más que aceptable, ya que uno de los usos específicos de la tecnología HVDC es la integración de las energías renovables en el sistema eléctrico de un país de una manera segura y estable.

Un ejemplo de una situación como la que se ha descrito podría ser la siguiente: frente a las costas de Alemania se construyó un parque eólico offshore llamado BorWin1 de 400 MW de potencia, el cual se conecta mediante cables submarinos y subterráneos usando la tecnología HVDC Light.

En el ejemplo anterior no se utiliza una línea aérea como lo que se estudia en este proyecto, pero lo que se pretende es poner de manifiesto es que la tecnología HVDC es la idónea y la más utilizada para la conexión de estos parques de energías renovables al sistema eléctrico de una manera eficiente.

4.3. Resolución del problema. Conversión de la línea.

Recordando, como ya se ha hecho anteriormente, que se trata de una línea ficticia, para llevar a cabo el proyecto vamos a suponer que nos encontramos con alguno de los problemas que se han comentado anteriormente, siendo la función de este trabajo la de llegar a dar una solución fiable y con una rentabilidad que permita llevarla a cabo.

Para ello la decisión que se ha tomado es la de convertir la línea de transporte AC en una línea de transporte que utiliza el sistema HVDC, dado que es la mejor solución posible que se puede tomar para afrontar dichos problemas, como se puede observar viendo las ventajas que presenta esta conversión, que son:

- Permite la utilización de estructuras y líneas ya existentes, lo que hace que el coste de una conversión de una línea sea bastante menor que el coste de la construcción de una línea nueva.
- No se requieren nuevos derechos de paso ya que se utilizan los ya existentes de la línea de corriente alterna que se va a convertir.
- Supone unos tiempos de ejecución reducidos y por supuesto, bastante menores que si se tuviera que construir la línea entera desde el principio.
- Como ya se ha comentado anteriormente, para líneas que presenten la configuración de doble circuito la capacidad de transmisión de la línea puede aumentar entre un 300 y 400 %.
- Además con la transmisión de potencia en corriente continua se consigue una reducción importante de las pérdidas, además de dotar al sistema de una mayor estabilidad y permitir un control más efectivo de la potencia.
- También permite la bidireccionalidad del flujo de potencia bajo diferentes condiciones de operación del sistema.

Una vez se ha visto cual va a ser la solución al problema que se plantea, en el siguiente punto se va a tratar de una manera más explícita la conversión de la línea que se va a llevar cabo, junto con la tecnología que se va a utilizar.

4.3.1. Conversión de la línea AC en una línea DC.

Dentro de la tecnología HVDC como ya se vio en otros apartados del proyecto, existen dos tecnologías que ya fueron explicadas con detalle, como son la tecnología LCC y la tecnología VSC o HVDC Light.

Cada una de estas tecnologías presenta unas ventajas y unos inconvenientes que las hacen adecuadas para unas determinadas situaciones, por lo que sabiendo las características que presenta el proyecto, junto con las ventajas de cada una de las tecnologías, se puede afirmar que la tecnología más adecuada es la LCC, debido principalmente a los siguientes aspectos:

- Mediante esta tecnología se pueden alcanzar mayores niveles de potencia que mediante la tecnología VSC, aproximadamente unos 7.500 MW frente a unos 4.600 MW.
- También se pueden obtener mayores tensiones para conseguir así, un transporte de potencia con unas menores pérdidas. Aproximadamente mediante la tecnología LCC se pueden alcanzar hasta unos 800 kV mientras que con la tecnología VSC se pueden conseguir los 500-600 kV.
- Por último se puede decir que la tecnología LCC es la adecuada para llevar a cabo la transmisión de potencia a largas distancias mediante el uso de líneas aéreas, por lo que se adapta perfectamente a la situación que se tiene.

Con la elección de la tecnología LCC lo que se ha pretendido es obtener la mayor capacidad de transporte posible con la utilización de los elementos que componen la línea AC de partida. Además es esta tecnología la implantada en aquellos enlaces HVDC de grandes distancias, dado que la tecnología VSC no está desarrollada aun lo suficiente para esos casos.

Un aspecto problemático que hay que comentar dentro del trabajo de conversión de una línea AC a una línea DC es el siguiente:

- Para llevar a cabo dicha conversión las líneas tienen que estar fuera de servicio, por lo que hay que buscar previamente líneas complementarias con las que se puedan alimentar esos centros de consumo que dependían de la línea o líneas que han quedado fuera de servicio para su conversión.

Hoy en día se están implementando ya una serie de métodos para llevar a cabo el trabajo de manera que se consiguen reducir esos tiempos de espera en los que la línea permanece fuera de servicio. Es posible entonces clasificar dichos métodos como operaciones de mantenimiento de la línea en vez de ser operaciones de reconstrucción o remodelado, debido a ese tiempo reducido de trabajo conseguido.

Previo a entrar en los aspectos técnicos de la conversión de la línea propiamente dichos, se van a comentar unas características que definen el proceso de conversión de una línea, los cuales hay que tener claros desde un primer momento para saber qué es lo que se va a realizar cuando se está en un proyecto de este tipo.

Cuando se habla de una conversión de una línea AC a una línea DC los cambios que se van a realizar son los siguientes:

- Cambios en la parte alta de los apoyos.
- Cambios en las estructura de ensamblaje de los aisladores.
- Cambios en las configuraciones de los conductores.

Por el contrario, los cambios que no se llevan a cabo en una operación como esta son:

- Cambios en los conductores.
- Cambios en las estructuras de las torres, ni colocación de torres intermedias.

Atendiendo a esto que se acaba de explicar, la mayoría de los estudios que tratan las modificaciones de las líneas AC para convertirlas en enlaces HVDC, clasifican dichos cambios dentro de dos tipos generales, que son:

- Tipo A: la conversión es una sencilla modernización o mantenimiento con modificaciones en la torre que mantienen todos los conductores a una altura sobre el suelo de 1 o 2 metros por debajo de la posición original del conductor más bajo durante la fase de construcción del conjunto.
- Tipo B: en este caso la conversión requiere unas modificaciones más considerables en las torres que las producidas en la conversión anterior, por lo que no es posible que los conductores estén a una altura mínima aceptable durante la fase de construcción.

4.3.1.1. Tipo de conexión y configuración elegida.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la conversión de la línea AC es el tipo de conexión que se va a llevar a cabo en la línea HVDC junto con la configuración más apropiada para el caso que nos ocupa, de todas las posibles configuraciones que ya se explicaron en el segundo apartado de este trabajo.

Los dos tipos de conexiones que se pueden llevar a cabo en un enlace HVDC, son la monopolar y la bipolar, por lo que dada la situación de la línea AC que se tiene, con una configuración de doble circuito, se ha optado por una conexión bipolar, en la que el polo positivo va estar formado por uno de los dos circuitos y el polo negativo por el otro circuito de los dos que presenta la línea de 400 kV.

Estos enlaces bipolares pueden estar conectados a tierra mediante electrodos o conectados entre ellos mediante cables de retorno, cuya función es exactamente que la misma que la del neutro en sistemas trifásicos, es decir, este electrodo tan solo va a llevar la diferencia entre ambos polos.

Dada la distancia que cubre la línea AC en cuestión (400 km), la disposición de un cable de retorno puede suponer un incremento en los costes de realización de la conversión de la línea, por lo que la opción de retorno por tierra será más viable en términos económicos.

Una de las ventajas de los enlaces bipolares es que pueden actuar como monopolares en caso de que uno de los polos quede fuera de servicio por un fallo o por causas de mantenimiento, por lo que se consigue de esta manera seguir transportando la mitad de la potencia en un caso de fallo de la línea, cosa que no se conseguiría si el enlace fuera monopolar.

Por otro lado, la configuración que se va a emplear en la línea HVDC es la configuración punto a punto, debido a que se trata de la más habitual dentro de los sistemas de transporte de energía en corriente continua.

Es la empleada cuando la conexión HVDC es más rentable que la conexión HVAC, o cuando la conexión mediante una línea de corriente continua es la única solución viable técnicamente.

Para el caso que nos ocupa, la conversión de una línea HVAC a una línea HVDC es más viable económicamente que plantear una segunda línea AC además de la que ya se tiene para solucionar el problema de la falta de capacidad, por lo que esta configuración es la más adecuada para dicha situación, ya que no se está trabajando con sistemas de diferentes frecuencias ni se están uniando tres o más subestaciones,

razones por las cuales habría que tener en consideración otros tipos de conexiones posibles.

Por lo tanto, la conversión que se va a llevar a cabo consiste en la transformación de la línea AC en un enlace HVDC formado dos bipolos, estando cada uno de los polos formado por tres conductores.

Cada bipolo estaría compuesto entonces por 6 conductores con lo que se utilizarían todos los conductores que formaban la línea AC.

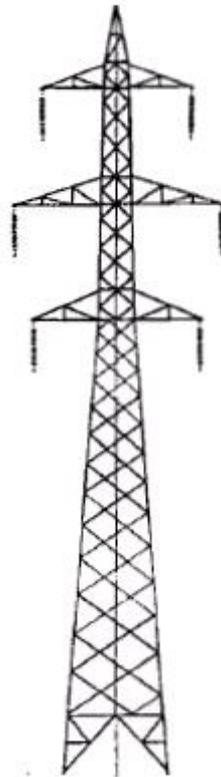


Figura 77. Torre utilizada en la línea AC y posteriormente en la línea DC. Fuente: HVDC Conversion of HVAC Lines to Provide Substantial Power Upgrading, IEEE.

La torre que se muestra en la Figura 77 presenta una altura de 62 metros y una anchura de la base de unos 9 metros aproximadamente, estando situadas las tres cruces a una altura con respecto a la base de 43, 51 y 59 metros respectivamente.

Estos datos aportados son algunas de las medidas que presenta un apoyo de este tipo de la línea AC, los cuales se pueden sufrir pequeñas modificaciones a la hora de convertir la línea a una de corriente continua, pero esos aspectos se verán más adelante cuando se elija el nivel de tensión adecuado para este nuevo enlace HVDC.

4.3.1.2. Elección del nivel de tensión. Límites medioambientales.

En este apartado lo que se va a presentar es el cálculo de los parámetros medioambientales que se han desarrollado en el Anexo III, a partir de los cuales se va a elegir el nivel de tensión del enlace HVDC que cumpla con una serie de límites, que vienen impuestos por dichos factores medioambientales.

A partir de la bibliografía consultada en la realización de este proyecto, se sabe que cuando se tiene una línea de 400 kV de doble circuito, la conversión que se lleva a cabo es transformar la línea en un enlace HVDC cuyo nivel de tensión, normalmente, es de ± 450 kV o ± 500 kV, por lo que dichos valores son los que se van a estudiar a largo de este apartado.

Como los conductores que se tienen en el enlace HVDC son los mismos que los que había en la línea AC, en este caso la intensidad que circulará por ellos es la que impone el límite térmico, ya que en este caso no aplica hablar del fenómeno de estabilidad.

Es por eso que la corriente que circula por los conductores en el enlace HVDC es mayor que la circulaba por esos mismos conductores en la línea AC, ya que para esa línea el criterio térmico era el que imponía el límite, cosa que no ocurre en el enlace HVDC.

Por lo tanto, como la potencia transmitida es proporcional a la intensidad máxima y al nivel de tensión, cuanto mayor sea el nivel de tensión, mayor será la potencia que se transmita por la línea.

El equilibrio entre ese mayor nivel de tensión posible y los límites impuestos por esos factores medioambientales anteriormente comentados, nos va a proporcionar el nivel de tensión adecuado para este nuevo enlace HVDC.

Los parámetros medioambientales que se van a estudiar son los siguientes:

- Campo eléctrico: se trata de un parámetro que está controlado normalmente por reglas locales, pero para líneas de corriente alterna se puede tomar como un valor máximo 5 kV/m, mientras que en el caso de líneas de corriente continua se puede tomar como valor máximo 40 kV/m.
- Campo magnético: para este caso existen también límites tanto para líneas de corriente alterna como para líneas de corriente continua, pero no es un factor crítico a la hora de decidir el nivel de tensión, por lo que no se va a tener en cuenta en este apartado.

- **Ruido audible:** para el caso de líneas de corriente continua, al contrario que ocurre en las de corriente alterna, este efecto se agrava bajo condiciones de tiempo seco, estableciéndose el límite dentro del intervalo 40-55 dBA.
- **Radio interferencia:** al igual que para el ruido audible, el efecto debido a este factor medioambiental se ve incrementado en unas condiciones de tiempo seco, pudiéndose establecer unos límites de entre 50-60 dB para el caso de lluvia y de unos 72 dB para el caso de tiempo seco.

Antes de entrar a presentar los cálculos y resultados que se han obtenido en el Anexo III, es necesario conocer una serie de datos iniciales a partir de los cuales se va a poder desarrollar la metodología necesaria para el cálculo del campo eléctrico, del ruido audible y de la radio interferencia.

Lo primero que se ha hecho es obtener la altura mínima de la línea para las dos tensiones que se han comentado anteriormente, haciendo uso de la expresión:

$$H = H_{min} = 7,5 + 0,01 * V$$

Para ambos niveles de tensión los resultados que se obtienen se muestran en la Tabla 7. Altura mínima de la línea para los dos niveles de tensión. Tabla 7:

Tensión nominal (kV)	± 450	± 500
H _{min} (m)	12	12,5

Tabla 7. Altura mínima de la línea para los dos niveles de tensión.

Mediante la siguiente ecuación, se obtiene el gradiente máximo para los dos niveles de tensión, expresándose los resultados obtenidos en la Tabla 8:

$$E_{max} = \frac{V * \left[1 + \frac{r}{R_h} * (N - 1) \right]}{N * r * \ln \left(\frac{2 * H}{R_e * \sqrt{(2 * H / P)^2 + 1}} \right)}$$

Nivel de tensión (kV)	± 450	± 500
Gradiente máximo (kV/cm)	31,25	34,64

Tabla 8. Valores del máximo gradiente superficial para los dos niveles de tensión.

Una vez obtenidos estos valores, el siguiente paso es el cálculo del campo eléctrico libre de cargas espaciales, para lo que se va a hacer uso de la expresión:

$$E_{sc} = \frac{2 * H * V}{\ln \left(\frac{2 * H}{R_e * \sqrt{(2 * H / P)^2 + 1}} \right)} * \left[\frac{1}{\left(x - \frac{P}{2} \right)^2 + H^2} - \frac{1}{\left(x + \frac{P}{2} \right)^2 + H^2} \right]$$

El parámetro x que aparece en la ecuación anterior se define como la distancia lateral del punto de evaluación con respecto al centro de la línea, expresada en metros, por lo que, mediante la variación de este parámetro, se va a conseguir obtener una distribución de los valores del campo eléctrico libre de cargas.

Se han tomado variaciones de 5 metros desde el centro de la línea hasta una distancia de 25 metros al centro de la línea, tanto hacia el lado izquierdo como hacia el lado derecho de la torre.

Los datos que se obtienen con el procedimiento de cálculo que se ha comentado, se muestran detalladamente en el Anexo III, mostrándose a continuación las distribuciones gráficas de este parámetro para los dos niveles de tensión.

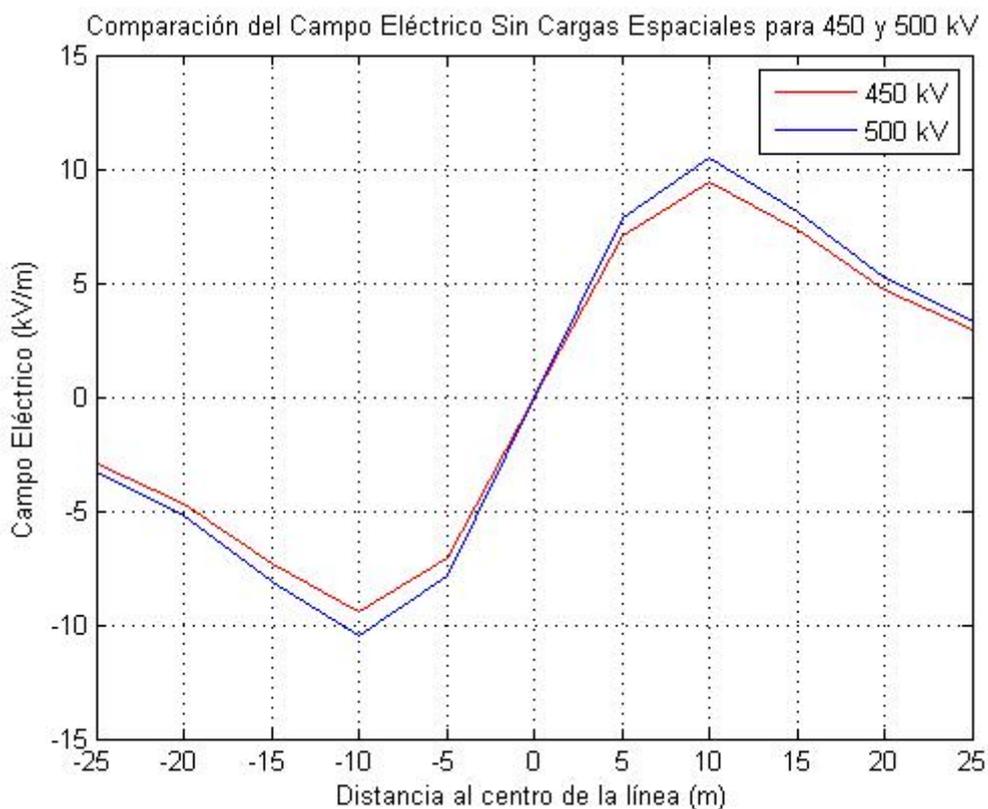


Figura 78. Distribución del campo eléctrico sin cargas espaciales para las dos tensiones.

En la Figura 78 se ve la diferencia que existe en la distribución del campo eléctrico libre de cargas espaciales para los dos niveles de tensión que se están estudiando, siendo el efecto de este parámetro mayor cuanto mayor es el nivel de tensión de la línea en cuestión.

La bibliografía consultada para el cálculo de estos factores medioambientales, establece una relación entre el campo eléctrico libre de cargas espaciales y el campo eléctrico con cargas espaciales, la cual permite calcular este último campo eléctrico de, una manera bastante aproximada, multiplicando por tres los valores del campo eléctrico libre de cargas espaciales obtenidos anteriormente.

La distribución del campo eléctrico con cargas espaciales para los dos niveles de tensión se muestra a continuación en la Figura 79.

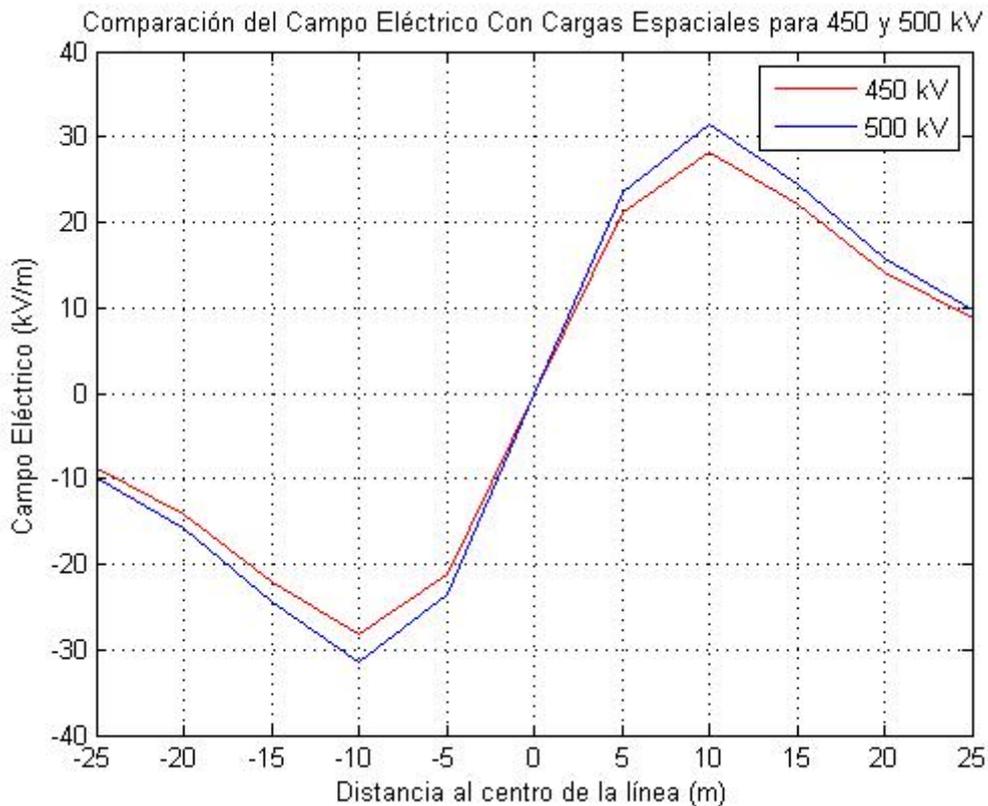


Figura 79. Distribución del campo eléctrico con cargas espaciales para las dos tensiones.

El siguiente parámetro que se va a estudiar es la radio interferencia, para lo cual se ha hecho uso de la siguiente ecuación, expresión proporcionada por la BPA (Bonneville Power Agency) de EE.UU, a partir de la cual se puede calcular el valor de la radio interferencia en condiciones de buen tiempo.

$$RI = 51,7 + 86 * \log\left(\frac{g}{25,6}\right) + 40 * \log\left(\frac{d}{4,62}\right) + 10 * \{1 - [\log(10 * f)]^2\} + 40 * \log\left(\frac{19,9}{D}\right) + \frac{q}{300}$$

El parámetro q de la ecuación anterior representa la altura de los conductores medida en metros sobre el nivel del mar, por lo que para los dos niveles de tensión que se están estudiando, lo que se ha hecho es tomar las alturas mínimas que se muestran en la Tabla 7 y sumarlas a la altura promedio sobre el nivel del mar que presenta la línea.

Las alturas obtenidas para ambos niveles de tensión se presentan en la Tabla 9:

Nivel de tensión (kV)	± 450	± 500
Altura de los conductores (m).	$12+300=312$	$12,5+300=312,5$

Tabla 9. Altura mínima de los conductores sobre el nivel del mar según el nivel de tensión (q).

Para este caso, el procedimiento dado por la BPA especifica que hay que tomar como origen la vertical del polo positivo del enlace HVDC existente.

A partir de ahí para obtener la distribución de la radio interferencia, lo que se hace es tomar medidas de 5 en 5 metros hasta los 40 metros, incluyendo una última medida a los 50 metros.

Como se puede apreciar en la Figura 80, este efecto se ve aumentada a medida que aumenta también el nivel de tensión, por lo que hay que encontrar una solución que permita compaginar una tensión de la línea adecuada junto con un valor de la radio interferencia que esté dentro de los límites existentes.

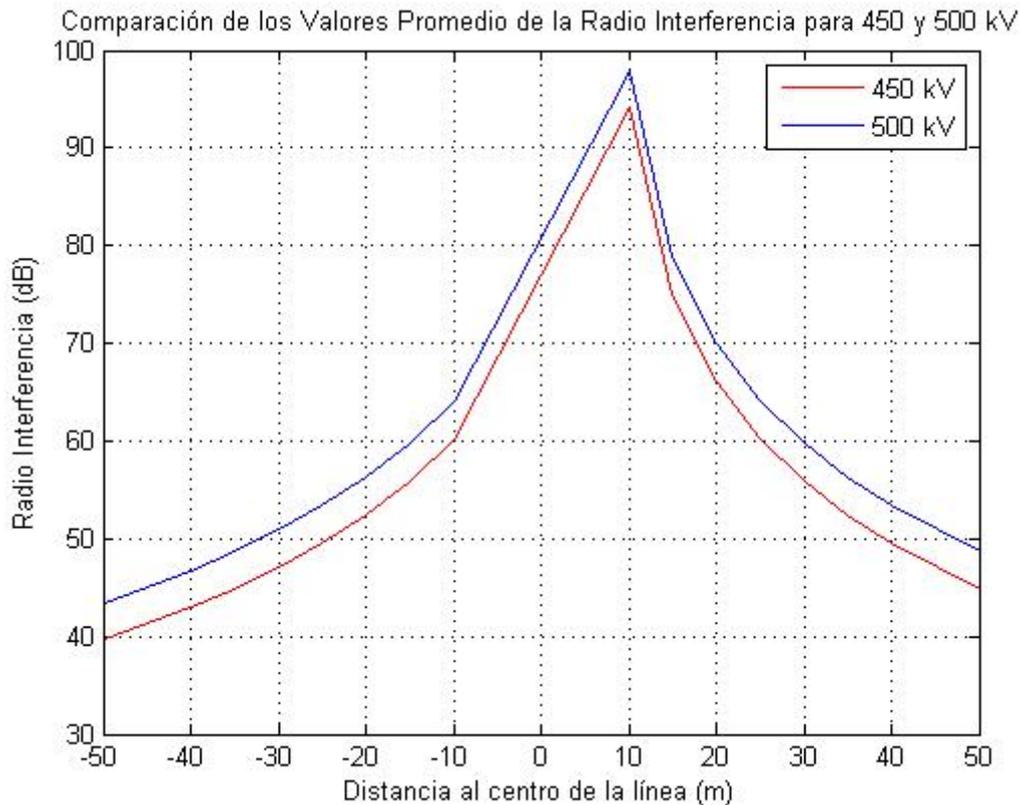


Figura 80. Comparación de las distribuciones promedio de la radio interferencia en buen tiempo para las dos tensiones.

La BPA ha obtenido una serie de relaciones entre los valores de la radio interferencia para tiempo seco y para tiempo húmedo, las cuales se han conseguido establecer gracias a la multitud de mediciones que se han ido realizando con el paso del tiempo.

- El valor máximo de la radio interferencia en buen tiempo se puede obtener sumando 6 dB al valor promedio en buen tiempo.
- El valor promedio de la radio interferencia en mal tiempo se obtiene restándole 5 dB.

Con todo esto se pueden obtener las distribuciones de la radio interferencia para estas nuevas condiciones tanto para ± 450 kV como para 500 kV.

En la Figura 81 y en la Figura 82 se presentan una comparación de las distribuciones de este parámetro para cada nivel de tensión según las condiciones climatológicas que se tienen, pudiéndose apreciar de esta manera la diferencia entre ambas situaciones de una manera más clara que si se presentaran por separado.

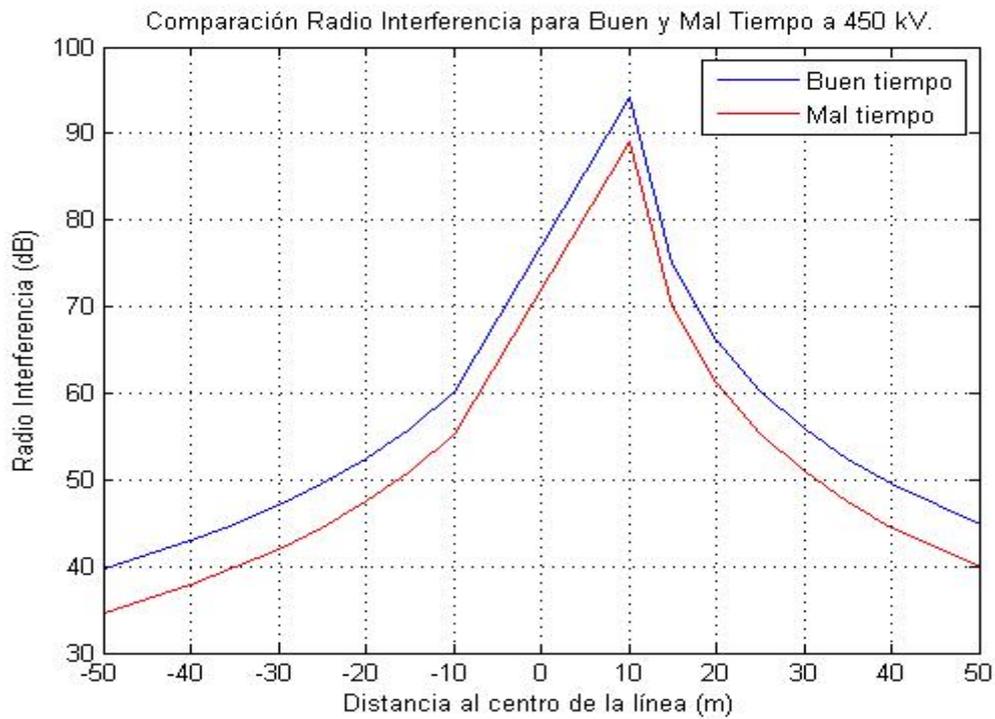


Figura 81. Comparación de la radio interferencia según las condiciones climatológicas para la línea de ± 450 kV.

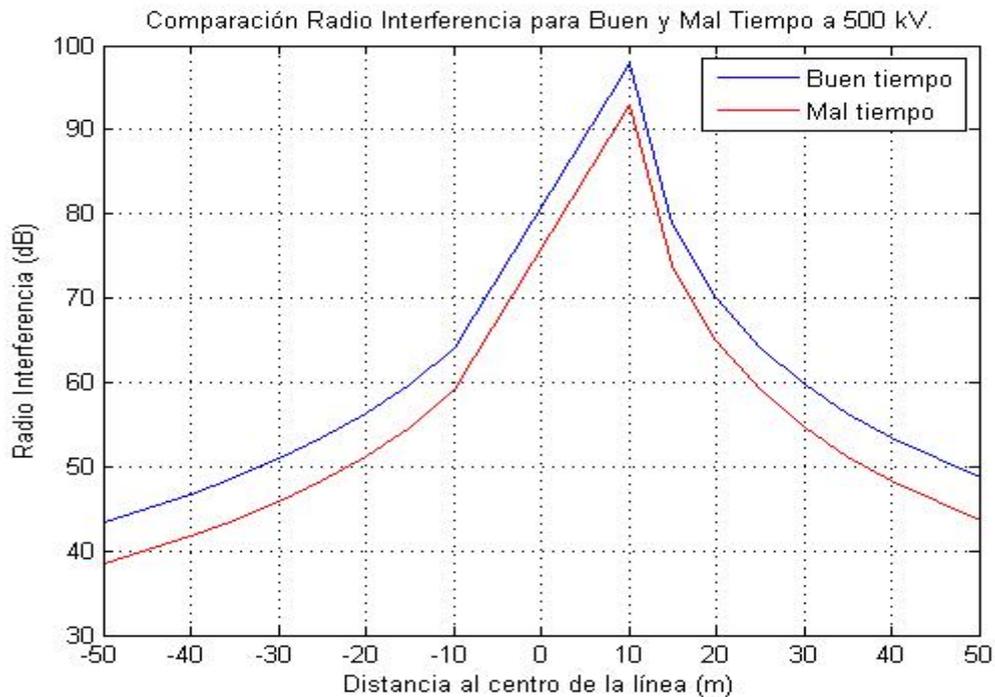


Figura 82. Comparación de la radio interferencia según las condiciones climatológicas para la línea de ± 500 kV.

El último de los parámetros que se va a estudiar dentro de este apartado y cuyo cálculo esta desarrollado, como para los demás factores, en el Anexo III, es el ruido audible.

Para ello, al igual que ocurría con la radio interferencia, la BPA ha desarrollado una expresión que permite obtener los valores promedio de este apartado bajo unas condiciones climatológicas favorables, la cual se presenta en la expresión:

$$RA = RA_0 + 86 * \log(g) + k * \log(N) + 40 * \log(d) - 11,4 * \log(D) + \frac{q}{300}$$

Para este parámetro los puntos de cálculo que se han utilizado son los mismos que los que anteriormente se usaron para el cálculo de la distribución de la radio interferencia, por lo que a partir de ahí, se consigue obtener la distribución de los valores del ruido audible para los dos valores de tensión que se están estudiando, representándose en la Figura 83.

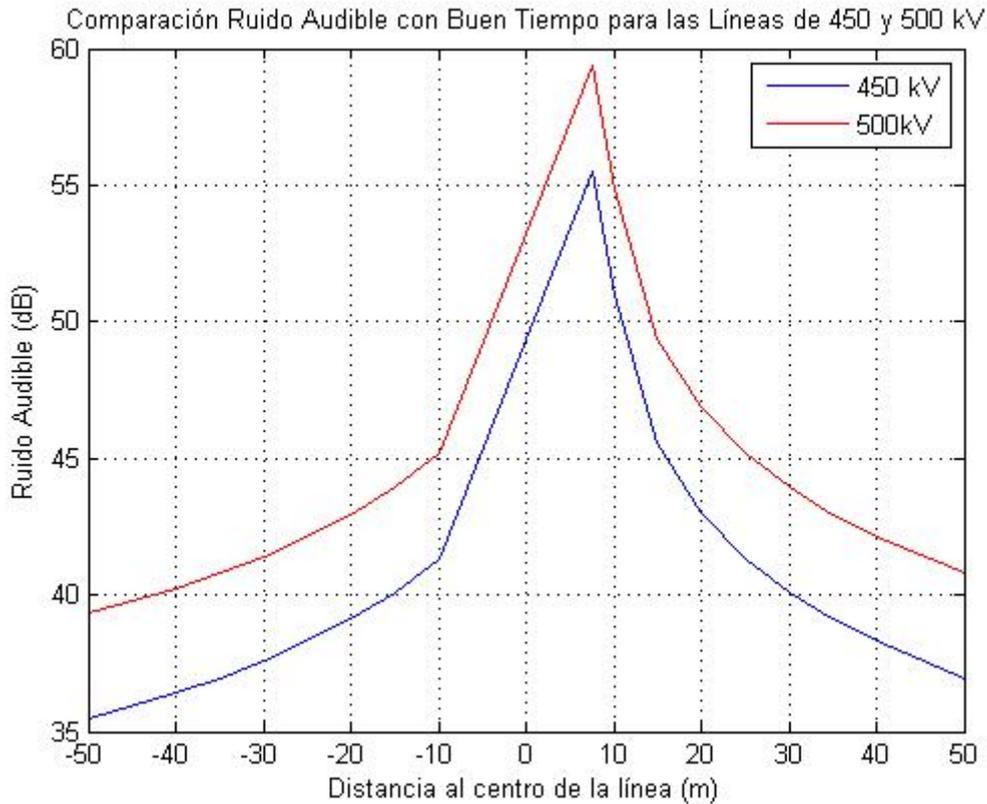


Figura 83. Comparación del ruido audible en buen tiempo para los dos niveles de tensión.

Al igual que ocurría en el caso de la radio interferencia, la BPA para el ruido audible ha conseguido establecer unas relaciones que permiten el cálculo de este parámetro cuando las condiciones climatológicas existentes no son favorables:

- El máximo valor del ruido audible en buen tiempo se obtiene sumando 5 dB al valor promedio en buen tiempo.
- El valor promedio para mal tiempo se consigue restándole 6 dB al valor promedio en buen tiempo.

Con todo esto, en la Figura 84 y en la Figura 85 se representan las comparaciones de las distribuciones del ruido audible para buen tiempo y para mal tiempo para cada nivel de tensión.

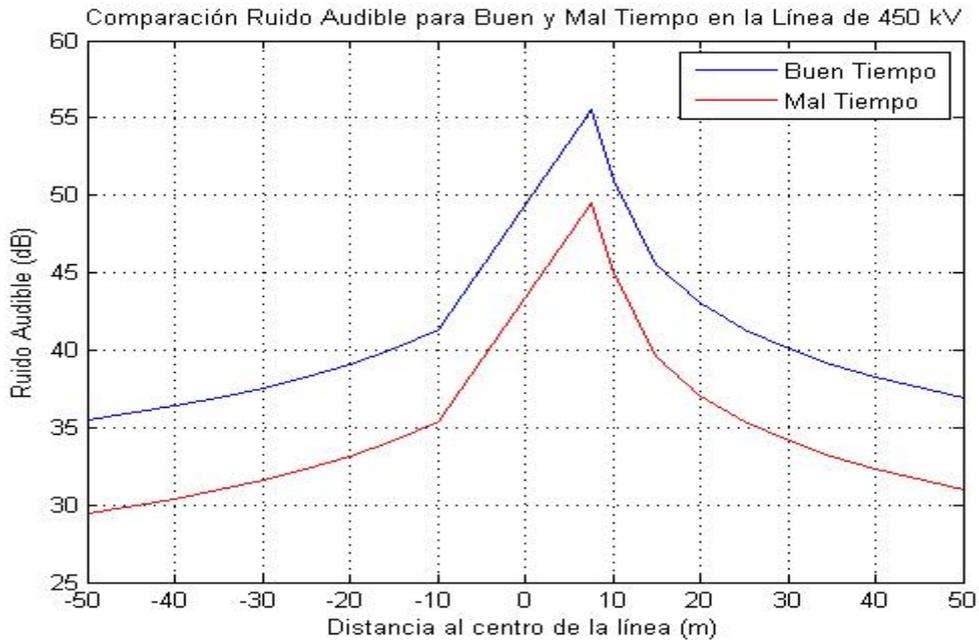


Figura 84. Comparación de las distribuciones del ruido audible para buen y mal tiempo en la línea de ± 450 kV.

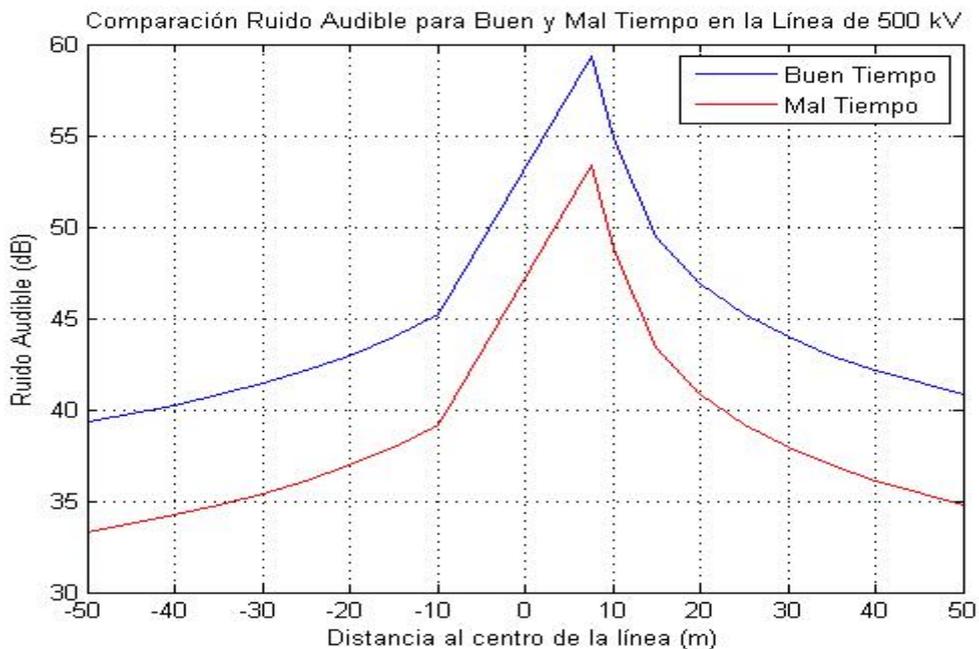


Figura 85. Comparación de las distribuciones del ruido audible para buen y mal tiempo en la línea de ± 500 kV.

4.3.1.3. Conclusiones sobre los valores medioambientales.

Una vez se han realizado los cálculos pertinentes de los parámetros medioambientales que influyen a la hora de elegir el nivel de tensión más apropiado del enlace HVDC, el siguiente paso es comentar los resultados que se han obtenido y tomar una decisión razonada sobre cuál es el nivel de tensión que se va a utilizar en función a esos valores que se han obtenido.

- El primero de los parámetros que ha sido evaluado ha sido el campo eléctrico con cargas espaciales, presentando unos valores máximos de 28,2 kV/m para ± 450 kV y de 31,35 kV/m para ± 500 kV.
- Algunos estudios afirman que existe un valor medio de 40,1 kV/m a partir del cual se notan algunos efectos, existiendo otros que afirman que una persona puede someterse a valores de campo eléctrico comprendido entre 1 kV/m y 90 kV/m de duración variada incluyendo exposiciones diarias durante periodos de tiempo superiores incluso a 6 meses sin sufrir daños fisiológicos, por lo que se puede decir que ambos valores del campo eléctrico obtenido estén dentro de estos límites. Además hay que destacar que estos valores máximos se producen a una distancia de 10 metros del centro de la línea, por lo que a medida que nos alejamos de la línea estos valores van reduciéndose, por lo que a la distancia a la que se podría situar cualquier edificio público esos valores del campo eléctrico serían aún menos perjudiciales.
- Después de evaluar el campo eléctrico, se hizo lo mismo con la radio interferencia producida por las líneas de corriente continua que se están estudiando, alcanzándose los valores máximos de 94,08 dB para la tensión de ± 450 kV y de 97,93 dB para ± 500 kV, produciéndose ambos valores bajo condiciones meteorológicas buenas. Para este parámetro se consideran unos valores máximos de unos 70 dB aproximadamente para tiempo seco, mientras que en situaciones de mal tiempo este parámetro puede estar entre los 50-60 dB, por lo que los valores obtenidos de la radio interferencia bajo estas condiciones estarían fuera de esos límites, pero existen varios estudios incluyendo también algún proyecto de la empresa ABB, que no consideran la radio interferencia como uno de los principales efectos medioambientales, lo que permitiría ser un poco más flexibles en cuanto a los valores límite de este parámetro. Estos valores máximos al igual que ocurriera con el campo eléctrico, se producen a 10 metros del centro de la línea y si nos fijamos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** los valores de este parámetro a una distancia de 25 o 30 metros del centro de la línea están dentro de los límites que se han comentado anteriormente, por lo que se toman como resultados válidos.

- El último de los factores que ha sido evaluado es el ruido audible, obteniéndose los valores máximos de este parámetro justo debajo del polo positivo, es decir, a 7,5 metros del centro de la línea, siendo estos de 55,52 dB para ± 450 kV y 59,37 para ± 500 kV. Los valores límite del ruido audible son bastante variables según la fuente que se consulte, pero si se podría establecer un intervalo que una la mayoría de esas especificaciones por el cual los valores del ruido audible deberían estar comprendidos entre los 40 y los 55 dB. Los valores mencionados anteriormente son los valores máximos de la distribución promedio para cada nivel de tensión, por lo que para obtener los valores máximos (90% de probabilidad de no ser excedidos) habría que sumar 5 dB a esos valores, obteniéndose entonces 60,52 y 64,37 dB para ± 450 y ± 500 kV respectivamente. Como se puede observar estos valores en una primera impresión se encuentran fuera del límite que se ha comentado, pero son valores que se alcanzan a una distancia de 7,5 metros del centro de la línea como se ha comentado con anterioridad. Esto quiere decir que si nos fijamos en la Figura 84 y en la Figura 85, a una distancia de unos 25 o 30 metros del centro de la línea, que es donde se podría localizar algún edificio público como viviendas, colegios, hospitales o similares, los valores que se tienen están por debajo de los límites mencionados, por lo que no se va a estar en una situación irregular con respecto a este parámetro tampoco.

Habiéndose analizado los tres factores medioambientales que se han calculado en el apartado anterior, se puede concluir que los dos niveles de tensión que se han desarrollado en el estudio del enlace HVDC son viables, por lo que se va a optar por una tensión de ± 500 kV, dado que al ser también factible, nos va a permitir una capacidad de transporte de energía eléctrica superior que si se tuviera un enlace HVDC de ± 450 kV.

Por último cabe destacar que al aumentar el nivel de tensión del enlace, la longitud de las cadenas de aisladores aumenta, por lo que la distancia de los conductores con respecto al suelo se va a ver modificada con respecto a la que se ha utilizado a la hora de realizar los cálculos anteriores.

Como ya se verá en el apartado siguiente, dicha altura va a verse aumentada con respecto a la que se utilizó para el cálculo de los factores medioambientales, por lo que si se volvieron a calcular los valores de dichos parámetros, estos serían menores que los calculados, por lo que se seguiría estando dentro de los límites legales ya comentados.

4.3.2. Solución final del enlace HVDC.

A partir de los resultados que se han obtenido en los apartados anteriores y como ya se comentó, el nivel de tensión que se ha elegido es de ± 500 kV.

En la Figura 77 se mostraba una representación de una torre perteneciente a la línea de alta tensión la cual se va a transformar a un enlace de corriente continua.

Como se puede ver, dicha torre está formada por tres crucetas colocadas a distintas alturas, situándose en cada uno de sus extremos las cadenas de aisladores que sostienen los dos conductores de los que consta cada fase por ser dúplex.

Como se tiene una configuración de doble circuito, el número total de conductores que se tienen en la línea de corriente alterna es de 12, por lo que esos 12 conductores son los que se van a utilizar en el enlace HVDC.

Según [19] la forma de conversión de una torre con configuración de doble circuito una con configuración bipolar, se muestra en la Figura 86.

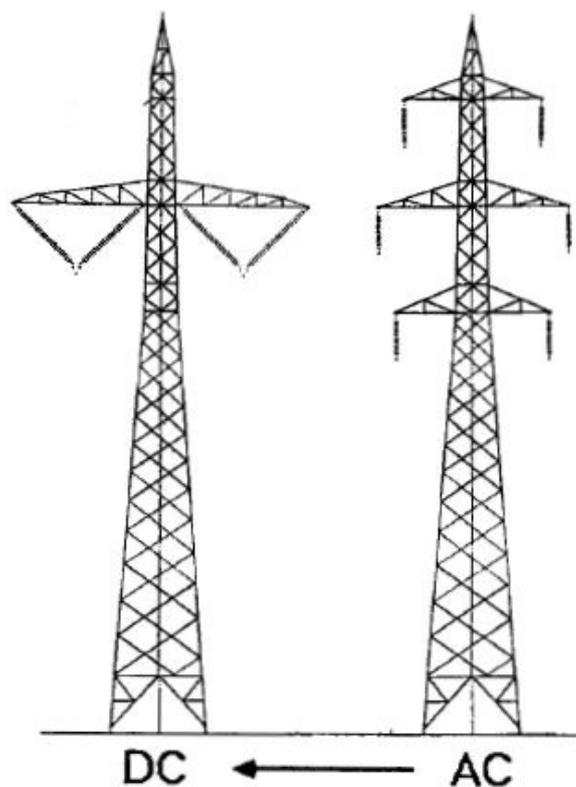


Figura 86. Conversión de una torre para un enlace HVDC. Fuente: IEEE.

En el caso que se muestra, la configuración que se obtiene es un enlace bipolar a partir de la línea de doble circuito que se tiene en AC.

Particularizando para la línea en cuestión que se está tratando en este trabajo, si se hiciera la conversión tal y como se muestra en la Figura 86, cada polo constaría de 6 conductores, por lo que se usarían los 12 conductores que hemos comentado se tienen en la línea AC.

Sin embargo esta configuración plantea una reflexión acerca del aspecto constructivo de la propia torre:

- Las crucetas de la torre en la línea de corriente alterna estaban diseñadas para soportar los esfuerzos producidos por dos conductores, mientras que ahora serían 6 conductores los que estarían suspendidos de la cruceta, por lo que se tendrían que acometer ciertas labores de refuerzo de la misma o incluso tener que sustituirlas por otras.
- Esto lleva a tener en cuenta unos nuevos costes económicos que podrían hacer que la opción de la conversión de una línea AC a una DC dejara de ser rentable, ya que se trata de utilizar la mayor parte de la línea AC existente, haciendo los mínimos cambios estructurales posibles.

Por eso la opción que se va a plantear es la de llevar a cabo un doble bipolo, contando para ello con dos de las tres crucetas de las que constaba la torre, dado que las modificaciones que se van a tener que realizar van a ser mínimas.

En la Figura 87 se muestra un esquema en el que se aprecia la configuración final adoptada para el enlace HVDC. Se trata de la misma conversión que se aprecia en la Figura 86, solo que añadiéndole dos crucetas más, es decir eliminando dos de las 6 que había inicialmente.

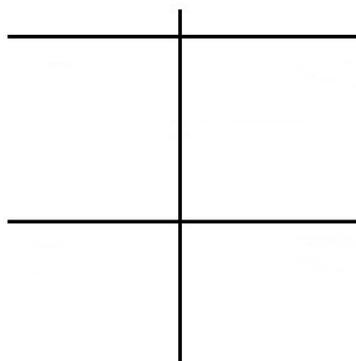


Figura 87. Esquema final de la configuración de la torre.

La primera de estas modificaciones que se van a tener que acometer, es un cambio de la cadena de aisladores, dado que al aumentar el nivel de tensión será necesario un número mayor de aisladores, incluso tener que sustituirlos por otros de materiales diferentes, dado que ahora la línea se opera mediante corriente continua y esto implica unas condiciones nuevas que se han de tener en cuenta.

La otra modificación que hay que realizar es el refuerzo a las crucetas útiles en esta nueva situación, dado que un principio estaban diseñadas para soportar el peso de dos conductores, mientras que al realizar el cambio de la línea dichas crucetas van a soportar ahora el peso de tres conductores, por lo que será necesario la instalación de unos refuerzos para mantener la seguridad de las torres.

4.3.2.1. Nueva cadena de aisladores.

En este apartado se va a tratar el cambio de aisladores que es necesario acometer al convertir la línea AC en un enlace HVDC, debido a que como ahora la corriente que circula por la línea es corriente continua, aparecen una serie de problemas que es necesario conocer para, posteriormente, saber qué tipo de aisladores son los más adecuados para esta nueva situación.

Los dos problemas más importantes que aparecen son:

- La contaminación en la superficie de los aisladores.
- El esfuerzo dieléctrico al que están sometidos los aisladores debido al campo eléctrico unidireccional provocado por la corriente continua.

Esto hace que los aisladores que se van a utilizar en una línea de este tipo sean diferentes a los usados en líneas de corriente alterna, ya que tienen que estar fabricados con unos materiales dieléctricos diferentes que hagan que los aisladores sean capaces de soportar los nuevos esfuerzos que aparecen.

La norma IEC 61325 describe los requerimientos mínimos que los aisladores de vidrio y porcelana han de tener para poder ser utilizados en aplicaciones HVDC, por lo que se trata de la norma que los fabricantes siguen para la fabricación de estos aisladores.

En dicha norma se resumen los dos principales requerimientos que han de cumplir los materiales dieléctricos que se usen para estos aisladores y que son los siguientes:

- Migración iónica.
- Aumento incontrolado de la temperatura.

La migración iónica provocada por la corriente unidireccional que circula a través del dieléctrico hace que se reduzcan las propiedades electro y termo mecánicas del material, provocando de esa manera un fallo en los aisladores.

Por otro lado, ese aumento de la temperatura provoca una disminución local de la resistividad, que puede acabar en una perforación del aislador o en su destrucción si dicho efecto se prolonga en el tiempo.

Para poder resistir estos nuevos fenómenos la resistividad del cuerpo de los aisladores diseñados para aplicaciones HVDC es unas 100 veces mayor que la resistividad de los aisladores de para corriente alterna.

Además otra característica con la que cuentan estos nuevos aisladores, es la presencia de unos manguitos de zinc tanto en el vástago como en la parte baja del cuerpo, cuya función es evitar que aparezca la corrosión en partes no deseadas del aislador, ya que son dichos manguitos los que se van a oxidar

En la Figura 88 y la Figura 89 se muestran los lugares de colocación de dichos manguitos:



Figura 88. Aislador HVDC con manguito de zinc. Fuente: Cigre.



Figura 89. Aislador HVDC con manguito de zinc. Fuente: Cigeé.

Una vez se han visto las nuevas características que han de tener los aisladores, se comentan ahora los factores más importantes a la hora de la realización del cálculo de las cadenas de aisladores y que son básicamente:

- Máximo nivel de tensión de la línea.
- Altitud de la línea.

- Nivel de contaminación.

Dentro del Anexo II que es donde se recogen los cálculos asociados a la nueva cadena de aisladores, se explica que como la tensión de la línea es de ± 500 kV, un valor apropiado de la máxima tensión de la línea sería ± 515 kV, siendo este el valor de tensión más elevada utilizado para el cálculo de los aisladores.

Por otro lado, el nivel de contaminación existente en la línea es el que va a marcar la metodología para obtener el número de aisladores necesarios, ya que a partir de ese nivel existente, se obtienen los valores de los parámetros ESDD y NSDD, junto con los valores empíricos que se muestran en los artículos que se mencionan en el Anexo II, a partir de los cuales se ha desarrollado el cálculo que ahí aparece.

A partir de estos datos, lo que se ha hecho es elegir un aislador que cumpla con esos parámetros anteriormente mencionados, por lo que se hace uso de un catálogo proporcionado por la empresa Seves [56] el cual se especifica en el Anexo II.

El aislador que se va a utilizar en esta nueva situación es de vidrio endurecido, presentando un enganche tipo rótula y es uno de los aisladores que se utilizan habitualmente en este tipo de aplicaciones.

La Figura 90 presenta tanto la forma exterior del aislador como la interior, la cual difiere de los aisladores usados habitualmente en aplicaciones de corriente alterna.

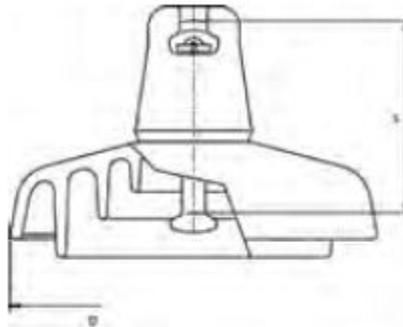


Figura 90. Aislador tipo fog a instalar en la línea HVDC. Fuente: SEVES.

Según el catálogo de la empresa y como se muestra en el Anexo II, el nombre con el que se designa al aislador elegido para esta instalación es N220P/C 171DR, cuyos datos más importantes se muestran en la Tabla 10:

Diámetro	330 mm
Altura	171 mm
Línea de fuga	550 mm
Peso (por unidad)	10,5 kg

Tabla 10. Datos del aislador.

El siguiente paso es el cálculo propiamente dicho de la cadena de aisladores, para ello se va a hacer uso de dos publicaciones diferentes, como son [24] y [42]

La primera de estas publicaciones nos muestra el proceso a seguir para calcular el número de elementos que es necesario que tenga la cadena de aisladores para el buen funcionamiento de la línea, mientras que la segunda de ellas proporciona una serie de datos experimentales obtenidos a lo largo del tiempo en las diferentes instalaciones de este tipo que hay repartidas por el mundo, lo que permite que se pueda establecer un cálculo rápido y bastante aproximado de la longitud necesaria de las cadenas de aisladores.

Para seguir los pasos descritos en la primera de las publicaciones anteriores, se ha tomado un valor medio de contaminación a lo largo de la línea, lo que se traduce en un valor del parámetro ESDD igual a $0,05 \text{ mg/cm}^2$, a partir del cual se desarrollan el resto de pasos, como se muestra en el Anexo II.

Una vez se han realizado los cálculos, se obtiene que es necesario que la cadena esté compuesta por 41 aisladores, por lo que como se tiene una doble cadena para asegurar el buen funcionamiento de la línea aunque ocurra un fallo en una de estas cadenas, el número total de aisladores a utilizar será de 82.

A partir de los datos del aislador obtenidos del catálogo de la empresa junto con el número necesario de elementos que es necesario disponer en la cadena, en la Tabla 11 se muestran las propiedades que presentan las nuevas cadenas de aisladores.

Longitud de la cadena	$171 \text{ mm} * 41 \text{ aisladores} \cong 7000 \text{ mm}$
Peso de la cadena	$10,5 \text{ kg} * 41 \text{ aisladores} = 430,5 \text{ kg}$
Peso total de las dos cadenas	$2 * 430,5 = 861 \text{ kg}$
Línea de fuga de la cadena	$550 \text{ mm} * 41 \text{ aisladores} = 22550 \text{ mm}$

Tabla 11. Propiedades de la nueva cadena de aisladores.

4.3.2.2. Modificaciones a realizar en las subestaciones.

Se trata del último punto que hay que tratar dentro de la conversión de la línea AC a un enlace HVDC.

El enlace HVDC que se está llevando a cabo en este proyecto, como todas las líneas HVDC que están en funcionamiento en el mundo, necesita una subestación eléctrica al principio de la línea y otra en el final de la misma.

Esto también ocurre en líneas AC como sabemos, ya sean subestaciones eléctricas o centros de transformación, pero la diferencia en este caso radica en los nuevos elementos que hay que instalar en la subestación para el funcionamiento del enlace.

Estos nuevos elementos que aparecen en la tecnología HVDC ya se han comentado anteriormente en otros puntos del proyecto, así que lo se va a intentar en este apartado es hacer una comparativa entre la subestación ya existente de la línea AC y la nueva subestación necesaria para el funcionamiento del enlace HVDC, junto con un cálculo económico aproximado de lo que costaría la ampliación de la subestación y los nuevos edificios requeridos.

El enlace HVDC que se ha conseguido en este proyecto, une las subestaciones de Guadame y Puerto de la Cruz como ya se vio anteriormente, por lo que vamos a centrarnos en la primera de ellas, situada en Marmolejo, provincia de Jaén, para hacer una comparativa entre ellas.

Red Eléctrica de España proporciona un folleto informativo [56] acerca de dicha subestación que ya se usó en este proyecto para comentar algunas de sus características básicas.

En este caso, lo primero que se quiere mostrar es la disposición general que presenta dicha subestación por medio de una de las imágenes que aparecen en dicho folleto:

Subestación de Guadame

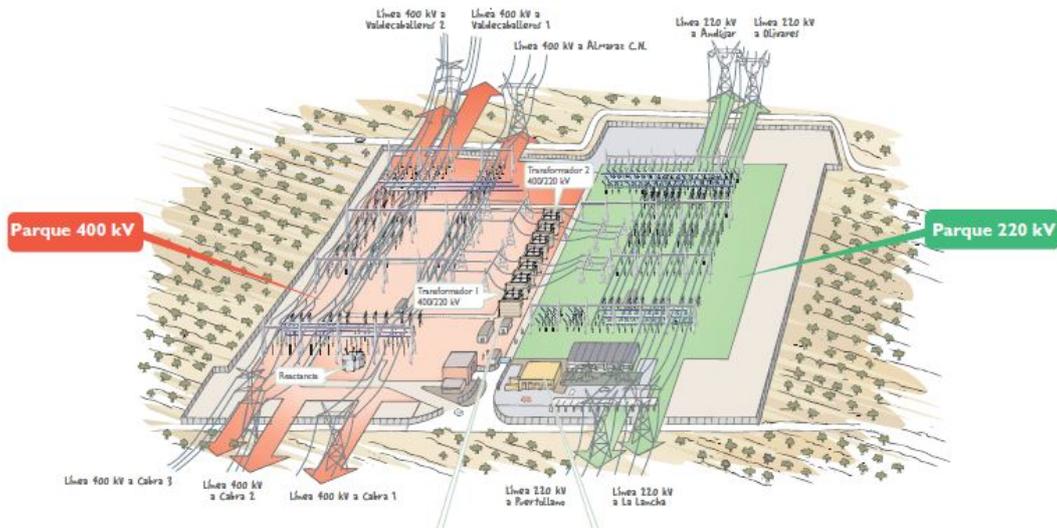


Figura 91. Subestación de Guadame, Marmolejo. Fuente: REE.

Como se aprecia en la Figura 91, esta subestación tiene un parte de 400 kV y otro de 220 kV, señalados cada uno con dos colores diferentes para su buena diferenciación.

A nosotros en este proyecto nos interesa centrarnos en el parque de 400 kV, dado que nuestra línea AC inicial era de ese nivel de tensión y es sobre la que se van a acometer las remodelaciones necesarias para su funcionamiento con corriente continua.

En la Figura 92 se muestra una imagen real, obtenida mediante *Google Maps*, de la subestación de Guadame, en la que se sitúa el parque de 400 kV existente dentro de un rectángulo, pudiéndose así apreciar de una manera más clara las dimensiones reales del mismo.



Figura 92. Imagen aérea de la subestación de Guadame. Fuente: Google Maps.

Una vez presentada la subestación AC de Guadame desde la que parte nuestra línea de 400 kV, el siguiente paso es ver ahora en las modificaciones necesarias que hay que realizar en la subestación para poder incluir todos los nuevos elementos necesarios para instalar el enlace HVDC.

El primer paso es volver a recordar los elementos que ha de tener una subestación para poder poner en funcionamiento el enlace HVDC, los cuales ya se vieron en puntos anteriores del proyecto, pero se vuelven a citar para tener una idea general de la disposición de una subestación de este tipo.

A continuación se citan esos elementos, dado que el funcionamiento de cada uno de ellos ya se vio con anterioridad:

- Filtros AC y DC.
- Transformadores de conversión.
- Convertidores AC/DC y DC/AC.
- Inductancia de alisado.

También cabe recordar en este punto, la forma genérica que tiene una subestación para un enlace HVDC del tipo LCC, que es la tecnología que se ha aplicado a esta línea, en la que se puede ver tanto la distribución que sigue como los elementos que van instalados dentro de un edificio o al aire libre.

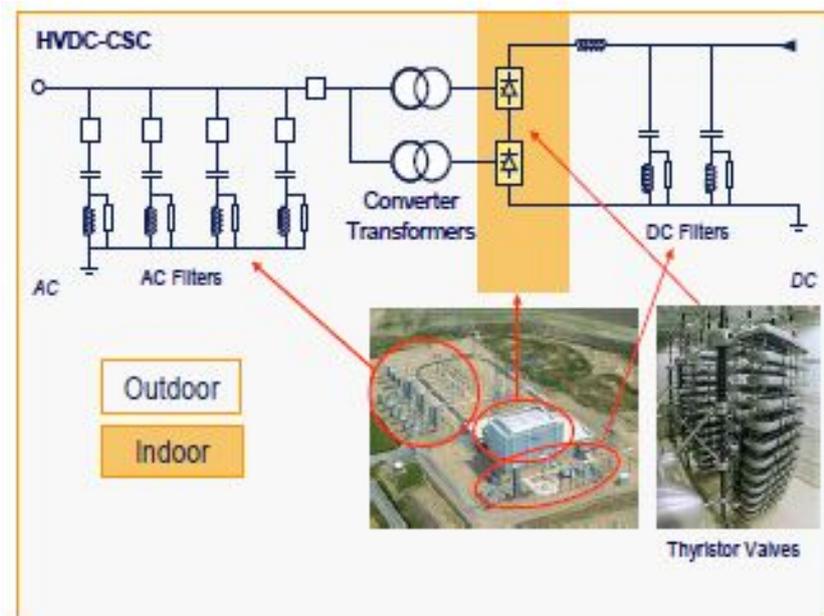


Figura 93. Esquema de una subestación con tecnología LCC. Fuente: ABB.

En la Figura 93 se puede apreciar la disposición general que sigue la subestación, en la que se aprecia que existe un edificio en el que se van a colocar las válvulas que permiten la conversión de corriente alterna a corriente continua y viceversa, estando todos los demás elementos situados al aire libre.

Para el caso en cuestión, todo el parque de corriente alterna de la subestación ya existe, ya que se trata de una línea AC que estaba en funcionamiento, por lo que lo que nos interesa saber es el espacio extra que se necesita, de una manera orientativa, para dar una idea de las dimensiones de una subestación de corriente continua.

En comparación con una subestación HVDC que usa la tecnología VSC, la subestación que se va a instalar en este proyecto presenta un impacto visual mayor, dado que en este caso los convertidores presentan un montaje en vertical, por lo que la altura del edificio va a ser mayor que para el caso VSC.

Es bastante complicado dar unos valores aproximados sobre la superficie que es necesaria para la instalación de los elementos propios de una subestación HVDC, porque es algo que no está estandarizado ya que depende de diversos factores tales como la potencia a transportar, el tipo de línea, las condiciones medioambientales, el valor del suelo e incluso también condiciones políticas, por lo que en cada situación han de evaluarse los diferentes parámetros para poder obtener unos valores adecuados.

En la mayoría de los artículos o trabajos consultados a la hora de realizar el proyecto, dan unas nociones generales, las cuales nos van a permitir poder tener una idea de la extensión de terreno necesaria para la instalación de todos los elementos necesarios, comentados anteriormente, para el funcionamiento del enlace HVDC.

Para evaluar la superficie de subestación que va a ser necesaria, se hace uso de la aproximación que proporciona un informe del CESI [44] en el que se dice que es necesario prever una superficie de subestación de cerca de $30 \text{ m}^2/\text{MW}$.

Por ello lo primero que tenemos que hacer es ver la potencia que transporta la línea HVDC con el nivel de tensión que se eligió anteriormente.

El enlace HVDC consta de dos bipolos, estando cada uno de ellos formado por 6 conductores, haciendo así el total de 12 conductores que tenía la línea AC inicial. Además, como su propio nombre indica, cada bipolo está formado por dos polos, cada uno de ellos de 3 conductores.

Por lo tanto, como los conductores utilizados en el enlace HVDC son los mismos que los que tenía la línea cuando funcionaba con corriente alterna, sabemos que por cada uno de ellos puede circular una intensidad máxima de 900 A, que es la intensidad máxima del cable por el criterio térmico.

Esto hace que por cada polo puedan circular unos 2700 A. Recordamos que en la línea AC como el criterio que limitaba era el de estabilidad, la intensidad que circulaba por los conductores era

Como el bipolo consta de dos polos, la máxima intensidad que puede circular por el bipolo será de 5400 A.

Por último, sabiendo que el nivel de tensión al que va a funcionar el enlace HVDC es de ± 500 kV, la potencia máxima que puede transportar un enlace bipolar con las características comentadas, vendrá dado por la Ecuación 1:

$$P_{max} = V * I = 500 \text{ kV} * 5400 \text{ A} = 2700 \text{ MW}$$

Ecuación 1. Potencia máxima que puede transportar un bipolo.

Como el enlace HVDC que se tiene consta de dos bipolos, la potencia total máxima que puede transportar la línea será de 5400 MW.

Con esa potencia máxima que es capaz de transportar la línea, podemos establecer que las necesidades de terreno para poder establecer la subestación serán de unos 162.000 m².

En el mismo artículo anteriormente citado, también se presentan algunos datos mediante los cuales se puede estimar el coste de la estación de conversión en función de la potencia del enlace HVDC, al igual que se ha hecho para ver la superficie necesaria.

El coste de inversión para las subestaciones de conversión se compone de dos costes que son:

- Coste de adquisición de los equipos, el cual es función del tamaño, del nivel de tensión, del nivel de seguridad requerido, de las condiciones medioambientales y del tipo de control.
- Coste de infraestructuras, el cual depende de las condiciones de instalación, es decir, de la necesidad de adquirir el nuevo terreno, de modificar la red, etc.

La mayoría de los artículos consultados, aportan el porcentaje que representa cada uno de los elementos al coste de inversión de la subestación, por lo que permite ver cuáles son aquellos elementos costosos.

Según el informe [35] de la bibliografía aporta un desglose según los componentes de la subestación para un nivel de tensión de ± 500 kV que es bastante completo y que permite observar lo comentado anteriormente y que se muestra en la Figura 94:

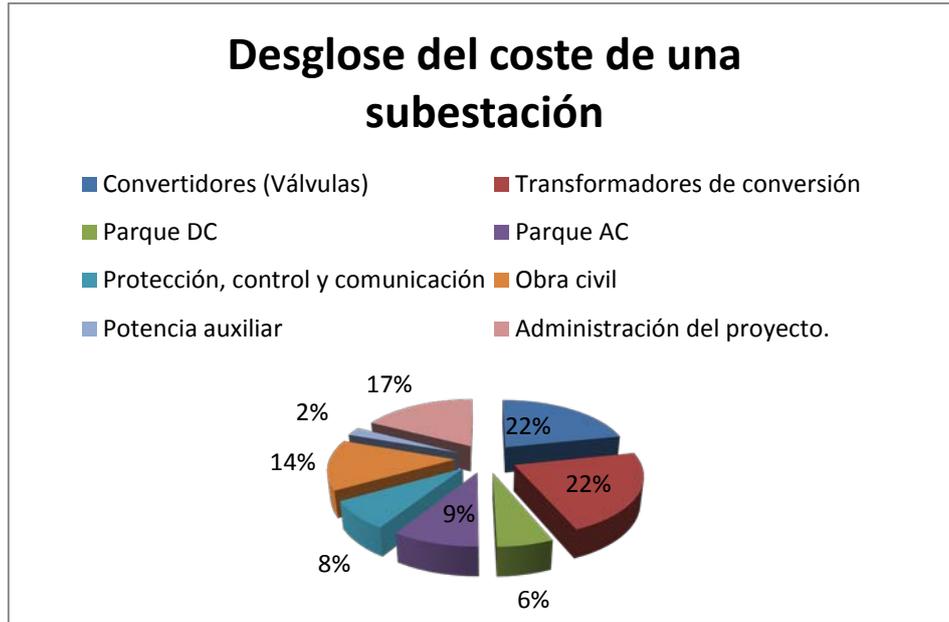


Figura 94. Coste de una subestación por componentes. Fuente: HVDC Transmission.

4.3.2.3. Modificaciones estructurales en las torres.

Como ya se ha comentado anteriormente en otros puntos del proyecto, al convertir la línea AC inicial en un enlace HVDC de ± 500 kV, se tienen que acometer una serie de modificaciones estructurales en las torres, necesarias para que las torres sean válidas en el nuevo enlace de corriente continua.

La primera de las medidas que se ha tomado es la de eliminar las dos crucetas que están situadas en el medio de la torre, por lo que sólo van a ser reutilizadas las dos crucetas superiores y las dos crucetas inferiores.

Como los 12 conductores de la línea AC van a ser usados en este nuevo enlace HVDC, la solución adoptada es la de formar dos bipolos, cada uno de ellos con 6 conductores, hecho que ha sido comentado y justificado en apartados anteriores.

En esta nueva solución adoptada para el enlace HVDC, cada una de las cuatro crucetas que se van a utilizar, van a tener que soportar el peso de 3 conductores, en vez de los dos que soportaban en la situación anterior, por lo que hay que ver que refuerzos hay que añadir a dichas crucetas para que puedan soportar el peso de los tres conductores.

Para empezar, como las cadenas de aisladores necesarias en este caso presentan una longitud mayor que las usadas en el caso de la línea AC (7000 mm frente a 4000 mm) y la última cruceta está a la misma distancia al suelo que lo estaba en ese caso, la altura mínima de los conductores a suelo se va a ver reducida con respecto a los cálculos que se realizaron en los apartados 4.3.1.2 y 4.3.1.3.

Por lo que la primera decisión que se ha tomado es la de situar las dos crucetas inferiores 4 metros más arriba respecto a su situación inicial, por lo que ahora la distancia desde la última cruceta al suelo pasa a ser de 47 metros, frente a los 43 que había en la línea AC.

Por otro lado quedan por estudiar los refuerzos necesarios, por lo que hay que obtener los árboles de carga de ambas situaciones, para ver así las diferentes cargas a las que están sometidas las torres en las dos líneas y poder obtener, de una manera aproximada, las actuaciones que hay que acometer sobre las crucetas.

Para ello en el Anexo I de este proyecto, se presenta el cálculo detallado de dichos árboles de carga para los que se han tenido en cuenta dos hipótesis:

- Peso propio de los conductores y peso de la cadena de aisladores.
- Peso propio de los conductores y peso de la cadena de aisladores más el efecto del viento.

En primer lugar se ha estudiado la línea AC con cada una de las dos hipótesis mencionadas anteriormente, mostrándose los resultados obtenidos y los árboles de carga de cada situación.

Peso de los conductores	1466 kg
Peso de las cadenas de aisladores	360 kg
Carga total soportada por la cruceta	1826 kg

Tabla 12. Resultados obtenidos para la línea AC bajo la primera hipótesis.



Figura 95. Árbol de carga para la línea AC sin la acción del viento.

En la Tabla 12 se recogen los resultados obtenidos bajo las condiciones indicadas en la primera hipótesis, representándose estos en el árbol de carga de la Figura 95.

Para la segunda hipótesis, en la que se tiene en cuenta el viento, se han obtenido los siguientes resultados.

Velocidad del viento considerada	140 km/h
Carga conjunta conductores y aisladores	1826 kg
Carga debida a la acción del viento	1656 kg

Tabla 13. Resultados obtenidos para la línea AC bajo la segunda hipótesis.

En la Tabla 13. Resultados obtenidos para la línea AC bajo la segunda hipótesis. Tabla 13 se muestra la carga que deben soportar las crucetas debido a la acción del viento, que actúa de manera conjunta con la producida por el peso de los conductores y de los aisladores.

La Figura 96 representa el árbol de carga de esta nueva situación:

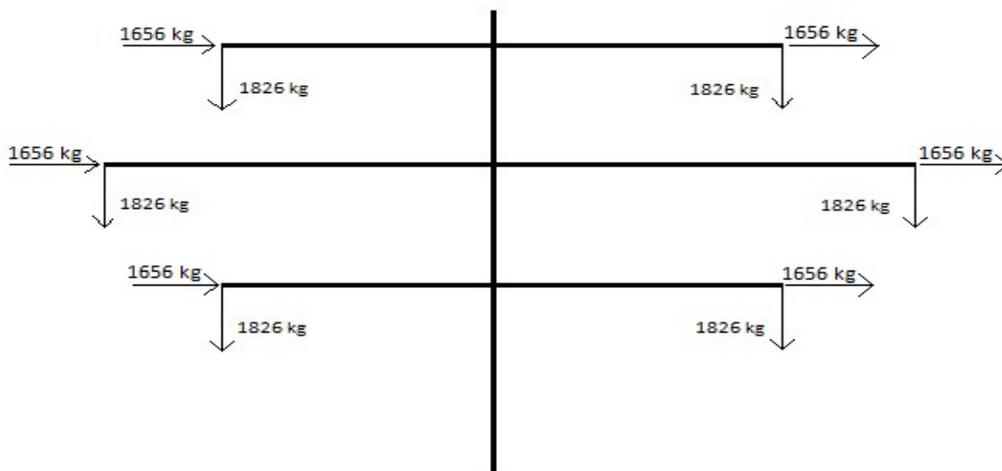


Figura 96. Árbol de carga para la línea AC teniendo en cuenta la acción del viento.

Una vez estudiada la línea AC, se hace lo mismo con el enlace HVDC construido, en el que ahora cada una de las cuatro crucetas soportan el peso de tres conductores, en vez de los dos conductores de la línea AC, por lo que tanto la carga soportada debido al peso de los mismos como la debida a la acción del viento, van a verse aumentadas debido a este hecho.

El estudio de la línea DC bajo la primera de las hipótesis comentadas presenta los siguientes resultados.

Peso de los conductores	2200 kg
Peso de las cadenas de aisladores	861 kg
Carga total soportada por la cruceta	3061 kg

Tabla 14. Resultados obtenidos para la línea DC bajo la primera hipótesis.

Si se comparan los resultados mostrados en la Tabla 14 con los de la Tabla 12, se ve que hay un aumento considerable de la carga que afecta a la cruceta debido al peso de los conductores y de las dos cadenas de aisladores.

Los resultados de la Tabla 14 se muestran en el árbol de carga de la Figura 97 al igual que se hizo con la línea AC.



Figura 97. Árbol de carga para la línea DC sin la acción del viento.

Por último queda por estudiar la acción del viento en este enlace HVDC que, como ya se ha comentado, será mayor que en la línea AC al tener tres conductores en vez de los dos que tenía dicha línea, mostrándose los resultados en la Tabla 15.

Velocidad del viento	140 km/h
Carga conjunta conductores y aisladores	3061 kg
Carga debida a la acción del viento	2484 kg

Tabla 15. Resultados obtenidos para la línea DC bajo la segunda hipótesis.

El árbol de carga correspondiente a esta situación es el que se presenta en la Figura 98.

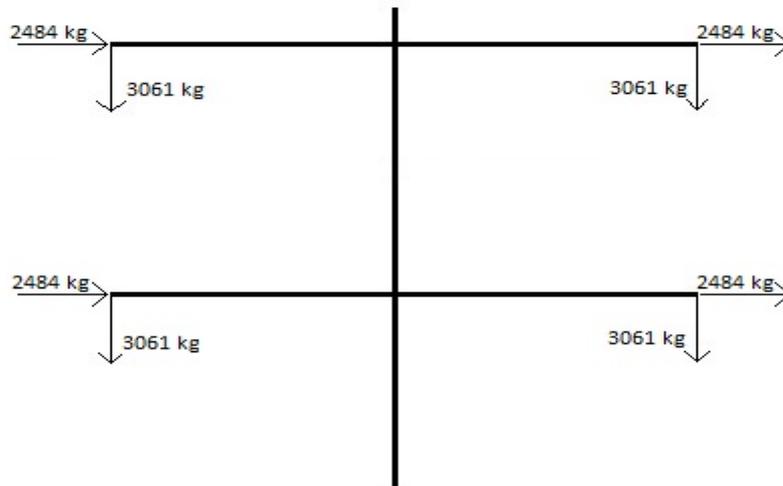


Figura 98. Árbol de carga para la línea DC teniendo en cuenta la acción del viento.

Una vez mostrados todos los resultados y representados de una forma esquemática para cada línea en sus árboles de carga, se puede comprobar que las crucetas de las torres usadas en la línea HVDC soportan unas cargas superiores, por lo que estas deberían ser reforzadas de alguna manera para que pudieran soportar estas nuevas cargas que aparecen.

Debido al esfuerzo extra al que está sometido la nueva cruceta debido a que sostiene el peso de un conductor más y de una cadena de aisladores mayor, se puede estimar que mediante la instalación de 5 barras de relleno de 5 kg en cada cruceta se conseguirá que las crucetas aguanten los esfuerzos de la nueva situación.

Por lo tanto para cada cruceta se van a necesitar 25 kg de refuerzo, lo que hace que en cada una de las torres dispuestas a lo largo de la línea se necesiten 100 kg de refuerzos, al tener cada torre cuatro crucetas.

Se puede hacer un cálculo aproximado de los kilogramos de refuerzo que son necesarios para hacer que todas las torres puedan soportar las cargas que aparecen en este nuevo enlace.



Para hacer los cálculos, en el Anexo I se han utilizado unos vanos cuyas longitudes son de 400 metros, por lo que se puede tomar para este cálculo una longitud media de los vanos de 400 metros (dado que los vanos de este tipo de líneas suelen estar comprendidos entre los 300 y los 500 metros).

Con esa aproximación y sabiendo que la línea tiene una longitud de 400 km, se tiene que a lo largo de la misma habrá, aproximadamente, unas 1000 torres.

Según lo visto antes, en cada torre son necesarios 100 kg de refuerzos (25 kg por cruceta), por lo que para el conjunto de las torres que componen el enlace HVDC se necesitarán 100.000 kg (100 toneladas) en forma de refuerzos.

5. ANÁLISIS DEL COSTE ECONÓMICO.

Se trata del último punto que se va a abordar dentro de este proyecto, sin que por ello se trate del menos importante.

Se va a analizar aquí la situación técnica planteada en este proyecto, desde una perspectiva económica.

El planteamiento con el cual se va a desarrollar este último punto va a ser el siguiente:

- El primer paso será analizar los costes de inversión que supondrían realizar la conversión de una línea AC a un enlace HVDC. Se incluyen aquí tanto el cambio de aisladores, como los refuerzos en cada una de las torres, así como las ampliaciones necesarias que hay que acometer en las subestaciones al principio y al final de la línea.
- Como este planteamiento de convertir la línea existente en un enlace HVDC viene motivada por el potencial aumento de la energía que se quiere transportar, y dado que esto también se podría solventar construyendo una línea AC paralela a la existente (consiguiendo aumentar la capacidad de transporte igualmente) se van a comparar los costes de inversión y mantenimiento en ambos casos.

Una vez se analicen ambas opciones, se estudiará un análisis de rentabilidad, en el que se van a incluir los costes asociados a las pérdidas y a la operación y mantenimiento y a partir del cual vamos a poder obtener la solución más factible de las dos posibles.

5.1. Primera opción: conversión de la línea a un enlace HVDC.

Como se ha comentado anteriormente, en este apartado se van a analizar los costes de inversión que habrá que asumir a la hora de convertir la línea AC a un enlace HVDC como ya se ha planteado en apartados anteriores.

Tanto este presupuesto como el de la segunda opción, se han calculado mediante el programa PRESTO el cual nos permite, una vez finalizado el presupuesto, dar una vista general del mismo mediante un resumen, o una vista más desglosada a partir de los diferentes cuadros de precios existentes.

Es difícil proporcionar números exactos cuando se está trabajando con enlaces en corriente continua de estas dimensiones, ya que no se dispone de precios justos de los elementos ni los datos de las líneas existentes son fáciles de obtener, pero aun así, el presupuesto realizado permite tener una visión global del proyecto, permitiendo sobre todo, ver cuáles son los elementos más importantes dentro del coste total del mismo.

A continuación lo que se muestra es un resumen del presupuesto de esta primera opción, donde se observan los diferentes capítulos en los que se ha dividido el mismo, el coste de la ejecución material y el coste total del mismo.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Conversión línea AC a un enlace HVDC

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
CAPÍTULO 1	ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO	1.003.020,60
CAPÍTULO 2	CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS NECESARIOS EN LA SUBESTACIÓN	5.275.287,06
CAPITULO 3	MODIFICACIONES NECESARIAS EN LA LÍNEA.....	27.006.000,00
CAPÍTULO 4	ELEMENTOS DE LA SUBESTACION HVDC.....	779.471.343,44
CAPÍTULO 5	INGENIERÍA	36.723.240,00
CAPÍTULO 6	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	488.517,66
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		849.967.408,76
	13,00 % Gastos generales	110.495.763,14
	6,00 % Beneficio industrial	50.998.044,53
	SUMA DE G.G. y B.I.	161.493.807,67
	21,00 % I.V.A.....	212.406.855,45
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	1.223.868.071,88
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	1.223.868.071,88

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de MIL DOS CIENTOS VEINTITRES MILLONES OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL SETENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

, a 11 de febrero de 2015.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

A la vista del presupuesto obtenido, el capítulo con un coste de inversión mayor es el capítulo 4, donde se incluye toda la instalación y montajes tanto de válvulas, como transformadores de conversión como el resto de equipos necesarios.

En la Figura 99 se muestra un gráfico que representa el peso que tienen los elementos más importantes dentro del coste total del proyecto, lo que nos va a permitir hacernos una idea de cuáles son los equipos o elementos más costosos.

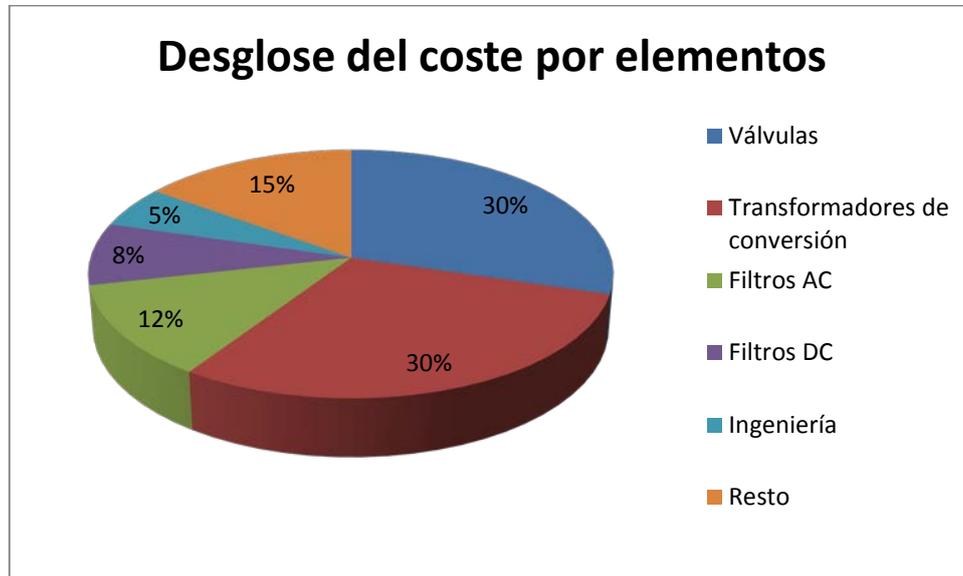


Figura 99. Contribución de los elementos al coste total del enlace.

Se puede apreciar claramente que la mayor parte del coste de un enlace de este tipo se debe a los transformadores de conversión y a las válvulas (convertidores AC/DC y DC/AC), suponiendo un 30 % del coste total cada uno.

En la mayoría de los artículos consultados para la realización del proyecto, aparece un desglose de este tipo en el que esos dos elementos representan entre un 20 y un 25 % del coste total, por lo que los valores obtenidos aunque sean un poco superiores debido a la construcción de dos bipolos en vez de uno, siguen estando en unos valores admisibles en relación a lo consultado.

En el Anexo V se presenta un análisis más detallado del presupuesto, en el que se muestra el desglose de los seis capítulos con los precios más detallados y las mediciones utilizadas.

5.2. Segunda opción: Construcción de una línea AC.

En este apartado se presenta, al igual que se hizo con la primera opción, el coste de ejecución de la obra, es decir, el coste que supone la construcción de una línea AC paralela a la existente y de iguales características a la misma.

Al igual que para el caso anterior, en el Anexo V se encuentra un análisis más detallado del presupuesto de esta opción con las mediciones y los cuadros de precios correspondientes.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Construcción de una línea AC de 400 kV

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 1	ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO	667.036,60
CAPÍTULO 2	CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA.....	78.370.853,40
CAPÍTULO 3	EQUIPOS NECESARIOS EN LAS DOS SUBESTACIONES	215.983.391,70
CAPÍTULO 4	INGENIERÍA.....	5.630.180,34
CAPÍTULO 5	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	488.538,58
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		301.140.000,62
	13,00 % Gastos generales	39.148.200,08
	6,00 % Beneficio industrial	18.068.400,04
	Suma	57.216.600,12
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		358.356.600,74
	21% I.V.A.....	75.254.886,16
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		433.611.486,90

Asciede el presupuesto a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y TRES MILLONES SEISCIENTOS ONCE MIL CUATRO-

CIENTOS OCHENTA Y SEIS con NOVENTA CÉNTIMOS

, a 11 de febrero de 2015.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

A la vista del presupuesto obtenido para esta posibilidad, se observa que la mayor parte del coste de la línea viene dada por los equipos que hay que instalar en las subestaciones para el funcionamiento adecuado de la línea.

En segundo plano aparece el apartado correspondiente a la construcción de la línea, en el que se tiene en cuenta la construcción de los apoyos, los conductores, las cadenas de aisladores etc.

Para tener una idea más clara de cuáles son las partes en las que se divide el presupuesto para esta opción y cuál es la aportación de cada una de esas partes al coste total del proyecto, se aporta la Figura 100.

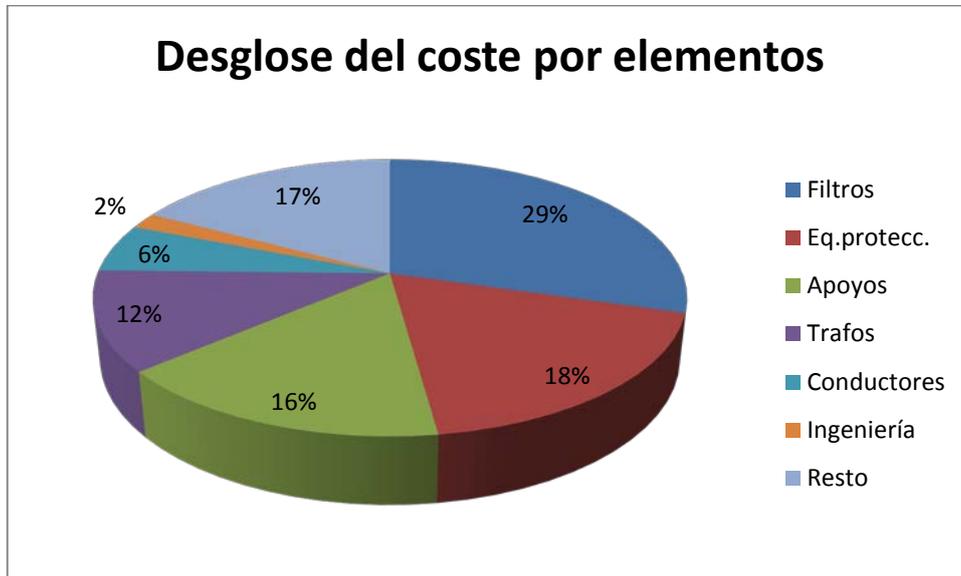


Figura 100. Contribución de los elementos al coste total de la línea AC.

5.3. Análisis de los resultados obtenidos. Conclusiones

Se trata este del punto más importante dentro del proyecto realizado, dado que es aquí donde se van a comentar las conclusiones que se pueden obtener a partir de los resultados que se han obtenido, los cuales se han mostrado en el punto anterior de la memoria.

Recordemos que la idea de este trabajo era estudiar la viabilidad de realizar la conversión de una línea AC a un enlace HVDC llevando a cabo las mínimas modificaciones posibles, para aprovechar los máximos componentes de la instalación de corriente alterna que se tiene, en el caso que se quisiera aumentar la capacidad de transporte de la línea

5.3.1. Análisis de la situación.

En esta situación, se aprovecharon todos los conductores que componían la línea AC para crear el nuevo enlace, consiguiendo la línea HVDC que se ha comentado en puntos atrás de la memoria.

Con las condiciones comentadas, el enlace HVDC que se obtiene consta de dos bipolos, siendo el presupuesto de ejecución del mismo el que se describe en el apartado 5.1.

Por lo tanto, a la hora de ampliar la capacidad de transporte de la línea existirían dos opciones: la primera sería efectuar la conversión total de la línea AC a un enlace HVDC, obteniéndose el enlace comentado, o construir una línea AC de las mismas características que la existente discurriendo paralela a dicha línea.

Como existen dos posibilidades para resolver el problema que se planteó en su momento, se ha realizado un análisis económico de cada una de las dos opciones para poder compararlas bajo las condiciones que se han propuesto y comentar los resultados obtenidos.

En este análisis económico que se ha realizado, se han calculado los parámetros que permiten evaluar un proyecto, como son el VAN, la TIR y el periodo de recuperación de la inversión o PAY-BACK.

El VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno) son parámetros económicos que permiten la comparación de dos o más proyectos para ver cuál es el más viable desde el punto de vista económico.

Ambos se obtienen por medio del coste de inversión inicial y de los flujos de caja para cada año de explotación. Estos flujos de caja se obtienen como la diferencia entre los ingresos y los gastos para cada año, excepto para el año 0, que solo se tiene en cuenta el coste de inversión inicial.

Para $VAN < 0$ significa que el proyecto no es rentable, mientras que si es > 0 si lo será. Cuanto mayor sea ese valor del VAN más rentabilidad presentará el proyecto, aunque hay que tener en cuenta la TIR también, ya que un proyecto con un VAN mayor puede tener una TIR más pequeña que otro.

Esto hace que en el equilibrio de ambos parámetros se encuentre la mejor solución para el problema planteado.

Por otro lado el PAY-BACK presenta el tiempo en el que, con los flujos de caja calculados, se recuperará la inversión inicial realizada para el proyecto en cuestión.

Los parámetros que se han utilizado para el cálculo de estos factores son los siguientes:

- Número de horas de funcionamiento: 8760 horas.
- Precio de la energía: 0,035 €/kWh.
- Años de explotación: 40
- Tasa de descuento: 4 %

Una vez visto esto, para esta situación se han hecho dos análisis diferentes: en el primero de ellos se mantiene constante la longitud de la línea en 400 km y se varía la potencia que se va a transportar en esta nueva situación, mientras que en el segundo análisis se actúa a la inversa, es decir, se elige una potencia que se mantendrá constante mientras se varía la longitud de la línea.

5.3.1.1. Longitud de línea constante.

Los datos de partida de ambas soluciones se presentan en la Tabla 16, a partir de los cuales se han obtenido los flujos de caja y, posteriormente, los parámetros anteriormente comentados.

	LÍNEA AC	ENLACE HVDC
Coste de inversión (€)	433.611.486,90	1.223.868.071,88
Capacidad máxima de transporte (MW)	925,19	5.400,00
Aumento de capacidad respecto a la situación inicial (MW)	925,19	4.474,81

Tabla 16. Datos de partida para el análisis.

Uno de los datos iniciales que se tiene es el aumento de capacidad obtenido frente a la situación inicial, que recordemos que lo que existía era una línea AC cuya capacidad de transporte es igual a la de la línea AC que se muestra en la Tabla 16, de ahí ese aumento.

Para el enlace HVDC, como lo que se hace es transformar la línea inicial en una línea de corriente continua, la potencia que era transportada en la situación inicial también tiene que ser transportada por el enlace HVDC, por lo que el aumento de capacidad que se obtiene restándole a la capacidad máxima la potencia que transportaba la línea original, de ahí el resultado obtenido.

Al convertir la línea AC inicial en un enlace HVDC se experimenta un incremento de la capacidad de transporte de la línea que es de casi un 500 %.

Lo que se quiere mostrar en este análisis es en el que se mantiene la longitud de la línea constante, es ver cuál de las dos opciones es más apropiada según la nueva potencia que se quiera transportar en estas líneas, por lo que esta se ha ido variando desde los 200 hasta los 900 MW, en intervalos de 100 MW.

Para cada caso, se han obtenido los flujos de caja teniendo en cuenta tanto los costes de inversión, como los gastos debido a la operación y mantenimiento, junto con las pérdidas de las líneas, las cuales se traducen en energía que se pierde y, por tanto, en unos ingresos que no se obtienen.

En la Tabla 17 se muestran los valores del VAN y de la TIR de las dos opciones para todas las potencias que se van a estudiar.

MW	VAN AC (€)	TIR AC	VAN HVDC (€)	TIR HVDC
200	111.348.417,60 €	6%	-535.187.400,22 €	1%
300	684.211.463,81 €	13%	51.390.375,70 €	4%
400	1.257.074.510,03 €	20%	637.968.151,63 €	7%
500	1.829.937.556,25 €	26%	1.224.545.927,56 €	10%
600	2.402.800.602,47 €	33%	1.811.123.703,49 €	12%
700	2.975.663.648,69 €	40%	2.397.701.479,41 €	15%
800	3.548.526.694,91 €	46%	2.984.279.255,34 €	17%
900	4.121.389.741,13 €	53%	3.570.857.031,27 €	20%

Tabla 17. VAN y TIR de las dos opciones para cada potencia.

Para una potencia de 200 MW, el VAN calculado sale negativo, lo que significa que para los años de explotación que se han tenido en cuenta y el coste de inversión del proyecto, este no sería rentable ya que no se podría recuperar la inversión realizada.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 101 y en la Figura 102, en las cuales se pueden ver de una manera más clara la tendencia que siguen dichos parámetros.

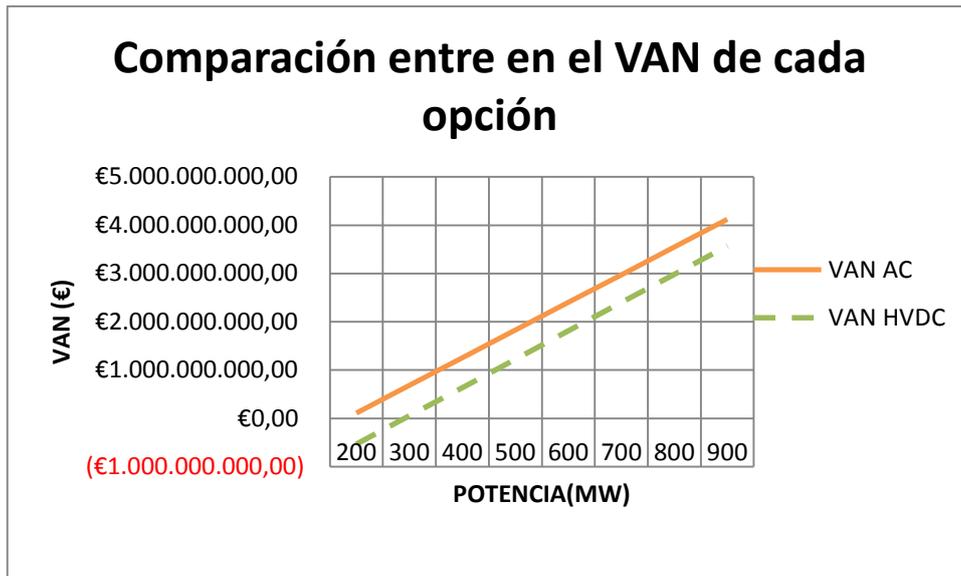


Figura 101. Comparación del VAN de cada opción.

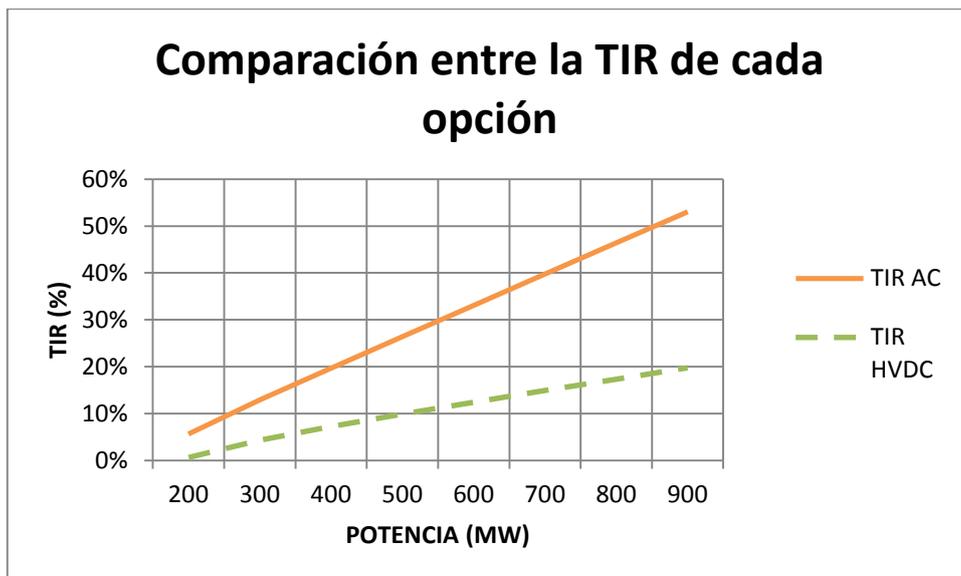


Figura 102. Comparación de la TIR de cada opción.

Como se puede apreciar en la Figura 101, la tendencia que sigue el VAN de cada opción a medida que se aumenta la potencia es prácticamente igual para ambos casos, pero además, se ha de tener en cuenta que una vez se lleguen a los 900 MW la línea AC estará prácticamente utilizando toda la capacidad de transporte, mientras que el enlace HVDC aún tendrá capacidad de transporte disponible para un futuro.

También se ha obtenido, como ya se ha comentado, el valor del PAY-BACK para cada situación, resultados que se muestran en la Tabla 18 y en la Figura 103.

MW	PAY-BACK AC (días)	PAY-BACK HVDC (días)
200	1.104	2.908
300	785	2.097
400	607	1640
500	497	1345
600	421	1143
700	365	989
800	318	875
900	284	785

Tabla 18. PAY-BACK de las dos opciones para cada potencia.

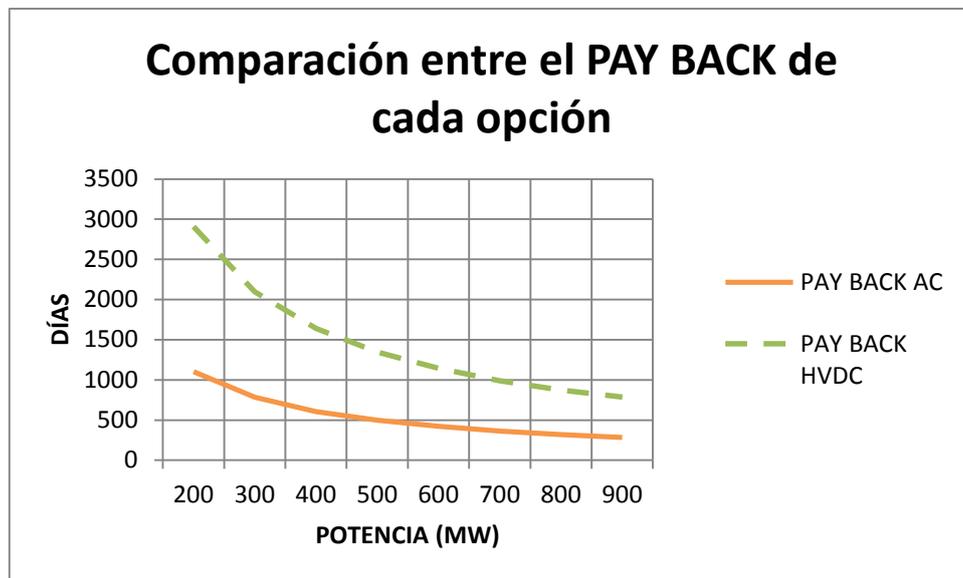


Figura 103. Comparación del PAY-BACK de cada opción.

A la vista de los resultados que se han obtenido tanto para la TIR como para el PAY-BACK de las dos opciones, los cuales muestran una diferencia mayor que la mostrada por el VAN, se puede decir que es debido al mayor coste de inversión de la línea HVDC, pero a su vez, como se ha comentado antes, hay que tener en cuenta que dicha línea tiene una capacidad de transporte mayor, por lo que habría que plantearse si en un futuro fuera necesario utilizarla, lo que haría que esta opción fuera más adecuada.

5.3.1.2. Potencia transportada constante.

En este punto lo que se ha hecho es mantener constante la potencia que se va a transportar a través de las líneas que se están estudiando, y que se ha fijado en 900 MW, variando la longitud de las mismas desde los 400 km que se tiene en la situación de partida hasta los 800 km, incrementándose de 100 en 100 km.

Por lo tanto para cada una de esas hipótesis que se plantean se tienen unos costes de inversión que varían, los cuales se plantean en la Tabla 19.

Longitud de línea (km)	C.I. LÍNEA AC (€)	C.I. ENLACE HVDC (€)
400	433.611.486,90	1.223.868.071,88
500	493.054.302,22	1.233.484.372,04
600	550.269.002,66	1.243.081.325,78
700	607.491.068,61	1.252.716.972,35
800	664.689.118,89	1.262.333.272,50

Tabla 19. Costes de inversión inicial en función de la longitud de la línea.

A partir de estos datos se procede igual que se hizo para la hipótesis anterior, calculándose el valor del VAN, la TIR y el PAY-BACK.

En la Tabla 20 se muestran los valores del VAN y de la TIR para cada una de las opciones en función de la longitud de la línea.

km	VAN AC (€)	TIR AC	VAN HVDC (€)	TIR HVDC
400	4.121.389.741,13 €	53%	3.566.609.106,14 €	20%
500	3.979.589.251,62 €	46%	3.553.186.140,88 €	20%
600	3.843.103.917,18 €	40%	3.539.790.180,44 €	19%
700	3.706.601.012,36 €	36%	3.526.340.210,39 €	19%
800	3.570.155.396,77 €	32%	3.512.917.245,15 €	19%

Tabla 20. VAN y TIR de las dos opciones para cada potencia.

Estos resultados obtenidos se han representado gráficamente en la Figura 104 y en la Figura 105, para poder ver más claramente la tendencia que siguen.

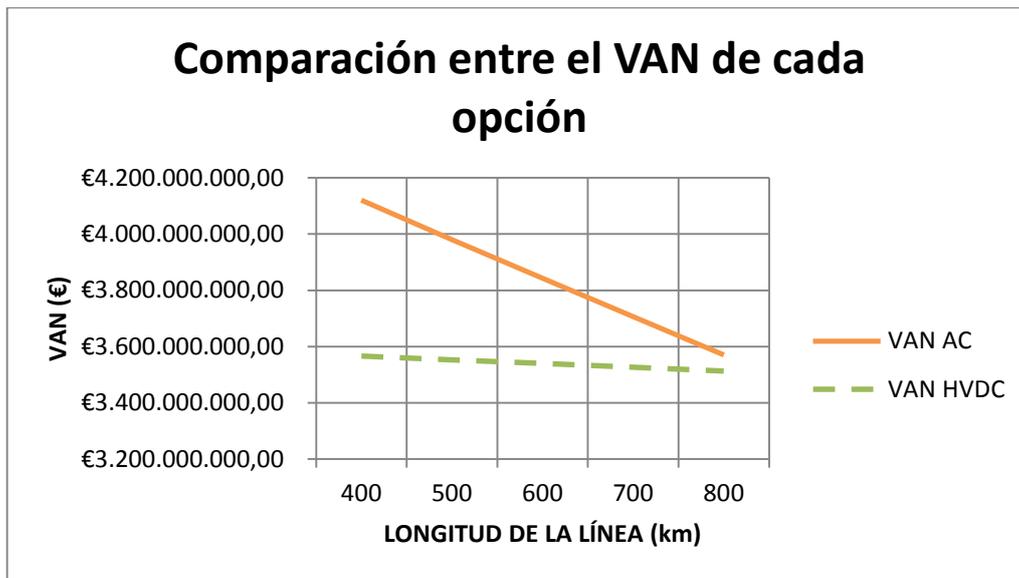


Figura 104. Comparación del VAN de cada opción.

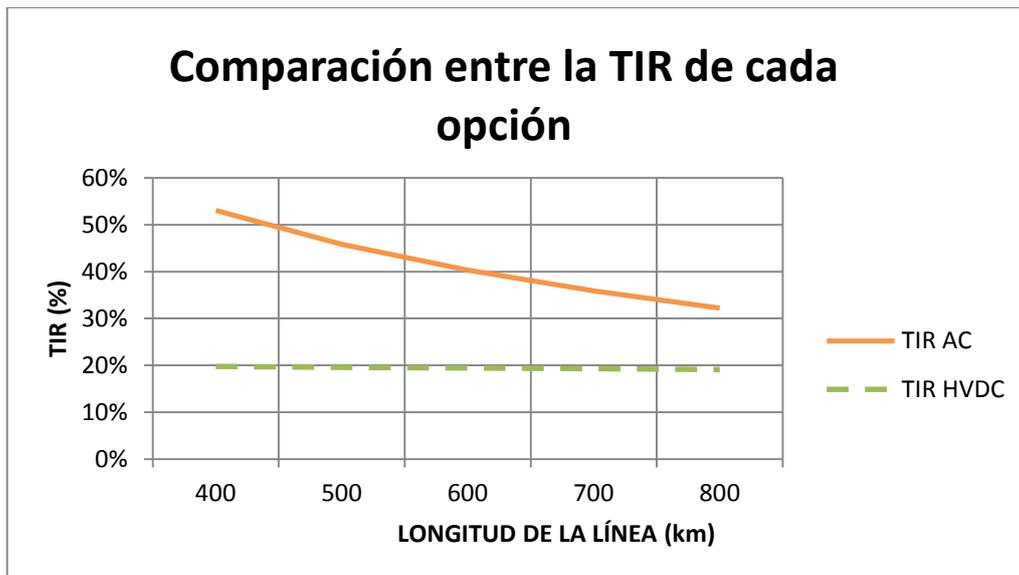


Figura 105. Comparación de la TIR de cada opción.

Como se puede apreciar en la Figura 104, a medida que se va aumentando la longitud de la línea, el VAN relativo a la línea AC se acerca al del enlace HVDC, por lo que a partir de una distancia superior a los 800 km la tendencia cambiará, siendo mayor el VAN asociado al enlace HVDC.

Todo esto cabe recordar que está obtenido fijando una potencia de 9000 MW, por lo que si hubiéramos fijado una potencia superior, el punto de corte de las rectas que representan el VAN de cada opción se produciría para una longitud de línea menor que en este caso.

Por otro lado, en la Figura 105 las tendencias de la TIR son similares que las comentadas para el VAN, solo que la pendiente con la que decrece la TIR asociada a la línea AC es menor que la que presentaba el VAN, pero a partir de una distancia superior a la aquí estudiada, o para una potencia mayor, las dos curvas llegarán a cortarse también en punto.

Para este caso también se ha obtenido el PAY-BACK de cada opción en función de la longitud de la línea, obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla 21.

km	PAY-BACK AC (días)	PAY-BACK HVDC (días)
400	607	1.640
500	701	1.654
600	799	1.668
700	895	1.682
800	995	1.696

Tabla 21. PAY-BACK de las dos opciones para cada potencia.

Los datos que se han obtenido en la Tabla 21 también se han representado gráficamente para ver la evolución del parámetro a medida que se modifica la longitud de la línea.

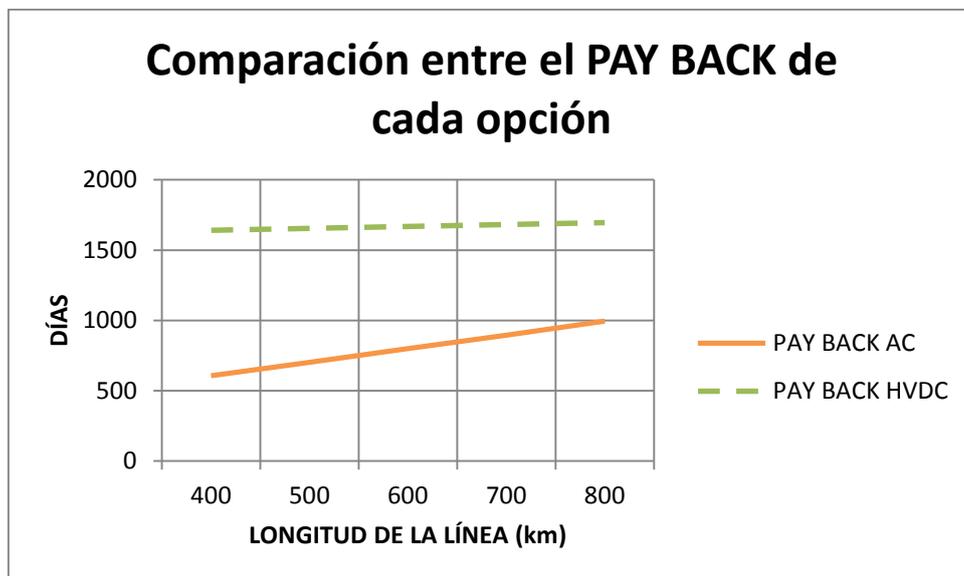


Figura 106. Comparación del PAY-BACK de cada opción.

En la Figura 106 se aprecia claramente la tendencia que sigue el PAY-BACK para las dos opciones a medida que se va variando la longitud de la línea:

- Para el caso del enlace HVDC este parámetro permanece casi constante para todas las distancias estudiadas.
- Mientras que para el caso de la línea AC se ve cómo este va aumentando su valor para distancias mayores.

Esta evolución de ambos parámetros, hace pensar que si se estuvieran estudiado longitudes de línea superiores a los 800 km, se habría observado el punto de corte, al igual que hubiera ocurrido si la potencia que se ha fijado hubiera sido mayor, pero lo que cabe destacar es la tendencia que siguen tanto este parámetro como los que se han comentado anteriormente y que permite tener una idea sobre la rentabilidad de ambas opciones.

Todo esto nos permite, además, ver cuál podría ser la opción más adecuada para llevar a cabo teniendo una situación con unas condiciones determinadas, ya que hemos visto como sería la evolución de los diferentes parámetros y como varían cuando se modifica tanto la distancia de la línea como la potencia que se transporta.

A partir de los resultados que se han obtenido en este análisis, que se han realizado para una potencia de 900 MW, se ha decidido realizar el mismo análisis pero ahora para una potencia de 2.000 MW.

Para esta nueva situación, hay que recalcar que no se puede hacer el análisis para la línea AC, ya que dicha línea tiene una capacidad de transporte de 925,19 MW, con lo cual no podría transportar esos 2.000 MW. Por lo que se van a presentar los resultados obtenidos para el estudio del enlace HVDC.

Los valores del VAN y la TIR para el enlace de corriente continua en esta nueva situación:

km	VAN HVDC (€)	TIR HVDC
400	10.065.691.817,77 €	47%
500	10.052.268.852,52 €	46%
600	10.038.872.892,07 €	46%
700	10.025.422.922,03 €	45%
800	10.011.999.956,79 €	45%

Tabla 22. VAN y TIR para el enlace HVDC para una potencia de 2000 MW.

Se han obtenido las mismas gráficas que para la situación anterior que son las que se presentan a continuación:



Figura 107. VAN para la solución HVDC.

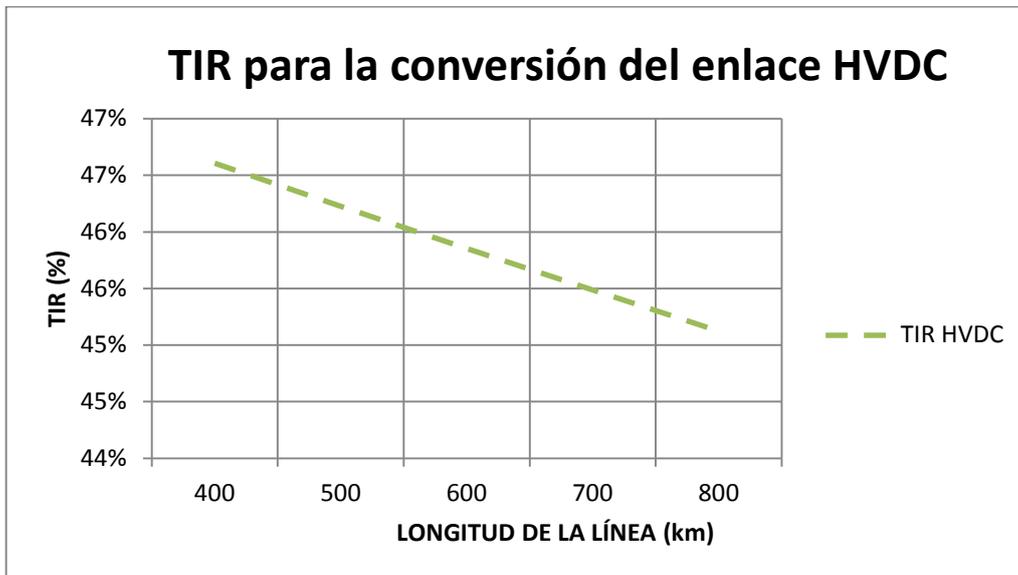


Figura 108. TIR para la solución HVDC.

En las gráficas anteriores y como ya se ha comentado, solo se ha representado la solución HVDC, ya que la línea AC tiene una capacidad de transporte de 925,19 MW debido al fenómeno de estabilidad. Aunque por criterio térmico si tiene una capacidad mayor y podría transportar hasta 2000 MW aproximadamente, como el criterio limitante es el que viene impuesto por el fenómeno de la estabilidad, se reduce su capacidad.

Es por que no se ha incluido en el análisis a la línea AC como si se hizo cuando se planteó el análisis para 900 MW.

Por último, para esta situación también se ha obtenido el PAY-BACK en cada opción, mostrándose los resultados en la Tabla 23

km	PAY-BACK HVDC (días)
400	1640
500	1654
600	1668
700	1682
800	1696

Tabla 23. PAY-BACK para una potencia de 2000 MW

Se han representado gráficamente los valores obtenidos para el PAY-BACK en la Figura 109.

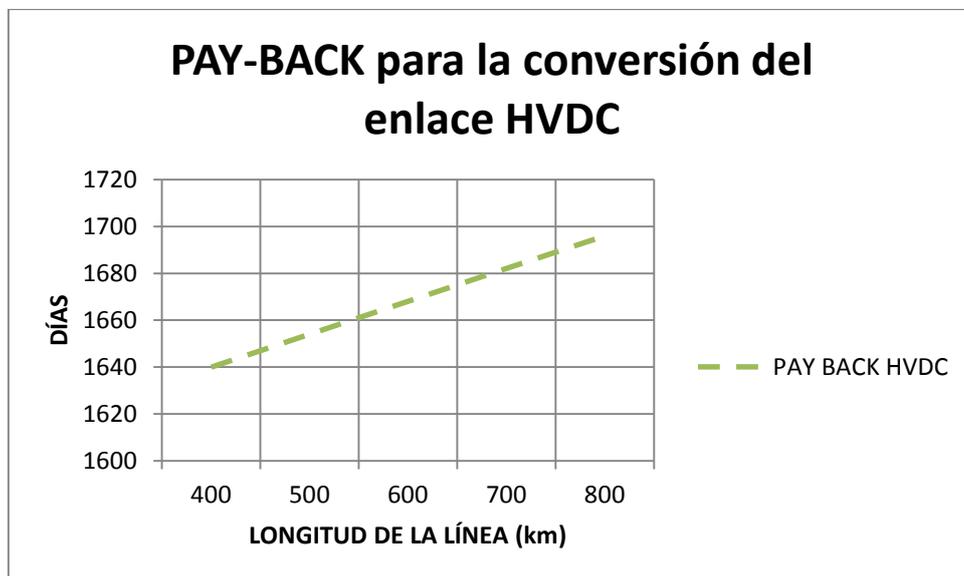


Figura 109. PAY-BACK para la solución HVDC.

Como se puede apreciar en la Figura 109, el PAY-BACK de esta solución va aumentando a medida que la longitud de la línea es mayor, dado que el coste inicial del enlace también va aumentando.

5.3.2. Conclusiones.

Una vez se ha hecho el análisis económico de la situación que se está estudiando en este proyecto, se pueden sacar una serie de conclusiones con las cuales se ponen el punto y final a este estudio sobre la conversión de una línea AC a un enlace HVDC.

En este trabajo se planteaba un problema que era el de tener una línea de alta tensión por la que circulaba toda la potencia permitida por la capacidad de transporte de la misma y que, llegado un momento, se quería aumentar la capacidad de transporte porque era necesario transportar una nueva potencia que se estaba generando en la zona de situación de la línea en cuestión.

Para ello las dos hipótesis que se han planteado y que se han comentado en más de una ocasión son:

- Construcción de una línea AC de las mismas características que la ya existente y situada paralela a la original.
- Conversión de la línea AC en un enlace HVDC utilizando los mismos conductores de la línea original.

Por lo que después de haber estudiado cómo se llevaría a cabo técnicamente la conversión de la línea a un enlace HVDC y los parámetros que nos permiten determinar la rentabilidad de un proyecto y compararlo con otro, se pueden sacar algunas conclusiones.

Dentro del estudio que se ha hecho en este proyecto, no se ha tenido en cuenta en el coste de inversión de la línea AC el coste de adquisición de una nueva servidumbre de paso para esa nueva línea. Resulta complicado hacer una estimación del coste que supone este apartado dentro del presupuesto obtenido para la línea, por lo que se ha preferido comentarlo en las conclusiones.

Con las características determinadas que se presentaban en este proyecto, los parámetros económicos no delimitan una longitud de línea ni una potencia que nos permita establecer un punto de inflexión entre ambas opciones, pero sí que es cierto que a medida que la longitud de la línea va creciendo y esta próxima a las 700/800 km la opción de la conversión de la línea a un enlace HVDC sería más factible que la de construir una nueva línea AC, ya que aunque los parámetros económicos son bastante parejos, el enlace HVDC que se obtiene presenta una capacidad de transporte mayor, por lo que pensando en el futuro sería una mejor opción.

Por otro lado, cuando hay que salvar grandes distancias, la solución HVDC es la más adecuada ya que permite una capacidad de transporte mayor como se ha visto anteriormente. Esto ocurre debido a que la capacidad no se limita debido al fenómeno de estabilidad como si ocurre en la línea AC.

Por último cabe destacar también dentro de la construcción de una nueva línea AC hay que tener en cuenta el problema derivado de las autorizaciones administrativas que hay que obtener a la hora de esta nueva construcción.

Como es necesario hacer una adquisición de una nueva servidumbre de paso, esto conlleva que haya que realizar una serie de trámites burocráticos para llevarlo a cabo. Esto se une a los trámites que habría que realizar con la empresa encargada de la explotación del sistema eléctrico, ya que al ser un nuevo proyecto debe seguir los pasos marcados por la empresa para registrar y poner en marcha este tipo de instalaciones.

Gran parte de estos problemas no aparecen cuando la solución adoptada es la conversión de la línea, ya que se aprovecha la servidumbre de la línea original y no es necesario adquirir nuevas zonas de terreno.



6. ANEXOS.

ANEXO I: CÁLCULO DEL ÁRBOL DE CARGAS.

1. Datos iniciales.

En este anexo lo que se presenta es el cálculo de los árboles de cargas tanto de la línea AC como de la línea DC, dado que son necesarios para ver los refuerzos que hay que añadir a la torre al realizar la conversión a un enlace HVDC.

Para empezar, se aportan los datos del conductor utilizado, que se utiliza tanto en la línea AC como en la línea HVDC.

- Conductor "CARDINAL" Al-Ac 546.
- Sección: 547,3 mm².
- Diámetro: 30,42 mm.
- Peso propio: 1832 kg/km.

Respecto a la línea, se recuerda que la altitud media de la misma es de 300 metros, por lo que según el Reglamento de Alta Tensión, se trata de una línea situada en la Zona A, dado que su altitud es menor que los 500 metros que marca el reglamento.

En este anexo se va a llevar a cabo el árbol de cargas de una manera simplificada, por lo que las dos hipótesis que se han tenido en cuenta para obtenerlo son:

- Peso propio (conductores y cadena de aisladores)
- Peso propio (conductores y cadena de aisladores) y acción del viento.

No se ha considerado la acción del hielo ya que la línea está clasificada dentro de la Zona A y según el reglamento, para las líneas que se encuentren en dicha zona no es necesario tener en cuenta dicho efecto.

Las cargas que aparecen en los árboles que se van a calcular se expresan en kg, por lo que como el peso propio del conductor viene expresado por km, hay que multiplicar dicho peso por una distancia con el fin de tener las unidades adecuadas.

Por lo tanto si una torre que esta entre dos vanos, cuyas longitudes pueden ser iguales o diferentes, para obtener la carga a la que está sometida dicha torre debido a los conductores, habría que multiplicar el peso propio de los mismos por la mitad de la suma de los vanos adyacentes a la torre.

Para el caso que nos ocupa, se ha tomado una torre cuyos vanos adyacentes miden 400 metros, por lo que al ser ambos vanos de distancias iguales, el valor por el que hay que multiplicar es directamente la longitud de uno de los vanos.

ANEXO I	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 1 ~
---------	---	-------



Para terminar el proceso, solo queda añadir el peso debido a las cadenas de aisladores que se han instalado, por lo que con esto se completaran las cargas que actúan en cada una de las crucetas que forman la torre que se está estudiando.

A continuación se va a presentar el cálculo primero para la línea AC y posteriormente se hará para el enlace HVDC.

ANEXO I	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 2 ~
---------	---	-------

2. Árbol de cargas para la línea AC.

2.1. Hipótesis 1: Peso propio de los conductores y peso de los aisladores.

La línea AC inicial que se tiene es una línea dúplex de doble circuito, por lo que en cada cruceta se tienen dos conductores de las características anteriormente comentadas, junto con la doble cadena de aisladores de 24 elementos cada una de ellas.

Los aisladores utilizados en esta línea son del tipo U210BS, cuyas dimensiones son 280 mm de diámetro y una altura de 170 mm, presentando una línea de fuga de 380 mm, siendo el peso de cada aislador de 7,5 kg.

Como se ha dicho que hay dos conductores por cruceta, el peso propio que se ha de tener en cuenta es el de esos dos conductores, es decir 3664 kg/km.

En la Tabla 1 se recogen los cálculos para esta situación:

Longitud de vanos adyacentes	400/400 metros.
Peso propio de los conductores	$2 \cdot 1832 = 3664$ kg/km.
Peso de los conductores	3664 kg/km $\cdot 0,4$ km = 1466 kg.
Peso de las cadenas de aisladores	$2 \cdot 24 \cdot 7,5 = 360$ kg.
Carga soportada por las crucetas	$p_p = 1466 + 360 = 1826$ kg.

Tabla 1. Resultados obtenidos para la hipótesis 1.

Se puede representar lo obtenido en esta primera hipótesis en un árbol de cargas, el cual se muestra en la Figura 1, donde se ha representado el esfuerzo que tiene que soportar cada cruceta en esta primera situación.

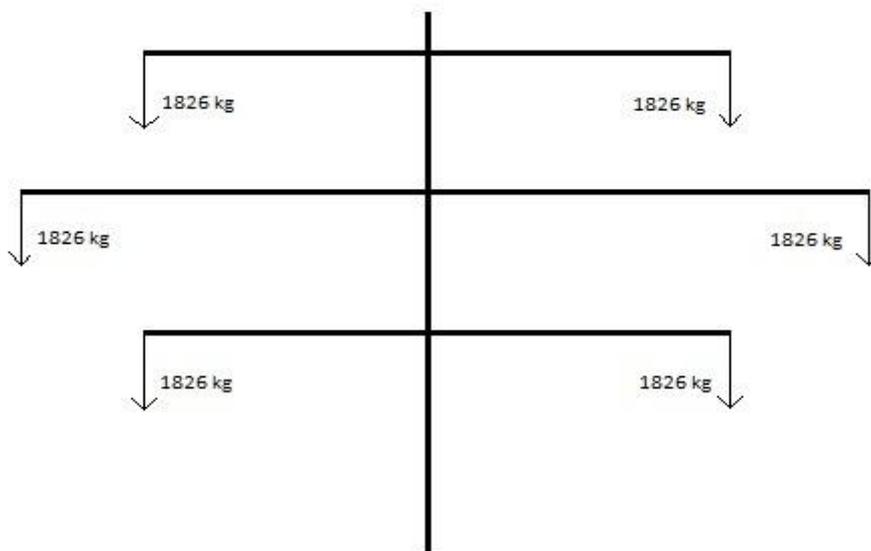


Figura 1. Árbol de carga para la hipótesis 1.

2.2. Hipótesis 2: Peso propio de conductores y aisladores más acción del viento.

En esta segunda hipótesis lo que se modifica con respecto a la primera es que se tiene en cuenta la acción del viento, según se indica en el Reglamento de Alta Tensión.

El peso propio conjunto de los conductores y de los aisladores no se ve modificado, por lo que es el mismo valor que se ha presentado en la Tabla 1, siendo sólo necesaria obtener como afecta la acción del viento.

Según el [8], la línea AC objeto de estudio en este proyecto está clasificada dentro de las líneas de Categoría Especial, por lo que para realizar los cálculos hay que tomar una velocidad del viento de 140 km/h, mayor que los 120 km/h que se tomarían para el resto de las líneas.

Con ese valor de la velocidad del viento para la situación en la que nos encontramos y junto con la ecuación siguiente, que proporciona el reglamento, se puede calcular la presión que ejerce el viento sobre los conductores, donde V es la velocidad del viento.

$$q = 50 * \left(\frac{V}{120}\right)^2$$

A continuación se obtiene el peso debido al viento por medio de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, proporcionada también por el reglamento, donde ϕ es el diámetro del conductor en mm si sólo se usa un conductor, o el diámetro equivalente si el número de conductores es mayor que uno.

En el caso que nos ocupa, como en cada una de las crucetas hay dos conductores, el diámetro utilizado en la siguiente expresión (en mm) es el correspondiente a un conductor multiplicado por el número de conductores que hay en la cruceta, que en este caso es dos.

$$p_v = q * \frac{\phi}{1000}$$

El último paso, al igual que se hizo en la hipótesis anterior, es obtener el peso que afecta a las crucetas en función de las longitudes de los vanos adyacentes a la torre, es decir, que habría que multiplicar el valor obtenido en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** por los 400 metros que mide cada uno de los vanos.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos haciendo uso de las ecuaciones que proporciona el reglamento.

Velocidad del viento	140 km/h.
Presión debida al viento	$q = 68,06 \text{ kg/m}^2$.
Diámetro equivalente	$\phi = 2 * 30,42 = 60,84 \text{ mm}$.
Peso debido al viento	$p_v = 4,14 \text{ kg/m}$.
Longitud de vanos adyacentes	400/400 m.
Carga soportada debido al viento	$p_v = 1656 \text{ kg}$.
Carga soportada debido al peso propio	$p_p = 1826 \text{ kg}$.

Tabla 2. Resultados obtenidos para la hipótesis 2.

Para esta segunda hipótesis también se muestra en la Figura 2 el árbol de cargas para esta nueva situación, en la que se aprecia tanto el esfuerzo vertical debido al peso de los conductores y aisladores, como el esfuerzo vertical debido a la acción del viento calculada anteriormente.

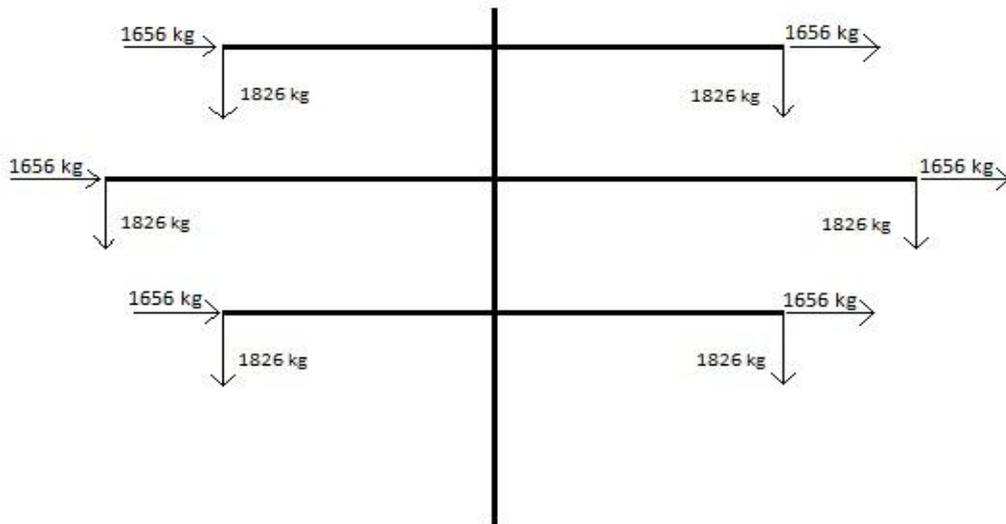


Figura 2. Árbol de carga para la hipótesis 2.

3. Árbol de cargas para la línea DC.

3.1. Hipótesis 1: Peso propio de los conductores y peso de los aisladores.

El enlace HVDC construido a partir de la línea AC utiliza todos los conductores de dicha línea, por lo que como las torres para este nuevo enlace sólo tienen dos crucetas, cada una de ellas van a soportar ahora el peso de tres conductores, en vez de los dos que se tenían en la situación anterior.

Como los factores que afectan a la degradación de los aisladores son diferentes para este enlace HVDC que para la línea AC, se ha tenido que cambiar el tipo de los mismos, siendo ahora aisladores N220P/C 171D/R, presentando unas dimensiones de 330 mm de diámetro, 171 mm de altura y una línea de fuga de 550 mm y un peso por unidad de 10,5 kg.

Además en este nuevo enlace DC se ha colocado una doble cadena de aisladores de 41 elementos cada una, al igual que hizo para la línea AC.

En la Tabla 3 se muestran los cálculos realizados para esta situación:

Longitud de vanos adyacentes	400/400 m.
Peso propio de los conductores	$3 \cdot 1832 = 5496$ kg/km.
Peso de los conductores	$5496 \text{ kg/km} \cdot 0,4 \text{ km} = 2200$ kg.
Peso de las cadenas de aisladores	$2 \cdot 41 \cdot 10,5 = 861$ kg.
Carga soportada por las crucetas	$p_p = 2200 + 861 = 3061$ kg.

Tabla 3. Resultados obtenidos para la hipótesis 1.

Al igual que para el estudio de la línea AC, para esta primera hipótesis también se tiene un árbol de cargas en la Figura 3, que representa sobre un esquema de la línea los resultados obtenidos.

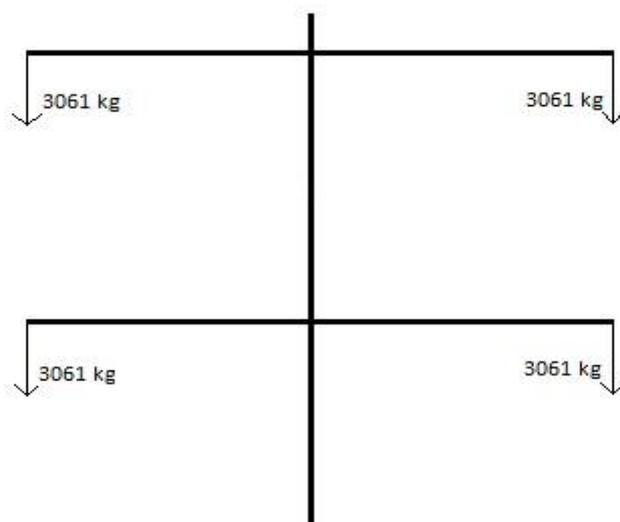


Figura 3. Árbol de carga para la hipótesis 1.

3.2. Hipótesis 2: Peso propio de conductores y aisladores más acción del viento.

Para esta segunda hipótesis se va a tener en cuenta la acción del viento, al igual que ya se hizo anteriormente para la línea AC.

Se va a considerar una velocidad del viento igual a 140 km/h debido al carácter especial de la línea, pero ahora al tener tres conductores por cruceta, el esfuerzo que soportan las mismas debido a la acción del viento va a ser mayor que en el caso de la línea AC, ya que en ese caso había dos conductores por cruceta.

Las ecuaciones que se han de utilizar en este caso son las mismas que se presentaron en el apartado 0, solo que ahora hay que tener en cuenta que el diámetro que se utiliza en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** es el diámetro de un conductor multiplicado por el número de conductores utilizados, que en este caso son 3.

El peso propio conjunto debido a los conductores y la doble cadena de aisladores es el mismo que se ha calculado en la hipótesis anterior, ya que no se ve modificado debido a la acción del viento, mostrándose los resultados obtenidos en esta hipótesis en la Tabla 4.

Velocidad del viento	140 km/h.
Presión debida al viento	68,06 kg/m ² .
Diámetro equivalente	$\phi=3*30,42 \text{ mm}= 91,26 \text{ mm.}$
Peso debido al viento	$p_v= 6,21 \text{ kg/m.}$
Longitud de vanos adyacentes	400/400 m.
Carga soportada debido al viento	$p_v= 2484 \text{ kg.}$
Carga soportada debido al peso propio	$p_p= 3061 \text{ kg.}$

Tabla 4. Resultados obtenidos para la hipótesis 2.

Para completar este último caso, se muestra el árbol de cargas correspondiente en la Figura 4, donde se ven tanto las cargas soportadas por el peso propio como las cargas debida al efecto del viento calculada para este enlace HVDC.

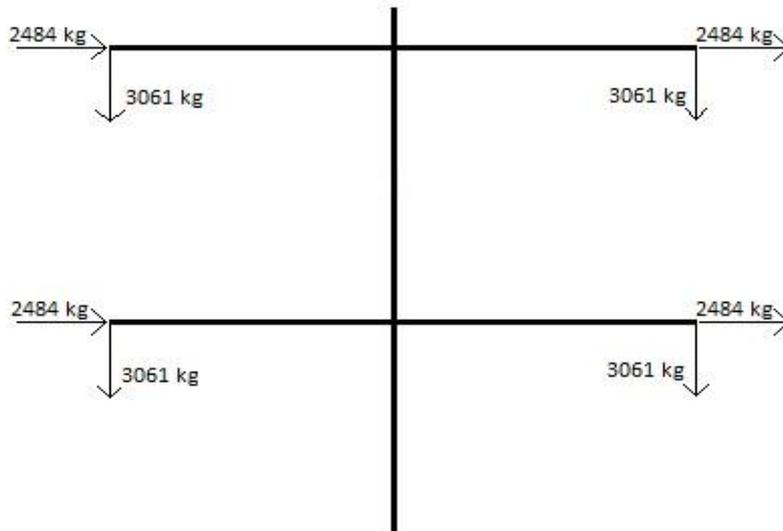


Figura 4. Árbol de carga para la hipótesis 2.



ANEXO I	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 10 ~
---------	---	--------

ANEXO II: CÁLCULO DE LA CADENA DE AISLADORES.

1. Introducción.

Antes de ver cuáles son los aisladores más apropiados para esta nueva situación y el número necesario para cumplir las especificaciones, hay que ver algunos aspectos que es necesario conocer para poder diseñar la nueva cadena de aisladores.

Los dos problemas principales que hay que tener en cuenta en este nuevo caso son:

- La contaminación en la superficie de los aisladores.
- El esfuerzo dieléctrico al que están sometidos los aisladores debido al campo eléctrico unidireccional provocado por la corriente continua.

Para poder solucionar estos nuevos problemas que surgen debido a la utilización ahora de corriente continua en la línea, hay que utilizar unos aisladores diferentes a los utilizados para el caso de corriente alterna.

Estos aisladores están fabricados con unos materiales dieléctricos diferentes a los que se utilizan en la fabricación de los aisladores para corriente alterna, dado que el esfuerzo dieléctrico al que están sometidos los aisladores en el caso de corriente continua es mayor, debido al campo eléctrico unidireccional impuesto por dicha corriente.

Para el caso de aisladores fabricados con materiales compuestos, hay que decir que no existe en este momento una normativa internacional que los regule, debido al poco conocimiento que se tiene sobre las líneas en las que se han utilizado y sobre los mecanismos de envejecimiento que actúan sobre ellos.

En el otro lado se encuentran los aisladores de materiales cerámicos. Existen una serie de normas publicadas bajo la referencia IEC 61325, mediante la que se describen los requerimientos mínimos para los aisladores de vidrio y porcelana en las aplicaciones HVDC.

Además, se tiene mucha experiencia en este campo debido a las líneas que existen con estos aisladores instalados, permitiendo así conocer el funcionamiento que presentan bajo diferentes condiciones climáticas y medioambientales.

La utilización de los aisladores de porcelana dentro de este campo, viene limitada por la habilidad de los fabricantes de conseguir una estructura lo más cohesionada posible, sin la existencia de pequeñas grietas, ya que estas son mucho más peligrosas en los aisladores de líneas de corriente continua que en los de líneas de corriente alterna.

Para los aisladores de vidrio, el factor más importante es el grado de pureza que presenta el dieléctrico, ya que pequeñas inclusiones en el material pueden ser la razón por la que aparezcan unos efectos dañinos en los primeros años de servicio.

2. Requerimientos principales de los aisladores para líneas HVDC.

Como ya se ha comentado anteriormente, debido a las nuevas condiciones que se tienen ahora, es necesario que los aisladores presenten una alta resistividad, por lo que en relación con la norma IEC 61325, las especificaciones de los materiales dieléctricos se pueden resumir en dos requerimientos principales, que son:

- Migración iónica.
- Aumento incontrolado de la temperatura.

Para los elementos dieléctricos usados en líneas aéreas, la corriente iónica viene producida principalmente por la migración iónica de elementos alcalinos como Na^+ . Dicha corriente unidireccional circulando a través del cuerpo del dieléctrico puede provocar una disminución de la estructura atómica del material, reduciendo así las propiedades electromecánicas y termo mecánicas del material.

Por otra parte, la corriente transversal continua, diferente a la que circula por la línea de fuga, cruzando por el cuerpo del dieléctrico puede generar un incremento de la temperatura, lo que provoca una disminución local de la resistividad en la cabeza del aislador.

Si esto perdurara en el tiempo, se podría producir la perforación del aislador o directamente se podría destruir debido a un fenómeno de avalancha, los cuales son los efectos visibles en el aislador de ese aumento de la temperatura.

La aplicación de estas consideraciones en el vidrio endurecido se traduce en una nueva resistividad del cuerpo vidrio del aislador para corriente continua, que es unas 100 veces mayor que la presentada por el vidrio de los aisladores para corriente alterna en unas condiciones normales de servicio.

Aparte de los materiales anteriores, se pueden hacer algunas consideraciones con materiales distintos a los comentados.

Entre otras características, el riesgo de corrosión electromecánica ha de ser considerado con cuidado. Las partículas aéreas que son atraídas por el campo eléctrico unidireccional creado por la corriente continua, van a generar un nivel de contaminación ambiental independiente de los factores específicos de contaminación que existan debido al ambiente que rodea a la instalación.

Las terminaciones metálicas de los aisladores pueden verse fuertemente dañadas debido a la actividad provocada en la superficie de los mismos por el campo eléctrico unidireccional, fenómeno que es conocido en líneas de corriente alterna, pero normalmente en situaciones en las que existe una contaminación extrema.

El vástago de los aisladores sufre los fenómenos de corrosión que se han comentado, por lo que hoy en día todos los aisladores que van a ser utilizados en líneas de corriente continua, están equipados con unos manguitos de zinc, siendo estos los que van a sufrir esa corrosión, evitando así que ocurra en los aisladores y por lo tanto consiguiendo alargar la vida útil de los mismos.

Además, dependiendo de nivel de contaminación que se espere en la línea, existen diferentes manguitos que se pueden instalar para proteger los aisladores, situándose tanto en el vástago como en la caperuza de los mismos.

En la Figura 1 y la Figura 2 se muestran esos manguitos de zinc que se han comentado, dispuestos en las dos partes del aislador.



Figura 1. Aislador HVDC con manguito de zinc. Fuente: Cigré.



Figura 2. Aislador HVDC con manguito de zinc. Fuente: Cigré.

En la Figura 3 se muestra la diferencia que existe entre tener un manguito de zinc o no tenerlo en el vástago de los aisladores que están sometidos a una contaminación extrema, apreciándose una gran diferencia.



Figura 3. Comparación sujeciones de aisladores sin y con manguitos de zinc. Fuente: Cigré.

3. Factores a tener en cuenta en el diseño de los aisladores.

Una vez se han visto las nuevas condiciones que hay que tener en cuenta en los aisladores cuando se utilizan en aplicaciones de corriente continua, a continuación se van a comentar los factores que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar la cadena de aisladores para una línea HVDC.

Básicamente los factores a tener en cuenta son tres:

- Máximo nivel de tensión de la línea.
- Altitud de la línea.
- Condiciones de la contaminación.

Según se presenta en [24], para los factores que no están relacionados con la contaminación, como son el máximo nivel de tensión y la altitud de la línea, se establecen una serie de valores típicos que van a permitir realizar el cálculo de la cadena de aisladores de una manera más apropiada.

En relación con el máximo nivel de tensión de la línea, viene definido por las estaciones de conversión, sin embargo, gracias a la experiencia en líneas existentes, se puede establecer que el máximo valor de tensión se encuentra entre un 3 y un 6 % por encima del valor de tensión nominal que tenga la línea en cuestión.

Por ejemplo, para la línea que se está estudiando en este proyecto que es de ± 500 kV, un valor de referencia válido para realizar los cálculos puede ser de ± 515 kV.

Por otro lado, respecto a la altitud de la línea, hay que prestar especial atención cuando haya zonas de la misma que estén situadas en altitudes elevadas, ya que en esos casos sería necesario evaluar la influencia que tiene la densidad del aire sobre la línea.

La norma IEC 60071-2 presenta una serie de factores de corrección, siendo uno de los más importantes el que considera a la tensión de descarga debido a un rayo que se produce en la línea.

Ese factor de corrección viene dado mediante la expresión:

$$k_a = e^{(m*H/8150)}$$



El parámetro m vale 0,63 mientras que H es la altitud de la línea en metros.
A partir de ese factor de corrección, se obtiene el valor de la tensión de descarga o tensión disruptiva mediante:

$$U_{alt} = U_N * k_a$$

Siendo U_N el valor de la tensión de descarga o disruptiva medida en condiciones normales por debajo de los 1000 metros de altitud y U_{alt} es el valor corregido de la tensión a la altura correcta.

Por último, existen una serie de factores relacionados con la contaminación existente que hay que tener en cuenta y que son a partir de los cuales se va a establecer la metodología para el cálculo de la cadena de aisladores, comentándose a continuación.

- Nivel de ESDD (Equivalent Salt Deposit Density) general esperado en el aislador. Dado que la contaminación en estos aisladores se acumula en mayor medida en la superficie inferior que en la superior, el ratio Top/Bottom es importante. Los aisladores tipo niebla (fog) son los que se utilizan mayoritariamente en las aplicaciones HVDC.
- El valor U_{50} de la tensión disruptiva o de descarga para el aislador en cuestión.
- Nivel de NSDD (Non-soluble Salt Deposit Density) esperado en el aislador, el cual viene dado por los contaminantes no solubles que existen.

4. Obtención de la cadena de aisladores.

4.1. Características principales del aislador.

El primer paso dentro de la obtención de la cadena de aisladores necesaria para este nuevo enlace HVDC es el de elegir el aislador que cumpla con las características comentadas anteriormente, por lo que para ello en este trabajo se ha hecho uso de un catálogo de aisladores específicos para aplicaciones HVDC de la empresa SEVES [56].

Esta empresa cuenta con más de 45 años de experiencia, teniendo más de 3,5 millones de unidades funcionando en diferentes proyectos, por lo que puede ser considerada como válida para el estudio de la situación que se está tiene.

El aislador seleccionado es el que se muestra en la Figura 4, de vidrio endurecido con un enganche de tipo rótula y como ya se ha comentado anteriormente, este aislador es de los usados comúnmente en este tipo de instalaciones, ya que es de tipo niebla (fog).

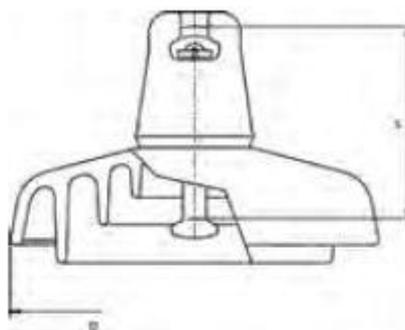


Figura 4. Aislador tipo fog a instalar en la línea HVDC. Fuente: SEVES.

El aislador elegido, dentro de los que proporciona el catálogo de la empresa anteriormente mencionada, es el que se señala en la Figura 5:

CATALOG No	N120PB/C 146DR	N180P/C 171DR	N220P/C 171DR
ANSI class and IEC coupling	52-5	52-8	52-11
According to ANSI C29-2/IEC 60120	Type J	Type K	Type K
CSA coupling type	CS-5	CS-8	CS-11

Figura 5. Información del aislador utilizado en la línea HVDC. Fuente: SEVES.

Las dimensiones del aislador señalado son: 330 mm de diámetro, 171 mm de altura y una línea de fuga de 550 mm, teniendo un peso cada aislador de 10,5 kg.

Por otro lado las características eléctricas del aislador, que han sido obtenidas siguiendo la normativa IEC 61325 según aparece en el catálogo, son las siguientes:

- Tensión continua soportada en seco durante un minuto: ± 150 kV.
- Tensión continua soportada en húmedo durante un minuto: ± 65 kV.
- Tensión soportada frente a un impulso tipo rayo en seco: 140 kV.

4.2. Proceso de cálculo de la cadena.

A partir de las características del aislador vistas en el apartado anterior, en este punto se va a calcular el número de elementos que es necesario instalar en la cadena para permitir el buen funcionamiento de la línea, por lo que para ello se va a hacer uso del proceso descrito para este fin en la publicación [24] la cual ya se ha mencionado anteriormente.

También se van a utilizar los datos experimentales que se muestran en el artículo [42].

En función de la situación de la línea HVDC que se está estudiando en este proyecto, se ha decidido tomar un valor del factor ESDD igual a $0,05 \text{ mg/cm}^2$, el cual refleja un valor de contaminación medio sobre la línea.

Este valor del parámetro ESDD tiene a su vez asociado un valor del ratio Top/Bottom descrito anteriormente, el cual se conoce también como CUR.

Por lo tanto se tiene en este caso que: $\text{CUR} = T/B = 1/5$.

A partir de este valor, se puede calcular el factor de corrección del valor U50 de la tensión disruptiva, mediante la siguiente ecuación:

$$k1 = 1 - W * \log(\text{CUR})$$

El valor del parámetro W se suele tomar dentro del intervalo [0,35;0,45], siendo $W=0,38$ el que se toma habitualmente para realizar estos cálculos.

Por lo tanto, aplicando la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** anterior el valor que se obtiene para dicho factor de corrección es $k1 = 1,266$.

El siguiente paso es estimar el factor NSDD, ya que según los artículos consultados, existe una diferencia notable entre los resultados en los que se ha tenido en cuenta la corrección por medio de este parámetro y entre los que no se ha hecho.

En dichos artículos también se señala que el valor del ratio NSDD/ESDD está comprendido entre 4 y 6, por lo que se suele estimar como 5 para realizar los cálculos. Esto proporciona un valor del NSDD que será igual a:

$$NSDD = 5 * ESDD = 5 * 0,05 \frac{mg}{cm^2} = 0,25 \frac{mg}{cm^2}$$

El siguiente paso es calcular otro factor de corrección, el cual depende del valor del parámetro NSDD, ya que está relacionado con la influencia de las partes no solubles de la contaminación.

Este factor de corrección ha sido validado empíricamente durante muchos años gracias a diferentes experimentos y situaciones reales, por lo que ha de tenerse en cuenta en el proceso que se está siguiendo.

En la siguiente ecuación se muestra la fórmula por la cual se obtiene el factor de corrección comentado:

$$k2 = (NSDD/0,1)^{-0,15} = 0,872$$

El siguiente paso es conocer el valor U50 de la tensión disruptiva para un nivel determinado de ESDD, que es el que se ha utilizado para realizar los cálculos.

Este valor es proporcionado por los fabricantes de aisladores en sus catálogos y provienen de los ensayos realizados en el laboratorio, realizándose estos normalmente con un valor NSDD=0,1 mg/cm². Por lo tanto para el aislador que se está utilizando en esta línea, se ha tomado un valor de la tensión U50=13,6 kV.

A partir de los dos factores de corrección calculados anteriormente, se obtiene el valor de la tensión U50 corregido para la situación en la que nos encontramos.

Así, el valor corregido se calcularía como:

$$U50_{corr} = U50 * k1 * k2 = 13,6 * 1,266 * 0,872 = 15,01 kV$$

El valor obtenido en la ecuación anterior se trata de una estimación de la tensión disruptiva o de descarga de cada aislador, por lo que lo siguiente que hay que hacer es evaluar el riesgo de que se produzca un arco en la cadena de aisladores, debido a la aparición de esta tensión disruptiva o de descarga, bajo las condiciones ya comentadas.

Estos arcos eléctricos vienen provocados por la energización de la línea debido a un rayo que haya podido caer en la línea durante una tormenta eléctrica, aunque no se trata de un fenómeno muy habitual.

Por lo tanto, para conocer el riesgo de que se produzcan esos arcos en la cadena de aisladores, se hace uso de la siguiente expresión

$$U50_{string} = \frac{V_{dc}}{(1 - n * \sigma)}$$

Para obtener dicho riesgo se tiene que V_{dc} es la máxima tensión de la línea, que para el caso que nos ocupa es ± 515 kV y se toma, como se hace normalmente, una probabilidad del 98 % de resistir el arco eléctrico con una desviación estándar del 7%. Los parámetros de la expresión anterior son $n=2,15$ y $\sigma=0,07$.

Por la tanto la cadena de aisladores ha de tener un valor de la tensión U50 que no sea menor que el obtenido mediante la expresión:

$$U50_{string} = \frac{515}{(1 - 2,15 * 0,07)} = 606,24 \text{ kV}$$

El último paso es calcular el número de aisladores que van a formar la cadena bajo las condiciones de contaminación que se han tenido en cuenta durante el proceso, el cual viene definido por:

$$\text{Número de aisladores} = \frac{U50_{string}}{U50_{corr}} = \frac{606,24}{15,01} = 40,39 \cong 41$$

Para garantizar la seguridad en la línea HVDC, al igual que pasaba en la línea AC, se va a colocar una doble cadena de aisladores para asegurar que si existe un fallo en alguna de las dos cadenas, siga existiendo el aislamiento necesario para proteger a la línea, por lo que se colocara una doble cadena de 41 aisladores cada una, suponiendo un total de 82 aisladores.

Finalmente, mediante los datos proporcionados por el fabricante en el catálogo consultado, se pueden obtener el resto de parámetros relacionados con la cadena de aisladores, los cuales se muestran en la Tabla 1:

Longitud de la cadena	171 mm*41 aisladores \cong 7000 mm
Peso de la cadena	10,5 kg*41 aisladores= 430,5 kg
Peso total de las dos cadenas	2*430,5= 861 kg
Línea de fuga de la cadena	550 mm*41 aisladores= 22550 mm

Tabla 1. Propiedades de la cadena de aisladores instalada.

ANEXO III: CÁLCULO DE LOS LÍMITES MEDIOAMBIENTALES.

1. Introducción.

Para ver cuál es el nivel de tensión más adecuado para el enlace HVDC que se tiene, hay que evaluar una serie de parámetros medioambientales que son los que nos van a marcar los límites entre los que dicha línea ha de encontrarse y a partir de los cuales, se va a elegir el nivel de tensión más adecuado.

Lo primero que se ha de tener en cuenta es que la conversión de una línea de 400 kV de doble circuito como la que se estudia en este proyecto, suele hacerse a una línea HVDC cuya tensión suele ser ± 450 kV o ± 500 kV, por lo que se van a estudiar esos dos niveles de tensión.

Al producirse la conversión de la línea los conductores utilizados son los mismos que se usan en la línea de transporte HVAC, por lo que la corriente máxima que puede circular por ellos en la línea de corriente continua, es la misma que en ese caso, siendo la nueva potencia que se obtiene proporcional a la tensión en continua que se adopta, por lo que cuanto mayor es el nivel de tensión, mayor es la potencia que se va a transmitir por el enlace HVDC.

Para poder obtener el nivel de tensión aceptable para el funcionamiento de la línea de transporte en corriente continua, han de evaluarse, como se ha comentado anteriormente, una serie de parámetros medioambientales, que son los siguientes:

- Campo eléctrico: ese aspecto suele estar controlado por reglas locales, pero se puede tomar un valor máximo de 5 kV/m para el caso de líneas de corriente alterna, mientras que para líneas de corriente continua no existe un límite general, aunque se puede adoptar un valor máximo del mismo de 40 kV/m.
- Campo magnético: en este caso los valores límite para líneas de corriente alterna y líneas de corriente continua son, respectivamente, 100 μ T y 40 mT, pero no se trata de un factor crítico a la hora de elegir la tensión de la línea.
- Ruido audible: para una línea de corriente alterna este efecto es mayor durante los días de lluvia, mientras que pasa desapercibido cuando se tiene buen tiempo, sin embargo en el caso de líneas de corriente continua ocurre lo contrario, agravándose este efecto cuando los conductores están secos, por lo que se establece un límite dentro del intervalo 40-55 dBA.
- Radio interferencia: este efecto al igual que ocurría con el ruido audible, se ve muy afectado por las condiciones climatológicas, llegando a aumentar entre 15 y 20 dB cuando llueve en sistemas de corriente alterna, mientras que para sistemas HVDC este efecto se ve aumentado con el buen tiempo, siendo 72 dB el límite para buen tiempo y entre 50 y 60 dB para el caso de lluvia.

ANEXO III	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 1 ~
-----------	---	-------

2. Datos iniciales.

Es necesario el cálculo de una serie de datos de partida a partir de los cuales se van a poder calcular el campo eléctrico, el ruido audible y la radio interferencia.

Para ello se ha hecho uso de las expresiones que vienen dadas por el CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques) y por la BPA (Bonneville Power Agency).

Por lo tanto, lo primero que se va a obtener es ese gradiente máximo superficial, haciendo uso de la expresión dada por Markt y Mengele que se presenta a continuación:

$$E_{max} = \frac{V * \left[1 + \frac{r}{R_h} * (N - 1) \right]}{N * r * \ln \left(\frac{2 * H}{R_e * \sqrt{(2 * H/P)^2 + 1}} \right)}$$

Los parámetros que forman parte de la ecuación son:

- E_{max} : máximo gradiente superficial, kV/cm.
- V: tensión entre el polo y tierra, kV.
- N: número de conductores.
- H: altura de los conductores, m.
- r: radio del conductor, cm.
- P: distancia entre los polos, m.
- R_h : radio del haz de conductores, cm.
- R_e : radio equivalente, m.

Las siguientes ecuaciones son para el cálculo de esos dos parámetros son las siguientes:

$$R_h = \frac{s}{2 * \sin(\pi/N)}$$

Donde s representa la distancia entre los conductores del haz.

$$R_e = \sqrt[N]{N * r * R_h^{N-1}}$$

El primer paso es calcular el radio del haz de conductores y el radio equivalente mediante esas dos expresiones, dado que su valor no va a cambiar aunque cambie el nivel de tensión debido a que la configuración no se va a ver afectada en un principio, ya que se podrían llevar a cabo algunas modificaciones si se diera la situación que no se cumplieran los límites impuestos para los parámetros medioambientales vistos anteriormente.

Para ello lo primero que se hace es definir los valores de los parámetros que están implicados en estas expresiones, apareciendo el término s que se ha definido anteriormente y que se ha tomado un valor de 0,4 metros, obteniéndose lo siguiente:

$$R_h = \frac{s}{2 * \sin(\pi/N)} = \frac{0,4}{2 * \sin(\pi/2)} = 0,2 \text{ m} = 20 \text{ cm.}$$

Una vez se ha obtenido el valor del radio del haz de conductores, mediante la siguiente expresión se obtiene el radio equivalente:

$$R_e = \sqrt[N]{N * r * R_h^{N-1}} = \sqrt{2 * 0,01521 * 0,2} = 0,078 \text{ m} = 7,8 \text{ cm}$$

Una vez se han obtenido estos dos datos necesarios, se aplica la expresión del gradiente máximo para obtener el valor del máximo gradiente superficial en los dos niveles de tensión que nos interesan que son $\pm 450 \text{ kV}$ y $\pm 500 \text{ kV}$.

Antes de sustituir los valores en dicha expresión, primero hay que definir los parámetros que aparecen en ella viendo los valores que se han tomado en esta primera aproximación ya que, si fuera necesario, podrían verse modificados más adelante para conseguir cumplir las restricciones ambientales que ya se han comentado.

Para el caso del cálculo del máximo gradiente superficial mediante la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se especifica que se debe hacer con la altura mínima de la línea, la cual es dependiente del nivel de tensión y se puede aproximar mediante la expresión:

$$H = H_{min} = 7,5 + 0,01 * V$$

En la Tabla 1 que se muestra a continuación, se presentan los valores de la altura mínima de la línea para los dos niveles de tensión.

Tensión nominal (kV)	± 450	± 500
H_{\min} (m)	12	12,5

Tabla 1. Altura mínima de la línea para los dos niveles de tensión.

Por otro lado la distancia existente entre los polos (P) se ha tomado 15 metros, la cual se ha obtenido como un promedio aproximado de las anchuras de las crucetas que presentan los apoyos reales de una línea como la que se está tratando.

Una vez vistos estos valores de los parámetros, sustituyéndolos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se obtiene el máximo gradiente superficial para ambos niveles de tensión, mostrándose los valores obtenidos en la Tabla 2.

Nivel de tensión (kV)	± 450	± 500
Gradiente máximo (kV/cm)	31,25	34,64

Tabla 2. Valores del máximo gradiente superficial para los dos niveles de tensión.

3. Distribución del campo eléctrico sin y con cargas espaciales

El siguiente paso una vez calculado el máximo gradiente superficial va a ser calcular la distribución del campo eléctrico libre de cargas espaciales, mediante la siguiente ecuación, que ha sido obtenida a partir del método de las imágenes y que se muestra a continuación.

$$E_{sc} = \frac{2 * H * V}{\ln\left(\frac{2 * H}{R_e * \sqrt{(2 * H/P)^2 + 1}}\right)} * \left[\frac{1}{\left(x - \frac{P}{2}\right)^2 + H^2} - \frac{1}{\left(x + \frac{P}{2}\right)^2 + H^2} \right]$$

En la expresión anterior **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** aparece solamente un parámetro diferente a los que se han utilizado para el cálculo del máximo gradiente superficial y es el parámetro x, el cual se define como la distancia lateral del punto de evaluación desde el centro de la línea, expresada en metros.

A partir de la variación de este parámetro se va a conseguir la distribución de este campo eléctrico, viendo los valores máximos y mínimos que se obtienen y la forma que presenta dicho campo.

Primero se va a evaluar el campo eléctrico para el nivel de tensión de ± 450 kV y posteriormente se hará para ± 500 kV, evaluándose las distancias desde el centro de la línea hasta un valor del parámetro x de 25 metros, obteniendo el valor del campo eléctrico cada 5 metros, para obtener así la distribución de dicho campo.

Para la tensión de ± 450 kV se obtiene los datos del campo eléctrico libre de cargas espaciales que se muestran a continuación en la Tabla 3.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Valor del campo eléctrico libre. (kV/m)
0	0
5	7,05
-5	-7,05
10	9,4
-10	-9,4
15	7,33
-15	-7,33
20	4,71
-20	-4,71
25	2,94
-25	-2,94

Tabla 3. Valores del campo eléctrico libre de cargas espaciales para ± 450 kV.

Para la tensión de ± 500 kV se ha seguido también el mismo procedimiento, obteniéndose los resultados a partir de la expresión del campo eléctrico como en el caso anterior, mostrándose estos en la Tabla 4.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Valor del campo eléctrico libre. (kV/m)
0	0
5	7,83
-5	-7,83
10	10,45
-10	-10,45
15	8,14
-15	-8,14
20	5,23
-20	-5,23
25	3,27
-25	-3,27

Tabla 4. Valores del campo eléctrico libre de cargas espaciales para ± 500 kV.

A partir de estas dos tablas de datos obtenidas para ambos niveles de tensión, se ha representado gráficamente la distribución del campo eléctrico sin cargas espaciales, viéndose en la Figura 1 la comparación de las dos tensiones.

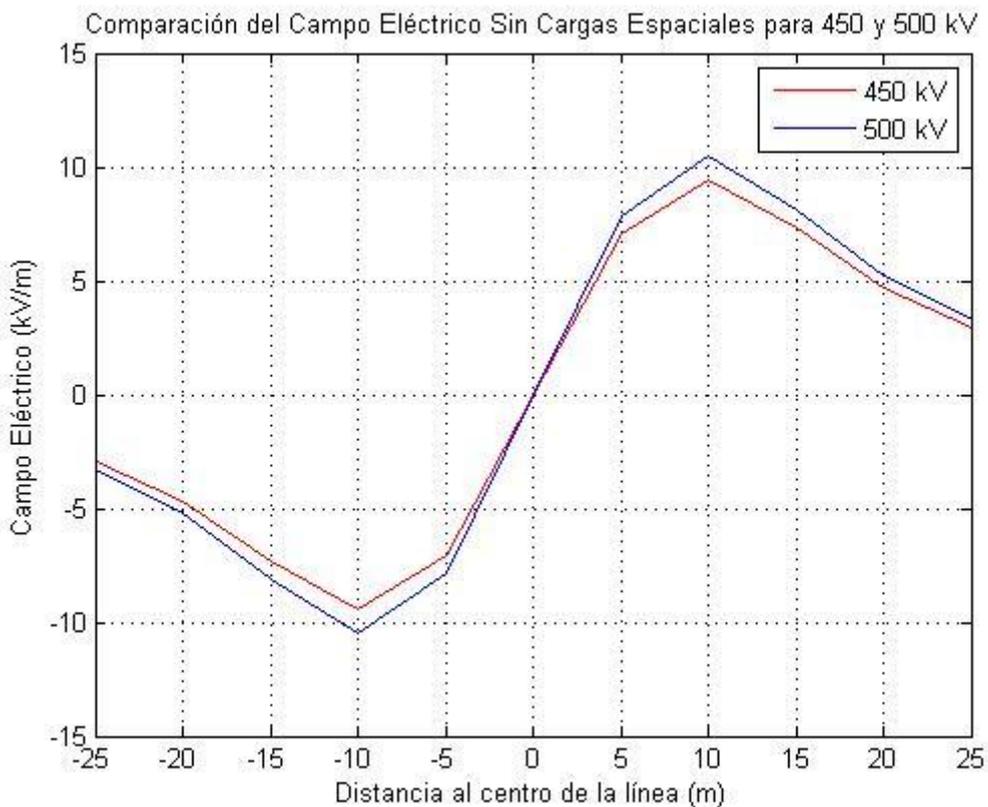


Figura 1. Distribución del campo eléctrico sin cargas espaciales para las dos tensiones.

A partir de las distribuciones del campo eléctrico sin cargas espaciales para ambas tensiones, se puede obtener la distribución del campo eléctrico con cargas espaciales sin cometer un error apreciable, sabiendo que este último campo es, aproximadamente, tres veces superior al campo eléctrico sin cargas espaciales, por lo que se pueden obtener dichos valores, mostrándose en la Tabla 5 y la Tabla 6.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Valor del campo eléctrico. (kV/m)
0	0
5	21,15
-5	-21,15
10	28,2
-10	-28,2
15	21,99
-15	-21,99
20	14,13
-20	-14,13
25	8,82
-25	-8,82

Tabla 5. Distribución del campo eléctrico con carga espacial para ± 450 kV.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Valor del campo eléctrico libre. (kV/m)
0	0
5	23,49
-5	-23,49
10	31,35
-10	-31,35
15	24,42
-15	-24,42
20	15,69
-20	-15,69
25	9,81
-25	-9,81

Tabla 6. Distribución del campo eléctrico con carga espacial para ± 500 kV.

Para el caso de campo eléctrico con cargas espaciales, también se han representado las distribuciones de campo eléctrico para las dos tensiones en la Figura 2 para comparar los resultados que se han obtenido.

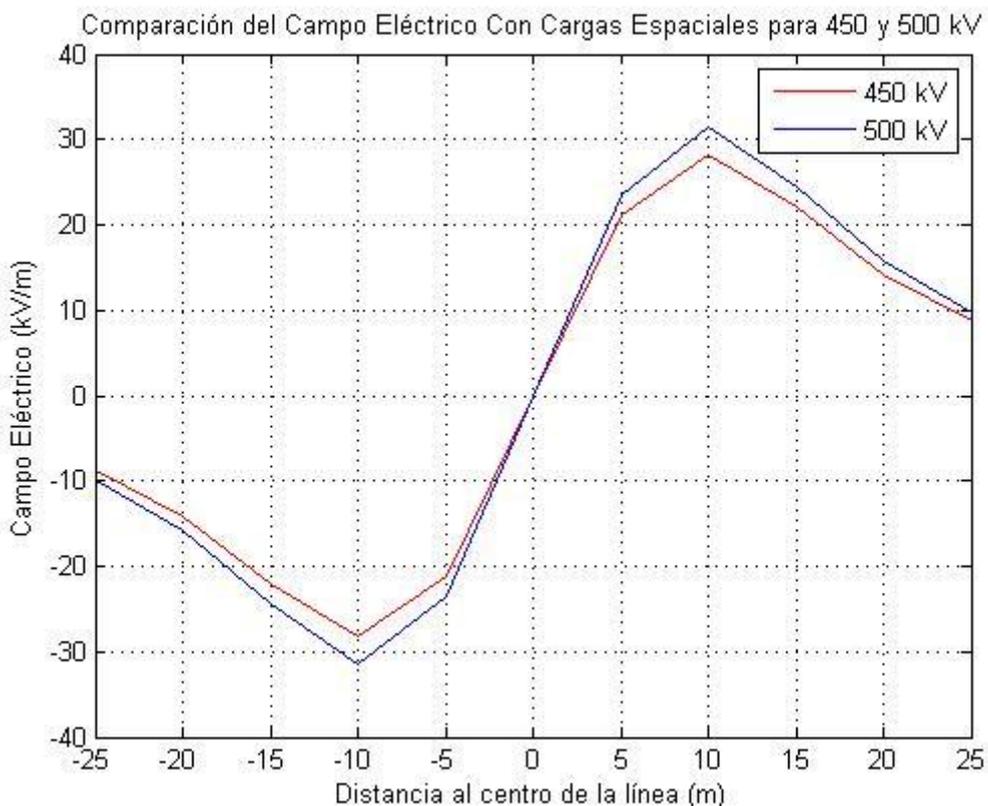


Figura 2. Distribución del campo eléctrico con cargas espaciales para las dos tensiones.

4. Cálculo de los valores de la radio interferencia.

El siguiente paso después de haber obtenido el campo eléctrico es obtener los valores de radio interferencia que se producirían en una línea de corriente continua de ± 450 kV y en una de ± 500 kV, que son los casos que estamos estudiando.

Para obtener la distribución de esos valores de la radio interferencia se va a hacer uso de la fórmula dada por la BPA (Bonneville Power Agency) de EE.UU, a partir de la cual se puede obtener el valor promedio de la interferencia en buen tiempo y la cual viene dada en la expresión:

$$RI = 51,7 + 86 * \log\left(\frac{g}{25,6}\right) + 40 * \log\left(\frac{d}{4,62}\right) + 10 * \{1 - [\log(10 * f)]^2\} + 40 * \log\left(\frac{19,9}{D}\right) + \frac{q}{300}$$

Los parámetros que forman parte de la expresión son:

- RI: radio interferencia, dB (1 μ V/m).
- g: máximo gradiente superficial, kV/cm.
- d: diámetro del conductor, cm.
- f: frecuencia de la interferencia, MHz.
- D: distancia radial entre el polo positivo y el punto de cálculo, m.
- q: altura de los conductores, m (msnm).

La altura de los conductores influye en la radio interferencia que se produce, se suele utilizar una altura promedio para obtener la distribución de este parámetro, aunque se puede utilizar también la altura mínima, que ya se ha utilizado en el caso anterior, con propósitos conservadores de diseño.

La frecuencia bajo la que se van a calcular los valores de la radio interferencia es de 0,5 MHz, los valores del máximo gradiente superficial para ambos niveles de tensión son los dados en la Tabla 2, mientras que la altura que se va a tomar, va a ser la altura mínima obtenida anteriormente sumada a la altura promedio que tiene la línea sobre el nivel del mar, como se muestra en la Tabla 7, obteniéndose los siguientes valores.

Nivel de tensión (kV)	± 450	± 500
Altura de los conductores (m).	12+300=312	12,5+300=312,5

Tabla 7. Altura mínima de los conductores sobre el nivel del mar según el nivel de tensión (q).

Antes de mostrar los resultados obtenidos para los dos niveles de tensión que se están estudiando, las distancias que se han elegido para el cálculo son, tomando como origen la vertical del polo positivo, de 5 en 5 metros hasta los 40 metros, añadiendo un último punto de medida a los 50 metros y también en el sentido opuesto, al igual que se realizó anteriormente en el cálculo del campo eléctrico.

La Tabla 8 que se muestra a continuación presenta los datos de la radio interferencia, calculados para la línea de ± 450 kV, tratándose de valores promedio en condiciones de buen tiempo.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Radio Interferencia, RI. (dB)
10	94,08
-10	60,28
15	74,99
-15	55,91
20	66,12
-20	52,43
25	60,28
-25	49,52
30	55,91
-30	47,04
35	52,43
-35	44,86
40	49,53
-40	42,93
50	44,86
-50	39,61

Tabla 8. Valores promedio con buen tiempo de la radio interferencia para la línea de ± 450 kV.

La Tabla 9 muestra también las medidas de la radio interferencia en las mismas condiciones climatológicas que se han comentado antes, siendo estos datos los de la línea de ± 500 kV.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Radio Interferencia, RI. (dB)
10	97,93
-10	64,12
15	78,84
-15	59,76
20	69,97
-20	56,27
25	64,12
-25	53,37
30	59,76
-30	50,88
35	56,27
-35	48,71
40	53,37
-40	46,78
50	48,71
-50	43,46

Tabla 9. Valores promedio con buen tiempo de la radio interferencia para la línea de ± 500 kV.

A partir de los datos que se han obtenido y que se muestran en ambas tablas, se van a representar gráficamente ambas distribuciones en la Figura 3, al igual que se ha hecho anteriormente, dado que de esa manera se puede apreciar de una forma más clara la diferencia existente.

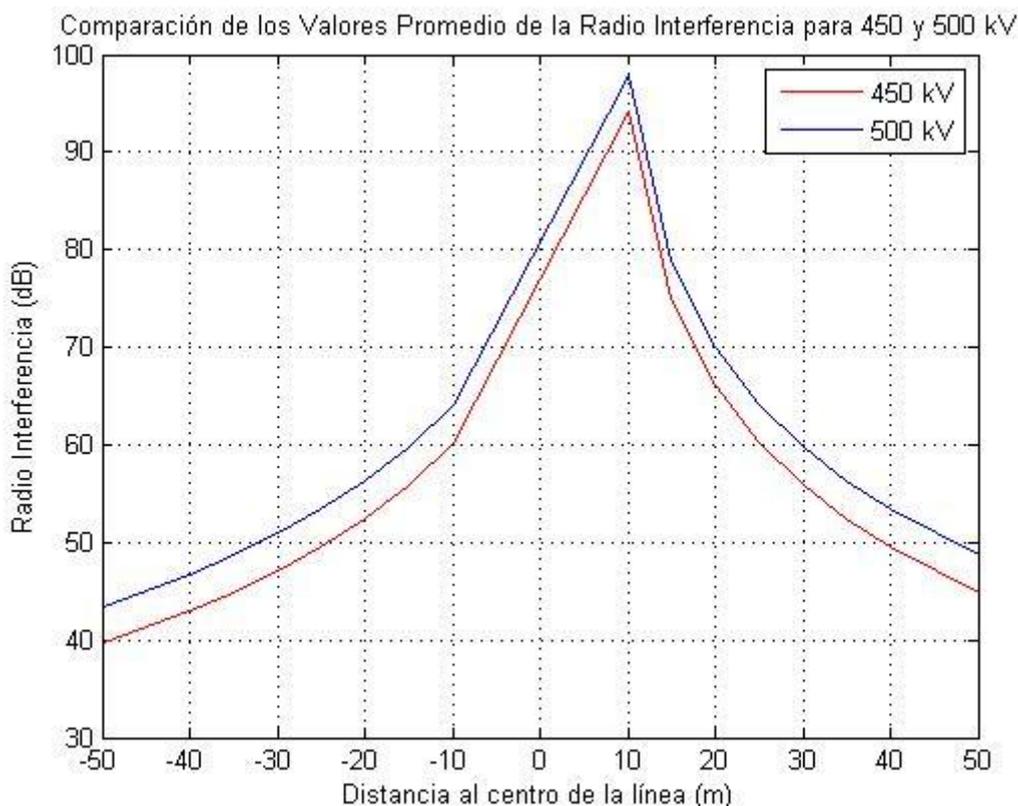


Figura 3. Comparación de las distribuciones promedio de la radio interferencia en buen tiempo para las dos tensiones.

Todos los datos que han sido presentados han sido calculados bajo unas condiciones meteorológicas de buen tiempo, como se ha ido diciendo anteriormente, pero al no haber apenas información estadística adecuada, no se podría determinar la diferencia entre los valores de la radio interferencia en buen y mal tiempo o entre los valores máximo y los valores promedio.

Sin embargo gracias a la multitud de mediciones que se han ido haciendo durante un largo periodo de tiempo, se pueden obtener las siguientes relaciones:

- El valor máximo de la radio interferencia en buen tiempo se puede obtener sumando 6 dB al valor promedio en buen tiempo.
- El valor promedio de la radio interferencia en mal tiempo se obtiene restándole 5 dB.

A partir de dichas relaciones, se pueden obtener los valores promedios para las líneas de ± 450 kV y ± 500 kV bajo condiciones de mal tiempo, como se muestra en la Tabla 10 y en la Tabla 11.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Radio Interferencia, RI. (dB)
10	89,08
-10	55,28
15	69,99
-15	50,91
20	61,12
-20	47,43
25	55,28
-25	44,52
30	50,91
-30	42,04
35	47,43
-35	39,86
40	44,53
-40	37,93
50	39,86
-50	34,61

Tabla 10. Valores promedio con mal tiempo de la radio interferencia para la línea de ± 450 kV.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Radio Interferencia, RI. (dB)
10	92,93
-10	59,12
15	73,84
-15	54,76
20	64,97
-20	51,27
25	59,12
-25	48,37
30	54,76
-30	45,88
35	51,27
-35	43,71
40	48,37
-40	41,78
50	43,71
-50	38,46

Tabla 11. Valores promedio con mal tiempo de la radio interferencia para la línea de ± 500 kV.

Una vez se han obtenido los valores promedios para condiciones de mal tiempo, en vez de realizar una representación gráfica solo para esta nueva situación, lo que se va a hacer es comparar en una misma gráfica los resultados obtenidos para las situaciones de buen y mal y tiempo para ambos niveles de tensión.

Esto se puede apreciar en las gráficas que se muestran en la Figura 4 y en la Figura 5, donde se ve claramente la diferencia existente, comprobándose que este efecto empeora cuando se tienen unas condiciones climatológicas aceptables, justo al contrario que ocurre cuando se tiene una línea de transporte en corriente alterna, como ya se comentó al principio del apartado.



Figura 4. Comparación de la radio interferencia según las condiciones climatológicas para la línea de ± 450 kV.

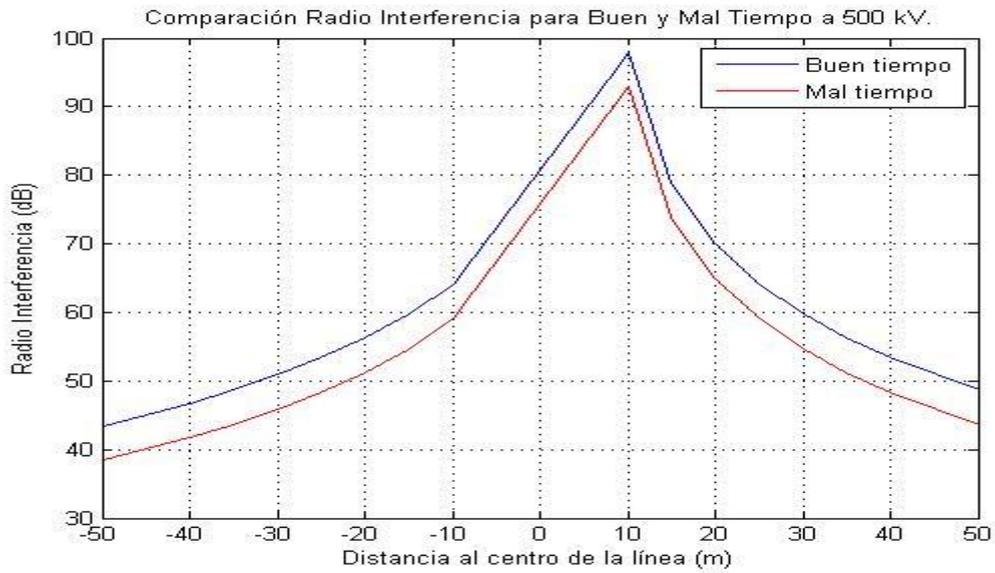


Figura 5. Comparación de la radio interferencia según las condiciones climatológicas para la línea de ± 500 kV.

5. Cálculo de los valores del ruido audible.

Una vez vistos los valores de radio interferencia que se producen en las dos líneas de alta tensión que se están estudiando, el último parámetro que queda por evaluar es el ruido audible (Audible Noise).

Para ello y al igual que ocurría con la radio interferencia, la BPA (Bonneville Power Agency) desarrolla una expresión, después de realizar muchas medidas en líneas de prueba y en líneas reales, mediante la que se puede obtener el valor promedio de este parámetro bajo condiciones climatológicas favorables y la cual se presenta en la Ecuación 1 que se muestra a continuación.

$$RA = RA_0 + 86 * \log(g) + k * \log(N) + 40 * \log(d) - 11,4 * \log(D) + \frac{q}{300}$$

Ecuación 1. Expresión del ruido audible dada por la BPA.

Los parámetros que definen la fórmula del ruido audible anterior son:

- RA: ruido audible, dB.
- g: máximo gradiente superficial, kV/cm.
- N: número de conductores del haz.
- d: diámetro del conductor, cm.
- D: distancia radial entre el polo positivo y el punto de cálculo, m.
- q: altura de los conductores, m (msnm).

Además la Ecuación 1 presenta dos constantes (RA_0 y k) cuyos valores se definen como:

$$- RA_0 = \begin{cases} -93,4 & \text{para } N < 3 \\ -106,6 & \text{para } N \geq 3 \end{cases}$$

$$- k = \begin{cases} 0 & \text{para } N < 3 \\ 25,6 & \text{para } N \geq 3 \end{cases}$$

Como en el caso que se está estudiando se tienen dos conductores por haz, los valores de las constantes quedan definidos como $RA_0 = -93,4$ y $k=0$, por lo que utilizando los mismos puntos de cálculo que se usaron en el cálculo de la radio interferencia, se va a obtener la distribución del ruido audible.

La Tabla 12 y la Tabla 13 contienen los valores promedio de este parámetro en condiciones de buen tiempo para los dos niveles de tensión.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Ruido Audible, RA. (dB)
7,5	55,52
10	50,98
-10	41,35
15	45,54
-15	40,11
20	43,02
-20	39,12
25	41,35
-25	38,29
30	40,11
-30	37,58
35	39,12
-35	36,96
40	38,29
-40	36,41
50	36,96
-50	35,46

Tabla 12. Valores promedio con buen tiempo del ruido audible para la línea de ± 450 kV.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Ruido Audible, RA. (dB)
7,5	59,37
10	54,84
-10	45,20
15	49,40
-15	43,96
20	46,87
-20	42,96
25	45,20
-25	42,14
30	43,96
-30	41,43
35	42,96
-35	40,81
40	42,14
-40	40,26
50	40,81
-50	39,31

Tabla 13. Valores promedio con buen tiempo del ruido audible para la línea de ± 500 kV.

Para ver la distribución que siguen esos valores obtenidos, se pueden representar de una manera conjunta las distribuciones para los dos niveles de tensión, obteniéndose la Figura 6.

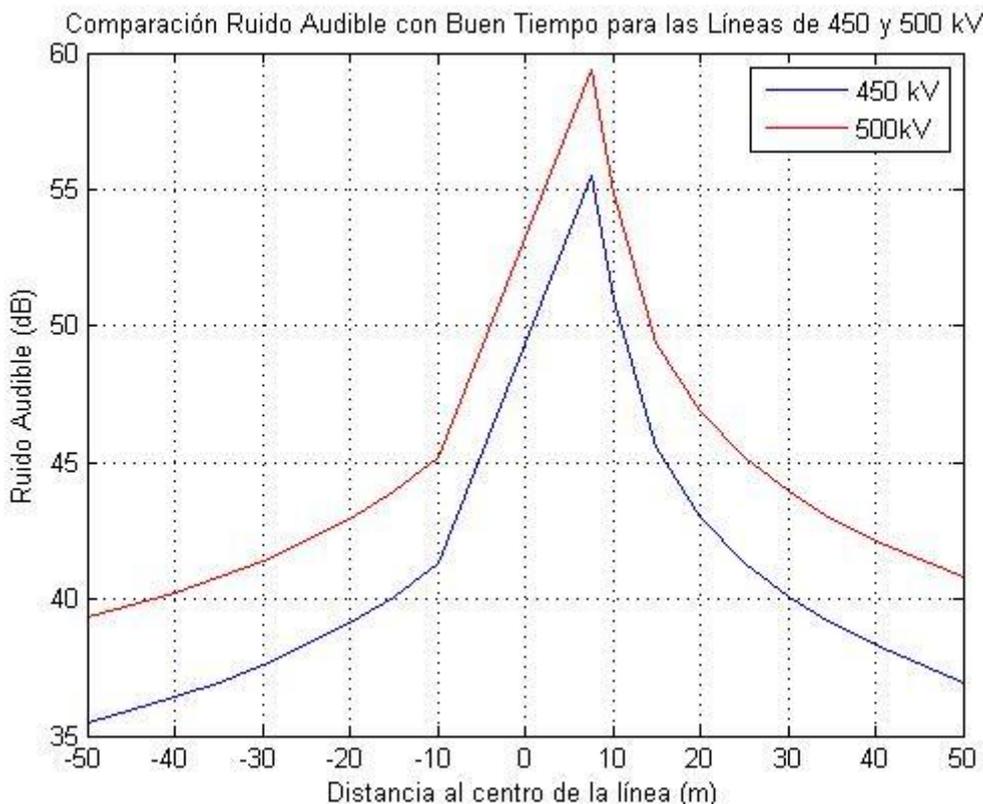


Figura 6. Comparación del ruido audible en buen tiempo para los dos niveles de tensión.

Como se puede observar en la Figura 6, existe una diferencia de unos 5 dB aproximadamente entre los valores del ruido audible para los dos niveles de tensión que se están estudiando.

Como en el caso de la radio interferencia, para el ruido audible también se pueden obtener los valores promedio en el caso de mal tiempo, ya que también se tienen dos relaciones que se han conseguido a partir de mediciones realizadas durante un largo periodo de tiempo y que son:

- El máximo valor del ruido audible en buen tiempo se obtiene sumando 5 dB al valor promedio en buen tiempo.
- El valor promedio para mal tiempo se consigue restándole 6 dB al valor promedio en buen tiempo.

Siguiendo estas relaciones, se consiguen los valores promedio en mal tiempo del ruido audible para las dos tensiones, presentándose en la Tabla 14 y en la Tabla 15.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Ruido Audible, RA. (dB)
7,5	49,52
10	44,98
-10	35,35
15	39,54
-15	34,11
20	37,02
-20	33,12
25	35,35
-25	32,29
30	34,11
-30	31,58
35	33,12
-35	30,96
40	32,29
-40	30,41
50	30,96
-50	29,46

Tabla 14. Valores promedio con mal tiempo del ruido audible para la línea de ± 450 kV.

Distancia el centro de la línea, x. (m)	Ruido Audible, RA. (dB)
7,5	53,37
10	48,84
-10	39,20
15	43,40
-15	37,96
20	40,87
-20	36,96
25	39,20
-25	36,14
30	37,96
-30	35,43
35	36,96
-35	34,81
40	36,14
-40	34,26
50	34,81
-50	33,31

Tabla 15. Valores promedio con mal tiempo del ruido audible para la línea de ± 500 kV.

Para el caso de condiciones climatológicas adversas, a partir de los datos de la Tabla 14 y de la Tabla 15 se pueden comparar las distribuciones del ruido audible en mal tiempo con las distribuciones con buen tiempo que se han obtenido anteriormente, representándose en la Figura 7 y en la Figura 8 para ± 450 kV y para ± 500 kV respectivamente.



Figura 7. Comparación de las distribuciones del ruido audible para buen y mal tiempo en la línea de ± 450 kV.

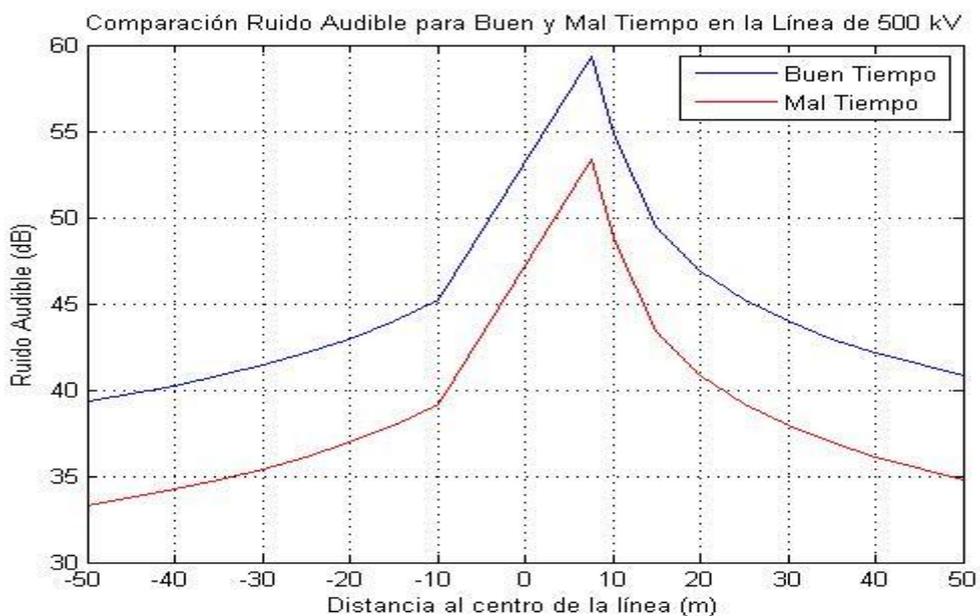


Figura 8. Comparación de las distribuciones del ruido audible para buen y mal tiempo en la línea de ± 500 kV.

ANEXO IV: CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA LÍNEA AC.

1. Introducción.

En este anexo se va a desarrollar el cálculo de la capacidad de transporte de la línea AC de 400 kV de tensión con la cual se está trabajando en este proyecto.

Primero se va a calcular la capacidad térmica de la línea, lo cual nos va a proporcionar un valor de la potencia máxima que se puede transportar sin que los conductores alcancen una temperatura por encima de la de diseño.

Como se trata de una línea de larga distancia (400 km), el fenómeno de la estabilidad transitoria limita el valor de la potencia que se puede transmitir por la línea AC, por lo que se calculará este nuevo valor de la potencia imponiendo las condiciones dadas por la estabilidad transitoria que se debe cumplir en la línea.

Antes de comenzar con los cálculos propiamente dichos, se detallan las características del conductor empleado en la línea AC:

- Tipo y denominación: 485-AL1/63-ST1A. (LA545). Cardinal.
- Sección: $547,3 \text{ mm}^2$
- Composición: Conductor de aluminio o aleación de aluminio reforzado con acero galvanizado con la forma 54+7, que por el Reglamento de Alta Tensión implica un valor del coeficiente de reducción $\alpha = 0,95$.
- Diámetro: 30,42 mm.
- Resistencia: $R_l = 0,0596 \text{ } \Omega/\text{km}$ a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Intensidad máxima: Según el Reglamento de Alta Tensión, para la sección del conductor dada se obtiene un valor para la densidad de corriente máxima de $1,73 \text{ A}/\text{mm}^2$ que aplicado para la sección del conductor junto con el coeficiente de reducción, anteriormente comentado, resulta una intensidad máxima de 889,49 A.
- Módulo de elasticidad (E): $7.000 \text{ kg}/\text{mm}^2$.
- Peso propio: $1.832 \text{ kg}/\text{km}$.
- Coefficiente de dilatación lineal: $19,3 \times 10^{-6} \text{ mm}$.

2. Capacidad de transporte. Criterio térmico.

A partir de los datos de la línea y de las características del conductor, se puede obtener la capacidad térmica de la línea, que se trata de la máxima potencia que transporta la línea sin que el conductor se caliente por encima de una determinada temperatura de diseño.

En el apartado 4.2.1 de [8] aparece la tabla 11 en la que se aportan valores de densidad de corriente máxima de los conductores en régimen permanente, como se aprecia en la Tabla 1.

Sección Nominal (mm ²)	Densidad de Corriente (A/mm ²)		
	Cobre	Aluminio	Aleación de Aluminio
10	8,75	-	-
15	7,6	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Tabla 1. Densidades de corriente máximas

Lo primero que hay que hacer es calcular la densidad de corriente máxima asociada a la sección del conductor usado en la línea de transporte.

Para cables de aluminio-acero se tienen que tomar los valores de densidad de corriente correspondiente a su sección como si fuera de aluminio.

Siguiendo estos pasos y sabiendo que la sección del conductor es de 547,3 mm², como ya se dijo en las características del conductor, se obtiene un valor para la densidad de corriente máxima de 1,73 A/mm².

El siguiente paso según dice el reglamento, es multiplicar este valor de densidad de corriente máxima por un coeficiente de reducción asociado a la composición del conductor.

Para el caso que nos ocupa, ya se dijo que el conductor presenta una composición 54+7 por lo que tiene asociado un coeficiente de reducción igual a 0,95.

Por lo tanto, para el conductor de aluminio y acero que tiene la línea de transporte (Cardinal), se obtiene una densidad de corriente máxima de:

$$\delta_{AL-AC} = 1,73 * 0,95 = 1,64 \text{ A/mm}^2$$

Finalmente, para averiguar la intensidad máxima que puede circular por los conductores hay que multiplicar la densidad de corriente máxima obtenida anteriormente por la sección del conductor.

En este caso al tener una configuración dúplex, la sección que debemos tener en cuenta no es la sección del conductor, si no esa sección multiplicada por dos, lo que resulta un valor de la misma de:

$$S_c = 2 * 547,3 = 1.094,6 \text{ mm}^2$$

Por lo que multiplicando la densidad de corriente máxima por ese valor de la sección se obtiene la intensidad máxima que resulta:

$$I_{max} = 1.094,6 * 1,64 = 1.798,98 \text{ A}$$

Para obtener la capacidad térmica de la línea se aplica la ecuación:

$$P_{max} = \sqrt{3}UI_{max} \cos \varphi$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior tomando un valor de $\cos \varphi = 0,9$ y un valor de $U = 400 \text{ kV}$ se obtiene la potencia máxima que se puede transportar sin superar el límite térmico, cuyo valor es de $1.121,73 \text{ MW}$

Para terminar como la configuración de la línea es de doble circuito la potencia total se obtendrá multiplicando esa potencia obtenida por dos, siendo la capacidad térmica total de la línea de:

$$P_{TOTAL} = 2 * 1.121,73 = 2.243,47 \text{ MW}$$

3. Capacidad de transporte. Criterio de la estabilidad.

Para líneas de transporte de grandes distancias (como es el caso de nuestra línea de 400 km) el fenómeno de la estabilidad transitoria limita la capacidad de transporte de la línea, por lo que es un factor que se debe tener en cuenta en esta situación, por lo que se va a calcular el límite de la capacidad que se obtiene teniendo en cuenta este fenómeno.

La estabilidad del sistema de potencia es la capacidad de dicho sistema dadas unas condiciones de operación iniciales, de recuperar un estado normal de equilibrio tras ser sometido a una perturbación.

Con lo cual, este factor nos impone un límite en la capacidad de transmisión de la línea que se calcula a continuación.

En la Figura 1 se aprecia como para líneas largas, el criterio que predomina es de la estabilidad y es el que va a imponer la máxima potencia que puede transmitir una línea.

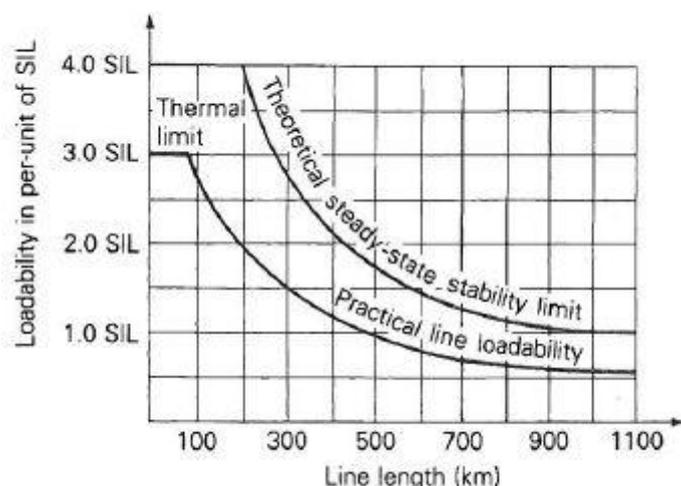


Figura 1. Límite de estabilidad transitoria. Fuente: Lossles line.

En la Figura 1 se representa como SIL a la potencia característica del sistema, la cual se obtiene como:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z_L}{Y_L}}$$

Donde Z_L es la impedancia serie de la línea (en Ω/km) y Y_L es la admitancia shunt total de la línea (en S/km).

Por lo tanto lo primero que se ha de obtener son esos dos parámetros de la línea.

La impedancia serie de la línea de transmisión se define de la siguiente manera:

$$Z_L = R_L + jX_L$$

El valor de la resistencia de la línea se obtiene a partir de la resistencia del conductor dividiéndola por dos debido a la configuración dúplex de la misma.

$$R_L = \frac{0,0596}{2} = 0,0298 \Omega/km$$

Para calcular la reactancia de la línea primero se tiene que calcular el coeficiente de autoinducción de la línea como:

$$L = 0,2 * 10^{-3} * \ln \frac{DMG}{RMG} = 0,2 * 10^{-3} * \ln \frac{\sqrt[3]{D_{ab} * D_{bc} * D_{ca}}}{\sqrt{a * r_{cond} * d}}$$

Todos los valores de dicha ecuación fueron aportados cuando se comentaron las características del conductor, por lo que el coeficiente de autoinducción tiene un valor de 0,000989 H/km.

Por lo tanto la reactancia de la línea se obtiene a partir de este coeficiente de autoinducción mediante la expresión:

$$X_L = \omega * L = 2 * \pi * f * L = 0,311 \Omega/km$$

Finalmente se obtiene la expresión de la impedancia serie de la línea que resulta:

$$Z_L = 0,0298 + j0,311 \Omega/km$$

El siguiente paso es calcular la admitancia shunt total de la línea cuya expresión es la siguiente:

$$Y_L = G_L + jB_L$$

Dentro de esta expresión se va a considerar que el valor de la conductancia de la línea (G_L) es nulo, hipótesis que se puede tomar sin cometer un error apreciable sabiendo que el aislamiento de la línea es el correcto.

Para calcular la susceptancia de la línea primero se ha de calcular el valor de la capacidad mediante:

$$C = \frac{10^{-6}}{18 * \ln\left(\frac{DMG}{\sqrt{r_{cond} * d}}\right)}$$

Sustituyendo los valores que ya se han calculado anteriormente en la ecuación anterior se obtiene un valor de la capacidad igual a $1,13 * 10^{-8}$ F/km.

Por lo tanto el valor de la susceptancia se obtiene a partir de este valor de la capacidad por medio de la ecuación:

$$B_L = \omega * C = 2 * \pi * f * C = 3,46 * 10^{-6} \text{ S/km}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación de la admitancia shunt total se obtiene:

$$Y_L = 0 + j3,46 * 10^{-6} \text{ S/km}$$

Con estos resultados obtenidos, se obtiene ahora el valor de la potencia característica del sistema como:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z_L}{Y_L}} = \sqrt{\frac{0,312}{3,46 * 10^{-6}}} = 300,29 \Omega$$

Por lo tanto, el valor de la potencia característica de la línea se calcula como:

$$P_0 = \frac{U^2}{Z_0} = \frac{400^2}{300,29} = 532,82 \text{ MW}$$

Una vez calculada la potencia característica de la línea se puede obtener la máxima potencia que puede transportar sin que se supere el límite de estabilidad.

Para ello se va a hacer uso de la ecuación mediante la que se calcula dicha potencia máxima a partir de la potencia característica del sistema y el ángulo de desfase delta (δ)

$$P_{max} = \frac{U^2}{Z_0} * \frac{\sin \delta}{\sin(\beta l)} = P_0 * \frac{\sin \delta}{\sin(\beta l)}$$

En la ecuación anterior aparece el parámetro β que se define como la constante de fase y se puede tomar como valor aproximado 0,00127 rad/km para el cálculo que se requiere en esta situación.

Para esta situación se considera un ángulo delta por debajo de los 30 grados, tomándose para el cálculo 25 grados (0,436 rad), junto con la longitud de la línea l.

Si se sustituyen los valores se obtiene lo siguiente:

$$P_{max} = 532,82 * \frac{\sin 0,436}{\sin(0,00127 * 400)} = 462,59 \text{ MW}$$

Como se tiene una línea de doble circuito, la potencia máxima que se puede transmitir debido a este fenómeno es:

$$P_{max} = 2 * 462,59 = 925,18 \text{ MW}$$

Como se observa y verificando lo que mostraba la Figura 1, el criterio limitante para el transporte de potencia para esta línea es el de la estabilidad.

A modo de resumen, se presentan los resultados en la siguiente tabla:

Potencia Máxima por Criterio Térmico	2.243,47 (MW)
Potencia Máxima por Criterio de Estabilidad	925,18 (MW)
Máxima Potencia transportable	925,18 (MW)

Tabla 2. Resumen de resultados obtenidos.

Como se puede ver en los resultados mostrados en la Tabla 1, la relación entre la máxima potencia que se puede transportar por criterio térmico y la que se puede por el criterio de estabilidad es de 2,42 (2.243,47/925,18).

Esto encaja con lo que aparece en la Figura 1, ya que para la longitud de la línea (400 km) la relación que existente entre la curva del límite térmico y la que marca la curva real es de, aproximadamente 2,5 (3/1,2).

ANEXO V: PRESUPUESTOS.

1. Opción A: Cambio de la línea AC a un enlace HVDC.

Dentro de este anexo se van a incluir los informes más importantes sobre el presupuesto que se han obtenido mediante el programa PRESTO, los cuales nos van a permitir conocer a fondo el presupuesto de esta conversión de una manera más profunda que la presentada en la memoria del proyecto.

1.1. Resumen del presupuesto.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Conversión línea AC a un enlace HVDC

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
CAPÍTULO 1	ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO	1.003.020,60
CAPÍTULO 2	CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS NECESARIOS EN LA SUBESTACIÓN	5.275.287,06
CAPITULO 3	MODIFICACIONES NECESARIAS EN LA LÍNEA	27.006.000,00
CAPÍTULO 4	ELEMENTOS DE LA SUBESTACION HVDC	779.471.343,44
CAPÍTULO 5	INGENIERÍA	36.723.240,00
CAPÍTULO 6	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	488.517,66
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		849.967.408,76
	13,00 % Gastos generales	110.495.763,14
	6,00 % Beneficio industrial	50.998.044,53
	SUMA DE G.G. y B.I.	161.493.807,67
	21,00 % I.V.A.....	212.406.855,45
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	1.223.868.071,88
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	1.223.868.071,88

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de MIL DOSCIENTOS VEINTITRES MILLONES OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL SETENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

, a 11 de junio de 2015.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

1.2. Cuadro de precios 1 y 2.

A continuación se muestran los informes que presentan los cuadros de precios 1 y 2 ordenados por capítulos, en los que se aprecian con más detalles el coste que representa cada uno de los capítulos en los que se basa el presupuesto.

CUADRO DE PRECIOS 1

Conversión línea AC a un enlace HVDC

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO			
01TLL90100	m2	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO, CON MEDIOS MECANICO Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos. Medida la superficie en verdadera magnitud.	0,17
			CERO EUROS con DIECISIETE
CÉNTIMOS			
02AEE00001	m2	EXPLANACIÓN DE 50 cm ESP., TIERRAS CONSIST. BLANDA Explanación de 50 cm de espesor medio, con tierras de consistencia blanda, comprendiendo:excavación con medios mecánicos, transporte a relleno, extendido en tongadas de 20 cm y compactado con medios mecánicos al 95% proctor normal. Medida la superficie en verdadera magnitud.	0,99
			CERO EUROS con NOVENTA Y
NUEVE CÉNTIMOS			
02TMM00022	m3	TRANSPORTE TIERRAS, ENTRE 5 Y 10 km CARGA M. MECÁNICOS Transporte de tierras realizado en camión basculante a una distancia comprendida entre 5 y 10 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido en perfil esponjado.	4,32
			CUATRO EUROS con TREINTA
Y DOS CÉNTIMOS			
E02ZM030	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	11,27
			ONCE EUROS con VEINTISIETE
CÉNTIMOS			
E02PM030	m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	12,02
			DOCE EUROS con DOS
CÉNTIMOS			
E02ZS020	m3	EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	56,58
			CINCUENTA Y SEIS EUROS con
CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
E02PA030	m3	EXC.POZOS A MANO <2m.T.COMPACT Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	32,74
			TREINTA Y DOS EUROS con
SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			

CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS NECESARIOS EN LA SUBESTACIÓN

SUBCAPÍTULO 2_A RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO

E03AACB010 ud **ARQUETA PIE/BAJADA 51x51x65cm** **93,15**
 Arqueta a pie de bajante registrable, de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tousco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre los paramentos, con codo de PVC de 45°, para evitar el golpe de bajada en la solera, y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.

NOVENTA Y TRES EUROS con

QUINCE CÉNTIMOS

E03AACR010 ud **ARQUETA REGISTRO 51x51x65 cm.** **84,10**
 Arqueta de registro de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tousco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre paramentos y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/normas de diseño recogidas en el DB-HS5.

OCHENTA Y CUATRO EUROS

con DIEZ CÉNTIMOS

E03AACR030 ud **ARQUETA REGISTRO 63x63x80 cm.** **106,36**
 Arqueta de registro de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tousco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre paramentos y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/normas de diseño recogidas en el DB-HS5.

CIENTO SEIS EUROS con

TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

E03AACS020 ud **ARQUETA SIFÓNICA 63x63x80 cm.** **119,38**
 Arqueta sifónica registrable de 63x63x60 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tousco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, formando medias cañas en los encuentros entre paramentos, con sifón formado por un codo de 90° de PVC largo, y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.

CIENTO DIECINUEVE EUROS

con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

E03APP080 ud **SO.CONO ARRAN. PO.D=80 cm. h=160** **203,63**
 Solera de hormigón HM-20/B/32/I, de 10 cms. de espesor, ligeramente armada en base de pozo de registro de 80 cms. de diámetro interior; Arranque de pozo con ladrillo macizo tousco de 1 pie de espesor, recibidos con mortero de cemento y arena de río 1/6, para recibido de tubos, de 1,00 m. de altura, preparado con junta de goma para recibir anillos de pozos prefabricados de hormigón; Cono prefabricado de hormigón en masa de 80 a 60 cms. de diámetro y 60 cms. de altura, incluso anillado superior de HM-20/B/32/I, ligeramente armado, de 25 cms. de ancho y 15 cms. de espesor, para recibir tapa, incluso enfoscado interior de arranque de pozo con mortero de cemento M-7,5, formación de canal en el fondo del pozo y medios auxiliares, sin incluir desarrollo, marco y tapa del pozo, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.

DOSCIENTOS TRES EUROS con

SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

04ECH90005	m	COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 150 mm CON REFUERZO	50,63
<p>Colector enterrado de hormigón, de 150 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.</p>			
CINCUENTA EUROS con			
SESENTA Y TRES CÉNTIMOS			
04ECH90006	m	COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 200 mm CON REFUERZO	53,85
<p>Colector enterrado de hormigón, de 200 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.</p>			
CINCUENTA Y TRES EUROS			
con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
04ECH90008	m	COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 300 mm CON REFUERZO	67,88
<p>Colector enterrado de hormigón, de 300 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.</p>			
SESENTA Y SIETE EUROS con			
OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
E03M010	ud	ACOMETIDA RED GRAL.SANEAMIENTO	236,90
<p>Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-15/B/32, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.</p>			
DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS			
EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS			
SUBCAPÍTULO 2_B CIMENTACIONES			
E04CM040	m3	HORM.LIMPIEZA HM-5/B/32 V.MANUAL	69,45
<p>Hormigón en masa HL-150/C/TM, de 5 N/mm²., consistencia blanda, T_{máx}.32 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.</p>			
SESENTA Y NUEVE EUROS con			
CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
E04CA100	m3	H.ARM. HA-25/P/20/I V.BOMBA	184,17
<p>Hormigón armado HA-25 N/mm²., consistencia plástica, T_{máx}.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m³.), por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE.</p>			
CIENTO OCHENTA Y CUATRO			
EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS			
E04SA020	m2	SOLER.HA-25/B/16/IIa 15cm.#15x15/6	17,77
<p>Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.</p>			
DIECISIETE EUROS con			
SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
E04SE010	m2	ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=15cm	4,01
<p>Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.</p>			
CUATRO EUROS con UN			
CÉNTIMOS			

SUBCAPÍTULO 2_C ESTRUCTURAS

E05AA010	kg ACERO A-42b ESTR. SOLDADA	1,41
	Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	
		UN EUROS con CUARENTA Y
UN CÉNTIMOS 05FBB00038	m2 FORJ. RETICULAR CON CASETONES RECUPERABLES SOP. HOR. (HA-35)	46,41
	Forjado reticular de hormigón armado HA-35/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, con acero B 500 S, canto de 25+5 cm, aligerado con casetones recuperables, mallazo electrosoldado B 500 T, capa de compresión de 5 cm, macizado de capiteles, nervio perimetral, refuerzo de huecos y anclajes de soportes de hormigón armado, incluso p.p. de encofrado, apeos, desencofrado, vibrado y curado; construido según EHE y NCSR-02. Medida la superficie de fuera a fuera deduciendo huecos mayores de 1 m2.	
		CUARENTA Y SEIS EUROS con
CUARENTA Y UN CÉNTIMOS E05AW040	m. ANGULAR DE 60 mm. REMATE	26,25
	Angular de 60 mm. con acero laminado S 275 JR en caliente, en remate y/o arranque de fábrica de ladrillo, i/p.p. de sujeción, nivelación, aplomado, pintura de minio electrolítico y pintura de esmalte (dos manos), empalmes por soldadura, cortes y taladros. Totalmente colocado. Según normas DB-SE-A.	
		VEINTISEIS EUROS con
VEINTICINCO CÉNTIMOS E06WD020	m. JAMBA/DINTEL P.CALIZA LABR.10x30	64,63
	Jamba o dintel de piedra caliza labrada de 10x30 cm. de sección rectangular, con textura abujardada en caras vistas, recibida con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/nivelación y aplomado de piedras, labrado de cantos vistos, asiento, recibido, rejuntado limpieza y medios auxiliares, medido en su longitud. Según RC-08.	
		SESENTA Y CUATRO EUROS
con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS E05AW030	m. CHAPA DINTEL HUECO 250x4 S/G	23,47
	Dintel de hueco, formado por chapa sin galvanizar de 25 cm. de ancho y 4 mm. de espesor, reforzada con dos angulares de 30x30x3 pintados con 2 manos de minio de plomo, soldadas a la chapa y sujeta al forjado superior mediante tirantes de acero, y en los laterales, Totalmente colocada y montada. Según normas DB-SE-A.	
		VEINTITRES EUROS con
CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS E05HW020	m. CARGADERO HORMIGÓN D/T 19 cm.	16,21
	Cargadero autorresistente de hormigón pretensado D/T, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6 M-40, i/cajeado en fábrica.	
		DIECISEIS EUROS con
VEINTIUN CÉNTIMOS E05AA050	ud PLACA ANCLAJE A-42b 30x30x1,5	22,80
	Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano, de dimensiones 30x30x1,5 cm. con cuatro garras de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, totalmente colocada.	
		VEINTIDOS EUROS con
OCHENTA CÉNTIMOS E05AA020	kg ACERO A-42b ESTR. ATORNILL.	1,62
	Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	
		UN EUROS con SESENTA Y
DOS CÉNTIMOS		

SUBCAPÍTULO 2_D CERRAMIENTO

E06BHV020 m2 **FÁB.BLOQ.HORM.GRIS 40x20x15 C/V** **31,58**
 Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, rellenos de hormigón HA-25/P/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo superiores a 2 m2. Según DB-SE-F y RC-08.

TREINTA Y UN EUROS con

CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E09INL040 m2 **IMP. LÁM. CAUCHO EPDM 2mm.** **29,13**
 Sumistro y colocación de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, con retardantes al fuego de 2 mm. de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante el proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación. La membrana se fijará al soporte mediante adhesivo de contacto o el sistema de fijación mecánica sin perforación, apta para la intemperie. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1.

VEINTINUEVE EUROS con

TRECE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_E PARTICIONES INTERIORES

E06RDE010 m. **RECIBIDO BARANDILLA METÁLICA** **13,50**
 Recibido de barandilla metálica, en balcones o escaleras, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/4, tipo M-10, i/apertura y tapado de huecos para garras, medido en su longitud.

TRECE EUROS con CINCUENTA

CÉNTIMOS

E06RDW070 m. **RECIBIDO PASAMANOS DE MADERA** **5,77**
 Colocación y recibido de pasamanos de madera sobre fábrica de 1/2 pie o tabiquería con pasta de yeso negro y puntas de acero, i/replanteo, limpieza y medios auxiliares, medido en su longitud.

CINCO EUROS con SETENTA Y

SIETE CÉNTIMOS

E06RDC010 m2 **RECIBIDO CERCOS EN TABIQUES** **7,99**
 Recibido y aplomado de cercos en tabiquería, con pasta de yeso negro.

SIETE EUROS con NOVENTA Y

NUEVE CÉNTIMOS

E06RDE020 m2 **RECIBIDO REJA EN FÁBRICA** **30,75**
 Colocación de reja metálica con garras empotradas en el muro, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/4, tipo M-10, i/apertura y tapado de huecos para garras, medida la superficie ejecutada. Según RC-08.

TREINTA EUROS con SETENTA

Y CINCO CÉNTIMOS

E06WA020 ud **AYUDA ALBAÑILERÍA A FONTANER.** **60,10**
 Ayuda de albañilería a instalación de fontanería por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.

SESENTA EUROS con DIEZ

CÉNTIMOS

E06WA010 ud **AYUDA ALBAÑILERÍA A ELECTRIC.** **187,82**
 Ayuda de albañilería a instalación de electricidad por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.

CIENTO OCHENTA Y SIETE

EUROS con OCHENTA Y

DOS CÉNTIMOS

E06WA040 ud **AYUDA ALBAÑ. INST. ESPECIALES** **75,13**
 Ayuda de albañilería a instalaciones especiales por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.

SETENTA Y CINCO EUROS con

TRECE CÉNTIMOS

E06DBL010	<p>m2 TABIQUE LAD.H/S C/CEMENTO DIVIS.</p> <p>Tabique de ladrillo hueco sencillo de 24x12x4 cm. en divisiones, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08 , medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	17,10
	DIECISIETE EUROS con DIEZ	
CÉNTIMOS		
E06DBL011	<p>m2 TABIQUE LA.H/S C/CEMENTO CÁMARAS</p> <p>Tabique de ladrillo hueco sencillo de 24x12x4 cm. en cámaras, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	15,75
	QUINCE EUROS con SETENTA	
Y CINCO CÉNTIMOS		
E11RVZ010	<p>m. VIERTEAGUAS CHAPA ALUMINIO LACA.</p> <p>Vierteaguas de chapa de aluminio lacado de 13 micras, 1,5 mm. de espesor y 40 cm. de ancho, con goterón, recibido sobre cama mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), con adhesivo a base de resinas epoxídicas, i/sellado de juntas con silicona incolora y limpieza, medido en su longitud.Segun RC-08.</p>	21,29
	VEINTIUN EUROS con	
VEINTINUEVE CÉNTIMOS		
E06DBL070	<p>m2 TABICÓN RASILLÓN 30x15x7</p> <p>Tabicón de rasillón de 30x15x7 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R (mortero tipo M-5), i/p.p de replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	16,36
	DIECISEIS EUROS con TREINTA	
Y SEIS CÉNTIMOS		
E06DBL030	<p>m2 TABIQUE RASILLÓN 30x15x4</p> <p>Tabique de rasillón sencillo 30x15x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	14,15
	CATORCE EUROS con QUINCE	
CÉNTIMOS		
E06DBL040	<p>m2 TABIQUE RASILLÓN 40x20x4</p> <p>Tabique de rasillón sencillo 40x20x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	13,64
	TRECE EUROS con SESENTA Y	
CUATRO CÉNTIMOS		
06DPC80415	<p>m2 TABIQUE MÚLTIPLE PL. YESO LAMINADO 13+13+46+13+13 (98 mm)</p> <p>Tabique múltiple con dos placas de yeso laminado de 13 mm de espesor por cada cara y espesor final de 98 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos.</p>	34,15
	TREINTA Y CUATRO EUROS	
con QUINCE CÉNTIMOS		

SUBCAPÍTULO 2_F CUBIERTAS

E07IMP070	<p>m2 CUB.PANEL CHAPA PRELA.-50 E.POL.</p> <p>Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, con 2 láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 50 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud. Según DB-HS.</p>	50,24
	CINCIENTA EUROS con	
VEINTICUATRO CÉNTIMOS		

E14MFA040 ud **CLAR.FIJA BIVAL.CIR. 80 cm.** 270,32
 Claraboya fija con cúpula bivalva de metacrilato, circular de 80 cm. de diámetro, incluso recibido sobre zócalo de fábrica (no incluido) mediante tacos de material sintético con tornillo y arandela de goma de 5 mm. de espesor. Totalmente instalada.

con TREINTA Y DOSCÉNTIMOS

DOSCIENTOS SETENTA EUROS

E09J010 m. **JUNTA DILATACIÓN 30 cm EN AZOTEA** 27,74
 Junta de dilatación de 30 cm. de altura en azoteas, formada con dos maestras de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento, maestra de remate y plancha de plomo de 30 cm. de desarrollo, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de la plancha, sellado con mastic, p.p. de mermas, solapes y limpieza. Medida la longitud ejecutada. Según normas de diseño y colocación DB-HS1.

SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

VEINTISIETE EUROS con

SUBCAPÍTULO 2_G AISLAMIENTOS

E09ATT070 m2 **AISL.TÉRM.TECHOS. REFLEXIVO/MULTICAPA ALUM. 40mm.** 12,64
 Aislante térmico reflexivo multicapa, formado por dos capas de aluminio, burbujas de polietileno y aire termoselladas a una espuma de polietileno expandido de 4 mm, colocado con fijaciones mecánicas (rastrel) contra el techo, sellado de solape (5 cm) con cinta adhesiva de aluminio, incluso p.p. de cortes y medios auxiliares.

CUATRO CÉNTIMOS

DOCE EUROS con SESENTA Y

E09AKV010 m. **COQ.FIB.VID.D=21;1/2" e=30 mm.** 5,66
 Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 21 mm. de diámetro interior (1/2") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.

SEIS CÉNTIMOS

CINCO EUROS con SESENTA Y

E09AKV050 m. **COQ.FIB.VID.D=34;1" e=30mm.** 6,98
 Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 34 mm. de diámetro interior (1") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.

OCHO CÉNTIMOS

SEIS EUROS con NOVENTA Y

E09AKV120 m. **COQ.FIB.VID.D=60;2" e=30mm.** 8,77
 Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 60 mm. de diámetro interior (2") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.

SIETE CÉNTIMOS

OCHO EUROS con SETENTA Y

SUBCAPÍTULO 2_H IMPERMEABILIZACIONES

E09INL020 m2 **IMP. LÁM. CAUCHO EPDM 1,35mm** 24,65
 Sumistro y colocación de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, de 1,35 mm. de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante el proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación. La membrana se fijará al soporte mediante adhesivo de contacto, apta para la intemperie. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1

SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

VEINTICUATRO EUROS con

E09J030 m. **SELL. JUNTA DILATACIÓN IM.CAUCHO** 8,50
 Sellado de juntas de dilatación a 15 mm. de anchura media con masilla de caucho sintético incluso imprimación sobre soportes porosos y cordón sellador previo de poliuretano.

CÉNTIMOS

OCHO EUROS con CINCUENTA

E09J050 m. **SELLADO JUNTAS SOLERAS** 7,24
 Sellado de juntas horizontales en soleras de hormigón con una anchura aproximada de 2 cm. y una profundidad de 1,5 cm. sobre fondo de juntas de D=25 mm. con un sellante de poliuretano monocomponente.

SIETE EUROS con

VEINTICUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_I REVESTIMIENTOS

E08PFA020 m2 **ENFOSCADO 1/6 CÁMARAS** 6,62
 Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) en interior de cámaras de aire de 20 mm. de espesor, i/p.p. de andamiaje, medido deduciendo huecos.

SEIS EUROS con SESENTA Y

DOS CÉNTIMOS

E08PFA010 m2 **ENFOSCADO BUENA VISTA 1/3 VERTI.** 6,73
 Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/3 (M-160) en paramentos verticales de 20 mm. de espesor, replegado i/p.p. de andamiaje, medido deduciendo huecos.

SEIS EUROS con SETENTA Y

TRES CÉNTIMOS

E08PEM010 m2 **GUARNECIDO MAESTREADO Y ENLUCIDO** 8,15
 Guarnecido maestreado con yeso negro y enlucido con yeso blanco en paramentos verticales y horizontales de 15 mm. de espesor, con maestras cada 1,50 m. incluso formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con pavimento, p.p. de guardavivos de plástico y metal y colocación de andamios (hasta 3 m de altura), medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.

OCHO EUROS con QUINCE

CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_J ALICATADOS Y CHAPADOS

E11ABC090 m2 **ALIC.AZULEJO BLANCO LISO 20x25cm** 26,23
 Alicatado con azulejo blanco liso de 20x25 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.Segun RC-08.

VEINTISEIS EUROS con

VEINTITRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_K PAVIMENTOS

E10ECP020 m. **PELDAÑO BARRO DECORATIVO 30x30cm.** 48,11
 Forrado de peldaño formado por huella en piezas de barro cocido decorativo de 30x30 cm. y tabica de 30x20 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río (mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.

CUARENTA Y OCHO EUROS

con ONCE CÉNTIMOS

E10ECR040 m. **RODAPIÉ BARRO DECORATIVO 10x30cm.** 9,48
 Rodapié de barro decorativo de 10x30 cm. manual, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río (mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.

NUEVE EUROS con CUARENTA

Y OCHO CÉNTIMOS

E10SAG020 m2 **PAV. GOMA 3mm. COLOR 50x50cm.** 54,21
 Pavimento goma color de tráfico medio en losetas de 50x50 cm. y 3 mm. de espesor, recibido con pegamento sobre capa de pasta niveladora, i/alisado y limpieza, medida la superficie ejecutada.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.

CINCUENTA Y CUATRO EUROS

con VEINTIUN CÉNTIMOS

E10RRM050	m. RODAPIÉ PINO 7x1 cm. Rodapié en madera de pino macizo para pintar o barnizar de 7x1 cm., clavado en paramento, medido en su longitud. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	6,14
		SEIS EUROS con CATORCE
CÉNTIMOS		
E10ECB020	m2 SOLADO BALDOSA BARRO 30x30 cm. Solado de baldosa de barro cocido de 30x30 cm. manual, recibida con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 28x8 cm., rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-M 32,5 R 1/2 y limpieza, medida la superficie realmente ejecutada. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	38,23
		TREINTA Y OCHO EUROS con
VEINTITRES CÉNTIMOS		
E04SE080	m3 HORMIGÓN HA-30/B/16/IIa EN SOLERA Hormigón para armar HA-30/B/16/IIa, de 30 N/mm ² , consistencia blanda, T _{máx.} 16 mm, ambiente húmeda alta, de central, i/vertido de forma manual, colocado y p.p. de vibrado regleado y curado en soleras. Según EHE-08 y DB-SE-C.	90,80
		NOVENTA EUROS con
OCHENTA CÉNTIMOS		
E10CCT040	m2 PAVIMENTO CONTINUO CUARZO GRIS Pavimento continuo cuarzo gris sobre solera de hormigón o forjado, sin incluir éstos, con acabado monolítico incorporando 3 kg. de cuarzo y 1,5 kg. de cemento CEM II/B-M 32,5 R, i/replanteo de solera, encofrado y desencofrado, colocación del hormigón, regleado y nivelado de solera, fratasado mecánico, incorporación capa de rodadura, enlizado y pulimentado, curado del hormigón, aserrado de juntas y sellado con masilla de poliuretano de elasticidad permanente, medido en superficie realmente ejecutada. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	9,90
		NUEVE EUROS con NOVENTA
CÉNTIMOS		
E10CTP010	m. PELDAÑO TERRA.CHINA MEDIA ENTERO Peldaño prefabricado de terrazo china media, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (Mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	35,93
		TREINTA Y CINCO EUROS con
NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS		
E10CTB020	m2 SOL.TERRAZO MICROGRANO 40x40 Solado de terrazo 40x40 cm. micrograno, pulido en fábrica, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (Mortero tipo M-5), i/cama de arena de 2 cm. de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en superficie realmente ejecutada. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	28,00
		VEINTIOCHO EUROS
SUBCAPÍTULO 2_L CARPINTERÍA INTERIOR		
E13MPPL080	ud P.P. LISA H.2/H SAPELLY BARN. Puerta de paso ciega de 2 hojas normalizadas, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly barnizada, con cerco directo de sapelly macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, totalmente montada, incluso p.p. de medios auxiliares.	260,35
		DOSCIENTOS SESENTA
EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS		
E13CPL020	ud PUERTA CHAPA LISA 80x200 Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 80x200 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, cerradura con manilla de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería).	82,30
		OCHENTA Y DOS EUROS con
TREINTA CÉNTIMO		

E13CPF010 ud **PUER.CORTAFUEGOS EI2-60 0,80x2,10** **211,08**
 Puerta metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 0,80x2,10 m., homologada EI2-60 C5, construida con dos chapas de acero electrozincado de 0,80 mm. de espesor y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado de 1,20 mm. de espesor, con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremona de cierre automático, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, incluso acabado en pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).
DOSCIENTOS ONCE EUROS

con OCHO CÉNTIMOS

E12PFLN040 ud **ANTIPÁNICO PUERTA 2 HOJAS ENSAMBLADA** **305,16**
 Cierre antipánico, para puertas cortafuegos de dos hojas ensamblada. Medida la unidad instalada. Según DB-SI.

TRESCIENTOS CINCO EUROS

con DIECISEIS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_LL CARPINTERÍA EXTERIOR

E13AAA290 m2 **VENT.AL.NA. CORREDERAS 2 HOJAS** **69,15**
 Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas correderas de 2 hojas, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.

SESENTA Y NUEVE EUROS con

QUINCE CÉNTIMOS

E13CGS040 ud **P.SECCIONAL IND. 6,00x3,00 AUT.** **7.992,07**

Puerta seccional industrial de 6,00x3,00 m., con puerta de acceso peatonal y seis ventanas ovales de 650x337, construida en paneles de 45 mm. de doble chapa de acero laminado, zincado, gofrado y lacado, con cámara interior de poliuretano expandido y chapas de refuerzo, juntas flexibles de estanqueidad, guías, muelles de torsión regulables y con guía de elevación en techo estándar, apertura automática mediante grupo electromecánico a techo con transmisión mediante cadena fija silenciosa, armario de maniobra para el circuito impreso integrado, componentes electrónicos de maniobra, accionamiento ultrasónico a distancia, pulsador interior, equipo electrónico digital, receptor, emisor monocanal, fotocélula de seguridad y demás elementos necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir ayudas de albañilería, ni electricidad).

SIETE MIL NOVECIENTOS

NOVENTA Y DOS EUROS con SIETE CÉNTIMOS

E15CVI020 ud **PUERTA 2H. A.INOX. 2,00x2,20 m.** **1.700,62**

Puerta abatible de dos hojas de eje vertical de acero inoxidable pulido 12/10 AISI-316 de 2,00x2,20 m. con rotura de puente térmico, incluyendo perfiles de marco, hoja y junquillo, gomas de estanqueidad, herrajes de colgar y seguridad de acero inoxidable; elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería). S/ CTE-DB-HS 3.

MIL SETECIENTOS EUROS con

SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_M CERRAJERÍA

E13CCH020 m2 **PRECERCO TUBO ACERO** **29,08**
 Precerco para posterior fijación en obra de carpintería pre-esmaltada, carpintería de PVC, carpintería de aluminio, etc., formado con tubo hueco de acero laminado en frío de 50x50x2 mm. galvanizado doble agrafado, i/corte, preparación y soldadura de perfiles en taller, ajuste y montaje en obra, con garras de sujeción para recibir en fábricas (sin incluir recibido de albañilería).

VEINTINUEVE EUROS con

OCHO CÉNTIMOS

11SCP00051 m2 **CELOSÍA ABAT. LAMAS ORIENT. PVC CERCO Y BAST. AC. GALV.** **129,96**

Celosía de hojas abatibles de lamas orientables formada por: lamas de PVC coloreado en su masa, con plegadura en los bordes, de 100x2 mm separadas 30 mm, cerco y bastidor con perfil tubular de acero galvanizado de 50x30x1,5 mm, sistema de accionamiento manual y herrajes de colgar, cierre y seguridad, incluso p.p. de material de agarre y colocación. Medida de fuera a fuera del cerco.

CIENTO VEINTINUEVE EUROS

con NOVENTA Y SEIS

E13ACS020 m. **BARAND.ESCAL.BARROTOS ALUMIN.LC.** **152,01**
Barandilla de escalera de perfiles de aluminio lacado en color, de 90 cm. de altura total, com-
puesta por barrotos verticales cada 10 cm. entre ejes, pasamanos inferior y superiores, montantes,
topes y accesorios, totalmente instalada y anclada a obra cada 70 cm., incluso con p.p. de me-
dios auxiliares y pequeño material para su recibido, terminada.

CIENTO CINCUENTA Y DOS

EUROS con UN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_N VIDRIERIA

E00101 m2 **D.ACRISTALAMIENTO 4/8/4** **63,39**
SESENTA Y TRES EUROS con

TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

E00102 m2 **D.ACRISTALAMIENTO 6/12/6** **176,72**
CIENTO SETENTA Y SEIS

EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_Ñ FALSOS TECHOS

E08FAE060 m2 **F.TECHO ESCAY.DESMON. 60x60 P.V.** **20,52**
Falso techo desmontable de placas de escayola aligeradas con panel fisurado de 60x60 cm.
suspendido de perfilera vista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y
angulares de remate fijados al techo, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de
andamios, medido deduciendo huecos.

VEINTE EUROS con

CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

E08FAE040 m2 **F.TECHO ESCAY.DESMON.120x60 P.V.** **17,11**

Falso techo desmontable de placas de escayola aligeradas con panel fisurado de 120x60 cm.
suspendido de perfilera vista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y
angulares de borde fijados al techo, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de an-
damios, medido deduciendo huecos.

DIECISIETE EUROS con ONCE

CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_O PINTURAS

E15MB070 m. **BAR.RODAPIÉ O MOLDURA 10 a 20** **1,95**
Barniz sobre rodapié o moldura de madera de 0,10 a 0,20 m., i/lijado, mano de tapaporos, relijado
y dos manos de barniz.

UN EUROS con NOVENTA Y

CINCO CÉNTIMOS

E15MB030 m2 **BARNI.MADERA INT.BRILLANT.2 MAN.** **12,35**

Barnizado de carpintería de madera interior o exterior con dos manos de barniz sintético brillante,
capa de imprimación y lijado.

DOCE EUROS con TREINTA Y

CINCO CÉNTIMOS

E15HS030 m2 **PINTURA TIPO FERRO** **14,60**

Pintura tipo ferro sobre soporte metálico dos manos y una mano de minio electrolítico, i/raspados
de óxidos y limpieza manual.

CATORCE EUROS con

SESENTA CÉNTIMOS

E15IPA020 m2 **PINTU.PLÁST.LISA MATE COL.CLAROS** **7,32**

Pintura plástica lisa mate en colores claros, sobre paramentos horizontales y verticales, lavable
dos manos, incluso mano de imprimación de fondo, plastecido y mano de acabado.

SIETE EUROS con TREINTA Y

DOS CÉNTIMOS

E15IEL030 m2 **PINTU. TEMPLE LISO COLOR** **1,89**

Pintura al temple liso color en paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso apareja-
do, plastecido y lijado dos manos.

UN EUROS con OCHENTA Y

NUEVE CÉNTIMOS

E15HS010 **m2** **MARTELE COLOR** **13,58**
 Pintura al martele color dos manos aplicadas con pistola sobre carpintería metálica, i/limpieza, mano imprimación y plastecido.

TRECE EUROS con CINCUENTA

Y OCHO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_P ELECTRICIDAD

E12EML010 **ud** **PUNTO LUZ SENCILLO** **22,31**
 Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar, totalmente instalado. Según REBT.

VEINTIDOS EUROS con

TREINTA Y UN CÉNTIMOS

E12EML020 **ud** **PUNTO LUZ CONMUTADO** **42,81**
 Punto conmutado sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores, totalmente instalado. Según REBT.

CUARENTA Y DOS EUROS con

OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

E12EML050 **ud** **PUNTO DOBLE CONMUTADOR** **76,72**
 Punto doble conmutador realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp 5, conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, dobles conmutadores, totalmente instalado. Según REBT.

SETENTA Y SEIS EUROS con

SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

E12EML060 **ud** **PUNTO PULSADOR TIMBRE** **46,56**
 Punto pulsador timbre realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, pulsador y zumbador, totalmente instalado. Según REBT.

CUARENTA Y SEIS EUROS con

CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

E12EMOB020 **ud** **BASE ENCHUFE SCHUCO** **28,37**
 Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe sistema schuco 10-16 A. (II+T.T.), totalmente instalada. Según REBT.

VEINTIOCHO EUROS con

TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

E12EMOB030 **ud** **BASE ENCHUFE NORMAL** **20,49**
 Base de enchufe normal realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe normal 10 A.(II), totalmente instalada. Según REBT.

VEINTE EUROS con CUARENTA

Y NUEVE CÉNTIMOS

E12ETB010 **ud** **RED EQUIPOTENCIAL BAÑO** **31,06**
 Red equipotencial en cuarto de baño realizada con conductor de 4 mm2, conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles según REBT.

TREINTA Y UN EUROS con SEIS

CÉNTIMOS

E12EIEU020 **ud** **LUM.E.DIF.LAMAS ALU.ANOD. 2x36 W** **157,36**
 Luminaria de empotrar, de 2x36 W. AF con difusor de lamas de aluminio anodizado, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bombas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.

CIENTO CINCUENTA Y SIETE

EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

E12EIAB100	ud	FOCO BASE SIN PROJ.PAR 60-100 W.	42,65
Foco base sin elemento proyector, para lámpara reflectora, con lámpara Par de 60-100 W. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.			
			CUARENTA Y DOS EUROS con
SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
E12EIAF010	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 1x18 W.	38,20
Regleta de superficie de 1x18 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.			
			TREINTA Y OCHO EUROS con
VEINTE CÉNTIMOS			
E12ESV030	ud	CAJA I.C.P.(2P)	6,97
Caja I.C.P. (2p) doble aislamiento, de empotrar, precintable y homologada por la Compañía Eléctrica.Según REBT.			
			SEIS EUROS con NOVENTA Y
SIETE CÉNTIMOS			
E12ESX010	ud	CUADRO PROTEC.E. ELEVADA(9.200 W)	318,28
Cuadro protección electrificación elevada (9.200 W), formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial 2x25 A. 30 mA. y PIAS (I+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.Según REBT.			
			TRESCIENTOS DIECIOCHO
EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS			
E12ECM010	m.	CIRCUITO MONOF. COND. Cu 1,5 mm2	6,43
Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.			
			SEIS EUROS con CUARENTA Y
TRES CÉNTIMOS			
E12ECM020	m.	CIRCUITO MONOF. COND. Cu 2,5 mm2 +TT	6,87
Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.			
			SEIS EUROS con OCHENTA Y
SIETE CÉNTIMOS			
E12ECM030	m.	CIRCUITO MONOF. COND. Cu 4 mm2 + TT	9,32
Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.			
			NUEVE EUROS con TREINTA Y
DOS CÉNTIMOS			
E12EIAE030	ud	LUMINARIA ESTANCA 2x36 W.	110,63
Luminaria estanca, en material plástico de 2x36 W. con protección IP65 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2mm. de espesor, con abatimiento lateral, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.			
			CIENTO DIEZ EUROS con
SESENTA Y TRES CÉNTIMOS			
E00103	ud	LUMINAR.INDUS.DESCARGA VM 250 W	231,20
			DOSCIENTOS TREINTA Y UN
EUROS con VEINTE CÉNTIMOS			
E12ETE010	m.	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA 35 mm2.	11,28
Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.Según REBT.			
			ONCE EUROS con VEINTIOCHO
CÉNTIMOS			

E12ETI020	ud TOMA DE TIERRA INDEP. CON PICA	223,59
	Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm ² , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.Según REBT.	
		DOSCIENTOS VEINTITRES
EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS		
E12EGMM010	ud CGP. Y MEDIDA <63A.P/1CONT.MONO.	195,00
	Caja general de protección y medida hasta 63A. para 1 contador monofásico, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea repartidora; para empotrar.Según REBT.	
		CIENTO NOVENTA Y CINCO
EUROS		
E15I010	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2	12,96
	Derivación individual 3x6 mm ² . (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 6 mm ² . y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	
		DOCE EUROS con NOVENTA Y
SEIS CÉNTIMOS		
E15I020	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x10 mm2	14,10
	Derivación individual 3x10 mm ² , (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm ² . y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	
		CATORCE EUROS con DIEZ
CÉNTIMOS		
E15I030	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2	15,57
	Derivación individual 3x16 mm ² . (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 16 mm ² . y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	
		QUINCE EUROS con
CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS		
E15I060	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 5x10 mm2	15,94
	Derivación individual 5x10 mm ² . (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm ² . y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema trifásico con neutro, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	
		QUINCE EUROS con NOVENTA
Y CUATRO CÉNTIMOS		
E12ERC070	m. LÍN.REPARTIDORA (EMP.)3,5x120mm2	86,05
	Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x120 mm ² , con aislamiento de 0,75 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de fibrocemento de D=100 mm. Totalmente instalada, incluyendo conexionado.Según REBT.	
		OCHENTA Y SEIS EUROS con
CINCO CÉNTIMOS		
E12EGP050	ud CAJA GENERAL PROTECCIÓN 400A.	255,82
	Caja general protección 400 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 400 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.Según REBT.	
		DOSCIENTOS CINCUENTA Y
CINCO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS		
E12ENMT040	ud MÓDULO UN CONTADOR TRIFÁSICO	109,31
	Módulo para un contador trifásico, montaje en el exterior, de vivienda unifamiliar, homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo cableado y elementos de protección. (Contador de la Compañía).Según REBT.	
		CIENTO NUEVE EUROS con
TREINTA Y UN CÉNTIMOS		

E12EML070 ud **PUNTO LUZ ESCALERA** **22,16**
 Punto de luz de alumbrado de escalera realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm² de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, pulsador, totalmente instalado. Según REBT.

VEINTIDOS EUROS con

DIECISEIS CÉNTIMOS

E12ENV040 ud **MÓD.INT.CORTE EN CARGA 250 A** **280,12**
 Módulo de interruptor de corte en carga para una intensidad máxima de 250 A., homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo el propio interruptor, embornado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores concentrados.

DOSCIENTOS OCHENTA

EUROS con DOCE CÉNTIMOS

E12EZB020 ud **GRUPO ELECTRÓGENO DE 100 KVA** **20.356,94**
 Grupo electrógeno para 100 KVA, formado por motor diesel refrigerado por agua, arranque eléctrico, alternador trifásico, en bancada apropiada, incluyendo circuito de conmutación de potencia Red-grupo, escape de gases y silencioso, montado, instalado con pruebas y ajustes. Según especificaciones del REBT.

VEINTE MIL TRESCIENTOS

CINCuenta Y SEIS EUROS

Con NOVENTA Y CUATRO

CÉNTIMOS

E12ESV020 ud **CUADRO PROTEC.UN ASCENSOR** **493,92**
 Cuadro protección de ascensor, previo a su cuadro de mando, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, un interruptor automático diferencial 4x40 A. 30 mA., una PIA (III) de 25 A., dos PIAS (1+N) de 10 A., diferencial 2x25 A. 30 mA. Todo totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado. Según REBT.
 Según REBT.

CUATROCIENTOS NOVENTA Y

TRES EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

E12EIM020 ud **BLQ.AUTO.EMERGENCIA 60 lm.** **66,83**
 Luminaria de emergencia autónoma de 60 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. Según REBT y DB-SI.

SESENTA Y SEIS EUROS con

OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_Q FONTANERÍA

08FSD90001 ud **PLATO DUCHA PERS CON DISC ABS COLOR BLANCO 700x700 mm** **320,11**
 Plato de ducha accesible para personas con discapacidad, para revestir, en plástico ABS, en color blanco de 700x700 mm, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería, construido según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la cantidad ejecutada.

TRESCIENTOS VEINTE EUROS

con ONCE CÉNTIMOS

08FSL00031 ud **LAVABO PEDESTAL PORC. VITRIF. 0,70x0,50 m C. SUAVE** **122,30**
 Lavabo de pedestal, de porcelana vitrificada, de color suave, formado por lavabo de 0,70x0,50 m pedestal a juego, tornillos de fijación, escuadras de acero inoxidable, rebosadero integral y orificios insinuados para grifería, construido según CTE, e instrucciones del fabricante, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.

CIENTO VEINTIDOS EUROS con

TREINTA CÉNTIMOS

08FSW00072 ud **URINARIO MURAL PORC. VITRIF. BLANCO** **28,19**
 Urinario mural de porcelana vitrificada, color blanco con borde rociador integral y alimentación exterior, de 0,35x0,30x0,43 m, juego de tornillos y ganchos de suspensión, incluso colocación y ayudas de albañilería; construido según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la cantidad ejecutada.

VEINTIOCHO EUROS con

DIECINUEVE CÉNTIMOS

<p>08FSI0001</p>	<p>ud INODORO TANQUE BAJO, PORCELANA VITRIFICADA BLANCO Inodoro de tanque bajo, de porcelana vitrificada de color blanco, formado por taza con salida vertical, tanque con tapa, juego de mecanismos, tornillos de fijación, asiento y tapa y llave de regulación, construido según CTE, e instrucciones del fabricante, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</p>	<p>147,59</p>
CIENTO CUARENTA Y SIETE		
EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS		
<p>E21MA020</p>	<p>ud CONJ.ACESORIOS PORC. P/EMPOTR. Suministro y colocación de conjunto de accesorios de baño, en porcelana blanca, colocados empotrados como el alicatado, compuesto por: 1 toallero, 1 jabonera-esponjera, 1 portarrollos, 1 percha y 1 repisa; totalmente montados y limpios.</p>	<p>98,11</p>
NOVENTA Y OCHO EUROS con		
ONCE CÉNTIMOS		
<p>E12FVF020</p>	<p>ud LLAVE DE ESFERA DE 3/4" 20 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 3/4" (20 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.</p>	<p>7,14</p>
SIETE EUROS con CATORCE		
CÉNTIMOS		
<p>E12FVF030</p>	<p>ud LLAVE DE ESFERA DE 1" 25 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.</p>	<p>8,61</p>
OCHO EUROS con SESENTA Y		
UN CÉNTIMOS		
<p>E12SJP040</p>	<p>m. BAJANTE DE PVC SERIE F. 125 mm. Bajante de PVC serie F, de 125 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.</p>	<p>15,11</p>
QUINCE EUROS con ONCE		
CÉNTIMOS		
<p>E03WCL020</p>	<p>m. CANAL DREN.HGÓN.PREF.C/REJ.PLAS. Canal de drenaje superficial para zonas de carga ligera (áreas peatonales, parques, etc.), formado por piezas de hormigón prefabricadas, de 100x14,1 de medidas exteriores y altura variable, con una pendiente incorporada del 0,6%, colocadas sobre una base de hormigón en masa HM-12,5/P/20, incluso con rejilla plastificada y p.p. de piezas especiales, pequeño material y medios auxiliares, totalmente montado y nivelado, s/ normas de diseño y ejecución recogidas en el DB-HS5.</p>	<p>78,73</p>
SETENTA Y OCHO EUROS con		
SETENTA Y TRES CÉNTIMOS		
<p>E12SJF010</p>	<p>m. BAJANTE DE PVC SERIE C. 90 mm. Bajante de PVC serie C, de 90 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.</p>	<p>14,18</p>
CATORCE EUROS con		
DIECIOCHO CÉNTIMOS		
<p>E12SJF020</p>	<p>m. BAJANTE DE PVC SERIE C. 110 mm. Bajante de PVC serie C, de 110 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 4.</p>	<p>16,75</p>
DIECISEIS EUROS con		
SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS		
<p>E12FXEC020</p>	<p>ud INST.AGUA F.C.ASEO C/LAV+INOD. Instalación de fontanería para un aseo, dotado de lavabo e inodoro, realizada con tuberías de cobre para las redes de agua fría y caliente, y con tuberías de PVC serie C, para la red de desagües, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio, con sifones individuales para los aparatos, incluso con p.p. de bajante de PVC de 110 mm. y manguetón para enlace al inodoro, terminada, y sin aparatos sanitarios. Las tomas de agua y los desagües, se entregan con tapones. Según DB-HS 4.</p>	<p>165,98</p>

EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E12FTC020 CINCO CÉNTIMOS E00104	m. TUBERÍA DE COBRE DE 13/15 mm. Tubería de cobre recocido, de 13/15 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.	5,65 CINCO EUROS con SESENTA Y
CÉNTIMOS E12FTC030	m. TUBERÍA DE COBRE DE 16/18 mm. Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.	6,21 SEIS EUROS con VEINTIUN
UN CÉNTIMOS E12FTC040	m. TUBERÍA DE COBRE DE 22 mm. Tubería de cobre rígido, de 22 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.	7,27 SEIS EUROS con CUARENTA Y
CÉNTIMOS E21AWL020	ud LAVADERO GRES 90x50 G.LAVADORA Lavadero de gres blanco, de 90x50x25 cm., colocado sobre bancada o mueble soporte (sin incluir), e instalado con grifo de lavadora de 1/2", incluso válvula de desagüe de 40 mm., funcionando. (El sifón está incluido en las instalaciones de desagüe).	151,52 SIETE EUROS con VEINTISIETE
EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS E12FAL020	ud ACOMETIDA 20 mm.POLIETIL.3/4" Acometida a la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 20 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, totalmente terminada y funcionando, sin incluir la rotura del pavimento. Según DB-HS 4.	167,84 CIENTO CINCUENTA Y UN
EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS E12FCIR020	ud CONTADOR 3/4" EN ARQUETA 20 mm. Contador de agua de 3/4", colocado en arqueta de acometida, y conexionado al ramal de acometida y a la red de distribución interior, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera de 20 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la acometida, ni la red interior. Según DB-HS 4.	246,14 CIENTO SESENTA Y SIETE
SEIS EUROS con CATORCE	ud CALENTADOR ELÉCTRICO 12 Kw Calentador eléctrico de agua de 12 kW. y 6,9 l/min., i/anclajes, tubería de cobre 15 mm. y llave de esfera, sin instalación eléctrica o gas.	539,85 DOSCIENTOS CUARENTA Y
EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS		CÉNTIMOS QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE

SUBCAPÍTULO 2_R CLIMATIZACIÓN

E12CLECR120 ud **CONSOL.REMO. AIRE 050M2W** **2.482,44**
 Multiconsola de condensación por aire de 2.250 + 2.250 Wf., 50 M2W., para una distancia no superior a 8 m., con mueble, i/canalización de cobre deshidratado y calorifugado, relleno de circuitos con refrigerante, taladros en muro, pasamuros y conexión a la red, instalado. Según R.I.T.E.

DOS MIL CUATROCIENTOS

OCHENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
08CVE00001 u **ASPIRADOR ESTÁTICO CON PIEZAS DE HORMIGÓN VIBRADO** **49,86**
 Aspirador estatico realizado con piezas de hormigón vibrado, recibido con mortero M5 (1:6). Medida la cantidad ejecutada.

CUARENTA Y NUEVE EUROS

con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_S TRANSPORTES

E25M010 ud **MONTACARGAS 1.000 kg 2 PARADAS** **23.490,32**
 Montacargas con una velocidad de 0,5 m/s., 2 paradas, para una carga nominal de 1.000 kg., equipo de maniobra automático simple eléctrico y con máquina arriba, totalmente instalado con pruebas y ajustes.

VEINTITRES MIL

CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2_T TELECOMUNICACIONES

08KFR00001 u **ARQUETA DE ENTRADA PARA ICT DE 0,80x0,70x0,82 m** **158,14**
 Arqueta de entrada para ICT de 0,80x0,70x0,82 m de hormigón prefabricado, incluso excavación, transporte de tierras a vertedero y p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

CIENTO CINCUENTA Y OCHO

EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

08KFC00010 m **CANAL. EXT. INFERIOR ICT ENTERRADA, 8 COND. PVC RIGIDO 63 mm** **64,16**
 Canalización externa inferior para ICT enterrada, formada por 8 conductos de PVC rígido de diám. 63 mm y 3 mm de espesor, incluso excavación, prisma de hormigón HM-20, relleno, transporte de tierras sobrantes a vertedero y p.p. de pequeño material. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada desde la cara interior de arqueta de entrada hasta la del registro de enlace inferior.

SESENTA Y CUATRO EUROS

con DIECISEIS CÉNTIMOS

08KFR00120 u **ARMARIO REGISTRO ENLACE INFERIOR PARA ICT 0,70x0,50x0,12 m** **68,36**
 Armario de registro de enlace inferior empotrado para ICT de 0,70x0,50x0,12 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construido según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

SESENTA Y OCHO EUROS con

TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

08KFC00030 m **CANAL. EXT. INFERIOR ICT EMPOTRADA, 4 COND. PVC RIGIDO 40 mm** **20,65**
 Canalización externa inferior para ICT empotrada, formada por 4 conductos de PVC rígido de diám. 40 mm y 1,9 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada desde registro de enlace inferior hasta la entrada del recinto inferior.

VEINTE EUROS con SESENTA Y

CINCO CÉNTIMOS

08KFR00200 u **ARMARIO REGISTRO INFERIOR O SUPERIOR ICT DE 2,00x1,00x0,50 m** **373,54**
 Armario de registro inferior o superior empotrado para ICT de 2x1x0,50 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

TRESCIENTOS SETENTA Y

TRES EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

08KFC00100	m	CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC RIGIDO DE 40 mm	4,99
Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC rígido de diám. 40 mm y 1,9 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada			
			CUATRO EUROS con NOVENTA
Y NUEVE CÉNTIMOS			
08KFR00320	u	ARMARIO REGISTRO SECUNDARIO ICT DE 0,45x0,45x0,15 m	64,22
Armario de registro secundario empotrado para ICT de 0,45x0,45x0,15 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada			
			SESENTA Y CUATRO EUROS
con VEINTIDOS CÉNTIMOS			
08KFC00200	m	CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC RIGIDO DE 20 mm	3,04
Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC rígido de diám. 20 mmy 1,5 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada			
			TRES EUROS con CUATRO
CÉNTIMOS			
08KFR00510	u	ARMARIO REGISTRO PASO ICT 0,10x0,10x0,06 m	7,80
Armario de registro de paso empotrado para ICT de 0,10x0,10x0,06 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada			
			SIETE EUROS con OCHENTA
CÉNTIMOS			
08KFR00620	u	ARMARIO REGISTRO TERMINACIÓN RED (PAU) ICT 0,10x0,17x0,04 m	8,65
Armario de registro de terminación de red (PAU) empotrado para ICT de 0,10x0,17x0,04 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada			
			OCHO EUROS con SESENTA Y
CINCO CÉNTIMOS			
E12TIDEP010	ud	PUNTO DE ACCESO INALÁMBR. GRAN COBERTURA	134,92
Instalación de Punto de acceso inalámbrico integrado en la propia antena (ganancia 18 dBi). Compatible con los estándares IEEE 802.11-b/g y soportando velocidades de hasta 54Mbps. Incorpora potentes funciones de punto de acceso y bridge, accesible desde web, soporte cliente DHCP, actualización de firmware, asignación automática de IP (si falla el servidor DHCP), seguridad WEP (64, 128 y 256 bit), etc. Es ideal para crear redes WLAN en oficinas sin necesidad de realizar obras. Alto nivel de seguridad en las comunicaciones. Instalado y conexionado.			
			CIENTO TREINTA Y CUATRO
EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS			
08KFR00600	u	ARMARIO REGISTRO TERMINACIÓN RED (PAU) ICT 0,20x0,30x0,06 m	12,19
Armario de registro de terminación de red (PAU) empotrado para ICT de 0,20x0,30x0,06 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada			
			DOCE EUROS con DIECINUEVE
CÉNTIMOS			
08KFC00300	m	CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC FLEXIBLE DE 16 mm	2,16
Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC flexible de diám. 16 mm, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada			
			DOS EUROS con DIECISEIS
CÉNTIMOS			

SUBCAPÍTULO 2_U PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

<p>E12PFKM030 m2 MORTERO IGNÍF. PROYECT.R-120</p> <p>Mortero ignífugo proyectado R-120, recubrimiento incombustible de cemento en combinación con perlita o vermiculita, para la protección contra el fuego de las estructuras metálicas, s/ DB-SI . Medida la unidad instalada.</p>	<p>44,17</p> <p>CUARENTA Y CUATRO EUROS</p>
<p>con DIECISIETE CÉNTIMOS</p>	
<p>E12PFEA020 ud EXTINTOR POLVO ABC 6 kg.PR.INC</p> <p>Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. Según Norma UNE de aplicación, y certificado AENOR.</p>	<p>66,41</p> <p>SESENTA Y SEIS EUROS con</p>
<p>CUARENTA Y UN CÉNTIMOS</p>	
<p>E12PFBQ050 ud BOCA INC. BIE. IPF-43 25mm.x20m.</p> <p>Boca de incendio equipada, B.I.E. compuesta por armario metálico de 650x500 mm., pintado en rojo bombero, válvula de barril de aluminio con manómetro, lanza variomatic, tres efectos, devanadera circular pintada, manguera semirígida de 25 mm. de diámetro y 20 m. de longitud. Inscrición sobre cristal USO EXCLUSIVO BOMBEROS, sin cristal. Medida la unidad instalada.</p>	<p>432,53</p> <p>CUATROCIENTOS TREINTA Y</p>
<p>DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS</p>	
<p>E12FVR030 ud VÁLVULA RETENCIÓN DE 1" 25 mm.</p> <p>Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.</p>	<p>8,27</p> <p>OCHO EUROS con VEINTISIETE</p>
<p>CÉNTIMOS</p>	
<p>E12PFBH040 ud HIDRANTE HÚMEDO 3" 2 BOCAS</p> <p>Hidrante húmedo de 3" con dos bocas, 2x70 mm., medida la unidad instalada.</p>	<p>485,22</p> <p>CUATROCIENTOS OCHENTA Y</p>
<p>CINCO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS</p>	
<p>E12PFBG010 ud GRUPO PRESIÓN 24 m3/h 45 mca</p> <p>Grupo de presión contra incendios para 24 m3/h a 45 m.c.a., compuesto por electrobomba principal de 7,5 CV., electrobomba de 1,5 CV., colector de aspiración con válvulas de seccionamiento, colector de impulsión con válvulas de corte y retención, válvula principal de retención y colector de pruebas en impulsión, manómetro y válvula de seguridad, acumulador hidroneumático de 25 l., bancada metálica de conjunto monobloc. Medida la unidad instalada.</p>	<p>5.279,13</p> <p>CINCO MIL DOSCIENTOS</p>
<p>SETENTA Y NUEVE EUROS con TRECE CÉNTIMOS</p>	
<p>E12PFBC010 m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 1"</p> <p>Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 1" (DN-025), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.</p>	<p>28,65</p> <p>VEINTIOCHO EUROS con</p>
<p>SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS</p>	
<p>E12PFBC030 m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 2"52,92</p> <p>Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 2" (DN-050), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.</p>	<p>CINCUENTA Y DOS EUROS con</p>
<p>NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS</p>	
<p>E12PFBC040 m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 3"</p> <p>Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 3" (DN-080), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.</p>	<p>68,62</p> <p>SESENTA Y OCHO EUROS con</p>
<p>SESENTA Y DOS CÉNTIMOS</p>	



E12FVF070

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA

ud LLAVE DE ESFERA DE 2" 50 mm.

Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.



21,74

Y CUATRO CÉNTIMOS

VEINTIUN EUROS con SETENTA

ANEXO V	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 22 ~
---------	---	--------

CAPITULO 3 MODIFICACIONES NECESARIAS EN LA LÍNEA

SUBCAPÍTULO 3_A ACTUACIÓN SOBRE LOS APOYOS

E00105	h	ELIMINACIÓN Y MODIFICACIÓN DE CRUCETAS	80,06
			OCHENTA EUROS con SEIS
CÉNTIMOS			
E00106	h	RECOLOCACIÓN DE LOS CONDUCTORES	120,08
			CIENTO VEINTE EUROS con
OCHO CÉNTIMOS			
E00107	ud	REFUERZO DE LAS CRUCETAS	314,51
			TRESCIENTOS CATORCE
		EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	

SUBCAPÍTULO 3_B CADENA DE AISLADORES

E00108	ud	ELIMINACIÓN DE LA ANTIGUA CADENA DE AISLADORES	48,03
			CUARENTA Y OCHO EUROS
con TRES CÉNTIMOS			
E00109	ud	COLOCACIÓN DE LA NUEVA CADENA DE AISLADORES	6.263,87
			SEIS MIL DOSCIENTOS
		SESENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CAPÍTULO 4 ELEMENTOS DE LA SUBESTACION HVDC

SUBCAPÍTULO 4_A FILTROS AC Y BANCOS DE CONDENSADORES

E00114	ud	Filtros y bancos de condensadores necesarios para un bipolo	44.881.687,50
			CUARENTA Y CUATRO
MILLONES OCHOCIENTOS			
			OCHENTA Y UN MIL
SEISCIENTOS OCHENTA Y SIETE			
CÉNTIMOS			EUROS con CINCUENTA

SUBCAPÍTULO 4_B TRANSFORMADORES DE CONVERSIÓN

E00111	ud	Instalación de los transformadores de conversión para un bipolo	122.466.243,50
			CIENTO VEINTIDOS MILLONES
CUATROCIENTOS			
			SESENTA Y SEIS MIL
DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES			
CÉNTIMOS			EUROS con CINCUENTA

SUBCAPÍTULO 4_C CONVERTIDORES AC/DC Y DC/AC (VÁLVULAS)

E00110	ud	GRUPO DE DOS CONVERTIDORES DE 12 PULSOS PARA CADA BIPOLO	122.421.578,92
			CIENTO VEINTIDOS MILLONES
CUATROCIENTOS			
			VEINTIUN MIL QUINIENTOS
SETENTA Y OCHO EUROS			
CÉNTIMOS			con NOVENTA Y DOS

SUBCAPÍTULO 4_D FILTROS DC

E00112	ud	INSTALACION DE LOS FILTROS NECESARIOS PARA UN BIPOLO	13.981.237,50
			TRECE MILLONES
NOVECIENTOS OCHENTA Y UN MIL			
			DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE
EUROS con CINCUENTA			CÉNTIMOS

E00113 ud INSTALACION DE LOS REACTORES DE ALISAMIENTO 18.641.350,00
 SEISCIENTOS CUARENTA Y UN DIECIOCHO MILLONES
 EUROS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA

SUBCAPÍTULO 4_E ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

E00115 ud INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE UN BIPOLO 19.041.125,00
 CUARENTA Y UN MIL CIENTO DIECINUEVE MILLONES
 VEINTICINCO EUROS

SUBCAPÍTULO 4_F EQUIPOS DE CONTROL Y COMUNICACIÓN

E00116 ud EQUIPOS NECESARIOS PARA EL CONTROL Y COMUNICACIÓN DE UN BIPOLO 29.941.436,80
 NOVECIENTOS CUARENTA Y VEINTINUEVE MILLONES
 TREINTA Y SEIS EUROS con UN MIL CUATROCIENTOS
 OCHENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 4_G EQUIPOS AUXILIARES DE POTENCIA

E00117 ud EQUIPOS DE POTENCIA AUXILIARES NECESARIOS PARA EL ENLACE 18.361.012,50
 TRESCIENTOS SESENTA Y UN DIECIOCHO MILLONES
 CINCUENTA CÉNTIMOS MIL DOCE EUROS con

CAPÍTULO 5 INGENIERÍA

E00118 ud ESTUDIO DEL SISTEMA Y DIRECCIÓN DE PROYECTO 36.723.240,00
 SETECIENTOS VEINTITRES TREINTA Y SEIS MILLONES
 EUROS MIL DOSCIENTOS CUARENTA

CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

E38BC150 ms ALQUILER CASETA OFICINA 9,75 m2 186,42
 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para oficina en obra de 4,00x2,44x2,30 m. de 9,75 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufe de 1500 W. punto luz exterior. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS CIENTO OCHENTA Y SEIS

E38BC200 ms ALQUILER CASETA COMEDOR 18,35 m2 249,70
 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2,33x2,30 m. de 18,35 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

E38BC140 ms ALQUILER CASETA ALMACÉN 17,90 m2 178,83

Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para almacén de obra de 7,60x2,35x2,30 m. de 17,90 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

CIENTO SETENTA Y OCHO

EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

E38BC020 ms ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2. 204,35

Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

DOSCIENTOS CUATRO EUROS

con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

E38BC210 ud CONSTRUC. CASETA VESTUARIO 20 m2 7.782,79

Ejecución de caseta para vestuario provisional de obra para 10 trabajadores de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, solera de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alicatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, inodoro y plato de ducha, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada. Según R.D. 486/97.

SIETE MIL SETECIENTOS

OCHENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

19LMC90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL COMEDOR 9,92

Amueblamiento provisional en local para comedor, comprendiendo: mesas, asientos, calienta platos eléctrico y recipientes para desperdicios, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.

NUEVE EUROS con NOVENTA Y

DOS CÉNTIMOS

19LMV90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL VESTUARIO 13,38

Amueblamiento provisional en local para vestuario, comprendiendo: taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.

TRECE EUROS con TREINTA Y

OCHO CÉNTIMOS

19LPS90011 ud CASETA PREF. MOD. 15 m2 PRIM. AUXILIOS DE 6 A 12 MESES 1.870,97

Caseta prefabricada modulada de 15 m2 para sala de primeros auxilios en obras de duración entre 6 y 12 meses, formada por: estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano rígido: carpintería de aluminio anodizado en su color, rejas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25, armado con acero B 400 S, placas de asiento, transportes, colocación y desmontado, aire acondicionado y mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la cantidad ejecutada.

MIL OCHOCIENTOS SETENTA

EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ANEXO V	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 25 ~
---------	---	--------

19LMS90010	m2	AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL PRIM. AUXILIOS O CURAS	17,85
Amueblamiento provisional en local de primeros auxilios o sala de curas, comprendiendo: camilla fija y transportable, botiquin portatil, taquilla de cristal para medicamentos e instrumental, mesa, asientos, percha y papeleras, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.			
			DIECISIETE EUROS con
OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
19SIT90008	ud	CHALECO REFLECTANTE POLIÉSTER, SEGURIDAD VIAL	2,50
Chaleco reflectante confeccionado con tejido fluorescente y tiras de tela reflectante 100% poliéster, para seguridad vial en general según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			DOS EUROS con CINCUENTA
CÉNTIMOS			
19SIC90003	ud	CASCO SEG. TRABAJOS EN ALTURA DE POLIETILENO	78,05
Casco de seguridad trabajos en altura de polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			SETENTA Y OCHO EUROS con
CINCO CÉNTIMOS			
19SIC90002	ud	CASCO SEG. DIELECTRICO POLIETILENO ALTA	3,22
Casco de seguridad dieléctrico polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			TRES EUROS con VEINTIDOS
CÉNTIMOS			
19SIC10006	ud	PAR TAPONES ANTIRR. ESPUMA POLIURETANO CON CORDÓN	0,31
Par de tapones antirruído desechable fabricado espuma de polieuretano con cordón, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			CERO EUROS con TREINTA Y
UN CÉNTIMOS			
19SIC20006	ud	GAFAS MONTURA VINILO CON VENT. DIRECTA	2,77
Gafas de vinilo con ventilación directa, sujección a cabeza graduable visor de policarbonato, para trabajos con ambientes pulvigenos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			DOS EUROS con SETENTA Y
SIETE CÉNTIMOS			
19SIC20014	ud	PANTALLA SOLDADURA ELÉCT. CABEZA, ADAPT. CASCO	13,31
Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible adaptable al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			TRECE EUROS con TREINTA Y
UN CÉNTIMOS			
19SIT90001	ud	MANDIL PARA TRABAJOS DE SOLDADURA	3,23
Mandil para trabajos de soldadura, fabricado en cuero con sujección a cuello y cintura a través de tiras según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			TRES EUROS con VEINTITRES
CÉNTIMOS			
19SIP90008	ud	PAR BOTAS SEGURIDAD PIEL SERRAJE, PUNTERA MET.	25,12
Par de botas de seguridad y protección especial metatarsal flexible contra riesgos mecánicos, fabricados en piel serraje, puntera metálica, piso antideslizante, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			VEINTICINCO EUROS con DOCE
CÉNTIMOS			
19SIM90006	ud	PAR GUANTES PROTEC. SOLDADURA, SERRAJE. MANGA	3,00
Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			TRES EUROS
19SIM90003	ud	PAR GUANTES RIESGOS MECÁNICOS MED. PIEL SERRAJE VACUNO	3,75
Par de guantes de protección para riesgos mecánicos medios, fabricado en piel serraje vacuno con refuerzo en uñeros y nudillos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			TRES EUROS con SETENTA Y
CINCO CÉNTIMOS			

19SIM50001	ud	PAR MANGUITOS PARA TRABAJOS DE SOLDADURA	5,63
Par de manguitos para trabajos de soldadura, fabricados en cuero de serraje vacuno según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			CINCO EUROS con SESENTA Y
TRES CÉNTIMOS			
19SIM90012	ud	PAR GUANTES PROTEC. ELÉCTRICA CLASE 0	32,75
Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión, 5000 V clase 0, fabricado con material látex natural, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			TREINTA Y DOS EUROS con
SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
19SIW90003	ud	CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 mm 50 m	78,94
Cuerda de seguridad de poliamida 6 de diám. 14 mm hasta 50 m longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de diám. 16 mm, incluso p.p. de desmontaje, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la cantidad ejecutada.			
			SETENTA Y OCHO EUROS con
NOVENTA Y CUATROCÉNTIMOS			
19SIW00001	ud	DISPOSITIVO ANTICAÍDA ASCENSOS Y DESCENSOS	40,63
Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizante con bloqueo instantáneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			CUARENTA EUROS con
SESENTA Y TRES CÉNTIMOS			
19SIT90002	ud	ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIÉSTER	20,83
Arnés anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y perneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
			VEINTE EUROS con OCHENTA
Y TRES CÉNTIMOS			
S04W010	h.	VIGILANTE DE SEGURIDAD	11,84
Vigilante de seguridad, considerando una hora diaria de un oficial de 1ª. que acredite haber realizado con aprovechamiento algún curso de seguridad y salud en el trabajo.			
			ONCE EUROS con OCHENTA Y
CUATRO CÉNTIMOS			
S05A010	d	ALQ. ANDAMIO EUROP.DESDE 600m2	17,42
Suministro en alquiler de 30 días, montaje y desmontaje de andamio europeo desde 600 m2 de fachadas a cubrir, apto para trabajos hasta una altura de 10 m., incluyendo arriostramientos, plataformas de trabajo metálicas, barandillas con rodapié, viseras de protección, bases y preparación de terreno apto para montar; cumpliendo todas las medidas de seguridad.			
			DIECISIETE EUROS con
CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS			
S01W050	ud	RECONOCIMIENTO MÉDICO BÁSICO I	79,17
Reconocimiento médico básico I anual trabajador, compuesto por control visión, audiometría y analítica de sangre y orina con 6 parámetros.			
			SETENTA Y NUEVE EUROS con
DIECISIETE CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 2

Conversión línea AC a un enlace HVDC

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO			
01TLL90100	m2	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO, CON MEDIOS MECANICOS Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos. Medida la superficie en verdadera magnitud.	Mano de obra.....0,05 Maquinaria.....0,12 TOTAL PARTIDA.....0,17
02AEE00001	m2	EXPLANACIÓN DE 50 cm ESP., TIERRAS CONSIST. BLANDA Explanación de 50 cm de espesor medio, con tierras de consistencia blanda, comprendiendo:excavación con medios mecánicos, transporte a relleno, extendido en tongadas de 20 cm y compactado con medios mecánicos al 95% proctor normal. Medida la superficie en verdadera magnitud.	Maquinaria.....0,96 Resto de obra y materiales.....0,03 TOTAL PARTIDA.....0,99
02TMM00022	m3	TRANSPORTE TIERRAS, ENTRE 5 Y 10 km CARGA M. MECÁNICOS Transporte de tierras realizado en camión basculante a una distancia comprendida entre 5 y 10 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido en perfil esponjado.	Maquinaria.....4,32 TOTAL PARTIDA.....4,32
E02ZM030	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....1,95 Maquinaria.....9,32 TOTAL PARTIDA.....11,27
E02PM030	m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....2,03 Maquinaria.....9,99 TOTAL PARTIDA.....12,02
E02ZS020	m3	EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....54,57 Maquinaria.....2,01 TOTAL PARTIDA.....56,58
E02PA030	m3	EXC.POZOS A MANO <2m.T.COMPACT Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....32,74 TOTAL PARTIDA.....32,74

CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS NECESARIOS EN LA SUBESTACIÓN

SUBCAPÍTULO 2_A RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO

E03AACB010	<p>ud ARQUETA PIE/BAJADA 51x51x65cm Arqueta a pie de bajante registrable, de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre los paramentos, con codo de PVC de 45°, para evitar el golpe de bajada en la solera, y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.</p>	Mano de obra.....51,06 Resto de obra y materiales.....42,09 TOTAL PARTIDA.....93,15
E03AACR010	<p>ud ARQUETA REGISTRO 51x51x65 cm. Arqueta de registro de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre paramentos y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/normas de diseño recogidas en el DB-HS5.</p>	Mano de obra.....48,23 Resto de obra y materiales.....35,87 TOTAL PARTIDA.....84,10
E03AACR030	<p>ud ARQUETA REGISTRO 63x63x80 cm. Arqueta de registro de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre paramentos y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/normas de diseño recogidas en el DB-HS5.</p>	Mano de obra.....53,91 Resto de obra y materiales.....52,45 TOTAL PARTIDA.....106,36
E03AACS020	<p>ud ARQUETA SIFÓNICA 63x63x80 cm. Arqueta sifónica registrable de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, formando medias cañas en los encuentros entre paramentos, con sifón formado por un codo de 90° de PVC largo, y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.</p>	Mano de obra.....56,74 Resto de obra y materiales.....62,64 TOTAL PARTIDA.....119,38

E03APP080	<p>ud SO.CONO ARRAN. PO.D=80 cm. h=160</p> <p>Solera de hormigón HM-20/B/32/I, de 10 cms. de espesor, ligeramente armada en base de pozo de registro de 80 cms. de diámetro interior; Arranque de pozo con ladrillo macizo tosco de 1 pié de espesor, recibidos con mortero de cemento y arena de río 1/6, para recibido de tubos, de 1,00 m. de altura, preparado con junta de goma para recibir anillos de pozos prefabricados de hormigón; Cono prefabricado de hormigón en masa de 80 a 60 cms. de diámetro y 60 cms. de altura, incluso anillado superior de HM-20/B/32/I, ligeramente armado, de 25 cms. de ancho y 15 cms. de espesor, para recibir tapa, incluso enfoscado interior de arranque de pozo con mortero de cemento M-7,5, formación de canal en el fondo del pozo y medios auxiliares, sin incluir desarrollo, marco y tapa del pozo, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.</p>	<p>Mano de obra.....99,30</p> <p>Resto de obra y materiales.....104,33</p> <p>TOTAL PARTIDA.....203,63</p>
04ECH90005	<p>m COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 150 mm CON REFUERZO</p> <p>Colector enterrado de hormigón, de 150 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.</p>	<p>Mano de obra.....30,36</p> <p>Maquinaria.....0,25</p> <p>Resto de obra y materiales.....20,02</p> <p>TOTAL PARTIDA.....50,63</p>
04ECH90006	<p>m COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 200 mm CON REFUERZO</p> <p>Colector enterrado de hormigón, de 200 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.</p>	<p>Mano de obra.....32,37</p> <p>Maquinaria.....0,26</p> <p>Resto de obra y materiales.....21,22</p> <p>TOTAL PARTIDA.....53,85</p>
04ECH90008	<p>m COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 300 mm CON REFUERZO</p> <p>Colector enterrado de hormigón, de 300 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.</p>	<p>Mano de obra.....41,07</p> <p>Maquinaria.....0,34</p> <p>Resto de obra y materiales.....26,47</p> <p>TOTAL PARTIDA.....67,88</p>
E03M010	<p>ud ACOMETIDA RED GRAL.SANEAMIENTO</p> <p>Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-15/B/32, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.</p>	<p>Mano de obra.....137,48</p> <p>Maquinaria.....4,42</p> <p>Resto de obra y materiales.....95,00</p> <p>TOTAL PARTIDA.....236,90</p>

SUBCAPÍTULO 2_B CIMENTACIONES

E04CM040	m3 HORM.LIMPIEZA HM-5/B/32 V.MANUAL Hormigón en masa HL-150/C/TM, de 5 N/mm ² ., consistencia blanda, T _{máx} .32 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.	Mano de obra.....11,05 Maquinaria.....0,97 Resto de obra y materiales.....57,43 TOTAL PARTIDA.....69,45
E04CA100	m3 H.ARM. HA-25/P/20/I V.BOMBA Hormigón armado HA-25 N/mm ² ., consistencia plástica, T _{máx} .20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m ³ .), por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE.	Mano de obra.....11,05 Maquinaria.....106,25 Resto de obra y materiales.....66,87 TOTAL PARTIDA.....184,17
E04SA020	m2 SOLER.HA-25/B/16/IIa 15cm.#15x15/6 Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.	Mano de obra.....3,45 Maquinaria.....0,22 Resto de obra y materiales.....14,10 TOTAL PARTIDA.....17,77
E04SE010	m2 ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=15cm Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	Mano de obra.....2,34 Resto de obra y materiales.....1,67 TOTAL PARTIDA.....4,01

SUBCAPÍTULO 2_C ESTRUCTURAS

E05AA010	kg ACERO A-42b ESTR. SOLDADA Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	Mano de obra.....0,56 Resto de obra y materiales.....0,85 TOTAL PARTIDA.....1,41
05FBB0038	m2 FORJ. RETICULAR CON CASETONES RECUPERABLES SOP. HOR. (HA-35) Forjado reticular de hormigón armado HA-35/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, con acero B 500 S, canto de 25+5 cm, aligerado con casetones recuperables, mallazo electrosoldado B 500 T, capa de compresión de 5 cm, macizado de capiteles, nervio perimetral, refuerzo de huecos y anclajes de soportes de hormigón armado, incluso p.p. de encofrado, apeos, desencofrado, vibrado y curado; construido según EHE y NCSR-02. Medida la superficie de fuera a fuera deduciendo huecos mayores de 1 m ² .	Mano de obra.....20,68 Maquinaria.....0,23 Resto de obra y materiales.....25,50 TOTAL PARTIDA.....46,41
E05AW040	m. ANGULAR DE 60 mm. REMATE Angular de 60 mm. con acero laminado S 275 JR en caliente, en remate y/o arranque de fábrica de ladrillo, i/p.p. de sujeción, nivelación, aplomado, pintura de minio electrolítico y pintura de esmalte (dos manos), empalmes por soldadura, cortes y taladros. Totalmente colocado.Según normas DB-SE-A.	Mano de obra.....9,62 Resto de obra y materiales.....16,63

TOTAL PARTIDA.....26,25

E06WD020 **m. JAMBA/DINTEL P.CALIZA LABR.10x30**
 Jamba o dintel de piedra caliza labrada de 10x30 cm. de sección rectangular, con textura abujardada en caras vistas, recibida con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/nivelación y aplomado de piedras, labrado de cantos vistos, asiento, recibido, rejuntado limpieza y medios auxiliares, medido en su longitud. Según RC-08.
 Mano de obra.....21,83
 Resto de obra y materiales.....42,80

TOTAL PARTIDA.....64,63

E05AW030 **m. CHAPA DINTEL HUECO 250x4 S/G**
 Dintel de hueco, formado por chapa sin galvanizar de 25 cm. de ancho y 4 mm. de espesor, reforzada con dos angulares de 30x30x3 pintados con 2 manos de minio de plomo, soldadas a la chapa y sujeta al forjado superior mediante tirantes de acero, y en los laterales, Totalmente colocada y montada.Según normas DB-SE-A.
 Mano de obra.....11,30
 Resto de obra y materiales.....12,17

TOTAL PARTIDA.....23,47

E05HW020 **m. CARGADERO HORMIGÓN D/T 19 cm.**
 Cargadero autorresistente de hormigón pretensado D/T, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6 M-40, i/cajeado en fábrica.
 Mano de obra.....8,71
 Resto de obra y materiales.....7,50

TOTAL PARTIDA.....16,21

E05AA050 **ud PLACA ANCLAJE A-42b 30x30x1,5**
 Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano, de dimensiones 30x30x1,5 cm. con cuatro garras de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, totalmente colocada.
 Mano de obra.....15,82
 Resto de obra y materiales.....6,98

TOTAL PARTIDA.....22,80

E05AA020 **kg ACERO A-42b ESTR. ATORNILL.**
 Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, des-puntos y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.
 Mano de obra.....0,75
 Resto de obra y materiales.....0,87

TOTAL PARTIDA.....1,62

SUBCAPÍTULO 2_D CERRAMIENTO

E06BHV020 **m2 FÁB.BLOQ.HORM.GRIS 40x20x15 C/V**
 Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, rellenos de hormigón HA-25/P/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo superiores a 2 m2. Según DB-SE-F y RC-08.
 Mano de obra.....20,48
 Resto de obra y materiales.....11,10

TOTAL PARTIDA.....31,58

E09INL040 **m2 IMP. LÁM. CAUCHO EPDM 2mm.**
 Sumistro y colocación de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, con retardantes al fuego de 2 mm. de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante el proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación. La membrana se fijará al soporte mediante adhesivo de contacto o el sistema de fijación mecánica sin perforación, apta para la intemperie. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1.
 Mano de obra.....7,53
 Resto de obra y materiales.....21,60

TOTAL PARTIDA.....29,13



SUBCAPÍTULO 2_E PARTICIONES INTERIORES

E06RDE010	<p>m. RECIBIDO BARANDILLA METÁLICA Recibido de barandilla metálica, en balcones o escaleras, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/4, tipo M-10, i/apertura y tapado de huecos para garras, medido en su longitud.</p>	Mano de obra.....13,18 Resto de obra y materiales.....0,32 TOTAL PARTIDA.....13,50
E06RDW070	<p>m. RECIBIDO PASAMANOS DE MADERA Colocación y recibido de pasamanos de madera sobre fábrica de 1/2 pie o tabiquería con pasta de yeso negro y puntas de acero, i/replanteo, limpieza y medios auxiliares, medido en su longitud.</p>	Mano de obra.....4,81 Resto de obra y materiales.....0,96 TOTAL PARTIDA.....5,77
E06RDC010	<p>m2 RECIBIDO CERCOS EN TABIQUES Recibido y aplomado de cercos en tabiquería, con pasta de yeso negro.</p>	Mano de obra.....7,53 Resto de obra y materiales.....0,46 TOTAL PARTIDA.....7,99
E06RDE020	<p>m2 RECIBIDO REJA EN FÁBRICA Colocación de reja metálica con garras empotradas en el muro, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/4, tipo M-10, i/apertura y tapado de huecos para garras, medida la superficie ejecutada. Según RC-08.</p>	Mano de obra.....30,12 Resto de obra y materiales.....0,63 TOTAL PARTIDA.....30,75
E06WA020	<p>ud AYUDA ALBAÑILERÍA A FONTANER. Ayuda de albañilería a instalación de fontanería por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.</p>	Resto de obra y materiales.....60,10 TOTAL PARTIDA.....60,10
E06WA010	<p>ud AYUDA ALBAÑILERÍA A ELECTRIC. Ayuda de albañilería a instalación de electricidad por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.</p>	Resto de obra y materiales.....187,82 TOTAL PARTIDA.....187,82
E06WA040	<p>ud AYUDA ALBAÑ. INST. ESPECIALES Ayuda de albañilería a instalaciones especiales por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.</p>	Resto de obra y materiales.....75,13 TOTAL PARTIDA.....75,13
E06DBL010	<p>m2 TABIQUE LAD.H/S C/CEMENTO DIVIS. Tabique de ladrillo hueco sencillo de 24x12x4 cm. en divisiones, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08 , medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	Mano de obra.....10,27 Resto de obra y materiales.....6,83 TOTAL PARTIDA.....17,10

E06DBL011	<p>m2 TABIQUE LA.H/S C/CEMENTO CÁMARAS Tabique de ladrillo hueco sencillo de 24x12x4 cm. en cámaras, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	<p>Mano de obra.....8,92 Resto de obra y materiales.....6,83 TOTAL PARTIDA.....15,75</p>
E11RVZ010	<p>m. VIERTAGUAS CHAPA ALUMINIO LACA. Vierteaguas de chapa de aluminio lacado de 13 micras, 1,5 mm. de espesor y 40 cm. de ancho, con goterón, recibido sobre cama mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), con adhesivo a base de resinas epoxídicas, i/sellado de juntas con silicona incolora y limpieza, medido en su longitud.Segun RC-08.</p>	<p>Mano de obra.....9,12 Resto de obra y materiales.....12,17 TOTAL PARTIDA.....21,29</p>
E06DBL070	<p>m2 TABICÓN RASILLÓN 30x15x7 Tabicón de rasillón de 30x15x7 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R (mortero tipo M-5), i/p.p de replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	<p>Mano de obra.....10,27 Resto de obra y materiales.....6,09 TOTAL PARTIDA.....16,36</p>
E06DBL030	<p>m2 TABIQUE RASILLÓN 30x15x4 Tabique de rasillón sencillo 30x15x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	<p>Mano de obra.....10,00 Resto de obra y materiales.....4,15 TOTAL PARTIDA.....14,15</p>
E06DBL040	<p>m2 TABIQUE RASILLÓN 40x20x4 Tabique de rasillón sencillo 40x20x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>	<p>Mano de obra.....9,73 Resto de obra y materiales.....3,91 TOTAL PARTIDA.....13,64</p>
06DPC80415	<p>m2 TABIQUE MÚLTIPLE PL. YESO LAMINADO 13+13+46+13+13 (98 mm) Tabique múltiple con dos placas de yeso laminado de 13 mm de espesor por cada cara y espesor final de 98 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos.</p>	<p>Mano de obra.....11,30 Resto de obra y materiales.....22,85 TOTAL PARTIDA.....34,15</p>

SUBCAPÍTULO 2_F CUBIERTAS

E07IMP070	m2 CUB.PANEL CHAPA PRELA.-50 E.POL. Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, con 2 láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 50 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud. Según DB-HS.	Mano de obra.....8,66 Resto de obra y materiales.....41,58 TOTAL PARTIDA.....50,24
E14MFA040	ud CLAR.FIJA BIVAL.CIR. 80 cm. Claraboya fija con cúpula bivalva de metacrilato, circular de 80 cm. de diámetro, incluso recibido sobre zócalo de fábrica (no incluido) mediante tacos de material sintético con tornillo y arandela de goma de 5 mm. de espesor. Totalmente instalada.	Mano de obra.....5,77 Resto de obra y materiales.....264,55 TOTAL PARTIDA.....270,32
E09J010	m. JUNTA DILATACIÓN 30 cm EN AZOTEA Junta de dilatación de 30 cm. de altura en azoteas, formada con dos maestras de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento, maestra de remate y plancha de plomo de 30 cm. de desarrollo, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de la plancha, sellado con mastic, p.p. de mermas, solapes y limpieza. Medida la longitud ejecutada.Según normas de diseño y colocación DB-HS1.	Mano de obra.....14,23 Resto de obra y materiales.....13,51 TOTAL PARTIDA.....27,74

SUBCAPÍTULO 2_G AISLAMIENTOS

E09ATT070	m2 AISL.TÉRM.TECHOS. REFLEXIVO/MULTICAPA ALUM. 40mm. Aislante térmico reflexivo multicapa, formado por dos capas de aluminio, burbujas de polietileno y aire termoselladas a una espuma de polietileno expandido de 4 mm, colocado con fijaciones mecánicas (rastrel) contra el techo, sellado de solape (5 cm) con cinta adhesiva de aluminio, incluso p.p. de cortes y medios auxiliares.	Mano de obra.....1,88 Resto de obra y materiales.....10,76 TOTAL PARTIDA.....12,64
E09AKV010	m. COQ.FIB.VID.D=21;1/2" e=30 mm. Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 21 mm. de diámetro interior (1/2") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.	Mano de obra.....2,76 Resto de obra y materiales.....2,90 TOTAL PARTIDA.....5,66
E09AKV050	m. COQ.FIB.VID.D=34;1" e=30mm. Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 34 mm. de diámetro interior (1") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.	Mano de obra.....3,68 Resto de obra y materiales.....3,30 TOTAL PARTIDA.....6,98
E09AKV120	m. COQ.FIB.VID.D=60;2" e=30mm. Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 60 mm. de diámetro interior (2") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.	Mano de obra.....4,42 Resto de obra y materiales.....4,35 TOTAL PARTIDA.....8,77

SUBCAPÍTULO 2_H IMPERMEABILIZACIONES

E09INL020	m2 IMP. LÁM. CAUCHO EPDM 1,35mm Sumistro y colocación de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, de 1,35 mm. de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante el proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación. La membrana se fijará al soporte mediante adhesivo de contacto, apta para la intemperie. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1	Mano de obra.....6,03 Resto de obra y materiales.....18,62 TOTAL PARTIDA.....24,65
E09J030	m. SELL. JUNTA DILATACIÓN IM.CAUCHO Sellado de juntas de dilatación a 15 mm. de anchura media con masilla de caucho sintético incluso imprimación sobre soportes porosos y cordón sellador previo de poliuretano.	Mano de obra.....4,30 Resto de obra y materiales.....4,20 TOTAL PARTIDA.....8,50
E09J050	m. SELLADO JUNTAS SOLERAS Sellado de juntas horizontales en soleras de hormigón con una anchura aproximada de 2 cm. y una profundidad de 1,5 cm. sobre fondo de juntas de D=25 mm. con un sellante de poliuretano monocompente.	Mano de obra.....0,77 Resto de obra y materiales.....6,47 TOTAL PARTIDA.....7,24

SUBCAPÍTULO 2_I REVESTIMIENTOS

E08PFA020	m2 ENFOSCADO 1/6 CÁMARAS Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) en interior de cámaras de aire de 20 mm. de espesor, i/p.p. de andamiaje, medido deduciendo huecos.	Mano de obra.....5,40 Resto de obra y materiales.....1,22 TOTAL PARTIDA.....6,62
E08PFA010	m2 ENFOSCADO BUENA VISTA 1/3 VERTI. Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/3 (M-160) en paramentos verticales de 20 mm. de espesor, re-pleado i/p.p. de andamiaje, medido deduciendo huecos.	Mano de obra.....5,40 Resto de obra y materiales.....1,33 TOTAL PARTIDA.....6,73
E08PEM010	m2 GUARNECIDO MAESTREADO Y ENLUCIDO Guarnecido maestreado con yeso negro y enlucido con yeso blanco en paramentos verticales y horizontales de 15 mm. de espesor, con maestras cada 1,50 m. incluso formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con pavimento, p.p. de guardavivos de plástico y metal y colocación de andamios (hasta 3 m de altura), medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	Mano de obra.....6,93 Resto de obra y materiales.....1,22 TOTAL PARTIDA.....8,15

SUBCAPÍTULO 2_J ALICATADOS Y CHAPADOS

E11ABC090	m2 ALIC.AZULEJO BLANCO LISO 20x25cm Alicatado con azulejo blanco liso de 20x25 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.Segun RC-08.	Mano de obra.....13,64 Resto de obra y materiales.....12,59 TOTAL PARTIDA.....26,23
------------------	--	--

SUBCAPÍTULO 2_K PAVIMENTOS

E10ECP020	m. PELDAÑO BARRO DECORATIVO 30x30cm. Forrado de peldaño formado por huella en piezas de barro cocido decorativo de 30x30 cm. y tabica de 30x20 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río (mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....18,19 Resto de obra y materiales.....29,92 TOTAL PARTIDA.....48,11
------------------	--	--

E10ECR040	m. RODAPIÉ BARRO DECORATIVO 10x30cm. Rodapié de barro decorativo de 10x30 cm. manual, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río (mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....3,13 Resto de obra y materiales.....6,35 TOTAL PARTIDA.....9,48
------------------	--	---

E10SAG020	m2 PAV. GOMA 3mm. COLOR 50x50cm. Pavimento goma color de tráfico medio en losetas de 50x50 cm. y 3 mm. de espesor, recibido con pegamento sobre capa de pasta niveladora, i/alisado y limpieza, medida la superficie ejecutada.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....5,05 Resto de obra y materiales.....49,16 TOTAL PARTIDA.....54,21
------------------	--	---

E10RRM050	m. RODAPIÉ PINO 7x1 cm. Rodapié en madera de pino macizo para pintar o barnizar de 7x1 cm., clavado en paramento, medido en su longitud.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....2,07 Resto de obra y materiales.....4,07 TOTAL PARTIDA.....6,14
------------------	---	---

E10ECB020	m2 SOLADO BALDOSA BARRO 30x30 cm. Solado de baldosa de barro cocido de 30x30 cm. manual, recibida con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 28x8 cm., rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-M 32,5 R 1/2 y limpieza, medida la superficie realmente ejecutada. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....14,42 Resto de obra y materiales.....23,81 TOTAL PARTIDA.....38,23
------------------	---	--

E04SE080	m3 HORMIGÓN HA-30/B/16/IIa EN SOLERA Hormigón para armar HA-30/B/16/IIa, de 30 N/mm2.,consistencia blanda, Tmáx. 16 mm, ambiente humeda alta, de central, i/vertido de forma manual, colocado y p.p. de vibrado regleado y curado en soleras. Según EHE-08 y DB-SE-C.	Mano de obra.....20,89 Maquinaria.....1,46 Resto de obra y materiales.....68,45 TOTAL PARTIDA.....90,80
-----------------	---	---

E10CCT040	m2 PAVIMENTO CONTINUO CUARZO GRIS Pavimento continuo cuarzo gris sobre solera de hormigón o forjado, sin incluir éstos, con acabado monolítico incorporando 3 kg. de cuarzo y 1,5 kg. de cemento CEM II/B-M 32,5 R, i/replanteo de solera, encofrado y desencofrado, colocación del hormigón, regleado y nivelado de solera, fratasado mecánico, incorporación capa de rodadura, enlizado y pulimentado, curado del hormigón, aserrado de juntas y sellado con masilla de poliuretano de elasticidad permanente, medido en superficie realmente ejecutada. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....5,22 Resto de obra y materiales.....4,68 TOTAL PARTIDA.....9,90
E10CTP010	m. PELDAÑO TERRA.CHINA MEDIA ENTERO Peldaño prefabricado de terrazo china media, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (Mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....17,67 Resto de obra y materiales.....18,26 TOTAL PARTIDA.....35,93
E10CTB020	m2 SOL.TERRAZO MICROGRANO 40x40 Solado de terrazo 40x40 cm. micrograno, pulido en fábrica, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (Mortero tipo M-5), i/cama de arena de 2 cm. de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en superficie realmente ejecutada. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	Mano de obra.....12,23 Resto de obra y materiales.....15,77 TOTAL PARTIDA.....28,00
SUBCAPÍTULO 2_L CARPINTERÍA INTERIOR		
E13MPPL080	ud P.P. LISA H.2/H SAPELLY BARN. Puerta de paso ciega de 2 hojas normalizadas, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly barnizada, con cerco directo de sapelly macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, totalmente montada, incluso p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....28,20 Resto de obra y materiales.....232,15 TOTAL PARTIDA.....260,35
E13CPL020	ud PUERTA CHAPA LISA 80x200 Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 80x200 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, cerradura con manilla de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería).	Mano de obra.....7,53 Resto de obra y materiales.....74,77 TOTAL PARTIDA.....82,30
E13CPF010	ud PUER.CORTAFUEGOS EI2-60 0,80x2,10 Puerta metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 0,80x2,10 m., homologada EI2-60 C5, construida con dos chapas de acero electrozincado de 0,80 mm. de espesor y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado de 1,20 mm. de espesor, con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremona de cierre automático, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, incluso acabado en pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).	Mano de obra.....9,42 Resto de obra y materiales.....201,66 TOTAL PARTIDA.....211,08

E12PFLN040	ud ANTIPÁNICO PUERTA 2 HOJAS ENSAMBLADA Cierre antipánico, para puertas cortafuegos de dos hojas ensamblada. Medida la unidad instalada. Según DB-SI.	Mano de obra.....47,07 Resto de obra y materiales.....258,09 TOTAL PARTIDA.....305,16
-------------------	---	--

SUBCAPÍTULO 2_LL CARPINTERÍA EXTERIOR

E13AAA290	m2 VENT.AL.NA. CORREDERAS 2 HOJAS Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas correderas de 2 hojas, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....5,69 Resto de obra y materiales.....63,46 TOTAL PARTIDA.....69,15
------------------	---	---

E13CGS040	ud P.SECCIONAL IND. 6,00x3,00 AUT. Puerta seccional industrial de 6,00x3,00 m., con puerta de acceso peatonal y seis ventanas ovales de 650x337, construida en paneles de 45 mm. de doble chapa de acero laminado, zincado, gofrado y lacado, con cámara interior de poliuretano expandido y chapas de refuerzo, juntas flexibles de estanqueidad, guías, muelles de torsión regulables y con guía de elevación en techo estándar, apertura automática mediante grupo electromecánico a techo con transmisión mediante cadena fija silenciosa, armario de maniobra para el circuito impreso integrado, componentes electrónicos de maniobra, accionamiento ultrasónico a distancia, pulsador interior, equipo electrónico digital, receptor, emisor monocanal, fotocélula de seguridad y demás elementos necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir ayudas de albañilería, ni electricidad).	Mano de obra.....677,70 Resto de obra y materiales.....7.314,37 TOTAL PARTIDA.....7.992,07
------------------	--	---

E15CVI020	ud PUERTA 2H. A.INOX. 2,00x2,20 m. Puerta abatible de dos hojas de eje vertical de acero inoxidable pulido 12/10 AISI-316 de 2,00x2,20 m. con rotura de puente térmico, incluyendo perfiles de marco, hoja y junquillo, gomas de estanqueidad, herrajes de colgar y seguridad de acero inoxidable; elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería). S/ CTE-DB-HS 3.	Mano de obra.....9,04 Resto de obra y materiales....1.691,58 TOTAL PARTIDA.....1.700,62
------------------	---	--

SUBCAPÍTULO 2_M CERRAJERÍA

E13CCH020	m2 PRECERCO TUBO ACERO Precerco para posterior fijación en obra de carpintería pre-esmaltada, carpintería de PVC, carpintería de aluminio, etc., formado con tubo hueco de acero laminado en frío de 50x50x2 mm. galvanizado doble agrafado, i/corte, preparación y soldadura de perfiles en taller, ajuste y montaje en obra, con garras de sujeción para recibir en fábricas (sin incluir recibido de albañilería).	Mano de obra.....3,68 Resto de obra y materiales.....25,40 TOTAL PARTIDA.....29,08
------------------	---	---

11SCP00051	m2 CELOSÍA ABAT. LAMAS ORIENT. PVC CERCO Y BAST. AC. GALV. Celosía de hojas abatibles de lamas orientables formada por: lamas de PVC coloreado en su masa, con plegadura en los bordes, de 100x2 mm separadas 30 mm, cerco y bastidor con perfil tubular de acero galvanizado de 50x30x1,5 mm, sistema de accionamiento manual y herrajes de colgar, cierre y seguridad, incluso p.p. de material de agarre y colocación. Medida de fuera a fuera del cerco.	Mano de obra.....28,13 Resto de obra y materiales.....101,83 TOTAL PARTIDA.....129,96
-------------------	--	--

E13ACS020	m.	BARAND.ESCAL.BARROTES ALUMIN.LC.	Barandilla de escalera de perfiles de aluminio lacado en color, de 90 cm. de altura total, compuesta por barrotes verticales cada 10 cm. entre ejes, pasamanos inferior y superiores, montantes, topes y accesorios, totalmente instalada y anclada a obra cada 70 cm., incluso con p.p. de medios auxiliares y pequeño material para su recibido, terminada.	Mano de obra.....20,75 Resto de obra y materiales.....131,26
				TOTAL PARTIDA.....152,01

SUBCAPÍTULO 2_N VIDRIERIA

E00101	m2	D.ACRISTALAMIENTO 4/8/4		Resto de obra y materiales.....63,39
				TOTAL PARTIDA.....63,39
E00102	m2	D.ACRISTALAMIENTO 6/12/6		Resto de obra y materiales.....176,72
				TOTAL PARTIDA.....176,72

SUBCAPÍTULO 2_Ñ FALSOS TECHOS

E08FAE060	m2	F.TECHO ESCAY.DESMON. 60x60 P.V.	Falso techo desmontable de placas de escayola aligeradas con panel fisurado de 60x60 cm. suspendido de perfilera vista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, medido deduciendo huecos.	Mano de obra.....8,66 Resto de obra y materiales.....11,86
				TOTAL PARTIDA.....20,52
E08FAE040	m2	F.TECHO ESCAY.DESMON.120x60 P.V.	Falso techo desmontable de placas de escayola aligeradas con panel fisurado de 120x60 cm. suspendido de perfilera vista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de borde fijados al techo, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, medido deduciendo huecos.	Mano de obra.....7,15 Resto de obra y materiales.....9,96
				TOTAL PARTIDA.....17,11

SUBCAPÍTULO 2_O PINTURAS

E15MB070	m.	BAR.RODAPIÉ O MOLDURA 10 a 20	Barniz sobre rodapié o moldura de madera de 0,10 a 0,20 m., i/lijado, mano de tapaporos, relijado y dos manos de barniz.	Mano de obra.....1,19 Resto de obra y materiales.....0,76
				TOTAL PARTIDA.....1,95
E15MB030	m2	BARNI.MADERA INT.BRILLANT.2 MAN.	Barnizado de carpintería de madera interior o exterior con dos manos de barniz sintético brillante, capa de imprimación y lijado.	Mano de obra.....7,94 Resto de obra y materiales.....4,41
				TOTAL PARTIDA.....12,35
E15HS030	m2	PINTURA TIPO FERRO	Pintura tipo ferro sobre soporte metálico dos manos y una mano de minio electrolítico, i/raspados de óxidos y limpieza manual.	Mano de obra.....8,51 Resto de obra y materiales.....6,09
				TOTAL PARTIDA.....14,60
E15IPA020	m2	PINTU.PLÁST.LISA MATE COL.CLAROS	Pintura plástica lisa mate en colores claros, sobre paramentos horizontales y verticales, lavable dos manos, incluso mano de imprimación de fondo, plastecido y mano de acabado.	Mano de obra.....3,40

Resto de obra y materiales.....3,92

TOTAL PARTIDA.....7,32

E15IEL030 m2 PINTU. TEMPLE LISO COLOR

Pintura al temple liso color en paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso aparejado, plastecido y lijado dos manos.

Mano de obra.....1,56

Resto de obra y materiales.....0,33

TOTAL PARTIDA.....1,89

E15HS010 m2 MARTELE COLOR

Pintura al martele color dos manos aplicadas con pistola sobre carpintería metálica, i/limpieza, mano imprimación y plastecido.

Mano de obra.....8,51

Resto de obra y materiales.....5,07

TOTAL PARTIDA.....13,58

SUBCAPÍTULO 2_P ELECTRICIDAD

E12EML010 ud PUNTO LUZ SENCILLO

Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar, totalmente instalado. Según REBT.

Mano de obra.....11,30

Resto de obra y materiales.....11,01

TOTAL PARTIDA.....22,31

E12EML020 ud PUNTO LUZ CONMUTADO

Punto conmutado sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores, totalmente instalado.Según REBT.

Mano de obra.....18,83

Resto de obra y materiales.....23,98

TOTAL PARTIDA.....42,81

E12EML050 ud PUNTO DOBLE CONMUTADOR

Punto doble conmutador realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp 5, conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, dobles conmutadores, totalmente instalado.Según REBT.

Mano de obra.....28,24

Resto de obra y materiales.....48,48

TOTAL PARTIDA.....76,72

E12EML060 ud PUNTO PULSADOR TIMBRE

Punto pulsador timbre realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, pulsador y zumbador, totalmente instalado.Según REBT.

Mano de obra.....18,83

Resto de obra y materiales.....27,73

TOTAL PARTIDA.....46,56

E12EMOB020 ud BASE ENCHUFE SCHUCO

Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe sistema schuco 10-16 A. (II+T.T.), totalmente instalada.Según REBT.

Mano de obra.....18,83

Resto de obra y materiales.....9,54

TOTAL PARTIDA.....28,37

E12EMOB030 ud BASE ENCHUFE NORMAL

Base de enchufe normal realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe normal 10 A.(II), totalmente instalada.Según REBT.

Mano de obra.....11,30

Resto de obra y materiales.....9,19

TOTAL PARTIDA.....20,49

E12ETB010	<p>ud RED EQUIPOTENCIAL BAÑO Red equipotencial en cuarto de baño realizada con conductor de 4 mm², conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....28,24 Resto de obra y materiales.....2,82 TOTAL PARTIDA.....31,06</p>
E12EIEU020	<p>ud LUM.E.DIF.LAMAS ALU.ANOD. 2x36 W Luminaria de empotrar, de 2x36 W. AF con difusor de lamas de aluminio anodizado, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....15,06 Resto de obra y materiales.....142,30 TOTAL PARTIDA.....157,36</p>
E12EIAB100	<p>ud FOCO BASE SIN PROJ.PAR 60-100 W. Foco base sin elemento proyector, para lámpara reflectora, con lámpara Par de 60-100 W. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....5,77 Resto de obra y materiales.....36,88 TOTAL PARTIDA.....42,65</p>
E12EIAF010	<p>ud REGLETA DE SUPERFICIE 1x18 W. Regleta de superficie de 1x18 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....11,30 Resto de obra y materiales.....26,90 TOTAL PARTIDA.....38,20</p>
E12ESV030	<p>ud CAJA I.C.P.(2P) Caja I.C.P. (2p) doble aislamiento, de empotrar, precintable y homologada por la Compañía Eléctrica.Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....2,88 Resto de obra y materiales.....4,09 TOTAL PARTIDA.....6,97</p>
E12ESX010	<p>ud CUADRO PROTEC.E. ELEVADA(9.200 W) Cuadro protección electrificación elevada (9.200 W), formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial 2x25 A. 30 mA. y PIAS (I+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....13,46 Resto de obra y materiales.....304,82 TOTAL PARTIDA.....318,28</p>
E12ECM010	<p>m. CIRCUITO MONOF. COND. Cu 1,5 mm² Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm², aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....5,69 Resto de obra y materiales.....0,74 TOTAL PARTIDA.....6,43</p>
E12ECM020	<p>m. CIRCUITO MONOF. COND. Cu 2,5 mm² +TT Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm², aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.</p>	<p>TOTAL PARTIDA.....6,43</p>

		Mano de obra.....	5,69
		Resto de obra y materiales.....	1,18
		TOTAL PARTIDA.....	6,87
E12ECM030	m. CIRCUITO MONOF. COND. Cu 4 mm2 + TT		
	Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.		
		Mano de obra.....	7,60
		Resto de obra y materiales.....	1,72
		TOTAL PARTIDA.....	9,32
E12EIAE030	ud LUMINARIA ESTANCA 2x36 W.		
	Luminaria estanca, en material plástico de 2x36 W. con protección IP65 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2mm. de espesor, con abatimiento lateral, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.		
		Mano de obra.....	11,30
		Resto de obra y materiales.....	99,33
		TOTAL PARTIDA.....	110,63
E00103	ud LUMINAR.INDUS.DESCARGA VM 250 W		
		Mano de obra.....	14,98
		Resto de obra y materiales.....	216,22
		TOTAL PARTIDA.....	231,20
E12ETE010	m. RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA 35 mm2.		
	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.Según REBT.		
		Mano de obra.....	3,76
		Resto de obra y materiales.....	7,52
		TOTAL PARTIDA.....	11,28
E12ETI020	ud TOMA DE TIERRA INDEP. CON PICA		
	Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm2, unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.Según REBT.		
		Mano de obra.....	37,65
		Resto de obra y materiales.....	185,94
		TOTAL PARTIDA.....	223,59
E12EGMM010	ud CGP. Y MEDIDA <63A.P/1CONT.MONO.		
	Caja general de protección y medida hasta 63A. para 1 contador monofásico, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea repartidora; para empotrar.Según REBT.		
		Mano de obra.....	18,83
		Resto de obra y materiales.....	176,17
		TOTAL PARTIDA.....	195,00
E151010	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2		
	Derivación individual 3x6 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 6 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.		
		Mano de obra.....	9,50
		Resto de obra y materiales.....	3,46
		TOTAL PARTIDA.....	12,96
E151020	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x10 mm2		
	Derivación individual 3x10 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.		

Mano de obra.....9,50
 Resto de obra y materiales.....4,60
TOTAL PARTIDA.....14,10

E151030	<p>m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2 Derivación individual 3x16 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 16 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.</p>	<p>Mano de obra.....9,50 Resto de obra y materiales.....6,07 TOTAL PARTIDA.....15,57</p>
E151060	<p>m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 5x10 mm2 Derivación individual 5x10 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema trifásico con neutro, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.</p>	<p>Mano de obra.....9,50 Resto de obra y materiales.....6,44 TOTAL PARTIDA.....15,94</p>
E12ERC070	<p>m. LÍN.REPARTIDORA (EMP.)3,5x120mm2 Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x120 mm2, con aislamiento de 0,75 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de fibrocemento de D=100 mm. Totalmente instalada, incluyendo conexionado.Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....7,60 Resto de obra y materiales.....78,45 TOTAL PARTIDA.....86,05</p>
E12EGP050	<p>ud CAJA GENERAL PROTECCIÓN 400A. Caja general protección 400 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 400 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....18,83 Resto de obra y materiales.....236,99 TOTAL PARTIDA.....255,82</p>
E12ENMT040	<p>ud MÓDULO UN CONTADOR TRIFÁSICO Módulo para un contador trifásico, montaje en el exterior, de vivienda unifamiliar, homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo cableado y elementos de protección. (Contador de la Compañía).Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....11,30 Resto de obra y materiales.....98,01 TOTAL PARTIDA.....109,31</p>
E12EML070	<p>ud PUNTO LUZ ESCALERA Punto de luz de alumbrado de escalera realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, pulsador, totalmente instalado.Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....11,30 Resto de obra y materiales.....10,86 TOTAL PARTIDA.....22,16</p>
E12ENV040	<p>ud MÓD.INT.CORTE EN CARGA 250 A Módulo de interruptor de corte en carga para una intensidad máxima de 250 A., homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo el propio interruptor, embornado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores concentrados.</p>	<p>Mano de obra.....37,65 Resto de obra y materiales.....242,47 TOTAL PARTIDA.....280,12</p>

E12EZB020	<p>ud GRUPO ELECTRÓGENO DE 100 KVA Grupo electrógeno para 100 KVA, formado por motor diesel refrigerado por agua, arranque eléctrico, alternador trifásico, en bancada apropiada, incluyendo circuito de conmutación de potencia Red-grupo, escape de gases y silencioso, montado, instalado con pruebas y ajustes. Según especificaciones del REBT.</p>	<p>Mano de obra.....75,94 Resto de obra y materiales...20.281,00 TOTAL PARTIDA.....20.356,94</p>
E12ESV020	<p>ud CUADRO PROTEC.UN ASCENSOR Cuadro protección de ascensor, previo a su cuadro de mando, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, un interruptor automático diferencial 4x40 A. 30 mA., una PIA (III) de 25 A., dos PIAS (1+N) de 10 A., diferencial 2x25 A. 30 mA. Todo totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.Según REBT. Según REBT.</p>	<p>Mano de obra.....19,23 Resto de obra y materiales.....474,69 TOTAL PARTIDA.....493,92</p>
E12EIM020	<p>ud BLQ.AUTO.EMERGENCIA 60 lm. Luminaria de emergencia autónoma de 60 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. Según REBT y DB-SI.</p>	<p>Mano de obra.....11,54 Resto de obra y materiales.....55,29 TOTAL PARTIDA.....66,83</p>
SUBCAPÍTULO 2_Q FONTANERÍA		
08FSD90001	<p>ud PLATO DUCHA PERS CON DISC ABS COLOR BLANCO 700x700 mm Plato de ducha accesible para personas con discapacidad, para revestir, en plástico ABS, en color blanco de 700x700 mm, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería, construido según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la cantidad ejecutada.</p>	<p>Mano de obra.....12,26 Resto de obra y materiales.....307,85 TOTAL PARTIDA.....320,11</p>
08FSL00031	<p>ud LAVABO PEDESTAL PORC. VITRIF. 0,70x0,50 m C. SUAVE Lavabo de pedestal, de porcelana vitrificada, de color suave, formado por lavabo de 0,70x0,50 m pedestal a juego, tornillos de fijación, escuadras de acero inoxidable, rebosadero integral y orificios insinuados para grifería, construido según CTE, e instrucciones del fabricante, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</p>	<p>Mano de obra.....14,73 Resto de obra y materiales.....107,57 TOTAL PARTIDA.....122,30</p>
08FSW00072	<p>ud URINARIO MURAL PORC. VITRIF. BLANCO Urinario mural de porcelana vitrificada, color blanco con borde rociador integral y alimentación exterior, de 0,35x0,30x0,43 m, juego de tornillos y ganchos de suspensión, incluso colocación y ayudas de albañilería; construido según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la cantidad ejecutada.</p>	<p>Mano de obra.....7,25 Resto de obra y materiales.....20,94 TOTAL PARTIDA.....28,19</p>
08FSI00001	<p>ud INODORO TANQUE BAJO, PORCELANA VITRIFICADA BLANCO Inodoro de tanque bajo, de porcelana vitrificada de color blanco, formado por taza con salida vertical, tanque con tapa, juego de mecanismos, tornillos de fijación, asiento y tapa y llave de regulación, construido según CTE, e instrucciones del fabricante, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</p>	<p>Mano de obra.....7,25 Resto de obra y materiales.....20,94 TOTAL PARTIDA.....28,19</p>

Mano de obra.....26,27
 Resto de obra y materiales.....121,32
TOTAL PARTIDA.....147,59

E21MA020 ud CONJ.ACESORIOS PORC. P/EMPOTR.
 Suministro y colocación de conjunto de accesorios de baño, en porcelana blanca, colocados em-
 potrados como el alicatado, compuesto por: 1 toallero, 1 jabonera-esponjera, 1 portarrollos, 1 per-
 cha y 1 repisa; totalmente montados y limpios.
 Mano de obra.....13,46
 Resto de obra y materiales.....84,65
TOTAL PARTIDA.....98,11

E12FVF020 ud LLAVE DE ESFERA DE 3/4" 20 mm.
 Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 3/4" (20 mm.) de diámetro, de latón ní-
 quelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada,
 instalada y funcionando. Según DB-HS 4.
 Mano de obra.....3,85
 Resto de obra y materiales.....3,29
TOTAL PARTIDA.....7,14

E12FVF030 ud LLAVE DE ESFERA DE 1" 25 mm.
 Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón níque-
 lado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, insta-
 lada y funcionando. Según DB-HS 4.
 Mano de obra.....3,85
 Resto de obra y materiales.....4,76
TOTAL PARTIDA.....8,61

E12SJP040 m. BAJANTE DE PVC SERIE F. 125 mm.
 Bajante de PVC serie F, de 125 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta
 labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas es-
 peciales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.
 Mano de obra.....2,88
 Resto de obra y materiales.....12,23
TOTAL PARTIDA.....15,11

E03WCL020 m. CANAL DREN.HGÓN.PREF.C/REJ.PLAS.
 Canal de drenaje superficial para zonas de carga ligera (áreas peatonales, parques, etc.), forma-
 do por piezas de hormigón prefabricadas, de 100x14,1 de medidas exteriores y altura variable,
 con una pendiente incorporada del 0,6%, colocadas sobre una base de hormigón en masa
 HM-12,5/P/20, incluso con rejilla plastificada y p.p. de piezas especiales, pequeño material y
 medios auxiliares, totalmente montado y nivelado, s/ normas de diseño y ejecución recogidas
 en el DB-HS5.
 Mano de obra.....15,06
 Resto de obra y materiales.....63,67
TOTAL PARTIDA.....78,73

E12SJP010 m. BAJANTE DE PVC SERIE C. 90 mm.
 Bajante de PVC serie C, de 90 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta la-
 biada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas es-
 peciales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.
 Mano de obra.....2,88
 Resto de obra y materiales.....11,30
TOTAL PARTIDA.....14,18

E12SJP020 m. BAJANTE DE PVC SERIE C. 110 mm.
 Bajante de PVC serie C, de 110 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta
 labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas es-
 peciales de PVC, funcionando. Según DB-HS 4.
 Mano de obra.....2,88
 Resto de obra y materiales.....13,87
TOTAL PARTIDA.....16,75

E12FXEC020	ud INST.AGUA F.C.ASEO C/LAV+INOD. Instalación de fontanería para un aseo, dotado de lavabo e inodoro, realizada con tuberías de cobre para las redes de agua fría y caliente, y con tuberías de PVC serie C, para la red de desagües, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio, con sifones individuales para los aparatos, incluso con p.p. de bajante de PVC de 110 mm. y manguetón para enlace al inodoro, terminada, y sin aparatos sanitarios. Las tomas de agua y los desagües, se entregan con tapones. Según DB-HS 4.	Mano de obra.....65,85 Resto de obra y materiales.....100,11 TOTAL PARTIDA.....165,98
E12FTC020	m. TUBERÍA DE COBRE DE 13/15 mm. Tubería de cobre recocido, de 13/15 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.	Mano de obra.....3,46 Resto de obra y materiales.....2,19 TOTAL PARTIDA.....5,65
E00104	m TUBERÍA DE COBRE DE 10/12 mm.	Mano de obra.....3,46 Resto de obra y materiales.....2,75 TOTAL PARTIDA.....6,21
E12FTC030	m. TUBERÍA DE COBRE DE 16/18 mm. Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.	Mano de obra.....3,46 Resto de obra y materiales.....2,95 TOTAL PARTIDA.....6,41
E12FTC040	m. TUBERÍA DE COBRE DE 22 mm. Tubería de cobre rígido, de 22 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.	Mano de obra.....2,88 Resto de obra y materiales.....4,39 TOTAL PARTIDA.....7,27
E21AWL020	ud LAVADERO GRES 90x50 G.LAVADORA Lavadero de gres blanco, de 90x50x25 cm., colocado sobre bancada o mueble soporte (sin incluir), e instalado con grifo de lavadora de 1/2", incluso válvula de desagüe de 40 mm., funcionando. (El sifón está incluido en las instalaciones de desagüe).	Mano de obra.....9,43 Resto de obra y materiales.....142,09 TOTAL PARTIDA.....151,52
E12FAL020	ud ACOMETIDA 20 mm.POLIETIL.3/4" Acometida a la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 20 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, totalmente terminada y funcionando, sin incluir la rotura del pavimento. Según DB-HS 4.	Mano de obra.....43,38

Resto de obra y materiales.....124,46

TOTAL PARTIDA.....167,84

E12FCIR020 ud CONTADOR 3/4" EN ARQUETA 20 mm.
 Contador de agua de 3/4", colocado en arqueta de acometida, y conexionado al ramal de acometida y a la red de distribución interior, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera de 20 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la acometida, ni la red interior. Según DB-HS 4.

Mano de obra.....28,85
 Resto de obra y materiales.....217,29
TOTAL PARTIDA.....246,14

E12FSCE010 ud CALENTADOR ELÉCTRICO 12 kW
 Calentador eléctrico de agua de 12 kW. y 6,9 l/min., i/anclajes, tubería de cobre 15 mm. y llave de esfera, sin instalación eléctrica o gas.

Mano de obra.....34,99
 Resto de obra y materiales.....504,86
TOTAL PARTIDA.....539,85

SUBCAPÍTULO 2_R CLIMATIZACIÓN

E12CLECR120 ud CONSOL.REMO. AIRE 050M2W
 Multiconsola de condensación por aire de 2.250 + 2.250 Wf., 50 M2W., para una distancia no superior a 8 m., con mueble, i/canalización de cobre deshidratado y calorifugado, relleno de circuitos con refrigerante, taladros en muro, pasamuros y conexión a la red, instalado. Según R.I.T.E.

Mano de obra.....121,15
 Resto de obra y materiales.....2.361,29
TOTAL PARTIDA.....2.482,44

08CVE00001 u ASPIRADOR ESTÁTICO CON PIEZAS DE HORMIGÓN VIBRADO
 Aspirador estatico realizado con piezas de hormigón vibrado, recibido con mortero M5 (1:6). Medida la cantidad ejecutada.

Mano de obra.....5,55
 Resto de obra y materiales.....44,31
TOTAL PARTIDA.....49,86

SUBCAPÍTULO 2_S TRANSPORTES

E25M010 ud MONTACARGAS 1.000 kg 2 PARADAS
 Montacargas con una velocidad de 0,5 m/s., 2 paradas, para una carga nominal de 1.000 kg., equipo de maniobra automático simple eléctrico y con máquina arriba, totalmente instalado con pruebas y ajustes.

Resto de obra y materiales...23.490,32
TOTAL PARTIDA.....23.490,32

SUBCAPÍTULO 2_T TELECOMUNICACIONES

08KFR00001 u ARQUETA DE ENTRADA PARA ICT DE 0,80x0,70x0,82 m
 Arqueta de entrada para ICT de 0,80x0,70x0,82 m de hormigón prefabricado, incluso excavación, transporte de tierras a vertedero y p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

Mano de obra.....35,64
 Maquinaria.....2,60
 Resto de obra y materiales.....119,91
TOTAL PARTIDA.....158,14

08KFC00010 m CANAL. EXT. INFERIOR ICT ENTERRADA, 8 COND. PVC RIGIDO 63 mm
 Canalización externa inferior para ICT enterrada, formada por 8 conductos de PVC rígido de diám. 63 mm y 3 mm de espesor, incluso excavación, prisma de hormigón HM-20, relleno,

transporte de tierras sobrantes a vertedero y p.p. de pequeño material. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada desde la cara interior de arqueta de entrada hasta la del registro de enlace inferior.

Mano de obra.....25,53
 Maquinaria.....0,96
 Resto de obra y materiales.....37,67
TOTAL PARTIDA.....64,16

08KFR00120 u ARMARIO REGISTRO ENLACE INFERIOR PARA ICT 0,70x0,50x0,12 m

Armario de registro de enlace inferior empotrado para ICT de 0,70x0,50x0,12 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construido según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

Mano de obra.....20,64
 Resto de obra y materiales.....47,72
TOTAL PARTIDA.....68,36

08KFC00030 m CANAL. EXT. INFERIOR ICT EMPOTRADA, 4 COND. PVC RIGIDO 40 mm

Canalización externa inferior para ICT empotrada, formada por 4 conductos de PVC rígido de diám. 40 mm y 1,9 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada desde registro de enlace inferior hasta la entrada del recinto inferior.

Mano de obra.....13,13
 Resto de obra y materiales.....7,52
TOTAL PARTIDA.....20,65

08KFR00200 u ARMARIO REGISTRO INFERIOR O SUPERIOR ICT DE 2,00x1,00x0,50 m

Armario de registro inferior o superior empotrado para ICT de 2x1x0,50 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

Mano de obra.....37,53
 Resto de obra y materiales.....336,01
TOTAL PARTIDA.....373,54

08KFC00100 m CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC RIGIDO DE 40 mm

Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC rígido de diám. 40 mm y 1,9 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada

Mano de obra.....3,00
 Resto de obra y materiales.....1,99
TOTAL PARTIDA.....4,99

08KFR00320 u ARMARIO REGISTRO SECUNDARIO ICT DE 0,45x0,45x0,15 m

Armario de registro secundario empotrado para ICT de 0,45x0,45x0,15 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

Mano de obra.....13,13
 Resto de obra y materiales.....51,09
TOTAL PARTIDA.....64,22

08KFC00200 m CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC RIGIDO DE 20 mm

Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC rígido de diám. 20 mm y 1,5 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada

Mano de obra.....1,88
 Resto de obra y materiales.....1,16
TOTAL PARTIDA.....3,04

08KFR00510 u ARMARIO REGISTRO PASO ICT 0,10x0,10x0,06 m

Armario de registro de paso empotrado para ICT de 0,10x0,10x0,06 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada

Mano de obra.....2,26
 Resto de obra y materiales.....5,54
TOTAL PARTIDA.....7,80

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA



u ARMARIO REGISTRO TERMINACIÓN RED (PAU) ICT 0,10x0,17x0,04 m

Armario de registro de terminación de red (PAU) empotrado para ICT de 0,10x0,17x0,04 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT.

Medida la cantidad ejecutada

Mano de obra.....2,63

Resto de obra y materiales.....6,02

TOTAL PARTIDA.....8,65

E12TIDEP010

ud PUNTO DE ACCESO INALÁMBR. GRAN COBERTURA

Instalación de Punto de acceso inalámbrico integrado en la propia antena (ganancia 18 dBi). Compatible con los estándares IEEE 802.11-b/g y soportando velocidades de hasta 54Mbps. Incorpora potentes funciones de punto de acceso y bridge, accesible desde web, soporte cliente DHCP, actualización de firmware, asignación automática de IP (si falla el servidor DHCP), seguridad WEP (64, 128 y 256 bit), etc. Es ideal para crear redes WLAN en oficinas sin necesidad de realizar obras. Alto nivel de seguridad en las comunicaciones. Instalado y conexionado.

Mano de obra.....26,73

Resto de obra y materiales.....108,19

TOTAL PARTIDA.....134,92

08KFR00600

u ARMARIO REGISTRO TERMINACIÓN RED (PAU) ICT 0,20x0,30x0,06 m

Armario de registro de terminación de red (PAU) empotrado para ICT de 0,20x0,30x0,06 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT.

Medida la cantidad ejecutada

Mano de obra.....4,50

Resto de obra y materiales.....7,69

TOTAL PARTIDA.....12,19

08KFC00300

m CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC FLEXIBLE DE 16 mm

Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC flexible de diám. 16 mm, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada

Mano de obra.....1,51

Resto de obra y materiales.....0,65

TOTAL PARTIDA.....2,16

SUBCAPÍTULO 2_U PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

E12PFKM030	<p>m2 MORTERO IGNÍF. PROYECT.R-120 Mortero ignífugo proyectado R-120, recubrimiento incombustible de cemento en combinación con perlita o vermiculita, para la protección contra el fuego de las estructuras metálicas, s/ DB-SI . Medida la unidad instalada.</p>	<p>Mano de obra.....22,59 Resto de obra y materiales.....21,58 TOTAL PARTIDA.....44,17</p>
E12PFEA020	<p>ud EXTINTOR POLVO ABC 6 kg.PR.INC Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. Según Norma UNE de aplicación, y certificado AENOR.</p>	<p>Mano de obra.....1,83 Resto de obra y materiales.....64,58 TOTAL PARTIDA.....66,41</p>
E12PFBQ050	<p>ud BOCA INC. BIE. IPF-43 25mm.x20m. Boca de incendio equipada, B.I.E. compuesta por armario metálico de 650x500 mm., pintado en rojo bombero, válvula de barril de aluminio con manómetro, lanza variomatic, tres efectos, devanadera circular pintada, manguera semirígida de 25 mm. de diámetro y 20 m. de longitud. Inscripción sobre cristal USO EXCLUSIVO BOMBEROS, sin cristal. Medida la unidad instalada.</p>	<p>Mano de obra.....40,80 Resto de obra y materiales.....391,73 TOTAL PARTIDA.....432,53</p>
E12FVR030	<p>ud VÁLVULA RETENCIÓN DE 1" 25 mm. Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.</p>	<p>Mano de obra.....4,42 Resto de obra y materiales.....3,85 TOTAL PARTIDA.....8,27</p>
E12PFBH040	<p>ud HIDRANTE HÚMEDO 3" 2 BOCAS Hidrante húmedo de 3" con dos bocas, 2x70 mm., medida la unidad instalada.</p>	<p>Mano de obra.....25,50 Resto de obra y materiales.....459,72 TOTAL PARTIDA.....485,22</p>
E12PFBG010	<p>ud GRUPO PRESIÓN 24 m3/h 45 mca Grupo de presión contra incendios para 24 m3/h a 45 m.c.a., compuesto por electrobomba principal de 7,5 CV., electrobomba de 1,5 CV., colector de aspiración con válvulas de seccionamiento, colector de impulsión con válvulas de corte y retención, válvula principal de retención y colector de pruebas en impulsión, manómetro y válvula de seguridad, acumulador hidroneumático de 25 l., bancada metálica de conjunto monobloc. Medida la unidad instalada.</p>	<p>Mano de obra.....204,00 Resto de obra y materiales.....5.075,13 TOTAL PARTIDA.....5.279,13</p>
E12PFBC010	<p>m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 1" Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 1" (DN-025), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.</p>	<p>Mano de obra.....17,01 Resto de obra y materiales.....11,64 TOTAL PARTIDA.....28,65</p>
E12PFBC030	<p>m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 2" Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 2" (DN-050), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.</p>	<p>Mano de obra.....25,50 Resto de obra y materiales.....27,42 TOTAL PARTIDA.....52,92</p>

E12PFBC040	m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 3" Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 3" (DN-080), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.	Mano de obra.....34,00 Resto de obra y materiales.....34,62 TOTAL PARTIDA.....68,62
E12FVF070	ud LLAVE DE ESFERA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.	Mano de obra.....4,81 Resto de obra y materiales.....16,93 TOTAL PARTIDA.....21,74

CAPITULO 3 MODIFICACIONES NECESARIAS EN LA LÍNEA

SUBCAPÍTULO 3_A ACTUACIÓN SOBRE LOS APOYOS

E00105	h	ELIMINACIÓN Y MODIFICACIÓN DE CRUCETAS	Mano de obra.....27,97 Maquinaria.....52,09 TOTAL PARTIDA.....80,06
E00106	h	RECOLOCACIÓN DE LOS CONDUCTORES	Mano de obra.....41,95 Maquinaria.....78,13 TOTAL PARTIDA.....120,08
E00107	ud	REFUERZO DE LAS CRUCETAS	Mano de obra.....112,75 Maquinaria.....156,26 Resto de obra y materiales.....45,50 TOTAL PARTIDA.....314,51

SUBCAPÍTULO 3_B CADENA DE AISLADORES

E00108	ud	ELIMINACIÓN DE LA ANTIGUA CADENA DE AISLADORES	Mano de obra.....16,78 Maquinaria.....31,25 TOTAL PARTIDA.....48,03
E00109	ud	COLOCACIÓN DE LA NUEVA CADENA DE AISLADORES	Mano de obra.....39,15 Maquinaria.....72,92 Resto de obra y materiales.....6.151,80 TOTAL PARTIDA.....6.263,87

CAPÍTULO 4 ELEMENTOS DE LA SUBESTACION HVDC

SUBCAPÍTULO 4_A FILTROS AC Y BANCOS DE CONDENSADORES

E00114	ud	Filtros y bancos de condensadores necesarios para un bipolo	Mano de obra.....1.687,50 Resto de obra y materiales.....44.880.000,00 TOTAL PARTIDA.....44.881.687,50
--------	----	---	---

SUBCAPÍTULO 4_B TRANSFORMADORES DE CONVERSIÓN

E00111	ud	Instalación de los transformadores de conversión para un bipolo	Mano de obra.....6.243,50 Resto de obra y materiales.....122.460.000,00 TOTAL PARTIDA.....122.466.243,50
--------	----	---	---

SUBCAPÍTULO 4_C CONVERTIDORES AC/DC Y DC/AC (VÁLVULAS)

E00110	ud	GRUPO DE DOS CONVERTIDORES DE 12 PULSOS PARA CADA BIPOLO	Mano de obra.....1.578,92 Resto de obra y materiales.....122.420.000,00 TOTAL PARTIDA.....122.421.578,92
--------	----	--	---

SUBCAPÍTULO 4_D FILTROS DC

E00112	ud	INSTALACION DE LOS FILTROS NECESARIOS PARA UN BIPOLO	Mano de obra.....1.237,50 Resto de obra y materiales.....13.980.000,00 TOTAL PARTIDA.....13.981.237,50
E00113	ud	INSTALACION DE LOS REACTORES DE ALISAMIENTO	Mano de obra.....1.350,00 Resto de obra y materiales.....18.640.000,00 TOTAL PARTIDA.....18.641.350,00

SUBCAPÍTULO 4_E ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

E00115	ud	INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE UN BIPOLO	Mano de obra.....1.125,00
			Resto de obra y materiales..... 19.040.000,00
			TOTAL PARTIDA.....19.041.125,00

SUBCAPÍTULO 4_F EQUIPOS DE CONTROL Y COMUNICACIÓN

E00116	ud	EQUIPOS NECESARIOS PARA EL CONTROL Y COMUNICACIÓN DE UN BIPOLO	Mano de obra.....1.436,80
			Resto de obra y materiales..... 29.940.000,00
			TOTAL PARTIDA.....29.941.436,80

SUBCAPÍTULO 4_G EQUIPOS AUXILIARES DE POTENCIA

E00117	ud	EQUIPOS DE POTENCIA AUXILIARES NECESARIOS PARA EL ENLACE	Mano de obra.....1.012,50
			Resto de obra y materiales..... 18.360.000,00
			TOTAL PARTIDA.....18.360.000,00

CAPÍTULO 5 INGENIERÍA

E00118	ud	ESTUDIO DEL SISTEMA Y DIRECCIÓN DE PROYECTO	TOTAL PARTIDA.....36.723.240,00
--------	----	---	--

CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

E38BC150	ms	ALQUILER CASETA OFICINA 9,75 m2 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para oficina en obra de 4,00x2,44x2,30 m. de 9,75 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufe de 1500 W. punto luz exterior. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	Mano de obra.....1,33
			Resto de obra y materiales.....185,09
			TOTAL PARTIDA.....186,42

E38BC200	ms	ALQUILER CASETA COMEDOR 18,35 m2 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2,33x2,30 m. de 18,35 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	Mano de obra.....1,33
			Resto de obra y materiales.....248,37
			TOTAL PARTIDA.....249,70

E38BC140	<p>ms ALQUILER CASETA ALMACÉN 17,90 m2 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para almacén de obra de 7,60x2,35x2,30 m. de 17,90 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.</p>	<p>Mano de obra.....1,33 Resto de obra y materiales.....177,50</p>
TOTAL PARTIDA.....178,83		
E38BC020	<p>ms ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2. Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.</p>	<p>Mano de obra.....1,33 Resto de obra y materiales.....203,02</p>
TOTAL PARTIDA.....204,35		
E38BC210	<p>ud CONSTRUC. CASETA VESTUARIO 20 m2 Ejecución de caseta para vestuario provisional de obra para 10 trabajadores de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, solera de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alicatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, inodoro y plato de ducha, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada. Según R.D. 486/97.</p>	<p>Mano de obra.....3.279,13 Maquinaria.....53,29 Resto de obra y materiales.....4.450,56</p>
TOTAL PARTIDA.....7.782,79		
19LMC90010	<p>m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL COMEDOR Amueblamiento provisional en local para comedor, comprendiendo: mesas, asientos, calienta platos eléctrico y recipientes para desperdicios, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.</p>	<p>Resto de obra y materiales.....9,92</p>
TOTAL PARTIDA.....9,92		
19LMV90010	<p>m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL VESTUARIO Amueblamiento provisional en local para vestuario, comprendiendo: taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.</p>	<p>Resto de obra y materiales.....13,38</p>
TOTAL PARTIDA.....13,38		

19LPS90011	ud CASETA PREF. MOD. 15 m2 PRIM. AUXILIOS DE 6 A 12 MESES Caseta prefabricada modulada de 15 m2 para sala de primeros auxilios en obras de duración entre 6 y 12 meses, formada por: estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano rígido: carpintería de aluminio anodizado en su color, rejillas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25, armado con acero B 400 S, placas de asiento, transportes, colocación y desmontado, aire acondicionado y mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la cantidad ejecutada.	Mano de obra.....120,90 Maquinaria.....8,00 Resto de obra y materiales.....1.742,07 TOTAL PARTIDA.....1.870,97
19LMS90010	m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL PRIM. AUXILIOS O CURAS Amueblamiento provisional en local de primeros auxilios o sala de curas, comprendiendo: camilla fija y transportable, botiquín portátil, taquilla de cristal para medicamentos e instrumental, mesa, asientos, percha y papeleras, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.	Resto de obra y materiales.....17,85 TOTAL PARTIDA.....17,85
19SIT90008	ud CHALECO REFLECTANTE POLIÉSTER, SEGURIDAD VIAL Chaleco reflectante confeccionado con tejido fluorescente y tiras de tela reflectante 100% poliéster, para seguridad vial en general según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....2,50 TOTAL PARTIDA.....2,50
19SIC90003	ud CASCO SEG. TRABAJOS EN ALTURA DE POLIETILENO Casco de seguridad trabajos en altura de polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....78,05 TOTAL PARTIDA.....78,05
19SIC90002	ud CASCO SEG. DIELECTRICO POLIETILENO ALTA Casco de seguridad dieléctrico polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....3,22 TOTAL PARTIDA.....3,22
19SIC10006	ud PAR TAPONES ANTIRR. ESPUMA POLIURETANO CON CORDÓN Par de tapones antirruído desechable fabricado espuma de poliuretano con cordón, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....0,31 TOTAL PARTIDA.....0,31
19SIC20006	ud GAFAS MONTURA VINILO CON VENT. DIRECTA Gafas de vinilo con ventilación directa, sujeción a cabeza graduable visor de policarbonato, para trabajos con ambientes pulvigenos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....2,77 TOTAL PARTIDA.....2,77
19SIC20014	ud PANTALLA SOLDADURA ELÉCT. CABEZA, ADAPT. CASCO Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible adaptable al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....13,31 TOTAL PARTIDA.....13,31
19SIT90001	ud MANDIL PARA TRABAJOS DE SOLDADURA Mandil para trabajos de soldadura, fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de tiras según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....3,23

		TOTAL PARTIDA.....3,23
19SIP90008	ud PAR BOTAS SEGURIDAD PIEL SERRAJE, PUNTERA MET. Par de botas de seguridad y protección especial metatarsal flexible contra riesgos mecánicos, fabricados en piel serraje, puntera metálica, piso antideslizante, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....25,12
		TOTAL PARTIDA.....25,12
19SIM90006	ud PAR GUANTES PROTEC. SOLDADURA, SERRAJE. MANGA Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....3,00
		TOTAL PARTIDA.....3,00
19SIM90003	ud PAR GUANTES RIESGOS MECÁNICOS MED. PIEL SERRAJE VACUNO Par de guantes de protección para riesgos mecánicos medios, fabricado en piel serraje vacuno con refuerzo en uñeros y nudillos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....3,75
		TOTAL PARTIDA.....3,75
19SIM50001	ud PAR MANGUITOS PARA TRABAJOS DE SOLDADURA Par de manguitos para trabajos de soldadura, fabricados en cuero de serraje vacuno según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....5,63
		TOTAL PARTIDA.....5,63
19SIM90012	ud PAR GUANTES PROTEC. ELÉCTRICA CLASE 0 Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión, 5000 V clase 0, fabricado con material látex natural, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....32,75
		TOTAL PARTIDA.....32,75
19SIW90003	ud CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 mm 50 m Cuerda de seguridad de poliamida 6 de diám. 14 mm hasta 50 m longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de diám. 16 mm, incluso p.p. de desmontaje, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la cantidad ejecutada.	Mano de obra.....3,19 Resto de obra y materiales.....75,75
		TOTAL PARTIDA.....78,94
19SIW00001	ud DISPOSITIVO ANTICAÍDA ASCENSOS Y DESCENSOS Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizante con bloqueo instantáneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....40,63
		TOTAL PARTIDA.....40,63
19SIT90002	ud ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIÉSTER Arnés anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y peneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	Resto de obra y materiales.....20,83
		TOTAL PARTIDA.....20,83
S04W010	h. VIGILANTE DE SEGURIDAD Vigilante de seguridad, considerando una hora diaria de un oficial de 1ª. que acredite haber realizado con aprovechamiento algún curso de seguridad y salud en el trabajo.	Resto de obra y materiales.....11,84
		TOTAL PARTIDA.....11,84
S05A010	d ALQ. ANDAMIO EUROP.DESDE 600m2 Suministro en alquiler de 30 días, montaje y desmontaje de andamio europeo desde 600 m2 de fachadas a cubrir, apto para trabajos hasta una altura de 10 m., incluyendo arriostramientos, plataformas de trabajo metálicas, barandillas con rodapié, viseras de protección, bases y preparación	

de terreno apto para montar; cumpliendo todas las medidas de seguridad.

Maquinaria.....17,42

TOTAL PARTIDA.....17,42
S01W050 ud RECONOCIMIENTO MÉDICO BÁSICO I

Reconocimiento médico básico I anual trabajador, compuesto por control visión, audiometría y analítica de sangre y orina con 6 parámetros.

Resto de obra y materiales.....79,17

TOTAL PARTIDA.....79,17

1.3. Presupuesto y mediciones.

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Conversión línea AC a un enlace HVDC

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO									
01TLL90100	m2 LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO, CON MEDIOS MECANICOS Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos. Medida la superficie en verdadera magnitud.						243.000,00	0,17	41.310,00
02AEE00001	m2 EXPLANACIÓN DE 50 cm ESP., TIERRAS CONSIST. BLANDA Explanación de 50 cm de espesor medio, con tierras de consistencia blanda, comprendiendo:excavación con medios mecánicos, transporte a relleno, extendido en tongadas de 20 cm y compactado con medios mecánicos al 95% proctor normal. Medida la superficie en verdadera magnitud.						243.000,00	0,99	240.570,00
02TMM00022	m3 TRANSPORTE TIERRAS, ENTRE 5 Y 10 km CARGA M. MECÁNICOS Transporte de tierras realizado en camión basculante a una distancia comprendida entre 5 y 10 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido en perfil esponjado.						48.600,00	4,32	209.952,00
E02ZM030	m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						7,64	11,27	86,10
E02PM030	m3 EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						96,00	12,02	1.153,92
E02ZS020	m3 EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.						149,00	56,58	8.430,42
E02PA030	m3 EXC.POZOS A MANO <2m.T.COMPACT Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						0,24	32,74	7,86
TOTAL CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO.....							1.003.020,60		

CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS NECESARIOS EN LA SUBESTACIÓN

SUBCAPÍTULO 2_A RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO

E03AACB010	ud ARQUETA PIE/BAJADA 51x51x65cm Arqueta a pie de bajante registrable, de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre los paramentos, con codo de PVC de 45°, para evitar el golpe de bajada en la solera, y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.	1,00	93,15	93,15
E03AACR010	ud ARQUETA REGISTRO 51x51x65 cm. Arqueta de registro de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre paramentos y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/normas de diseño recogidas en el DB-HS5.	1,00	84,10	84,10
E03AACR030	ud ARQUETA REGISTRO 63x63x80 cm. Arqueta de registro de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, realizando medias cañas en los encuentros entre paramentos y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/normas de diseño recogidas en el DB-HS5.	1,00	106,36	106,36
E03AACS020	ud ARQUETA SIFÓNICA 63x63x80 cm. Arqueta sifónica registrable de 63x63x60 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, formando medias cañas en los encuentros entre paramentos, con sifón formado por un codo de 90° de PVC largo, y con tapa de hormigón armado prefabricada, conformando un cierre hermético mediante la colocación de una junta de goma perimetral, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.	1,00	119,38	119,38
E03APP080	ud SO.CONO ARRAN. PO.D=80 cm. h=160 Solera de hormigón HM-20/B/32/I, de 10 cms. de espesor, ligeramente armada en base de pozo de registro de 80 cms. de diámetro interior; Arranque de pozo con ladrillo macizo tosco de 1 pie de espesor, recibidos con mortero de cemento y arena de río 1/6, para recibido de tubos, de 1,00 m. de altura, preparado con junta de goma para recibir anillos de pozos prefabricados de hormigón; Cono prefabricado de hormigón en masa de 80 a 60 cms. de diámetro y 60 cms. de altura, incluso anillado superior de HM-20/B/32/I, ligeramente armado, de 25 cms. de ancho y 15 cms. de espesor, para recibir tapa, incluso enfoscado interior de arranque de pozo con mortero de cemento M-7,5, formación de canal en el fondo del pozo y medios auxiliares, sin incluir desarrollo, marco y tapa del pozo, s/ normas de diseño recogidas en el DB-HS5.	3,00	203,63	610,89
04ECH90005	m COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 150 mm CON REFUERZO Colector enterrado de hormigón, de 150 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.	188,00	50,63	9.518,44

04ECH90006	m COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 200 mm CON REFUERZO Colector enterrado de hormigón, de 200 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.	214,00	53,85	11.523,90
04ECH90008	m COLECTOR ENTERRADO, HORMIGÓN, DIÁM. 300 mm CON REFUERZO Colector enterrado de hormigón, de 300 mm de diámetro nominal, colocado sobre solera de 10 cm de espesor y con refuerzo de hormigón HM-20, incluso p.p. de cinta de señalización, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la longitud entre ejes de arquetas.	20,10	67,88	1.364,39
E03M010	ud ACOMETIDA RED GRAL.SANEAMIENTO Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-15/B/32, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.	1,00	236,90	236,90
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_A RED HORIZONTAL DESANEAMIENTO.....		23.657,51		

SUBCAPÍTULO 2_B CIMENTACIONES

E04CM040	m3 HORM.LIMPIEZA HM-5/B/32 V.MANUAL Hormigón en masa HL-150/C/TM, de 5 N/mm ² ., consistencia blanda, T _{máx} .32 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.	8,50	69,45	590,33
E04CA100	m3 H.ARM. HA-25/P/20/I V.BOMBA Hormigón armado HA-25 N/mm ² ., consistencia plástica, T _{máx} .20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m ³ .), por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE.	46,30	184,17	8.527,07
E04SA020	m2 SOLER.HA-25/B/16/IIa 15cm.#15x15/6 Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.	3.770,00	17,77	66.992,90
E04SE010	m2 ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=15cm Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	3.770,00	4,01	15.117,70
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_B CIMENTACIONES.....		91.228,00		

SUBCAPÍTULO 2_C ESTRUCTURAS

E05AA010	kg ACERO A-42b ESTR. SOLDADA Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	69.754,00	1,41	98.353,14
05FBB00038	m2 FORJ. RETICULAR CON CASETONES RECUPERABLES SOP. HOR. (HA-35) Forjado reticular de hormigón armado HA-35/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, con acero B 500 S, canto de 25+5 cm, aligerado con casetones recuperables, mallazo electrosoldado B 500 T, capa de compresión de 5 cm, macizado de capiteles, nervio perimetral, refuerzo de huecos y anclajes de soportes de hormigón armado, incluso p.p. de encofrado, apeos, desencofrado, vibrado y curado; construido según EHE y NCSR-02. Medida la superficie de fuera a fuera deduciendo huecos mayores de 1 m2.	200,00	46,41	9.282,00
E05AW040	m. ANGULAR DE 60 mm. REMATE Angular de 60 mm. con acero laminado S 275 JR en caliente, en remate y/o arranque de fábrica de ladrillo, i/p.p. de sujeción, nivelación, aplomado, pintura de minio electrolítico y pintura de esmalte (dos manos), empalmes por soldadura, cortes y taladros. Totalmente colocado. Según normas DB-SE-A.	176,00	26,25	4.620,00
E06WD020	m. JAMBA/DINTEL P.CALIZA LABR.10x30 Jamba o dintel de piedra caliza labrada de 10x30 cm. de sección rectangular, con textura abujardada en caras vistas, recibida con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/nivelación y aplomado de piedras, labrado de cantos vistos, asiento, recibido, rejuntado limpieza y medios auxiliares, medido en su longitud. Según RC-08.	46,00	64,63	2.972,98
E05AW030	m. CHAPA DINTEL HUECO 250x4 S/G Dintel de hueco, formado por chapa sin galvanizar de 25 cm. de ancho y 4 mm. de espesor, reforzada con dos angulares de 30x30x3 pintados con 2 manos de minio de plomo, soldadas a la chapa y sujeta al forjado superior mediante tirantes de acero, y en los laterales, Totalmente colocada y montada. Según normas DB-SE-A.	280,00	23,47	6.571,60
E05HW020	m. CARGADERO HORMIGÓN D/T 19 cm. Cargadero autorresistente de hormigón pretensado D/T, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6 M-40, i/cajeado en fábrica.	46,00	16,21	745,66
E05AA050	ud PLACA ANCLAJE A-42b 30x30x1,5 Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano, de dimensiones 30x30x1,5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, totalmente colocada.	86,00	22,80	1.960,80
E05AA020	kg ACERO A-42b ESTR. ATORNILL. Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	59.087,00	1,62	95.720,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_C ESTRUCTURAS.....		220.227,12		

SUBCAPÍTULO 2_D CERRAMIENTO

E06BHV020	m2 FÁB.BLOQ.HORM.GRIS 40x20x15 C/V Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x15 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, rellenos de hormigón HA-25/P/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado y medios auxiliares, medida deduciendo superiores a 2 m2. Según DB-SE-F y RC-08.	426,00	31,58	13.453,08
E09INL040	m2 IMP. LÁM. CAUCHO EPDM 2mm. Sumistro y colocación de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, con retardantes al fuego de 2 mm. de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante el proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación. La membrana se fijará al soporte mediante adhesivo de contacto o el sistema de fijación mecánica sin perforación, apta para la intemperie. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1.	1.700,00	29,13	49.521,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_D CERRAMIENTO.....		62.974,08		

SUBCAPÍTULO 2_E PARTICIONES INTERIORES

E06RDE010	m. RECIBIDO BARANDILLA METÁLICA Recibido de barandilla metálica, en balcones o escaleras, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/4, tipo M-10, i/apertura y tapado de huecos para garras, medido en su longitud.	20,20	13,50	272,70
E06RDW070	m. RECIBIDO PASAMANOS DE MADERA Colocación y recibido de pasamanos de madera sobre fábrica de 1/2 pie o tabiquería con pasta de yeso negro y puntas de acero, i/replanteo, limpieza y medios auxiliares, medido en su longitud.	20,20	5,77	116,55
E06RDC010	m2 RECIBIDO CERCOS EN TABIQUES Recibido y aplomado de cercos en tabiquería, con pasta de yeso negro.	21,40	7,99	170,99
E06RDE020	m2 RECIBIDO REJA EN FÁBRICA Colocación de reja metálica con garras empotradas en el muro, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/4, tipo M-10, i/apertura y tapado de huecos para garras, medida la superficie ejecutada. Según RC-08.	37,40	30,75	1.150,05
E06WA020	ud AYUDA ALBAÑILERÍA A FONTANER. Ayuda de albañilería a instalación de fontanería por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.	1,00	60,10	60,10
E06WA010	ud AYUDA ALBAÑILERÍA A ELECTRIC. Ayuda de albañilería a instalación de electricidad por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.	1,00	187,82	187,82
E06WA040	ud AYUDA ALBAÑ. INST. ESPECIALES Ayuda de albañilería a instalaciones especiales por vivienda (aproximadamente 90 m2 de superficie), en construcciones de nueva planta, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas, recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares.	1,00	75,13	75,13
E06DBL010	m2 TABIQUE LAD.H/S C/CEMENTO DIVIS. Tabique de ladrillo hueco sencillo de 24x12x4 cm. en divisiones, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08 , medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	20,00	17,10	342,00

E06DBL011	m2 TABIQUE LA.H/S C/CEMENTO CÁMARAS Tabique de ladrillo hueco sencillo de 24x12x4 cm. en cámaras, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	2.136,00	15,75	33.642,00
E11RVZ010	m. VIERTEAGUAS CHAPA ALUMINIO LACA. Vierteaguas de chapa de aluminio lacado de 13 micras, 1,5 mm. de espesor y 40 cm. de ancho, con goterón, recibido sobre cama mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), con adhesivo a base de resinas epoxídicas, i/sellado de juntas con silicona incolora y limpieza, medido en su longitud.Segun RC-08.	280,00	21,29	5.961,20
E06DBL070	m2 TABICÓN RASILLÓN 30x15x7 Tabicón de rasillón de 30x15x7 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R (mortero tipo M-5), i/p.p de replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	70,00	16,36	1.145,20
E06DBL030	m2 TABIQUE RASILLÓN 30x15x4 Tabique de rasillón sencillo 30x15x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	120,00	14,15	1.698,00
E06DBL040	m2 TABIQUE RASILLÓN 40x20x4 Tabique de rasillón sencillo 40x20x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, mortero tipo M-5, i/replanteo, aplomado y recibido de cercos, roturas, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	72,00	13,64	982,08
06DPC80415	m2 TABIQUE MÚLTIPLE PL. YESO LAMINADO 13+13+46+13+13 (98 mm) Tabique múltiple con dos placas de yeso laminado de 13 mm de espesor por cada cara y espesor final de 98 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos.	48,00	34,15	1.639,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_E PARTICIONES INTERIORES.....				47.443,02
SUBCAPÍTULO 2_F CUBIERTAS				
E07IMP070	m2 CUB.PANEL CHAPA PRELA.-50 E.POL. Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, con 2 láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 50 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud. Según DB-HS.	2.500,00	50,24	125.600,00
E14MFA040	ud CLAR.FIJA BIVAL.CIR. 80 cm. Claraboya fija con cúpula bivalva de metacrilato, circular de 80 cm. de diámetro, incluso recibido sobre zócalo de fábrica (no incluido) mediante tacos de material sintético con tornillo y arandela de goma de 5 mm. de espesor. Totalmente instalada.	25,00	270,32	6.758,00
E09J010	m. JUNTA DILATACIÓN 30 cm EN AZOTEA Junta de dilatación de 30 cm. de altura en azoteas, formada con dos maestras de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento, maestra de remate y plancha de plomo de 30 cm. de desarrollo, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de la plancha, sellado con mastic, p.p. de mermas, solapes y limpieza. Medida la longitud ejecutada.Según normas de diseño y colocación DB-HS1.	167,00	27,74	4.632,58
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_F CUBIERTAS.....				136.990,58

SUBCAPÍTULO 2_G AISLAMIENTOS

E09ATT070	m2 AISL.TÉRM.TECHOS. REFLEXIVO/MULTICAPA ALUM. 40mm. Aislante térmico reflexivo multicapa, formado por dos capas de aluminio, burbujas de polietileno y aire termoselladas a una espuma de polietileno expandido de 4 mm, colocado con fijaciones mecánicas (rastrel) contra el techo, sellado de solape (5 cm) con cinta adhesiva de aluminio, incluso p.p. de cortes y medios auxiliares.			
		250,00	12,643	160,00
E09AKV010	m. COQ.FIB.VID.D=21;1/2" e=30 mm. Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 21 mm. de diámetro interior (1/2") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.	100,00	5,66	566,00
E09AKV050	m. COQ.FIB.VID.D=34;1" e=30mm. Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 34 mm. de diámetro interior (1") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.	183,20	6,98	1.278,74
E09AKV120	m. COQ.FIB.VID.D=60;2" e=30mm. Aislamiento térmico para tuberías de calefacción y fontanería con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles de 60 mm. de diámetro interior (2") y 30 mm. de espesor, cubierta exteriormente con venda de gasa y escayola, incluso colocación y medios auxiliares.	183,20	8,77	1.606,66
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_G AISLAMIENTOS.....		6.611,40		

SUBCAPÍTULO 2_H IMPERMEABILIZACIONES

E09INL020	m2 IMP. LÁM. CAUCHO EPDM 1,35mm Sumistro y colocación de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, de 1,35 mm. de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante el proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación. La membrana se fijará al soporte mediante adhesivo de contacto, apta para la intemperie. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1	138,00	24,65	3.401,70
E09J030	m. SELL. JUNTA DILATACIÓN IM.CAUCHO Sellado de juntas de dilatación a 15 mm. de anchura media con masilla de caucho sintético incluso imprimación sobre soportes porosos y cordón sellador previo de poliuretano.	74,00	8,50	629,00
E09J050	m. SELLADO JUNTAS SOLERAS Sellado de juntas horizontales en soleras de hormigón con una anchura aproximada de 2 cm. y una profundidad de 1,5 cm. sobre fondo de juntas de D=25 mm. con un sellante de poliuretano monocomponente.	160,00	7,24	1.158,40
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_H IMPERMEABILIZACIONES.....		5.189,10		

SUBCAPÍTULO 2_I REVESTIMIENTOS

E08PFA020	m2 ENFOSCADO 1/6 CÁMARAS Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) en interior de cámaras de aire de 20 mm. de espesor, i/p.p. de andamiaje, medido deduciendo huecos.	49,00	6,62	324,38
E08PFA010	m2 ENFOSCADO BUENA VISTA 1/3 VERTI. Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/3 (M-160) en paramentos verticales de 20 mm. de espesor, regleado i/p.p. de andamiaje, medido deduciendo huecos.	408,00	6,73	2.745,84

E08PEM010	m2 GUARNECIDO MAESTREADO Y ENLUCIDO	Guarnecido maestreado con yeso negro y enlucido con yeso blanco en paramentos verticales y horizontales de 15 mm. de espesor, con maestras cada 1,50 m. incluso formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con pavimento, p.p. de guardavivos de plástico y metal y colocación de andamios (hasta 3 m de altura), medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	315,00	8,15	2.567,25
------------------	--	---	--------	------	----------

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_I REVESTIMIENTOS.....5.637,47

SUBCAPÍTULO 2_J ALICATADOS Y CHAPADOS

E11ABC090	m2 ALIC.AZULEJO BLANCO LISO 20x25cm	Alicatado con azulejo blanco liso de 20x25 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según RC-08.	97,00	26,23	2.544,31
------------------	--	---	-------	-------	----------

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_J ALICATADOS Y CHAPADOS.....2.544,31

SUBCAPÍTULO 2_K PAVIMENTOS

E10ECP020	m. PELDAÑO BARRO DECORATIVO 30x30cm.	Forrado de peldaño formado por huella en piezas de barro cocido decorativo de 30x30 cm. y tabica de 30x20 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río (mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	37,00	48,11	1.780,07
E10ECR040	m. RODAPIÉ BARRO DECORATIVO 10x30cm.	Rodapié de barro decorativo de 10x30 cm. manual, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río (mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	20,20	9,48	191,50
E10SAG020	m2 PAV. GOMA 3mm. COLOR 50x50cm.	Pavimento goma color de tráfico medio en losetas de 50x50 cm. y 3 mm. de espesor, recibido con pegamento sobre capa de pasta niveladora, i/alisado y limpieza, medida la superficie ejecutada. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	107,00	54,21	5.800,47
E10RRM050	m. RODAPIÉ PINO 7x1 cm.	Rodapié en madera de pino macizo para pintar o barnizar de 7x1 cm., clavado en paramento, medido en su longitud.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	79,00	6,14	485,06
E10ECB020	m2 SOLADO BALDOSA BARRO 30x30 cm.	Solado de baldosa de barro cocido de 30x30 cm. manual, recibida con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 28x8 cm., rejuntado con lechada de cemento CEM II/B-M 32,5 R 1/2 y limpieza, medida la superficie realmente ejecutada. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	13,00	38,23	496,99
E04SE080	m3 HORMIGÓN HA-30/B/16/IIa EN SOLERA	Hormigón para armar HA-30/B/16/IIa, de 30 N/mm2.,consistencia blanda, Tmáx. 16 mm, ambiente húmeda alta, de central, i/vertido de forma manual, colocado y p.p. de vibrado regleado y curado en soleras. Según EHE-08 y DB-SE-C.	157,00	90,80	14.255,60
E10CCT040	m2 PAVIMENTO CONTINUO CUARZO GRIS	Pavimento continuo cuarzo gris sobre solera de hormigón o forjado, sin incluir éstos, con acabado monolítico incorporando 3 kg. de cuarzo y 1,5 kg. de cemento CEM II/B-M 32,5 R, i/replanteo de solera, encofrado y desencofrado, colocación del hormigón, regleado y nivelado de solera, fratasado mecánico, incorporación capa de rodadura, enlizado y pulimentado, curado del hormigón, aserrado de juntas y sellado con masilla de poliuretano de elasticidad permanente, medido en superficie real-			

mente ajecutada. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.

2.244,00 9,90 22.215,60

E10CTP010 m. PELDAÑO TERRA.CHINA MEDIA ENTERO

Peldaño prefabricado de terrazo china media, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (Mortero tipo M-5), i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en su longitud. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.

37,00 35,93 1.329,41

E10CTB020 m2 SOL.TERRAZO MICROGRANO 40x40

Solado de terrazo 40x40 cm. micrograno, pulido en fábrica, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (Mortero tipo M-5), i/cama de arena de 2 cm. de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en superficie realmente ejecutada. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.

150,00 28,00 4.200,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_K PAVIMENTOS.....50.754,70

SUBCAPÍTULO 2_L CARPINTERÍA INTERIOR

E13MPPL080 ud P.P. LISA H.2/H SAPELLY BARN.

Puerta de paso ciega de 2 hojas normalizadas, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly barnizada, con cerco directo de sapelly macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, totalmente montada, incluso p.p. de medios auxiliares.

8,00 260,35 2.082,80

E13CPL020 ud PUERTA CHAPA LISA 80x200

Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 80x200 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, cerradura con manilla de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería).

1,00 82,30 82,30

E13CPF010 ud PUER.CORTAFUEGOS EI2-60 0,80x2,10

Puerta metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 0,80x2,10 m., homologada EI2-60 C5, construida con dos chapas de acero electrozincado de 0,80 mm. de espesor y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado de 1,20 mm. de espesor, con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremona de cierre automático, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, incluso acabado en pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).

1,00 211,08 211,08

E12PFLN040 ud ANTIPÁNICO PUERTA 2 HOJAS ENSAMBLADA

Cierre antipánico, para puertas cortafuegos de dos hojas ensamblada. Medida la unidad instalada. Según DB-SI.

1,00 305,16 305,16

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_L CARPINTERÍA INTERIOR.....2.681,34

SUBCAPÍTULO 2_LL CARPINTERÍA EXTERIOR

E13AAA290 m2 VENT.AL.NA. CORREDERAS 2 HOJAS

Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas correderas de 2 hojas, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.

245,00 69,15 16.941,75

E13CGS040	ud P.SECCIONAL IND. 6,00x3,00 AUT. Puerta seccional industrial de 6,00x3,00 m., con puerta de acceso peatonal y seis ventanas ovales de 650x337, construida en paneles de 45 mm. de doble chapa de acero laminado, zincado, gofrado y lacado, con cámara interior de poliuretano expandido y chapas de refuerzo, juntas flexibles de estanqueidad, guías, muelles de torsión regulables y con guía de elevación en techo estándar, apertura automática mediante grupo electromecánico a techo con transmisión mediante cadena fija silenciosa, armario de maniobra para el circuito impreso integrado, componentes electrónicos de maniobra, accionamiento ultrasónico a distancia, pulsador interior, equipo electrónico digital, receptor, emisor monocanal, fotocélula de seguridad y demás elementos necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir ayudas de albañilería, ni electricidad).	2,00 7.992,07 15.984,14
------------------	--	-------------------------

E15CVI020	ud PUERTA 2H. A.INOX. 2,00x2,20 m. Puerta abatible de dos hojas de eje vertical de acero inoxidable pulido 12/10 AISI-316 de 2,00x2,20 m. con rotura de puente térmico, incluyendo perfiles de marco, hoja y junquillo, gomas de estanqueidad, herrajes de colgar y seguridad de acero inoxidable; elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería). S/ CTE-DB-HS 3.	1,00 1.700,62 1.700,62
------------------	---	------------------------

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_LL CARPINTERÍA EXTERIOR.....34.626,51

SUBCAPÍTULO 2_M CERRAJERÍA

E13CCH020	m2 PRECERCO TUBO ACERO Precerco para posterior fijación en obra de carpintería pre-esmaltada, carpintería de PVC, carpintería de aluminio, etc., formado con tubo hueco de acero laminado en frío de 50x50x2 mm. galvanizado doble agrafado, i/corte, preparación y soldadura de perfiles en taller, ajuste y montaje en obra, con garras de sujeción para recibir en fábricas (sin incluir recibido de albañilería).	26,00 29,08 756,08
11SCP00051	m2 CELOSÍA ABAT. LAMAS ORIENT. PVC CERCO Y BAST. AC. GALV. Celosía de hojas abatibles de lamas orientables formada por: lamas de PVC coloreado en su masa, con plegadura en los bordes, de 100x2 mm separadas 30 mm, cerco y bastidor con perfil tubular de acero galvanizado de 50x30x1,5 mm, sistema de accionamiento manual y herrajes de colgar, cierre y seguridad, incluso p.p. de material de agarre y colocación. Medida de fuera a fuera del cerco.	1,50 129,96 194,94
E13ACS020	m. BARAND.ESCAL.BARROTES ALUMIN.LC. Barandilla de escalera de perfiles de aluminio lacado en color, de 90 cm. de altura total, compuesta por barrotes verticales cada 10 cm. entre ejes, pasamanos inferior y superiores, montantes, topes y accesorios, totalmente instalada y anclada a obra cada 70 cm., incluso con p.p. de medios auxiliares y pequeño material para su recibido, terminada.	20,20 152,01 3.070,60

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_M CERRAJERÍA.....4.021,62

SUBCAPÍTULO 2_N VIDRIERÍA

E00101	m2 D.ACRISTALAMIENTO 4/8/4	18,00 63,39 1.141,02
E00102	m2 D.ACRISTALAMIENTO 6/12/6	234,00 176,72 41.352,48

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_N VIDRIERÍA.....42.493,50

SUBCAPÍTULO 2_Ñ FALSOS TECHOS

E08FAE060	m2 F.TECHO ESCAY.DESMON. 60x60 P.V. Falso techo desmontable de placas de escayola aligeradas con panel fisurado de 60x60 cm. suspen-
------------------	--

didado de perfilera vista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, medido deduciendo huecos.

107,00 20,52 2.195,64

E08FAE040 m2 F.TECHO ESCAY.DESMON.120x60 P.V.

Falso techo desmontable de placas de escayola aligeradas con panel fisurado de 120x60 cm. suspendido de perfilera vista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de borde fijados al techo, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, medido deduciendo huecos.

19,80 17,11 338,78

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_Ñ FALSOS TECHOS.....2.534,42

SUBCAPÍTULO 2_O PINTURAS

E15MB070 m. BAR.RODAPIÉ O MOLDURA 10 a 20

Barniz sobre rodapié o moldura de madera de 0,10 a 0,20 m., i/lijado, mano de tapaporos, relijado y dos manos de barniz.

79,00 1,95 154,05

E15MB030 m2 BARNI.MADERA INT.BRILLANT.2 MAN.

Barnizado de carpintería de madera interior o exterior con dos manos de barniz sintético brillante, capa de imprimación y lijado.

14,40 12,35 177,84

E15HS030 m2 PINTURA TIPO FERRO

Pintura tipo ferro sobre soporte metálico dos manos y una mano de minio electrolítico, i/raspados de óxidos y limpieza manual.

24,70 14,60 360,62

E15IPA020 m2 PINTU.PLÁST.LISA MATE COL.CLAROS

Pintura plástica lisa mate en colores claros, sobre paramentos horizontales y verticales, lavable dos manos, incluso mano de imprimación de fondo, plastecido y mano de acabado.

13,00 7,32 95,16

E15IEL030 m2 PINTU. TEMPLE LISO COLOR

Pintura al temple liso color en paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso aparejado, plastecido y lijado dos manos.

422,00 1,89 797,58

E15HS010 m2 MARTELE COLOR

Pintura al marteles color dos manos aplicadas con pistola sobre carpintería metálica, i/limpieza, mano imprimación y plastecido.

4,00 13,58 54,32

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_O PINTURAS.....1.639,57

SUBCAPÍTULO 2_P ELECTRICIDAD

E12EML010 ud PUNTO LUZ SENCILLO

Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar, totalmente instalado. Según REBT.

95,00 22,31 2.119,45

E12EML020 ud PUNTO LUZ CONMUTADO

Punto conmutado sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores, totalmente instalado. Según REBT.

6,00 42,81 256,86

E12EML050 ud PUNTO DOBLE CONMUTADOR

Punto doble conmutador realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp 5, conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, dobles conmutadores, totalmente instalado. Según REBT.

1,00 76,72 76,72

E12EML060 ud PUNTO PULSADOR TIMBRE

Punto pulsador timbre realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, pulsador y zumbador, totalmente instalado. Según REBT.

1,00 46,56 46,56

E12EMOB020	ud BASE ENCHUFE SCHUCO Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm ² de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe sistema schuco 10-16 A. (II+T.T.), totalmente instalada.Según REBT.	42,00	28,37	1.191,54
E12EMOB030	ud BASE ENCHUFE NORMAL Base de enchufe normal realizada con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm ² de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe normal 10 A.(II), totalmente instalada.Según REBT.	26,00	20,49	532,74
E12ETB010	ud RED EQUIPOTENCIAL BAÑO Red equipotencial en cuarto de baño realizada con conductor de 4 mm ² , conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles según REBT.	1,00	31,06	31,06
E12EIEU020	ud LUM.E.DIF.LAMAS ALU.ANOD. 2x36 W Luminaria de empotrar, de 2x36 W. AF con difusor de lamas de aluminio anodizado, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.	22,00	157,36	3.461,92
E12EIAB100	ud FOCO BASE SIN PROJ.PAR 60-100 W. Foco base sin elemento proyector, para lámpara reflectora, con lámpara Par de 60-100 W. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.	2,00	42,65	85,30
E12EIAF010	ud REGLETA DE SUPERFICIE 1x18 W. Regleta de superficie de 1x18 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.	3,00	38,20	114,60
E12ESV030	ud CAJA I.C.P.(2P) Caja I.C.P. (2p) doble aislamiento, de empotrar, precintable y homologada por la Compañía Eléctrica.Según REBT.	1,00	6,97	6,97
E12ESX010	ud CUADRO PROTEC.E. ELEVADA(9.200 W) Cuadro protección electrificación elevada (9.200 W), formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial 2x25 A. 30 mA. y PIAS (I+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.Según REBT.	1,00	318,28	318,28
E12ECM010	m. CIRCUITO MONOF. COND. Cu 1,5 mm2 Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.	324,00	6,43	2.083,32
E12ECM020	m. CIRCUITO MONOF. COND. Cu 2,5 mm2 +TT Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.	311,00	6,87	2.136,57
E12ECM030	m. CIRCUITO MONOF. COND. Cu 4 mm2 + TT Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm ² ,			

aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.Según REBT.

20,00 9,32 186,40

E12EIAE030	ud LUMINARIA ESTANCA 2x36 W. Luminaria estanca, en material plástico de 2x36 W. con protección IP65 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2mm. de espesor, con abatimiento lateral, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes estándar y bombas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según REBT.	136,00	110,63	15.045,68
E00103	ud LUMINAR.INDUS.DESCARGA VM 250 W	51,00	231,20	11.791,20
E12ETE010	m. RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA 35 mm2. Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.Según REBT.	275,00	11,28	3.102,00
E12ETI020	ud TOMA DE TIERRA INDEP. CON PICA Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm2, unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.Según REBT.	1,00	223,59	223,59
E12EGMM010	ud CGP. Y MEDIDA <63A.P/1CONT.MONO. Caja general de protección y medida hasta 63A. para 1 contador monofásico, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea repartidora; para empotrar.Según REBT.	1,00	195,00	195,00
E151010	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2 Derivación individual 3x6 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 6 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	17,00	12,96	220,32
E151020	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x10 mm2 Derivación individual 3x10 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	17,00	14,10	239,70
E151030	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2 Derivación individual 3x16 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 16 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	17,00	15,57	264,69
E151060	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 5x10 mm2 Derivación individual 5x10 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema trifásico con neutro, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	15,00	15,94	239,10
E12ERC070	m. LÍN.REPARTIDORA (EMP.)3,5x120mm2 Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x120 mm2, con aislamiento de 0,75 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de fibrocemento de D=100 mm. Totalmente instalada, incluyendo conexionado.Según REBT.	5,00	86,05	430,25

E12EGP050

ud CAJA GENERAL PROTECCIÓN 400A.

Caja general protección 400 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 400 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.Según REBT.

1,00 255,82 255,82

E12ENMT040

ud MÓDULO UN CONTADOR TRIFÁSICO

Módulo para un contador trifásico, montaje en el exterior, de vivienda unifamiliar, homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo cableado y elementos de protección. (Contador de la Compañía).Según REBT.

3,00 109,31 327,93

E12EML070

ud PUNTO LUZ ESCALERA

Punto de luz de alumbrado de escalera realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm² de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, pulsador, totalmente instalado.Según REBT.

1,00 22,16 22,16

E12ENV040

ud MÓD.INT.CORTE EN CARGA 250 A

Módulo de interruptor de corte en carga para una intensidad máxima de 250 A., homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo el propio interruptor, embornado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores concentrados.

1,00 280,12 280,12

E12EZB020

ud GRUPO ELECTRÓGENO DE 100 KVA

Grupo electrógeno para 100 KVA, formado por motor diesel refrigerado por agua, arranque eléctrico, alternador trifásico, en bancada apropiada, incluyendo circuito de conmutación de potencia Red-grupo, escape de gases y silencioso, montado, instalado con pruebas y ajustes. Según especificaciones del REBT.

1,00 20.356,94 20.356,94

E12ESV020

ud CUADRO PROTEC.UN ASCENSOR

Cuadro protección de ascensor, previo a su cuadro de mando, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, un interruptor automático diferencial 4x40 A. 30 mA., una PIA (III) de 25 A., dos PIAS (1+N) de 10 A., diferencial 2x25 A. 30 mA. Todo totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.Según REBT. Según REBT.

2,00 493,92 987,84

E12EIM020

ud BLQ.AUTO.EMERGENCIA 60 lm.

Luminaria de emergencia autónoma de 60 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. Según REBT y DB-SI.

16,00 66,83 1.069,28

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_P ELECTRICIDAD.....67.699,91

SUBCAPÍTULO 2_Q FONTANERÍA

08FSD90001

ud PLATO DUCHA PERS CON DISC ABS COLOR BLANCO 700x700 mm

Plato de ducha accesible para personas con discapacidad, para revestir, en plástico ABS, en color blanco de 700x700 mm, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería, construido según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la cantidad ejecutada.

2,00 320,11 640,22

08FSL00031

ud LAVABO PEDESTAL PORC. VITRIF. 0,70x0,50 m C. SUAVE

Lavabo de pedestal, de porcelana vitrificada, de color suave, formado por lavabo de 0,70x0,50 m pedestal a juego, tornillos de fijación, escuadras de acero inoxidable, rebosadero integral y orificios insinuados para grifería, construido según CTE, e instrucciones del fabricante, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.

4,00 122,30 489,20

08FSW00072

ud URINARIO MURAL PORC. VITRIF. BLANCO

Urinario mural de porcelana vitrificada, color blanco con borde rociador integral y alimentación exterior, de 0,35x0,30x0,43 m, juego de tornillos y ganchos de suspensión, incluso colocación y ayudas de albañilería; construido según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la cantidad ejecutada.

3,00 28,19 84,57

08FSI00001

ud INODORO TANQUE BAJO, PORCELANA VITRIFICADA BLANCO

Inodoro de tanque bajo, de porcelana vitrificada de color blanco, formado por taza con salida vertical, tanque con tapa, juego de mecanismos, tornillos de fijación, asiento y tapa y llave de regulación, construido según CTE, e instrucciones del fabricante, incluso colocación, sellado y ayudas de alba-

	ñilería. Medida la cantidad ejecutada.		5,00	147,59	737,95
E21MA020	ud CONJ.ACESORIOS PORC. P/EMPOTR. Suministro y colocación de conjunto de accesorios de baño, en porcelana blanca, colocados empotrados como el alicatado, compuesto por: 1 toallero, 1 jabonera-esponjera, 1 portarrollos, 1 percha y 1 repisa; totalmente montados y limpios.		4,00	98,11	392,44
E12FVF020	ud LLAVE DE ESFERA DE 3/4" 20 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 3/4" (20 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.		4,00	7,14	28,56
E12FVF030	ud LLAVE DE ESFERA DE 1" 25 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.		1,00	8,61	8,61
E12SJP040	m. BAJANTE DE PVC SERIE F. 125 mm. Bajante de PVC serie F, de 125 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.		119,00	15,11	1.798,09
E03WCL020	m. CANAL DREN.HGÓN.PREF.C/REJ.PLAS. Canal de drenaje superficial para zonas de carga ligera (áreas peatonales, parques, etc.), formado por piezas de hormigón prefabricadas, de 100x14, 1 de medidas exteriores y altura variable, con una pendiente incorporada del 0,6%, colocadas sobre una base de hormigón en masa HM-12,5/P/20, incluso con rejilla plastificada y p.p. de piezas especiales, pequeño material y medios auxiliares, totalmente montado y nivelado, s/ normas de diseño y ejecución recogidas en el DB-HS5.		10,00	78,73	787,30
E12SJP010	m. BAJANTE DE PVC SERIE C. 90 mm. Bajante de PVC serie C, de 90 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.		4,00	14,18	56,72
E12SJP020	m. BAJANTE DE PVC SERIE C. 110 mm. Bajante de PVC serie C, de 110 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 4.		4,00	16,75	67,00
E12FXEC020	ud INST.AGUA F.C.ASEO C/LAV+INOD. Instalación de fontanería para un aseo, dotado de lavabo e inodoro, realizada con tuberías de cobre para las redes de agua fría y caliente, y con tuberías de PVC serie C, para la red de desagües, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio, con sifones individuales para los aparatos, incluso con p.p. de bajante de PVC de 110 mm. y manguetón para enlace al inodoro, terminada, y sin aparatos sanitarios. Las tomas de agua y los desagües, se entregan con tapones. Según DB-HS 4.		5,00	165,98	829,90
E12FTC020	m. TUBERÍA DE COBRE DE 13/15 mm. Tubería de cobre recocido, de 13/15 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.		48,90	5,65	276,29
E00104	m TUBERÍA DE COBRE DE 10/12 mm.		29,30	6,21	181,95
E12FTC030	m. TUBERÍA DE COBRE DE 16/18 mm. Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.		58,60	6,41	375,63
E12FTC040	m. TUBERÍA DE COBRE DE 22 mm. Tubería de cobre rígido, de 22 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, totalmente instalada y funcionando, en ramales de				

longitud superior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. Según DB-HS 4.

E21AWL020	ud LAVADERO GRES 90x50 G.LAVADORA		14,70	7,27	106,87
	Lavadero de gres blanco, de 90x50x25 cm., colocado sobre bancada o mueble soporte (sin incluir), e instalado con grifo de lavadora de 1/2", incluso válvula de desagüe de 40 mm., funcionando. (El sifón está incluido en las instalaciones de desagüe).				
E12FAL020	ud ACOMETIDA 20 mm.POLIETIL.3/4"		1,00	151,52	151,52
	Acometida a la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 20 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, totalmente terminada y funcionando, sin incluir la rotura del pavimento. Según DB-HS 4.				
E12FCIR020	ud CONTADOR 3/4" EN ARQUETA 20 mm.		1,00	167,84	167,84
	Contador de agua de 3/4", colocado en arqueta de acometida, y conexionado al ramal de acometida y a la red de distribución interior, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera de 20 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la acometida, ni la red interior. Según DB-HS 4.				
E12FSCE010	ud CALENTADOR ELÉCTRICO 12 kW		1,00	246,14	246,14
	Calentador eléctrico de agua de 12 kW. y 6,9 l/min., i/anclajes, tubería de cobre 15 mm. y llave de esfera, sin instalación eléctrica o gas.				
			1,00	539,85	539,85
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_Q FONTANERÍA.....			7.966,65		

SUBCAPÍTULO 2_R CLIMATIZACIÓN

E12CLECR120	ud CONSOL.REMO. AIRE 050M2W				
	Multiconsola de condensación por aire de 2.250 + 2.250 Wf., 50 M2W., para una distancia no superior a 8 m., con mueble, i/canalización de cobre deshidratado y calorifugado, relleno de circuitos con refrigerante, taladros en muro, pasamuros y conexión a la red, instalado. Según R.I.T.E.				
08CVE00001	u ASPIRADOR ESTÁTICO CON PIEZAS DE HORMIGÓN VIBRADO		5,00	2.482,44	12.412,20
	Aspirador estatico realizado con piezas de hormigón vibrado, recibido con mortero M5 (1:6). Medida la cantidad ejecutada.				
			2,00	49,86	99,72
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_R CLIMATIZACIÓN.....			12.511,92		

SUBCAPÍTULO 2_S TRANSPORTES

E25M010	ud MONTACARGAS 1.000 kg 2 PARADAS				
	Montacargas con una velocidad de 0,5 m/s., 2 paradas, para una carga nominal de 1.000 kg., equipo de maniobra automático simple eléctrico y con máquina arriba, totalmente instalado con pruebas y ajustes.				
			1,00	23.490,32	23.490,32
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_S TRANSPORTES.....			23.490,32		

SUBCAPÍTULO 2_T TELECOMUNICACIONES

08KFR00001	u ARQUETA DE ENTRADA PARA ICT DE 0,80x0,70x0,82 m				
	Arqueta de entrada para ICT de 0,80x0,70x0,82 m de hormigón prefabricado, incluso excavación, transporte de tierras a vertedero y p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada				
08KFC00010	m CANAL. EXT. INFERIOR ICT ENTERRADA, 8 COND. PVC RIGIDO 63 mm		1,00	158,14	158,14
	Canalización externa inferior para ICT enterrada, formada por 8 conductos de PVC rígido de diám. 63 mm y 3 mm de espesor, incluso excavación, prisma de hormigón HM-20, relleno, transporte de tierras sobrantes a vertedero y p.p. de pequeño material. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada desde la cara interior de arqueta de entrada hasta la del registro de enlace inferior.				

08KFR00120	u ARMARIO REGISTRO ENLACE INFERIOR PARA ICT 0,70x0,50x0,12 m Armario de registro de enlace inferior empotrado para ICT de 0,70x0,50x0,12 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construido según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada	8,00	64,16	513,28
		1,00	68,36	68,36
08KFC00030	m CANAL. EXT. INFERIOR ICT EMPOTRADA, 4 COND. PVC RIGIDO 40 mm Canalización externa inferior para ICT empotrada, formada por 4 conductos de PVC rígido de diám. 40 mm y 1,9 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada desde registro de enlace inferior hasta la entrada del recinto inferior.	10,00	20,65	206,50
08KFR00200	u ARMARIO REGISTRO INFERIOR O SUPERIOR ICT DE 2,00x1,00x0,50 m Armario de registro inferior o superior empotrado para ICT de 2x1x0,50 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada	1,00	373,54	373,54
08KFC00100	m CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC RIGIDO DE 40 mm Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC rígido de diám. 40 mm y 1,9 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada	89,00	4,99	444,11
08KFR00320	u ARMARIO REGISTRO SECUNDARIO ICT DE 0,45x0,45x0,15 m Armario de registro secundario empotrado para ICT de 0,45x0,45x0,15 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada	1,00	64,22	64,22
08KFC00200	m CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC RIGIDO DE 20 mm Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC rígido de diám. 20 mmy 1,5 mm de espesor, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada	3,00	3,04	9,12
08KFR00510	u ARMARIO REGISTRO PASO ICT 0,10x0,10x0,06 m Armario de registro de paso empotrado para ICT de 0,10x0,10x0,06 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada	2,00	7,80	15,60
08KFR00620	u ARMARIO REGISTRO TERMINACIÓN RED (PAU) ICT 0,10x0,17x0,04 m Armario de registro de terminación de red (PAU) empotrado para ICT de 0,10x0,17x0,04 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada	1,00	8,65	8,65
E12TIDEP010	ud PUNTO DE ACCESO INALÁMBR. GRAN COBERTURA Instalación de Punto de acceso inalámbrico integrado en la propia antena (ganancia 18 dBi). Compatible con los estándares IEEE 802.11-b/g y soportando velocidades de hasta 54Mbps. Incorpora potentes funciones de punto de acceso y bridge, accesible desde web, soporte cliente DHCP, actualización de firmware, asignación automática de IP (si falla el servidor DHCP), seguridad WEP (64, 128 y 256 bit), etc. Es ideal para crear redes WLAN en oficinas sin necesidad de realizar obras. Alto nivel de seguridad en las comunicaciones. Instalado y conectado.	3,00	134,92	404,76
08KFR00600	u ARMARIO REGISTRO TERMINACIÓN RED (PAU) ICT 0,20x0,30x0,06 m Armario de registro de terminación de red (PAU) empotrado para ICT de 0,20x0,30x0,06 m, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería; construida según reglamento de ICT. Medida la cantidad ejecutada	2,00	12,19	24,38
08KFC00300	m CANAL. PRINCIPAL PARA ICT EMPOTRADA, PVC FLEXIBLE DE 16 mm Canalización externa inferior para ICT empotrada de PVC flexible de diám. 16 mm, incluso p.p. de pequeño material y ayudas de albañilería. construida según reglamento de ICT. Medida la longitud ejecutada	11,10	2,16	23,98
TOTAL SUBCAPÍTULO 2_T TELECOMUNICACIONES.....			2.314,64	

SUBCAPÍTULO 2_U PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

E12PFKM030	m2 MORTERO IGNÍF. PROYECT.R-120 Mortero ignífugo proyectado R-120, recubrimiento incombustible de cemento en combinación con perlita o vermiculita, para la protección contra el fuego de las estructuras metálicas, s/ DB-SI . Medida la unidad instalada.			
			179,00	44,17 7.906,43
E12PFEA020	ud EXTINTOR POLVO ABC 6 kg.PR.INC Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. Según Norma UNE de aplicación, y certificado AENOR.		12,00	66,41 796,92
E12PFBQ050	ud BOCA INC. BIE. IPF-43 25mm.x20m. Boca de incendio equipada, B.I.E. compuesta por armario metálico de 650x500 mm., pintado en rojo bombero, válvula de barril de aluminio con manómetro, lanza variomatic, tres efectos, devanadera circular pintada, manguera semirígida de 25 mm. de diámetro y 20 m. de longitud. Inscripción sobre cristal USO EXCLUSIVO BOMBEROS, sin cristal. Medida la unidad instalada.		7,00	432,53 3.027,71
E12FVR030	ud VÁLVULA RETENCIÓN DE 1" 25 mm. Suministro y colocación de válvula de retención, de 1" (25 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.		1,00	8,27 8,27
E12PFBH040	ud HIDRANTE HÚMEDO 3" 2 BOCAS Hidrante húmedo de 3" con dos bocas, 2x70 mm., medida la unidad instalada.		1,00	485,22 485,22
E12PFBG010	ud GRUPO PRESIÓN 24 m3/h 45 mca Grupo de presión contra incendios para 24 m3/h a 45 m.c.a., compuesto por electrobomba principal de 7,5 CV., electrobomba de 1,5 CV., colector de aspiración con válvulas de seccionamiento, colector de impulsión con válvulas de corte y retención, válvula principal de retención y colector de pruebas en impulsión, manómetro y válvula de seguridad, acumulador hidroneumático de 25 l., bancada metálica de conjunto monobloc. Medida la unidad instalada.		1,00	5.279,13 5.279,13
E12PFBC010	m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 1" Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 1" (DN-025), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.		76,30	28,65 2.186,00
E12PFBC030	m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 2" Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 2" (DN-050), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.		76,30	52,92 4.037,80
E12PFBC040	m. TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 3" Tubería de acero galvanizado DIN 2440 de 3" (DN-080), sin calorifugar, colocada en instalación de agua incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios y prueba hidráulica. Medida la longitud instalada.		3,00	68,62 205,86
E12FVF070	ud LLAVE DE ESFERA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando. Según DB-HS 4.		2,00	21,74 43,48



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA



TOTAL SUBCAPÍTULO 2_U PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....23.976,82

TOTAL CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS NECESARIOS EN LA SUBESTACIÓN..5.275.287,06

CAPITULO 3 MODIFICACIONES NECESARIAS EN LA LÍNEA

SUBCAPÍTULO 3_A ACTUACIÓN SOBRE LOS APOYOS

E00105	h	ELIMINACIÓN Y MODIFICACIÓN DE CRUCETAS	4.000,00	80,06	320.240,00
E00106	h	RECOLOCACIÓN DE LOS CONDUCTORES	1.500,00	120,08	180.120,00
E00107	ud	REFUERZO DE LAS CRUCETAS	4.000,00	314,51	1.258.040,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 3_A ACTUACIÓN SOBRE LOS APOYOS.....			1.758.400,00		

SUBCAPÍTULO 3_B CADENA DE AISLADORES

E00108	ud	ELIMINACIÓN DE LA ANTIGUA CADENA DE AISLADORES	4.000,00	48,03	192.120,00
E00109	ud	COLOCACIÓN DE LA NUEVA CADENA DE AISLADORES	4.000,00	6.263,87	25.055.480,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 3_B CADENA DE AISLADORES.....			25.247.600,00		
TOTAL CAPITULO 3 MODIFICACIONES NECESARIAS EN LA LÍNEA.....			27.006.000,00		

CAPITULO 4 ELEMENTOS DE LA SUBESTACION HVDC

SUBCAPÍTULO 4_A FILTROS AC Y BANCOS DE CONDENSADORES

E00114 ud Filtros y bancos de condensadores necesarios para un bipolo 2,00 44.881.687,50 89.763.375,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 4_A FILTROS AC Y BANCOS DECONDENSADORES.....89.763.375,00

SUBCAPÍTULO 4_B TRANSFORMADORES DE CONVERSIÓN

E00111 ud Instalación de los transformadores de conversión para un bipolo 2,00 122.466.243,50 244.932.487,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 4_B TRANSFORMADORES DE CONVERSIÓN.....244.932.487,00

SUBCAPÍTULO 4_C CONVERTIDORES AC/DC Y DC/AC (VÁLVULAS)

E00110 ud GRUPO DE DOS CONVERTIDORES DE 12 PULSOS PARA CADA BIPOLO 2,00 122.421.578,92 244.843.157,84

TOTAL SUBCAPÍTULO 4_C CONVERTIDORES AC/DC Y DC/AC (VÁLVULAS)..... 244.843.157,84

SUBCAPÍTULO 4_D FILTROS DC

E00112 ud INSTALACION DE LOS FILTROS NECESARIOS PARA UN BIPOLO 2,00 13.981.237,50 27.962.475,00

E00113 ud INSTALACION DE LOS REACTORES DE ALISAMIENTO 2,00 18.641.350,00 37.282.700,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 4_D FILTROS DC.....65.245.175,00

SUBCAPÍTULO 4_E ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

E00115 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE UN BIPOLO 2,00 19.041.125,00 38.082.250,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 4_E ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....38.082.250,00

SUBCAPÍTULO 4_F EQUIPOS DE CONTROL Y COMUNICACIÓN

E00116 ud EQUIPOS NECESARIOS PARA EL CONTROL Y COMUNICACIÓN DE UN BIPOLO 2,00 29.941.436,80 59.882.873,60

TOTAL SUBCAPÍTULO 4_F EQUIPOS DE CONTROL Y COMUNICACIÓN.....59.882.873,60

SUBCAPÍTULO 4_G EQUIPOS AUXILIARES DE POTENCIA

E00117 ud EQUIPOS DE POTENCIA AUXILIARES NECESARIOS PARA EL ENLACE 1,00 18.361.012,50 36.722.025,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 4_G EQUIPOS AUXILIARES DE POTENCIA.....36.722.025,00

TOTAL CAPÍTULO 4 ELEMENTOS DE LA SUBESTACION HVDC.....779.471.343,44

CAPÍTULO 5 INGENIERÍA

E00118 ud ESTUDIO DEL SISTEMA Y DIRECCIÓN DE PROYECTO 1,00 36.723.240,00 36.723.240,00

TOTAL CAPÍTULO 5 INGENIERÍA.....36.723.240,00

CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

E38BC150	ms ALQUILER CASETA OFICINA 9,75 m2	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para oficina en obra de 4,00x2,44x2,30 m. de 9,75 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufe de 1500 W. punto luz exterior. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	60,00	186,42	11.185,20
E38BC200	ms ALQUILER CASETA COMEDOR 18,35 m2	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2,33x2,30 m. de 18,35 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	60,00	249,70	14.982,00
E38BC140	ms ALQUILER CASETA ALMACÉN 17,90 m2	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para almacén de obra de 7,60x2,35x2,30 m. de 17,90 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	60,00	178,83	10.729,80
E38BC020	ms ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2.	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste , puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	80,00	204,35	16.348,00
E38BC210	ud CONSTRUC. CASETA VESTUARIO 20 m2	Ejecución de caseta para vestuario provisional de obra para 10 trabajadores de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, soleira de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alicatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, inodoro y plato de ducha, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada. Según R.D. 486/97.	2,00	7.782,79	15.565,58
19LMC90010	m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL COMEDOR	Amueblamiento provisional en local para comedor, comprendiendo: mesas, asientos, calienta platos eléctrico y recipientes para desperdicios, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.	22,35	9,92	221,71

19LMV90010	m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL VESTUARIO Amueblamiento provisional en local para vestuario, comprendiendo: taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.	25,00	13,38	334,50
19LPS90011	ud CASETA PREF. MOD. 15 m2 PRIM. AUXILIOS DE 6 A 12 MESES Caseta prefabricada modulada de 15 m2 para sala de primeros auxilios en obras de duración entre 6 y 12 meses, formada por: estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano rígido: carpintería de aluminio anodizado en su color, rejillas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25, armado con acero B 400 S, placas de asiento, transportes, colocación y desmontado, aire acondicionado y mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la cantidad ejecutada.	5,00	1.870,97	9.354,85
19LMS90010	m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL PRIM. AUXILIOS O CURAS Amueblamiento provisional en local de primeros auxilios o sala de curas, comprendiendo: camilla fija y transportable, botiquín portátil, taquilla de cristal para medicamentos e instrumental, mesa, asientos, percha y papeleras, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.	22,00	17,85	392,70
19SIT90008	ud CHALECO REFLECTANTE POLIÉSTER, SEGURIDAD VIAL Chaleco reflectante confeccionado con tejido fluorescente y tiras de tela reflectante 100% poliéster, para seguridad vial en general según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	100,00	2,50	250,00
19SIC90003	ud CASCO SEG. TRABAJOS EN ALTURA DE POLIETILENO Casco de seguridad trabajos en altura de polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	65,00	78,05	5.073,25
19SIC90002	ud CASCO SEG. DIELECTRICO POLIETILENO ALTA Casco de seguridad dieléctrico polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	85,00	3,22	273,70
19SIC10006	ud PAR TAPONES ANTIRR. ESPUMA POLIURETANO CON CORDÓN Par de tapones antirruídos desechable fabricado espuma de poliuretano con cordón, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	100,00	0,31	31,00
19SIC20006	ud GAFAS MONTURA VINILO CON VENT. DIRECTA Gafas de vinilo con ventilación directa, sujeción a cabeza graduable visor de policarbonato, para trabajos con ambientes pulverulentos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	100,00	2,77	277,00
19SIC20014	ud PANTALLA SOLDADURA ELÉCT. CABEZA, ADAPT. CASCO Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible adaptable al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	55,00	13,31	732,05
19SIT90001	ud MANDIL PARA TRABAJOS DE SOLDADURA Mandil para trabajos de soldadura, fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de tiras según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	55,00	3,23	177,65
19SIP90008	ud PAR BOTAS SEGURIDAD PIEL SERRAJE, PUNTERA MET. Par de botas de seguridad y protección especial metatarsal flexible contra riesgos mecánicos, fabricados en piel serraje, puntera metálica, piso antideslizante, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	95,00	25,12	2.386,40
19SIM90006	ud PAR GUANTES PROTEC. SOLDADURA, SERRAJE, MANGA Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	55,00	3,00	165,00

19SIM90003	ud PAR GUANTES RIESGOS MECÁNICOS MED. PIEL SERRAJE VACUNO			
	Par de guantes de protección para riesgos mecánicos medios, fabricado en piel serraje vacuno con refuerzo en uñeros y nudillos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
		95,00	3,75	356,25
19SIM50001	ud PAR MANGUITOS PARA TRABAJOS DE SOLDADURA			
	Par de manguitos para trabajos de soldadura, fabricados en cuero de serraje vacuno según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
		55,00	5,63	309,65
19SIM90012	ud PAR GUANTES PROTEC. ELÉCTRICA CLASE 0			
	Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión, 5000 V clase 0, fabricado con material látex natural, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
		55,00	32,75	1.801,25
19SIW90003	ud CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 mm 50 m			
	Cuerda de seguridad de poliamida 6 de diám. 14 mm hasta 50 m longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de diám. 16 mm, incluso p.p. de desmontaje, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la cantidad ejecutada.			
		58,00	78,94	4.578,52
19SIW00001	ud DISPOSITIVO ANTICAÍDA ASCENSOS Y DESCENSOS			
	Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizante con bloqueo instantáneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
		55,00	40,63	2.234,65
19SIT90002	ud ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIÉSTER			
	Arnés anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y perneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.			
		65,00	20,83	1.353,95
S04W010	h. VIGILANTE DE SEGURIDAD			
	Vigilante de seguridad, considerando una hora diaria de un oficial de 1ª. que acredite haber realizado con aprovechamiento algún curso de seguridad y salud en el trabajo.			
		30.000,00	11,84	355.200,00
S05A010	d ALQ. ANDAMIO EUROP.DESDE 600m2			
	Suministro en alquiler de 30 días, montaje y desmontaje de andamio europeo desde 600 m2 de fachadas a cubrir, apto para trabajos hasta una altura de 10 m., incluyendo arriostramientos, plataformas de trabajo metálicas, barandillas con rodapié, viseras de protección, bases y preparación de terreno apto para montar; cumpliendo todas las medidas de seguridad.			
		600,00	17,42	10.452,00
S01W050	ud RECONOCIMIENTO MÉDICO BÁSICO I			
	Reconocimiento médico básico I anual trabajador, compuesto por control visión, audiometría y analítica de sangre y orina con 6 parámetros.			
		300,00	79,17	23.751,00
TOTAL CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....		488.517,66		
TOTAL.....				3.838.881.036,26

2. Opción B: Construcción de una línea AC paralela a la existente.

En esta opción se presenta el presupuesto correspondiente a la construcción de una línea AC paralela a la existente, que es la segunda posibilidad que se había estudiado en la memoria para solucionar el problema planteado en la misma

El esquema que se va a seguir va a ser el mismo que el utilizado en la opción A, presentando las diferentes visiones del presupuesto que permitan tener una idea global y más o menos detallada del coste de ejecución de la obra.

2.1. Resumen del presupuesto.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Construcción de una línea AC de 400 kV

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 1	ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO	667.036,60
CAPÍTULO 2	CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA.....	78.370.853,40
CAPÍTULO 3	EQUIPOS NECESARIOS EN LAS DOS SUBESTACIONES	215.983.391,70
CAPÍTULO 4	INGENIERÍA.....	5.630.180,34
CAPÍTULO 5	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	488.538,58
		301.140.000,62
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	
	13,00 % Gastos generales	39.148.200,08
	6,00 % Beneficio industrial	18.068.400,04
	Suma	57.216.600,12
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	358.356.600,74
	21% I.V.A.....	75.254.886,16
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	433.611.486,90

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y TRES MILLONES SEISCIENTOS ONCE MIL CUATRO-

CIENTOS OCHENTA Y SEIS con NOVENTA CÉNTIMOS

, a 11 de junio de 2015.

2.2. Cuadro de precios 1 y 2.

Al igual que en la otra alternativa, para esta segunda opción también se muestran los cuadros de precios 1 y 2, los cuales nos van a permitir tener una visión más global del presupuesto de esta nueva alternativa.

CUADRO DE PRECIOS 1

Construcción de una línea AC de 400 kV

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO			
01TLL90100	m2	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO, CON MEDIOS MECANICOS Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos. Medida la superficie en verdadera magnitud.	0,17
			CERO con DIECISIETE
CÉNTIMOS 02AEE00001	m2	EXPLANACIÓN DE 50 cm ESP., TIERRAS CONSIST. BLANDA Explanación de 50 cm de espesor medio, con tierras de consistencia blanda, comprendiendo:excavación con medios mecánicos, transporte a relleno, extendido en tongadas de 20 cm y compactado con medios mecánicos al 95% proctor normal. Medida la superficie en verdadera magnitud.	0,99
			CERO con NOVENTA Y NUEVE
CÉNTIMOS 02TMM00022	m3	TRANSPORTE TIERRAS, ENTRE 5 Y 10 km CARGA M. MECÁNICOS Transporte de tierras realizado en camión basculante a una distancia comprendida entre 5 y 10 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido en perfil esponjado.	4,32
			CUATRO con TREINTA Y DOS
CÉNTIMOS E02ZM030	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	11,27
			ONCE con VEINTISIETE
CÉNTIMOS E02PM030	m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	12,02
			DOCE con DOS CÉNTIMOS
E02ZS020	m3	EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	56,58
			CINCUENTA Y SEIS con
			CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E02PA030 m3 EXC.POZOS A MANO <2m.T.COMPACT 32,74
 Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.

Y CUATRO CÉNTIMOS

TREINTA Y DOS con SETENTA

CAPITULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA

SUBCAPÍTULO 2_1 APOYOS

E00102 ud APOYO 43A4. FIN DE LÍNEA 75.704,58

SETECIENTOS CUATRO con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

SETENTA Y CINCO MIL

E00103 ud APOYO 43A2. AMARRE 15° 50.920,28

VEINTE con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

CINCUENTA MIL NOVECIENTOS

E00104 ud APOYO 43A3. AMARRE 30° 56.035,58

TREINTA Y CINCO con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CINCUENTA Y SEIS MIL

E00105 ud APOYO 43S3. SUSPENSIÓN FUERTE 39.356,88

TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS con OCHENTA Y OCHOCÉNTIMOS

TREINTA Y NUEVE MIL

SUBCAPÍTULO 2_2 CONDUCTORES

E00110 km COLOCACIÓN DEL CONDUCTOR LA-545 DÚPLEX EN DOBLE CIRCUITO 3.527,56

VEINTISIETE con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

TRES MIL QUINIENTOS

SUBCAPÍTULO 2_3 CADENAS DE AISLADORES

E00112 ud COLOCACIÓN DE LA DOBLE CADENA DE AISLADORES U210BS 2.256,06

CINCUENTA Y SEIS con SEIS CÉNTIMOS

DOS MIL DOSCIENTOS

CAPÍTULO 5 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

E38BC150 ms **ALQUILER CASETA OFICINA 9,75 m2** **186,42**
 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para oficina en obra de 4,00x2,44x2,30 m. de 9,75 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufe de 1500 W. punto luz exterior. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

CIENTO OCHENTA Y SEIS con

E38BC200 ms **ALQUILER CASETA COMEDOR 18,35 m2** **249,70**
 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2,33x2,30 m. de 18,35 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

NUEVE con SETENTA CÉNTIMOS

DOSCIENTOS CUARENTA Y

E38BC140 ms **ALQUILER CASETA ALMACÉN 17,90 m2** **178,83**
 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para almacén de obra de 7,60x2,35x2,30 m. de 17,90 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

CIENTO SETENTA Y OCHO con

E38BC020 ms ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2. 204,35

Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

E38BC210 ud

CONSTRUC. CASETA VESTUARIO 20 m2

DOSCIENTOS CUATRO con 7.793,25

Ejecución de caseta para vestuario provisional de obra para 10 trabajadores de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, solera de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alcatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, inodoro y plato de ducha, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada. Según R.D. 486/97.

NOVENTA Y TRES con VEINTICINCO CÉNTIMOS

19LMC90010

m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL COMEDOR

SIETE MIL SETECIENTOS

9,92

Amueblamiento provisional en local para comedor, comprendiendo: mesas, asientos, calienta platos eléctrico y recipientes para desperdicios, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.

CÉNTIMOS

19LMV90010

m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL VESTUARIO

NUEVE con NOVENTA Y DOS

13,38

Amueblamiento provisional en local para vestuario, comprendiendo: taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.

CÉNTIMOS

TRECE con TREINTA Y OCHO

19LPS90011 **u** **CASETA PREF. MOD. 15 m2 PRIM. AUXILIOS DE 6 A 12 MESES** **1.870,97**
 Caseta prefabricada modulada de 15 m2 para sala de primeros auxilios en obras de duración entre 6 y 12 meses, formada por: estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta por: panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano rígido: carpintería de aluminio anodizado en su color, rejillas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25, armado con acero B 400 S, placas de asiento, transportes, colocación y desmontado, aire acondicionado y mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la cantidad ejecutada.

MIL OCHOCIENTOS SETENTA

con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

19LMS90010 **m2** **AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL PRIM. AUXILIOS O CURAS** **17,85**
 Amueblamiento provisional en local de primeros auxilios o sala de curas, comprendiendo: camilla fija y transportable, botiquín portátil, taquilla de cristal para medicamentos e instrumental, mesa, asientos, percha y papeleras, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.

DIECISIETE con OCHENTA Y

CINCO CÉNTIMOS

19SIT90008 **u** **CHALECO REFLECTANTE POLIÉSTER, SEGURIDAD VIAL** **2,50**
 Chaleco reflectante confeccionado con tejido fluorescente y tiras de tela reflectante 100% poliéster, para seguridad vial en general según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

DOS con CINCUENTA

CÉNTIMOS

19SIC90003 **u** **CASCO SEG. TRABAJOS EN ALTURA DE POLIETILENO** **78,05**
 Casco de seguridad trabajos en altura de polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

SETENTA Y OCHO con CINCO

CÉNTIMOS

19SIC90002 **u** **CASCO SEG. DIELECTRICO POLIETILENO ALTA** **3,22**
 Casco de seguridad dieléctrico polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

TRES con VEINTIDOS

CÉNTIMOS

19SIC10006 **u** **PAR TAPONES ANTIRR. ESPUMA POLIURETANO CON CORDÓN** **0,31**
 Par de tapones antirruído desechable fabricado espuma de poliuretano con cordón, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

CERO con TREINTA Y UN

CÉNTIMOS

19SIC20006 **u** **GAFAS MONTURA VINILO CON VENT. DIRECTA** **2,77**
 Gafas de vinilo con ventilación directa, sujeción a cabeza graduable visor de policarbonato, para trabajos con ambientes pulvigenos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

DOS con SETENTA Y SIETE



<p>19SIC20014</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>19SIT90001</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>19SIP90008</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>19SIM90006</p> <p>19SIM90003</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>19SIM50001</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>19SIM90012</p> <p>Y CINCO CÉNTIMOS</p> <p>19SIV90003</p> <p>NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS</p>	<p>u PANTALLA SOLDADURA ELÉCT. CABEZA, ADAPT. CASCO Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible adaptable al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p> <p>u MANDIL PARA TRABAJOS DE SOLDADURA Mandil para trabajos de soldadura, fabricado en cuero con sujección a cuello y cintura a través de tiras según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p> <p>u PAR BOTAS SEGURIDAD PIEL SERRAJE, PUNTERA MET. Par de botas de seguridad y protección especial metatarsal flexible contra riesgos mecánicos, fabricados en piel serraje, puntera metálica, piso antideslizante, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p> <p>u PAR GUANTES PROTEC. SOLDADURA, SERRAJE. MANGA Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p> <p>u PAR GUANTES RIESGOS MECÁNICOS MED. PIEL SERRAJE VACUNO Par de guantes de protección para riesgos mecánicos medios, fabricado en piel serraje vacuno con refuerzo en uñeros y nudillos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p> <p>u PAR MANGUITOS PARA TRABAJOS DE SOLDADURA Par de manguitos para trabajos de soldadura, fabricados en cuero de serraje vacuno según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p> <p>u PAR GUANTES PROTEC. ELÉCTRICA CLASE 0 Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión, 5000 V clase 0, fabricado con material látex natural, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p> <p>u CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 mm 50 m Cuerda de seguridad de poliamida 6 de diám. 14 mm hasta 50 m longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de diám. 16 mm, incluso p.p. de desmontaje, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la cantidad ejecutada.</p>	<p>13,31</p> <p>TRECE con TREINTA Y UN</p> <p>3,23</p> <p>TRES con VEINTITRES</p> <p>VEINTICINCO con DOCE</p> <p>3,00</p> <p>TRES</p> <p>3,75</p> <p>TRES con SETENTA Y CINCO</p> <p>5,63</p> <p>CINCO con SESENTA Y TRES</p> <p>32,75</p> <p>TREINTA Y DOS con SETENTA</p> <p>78,94</p> <p>SETENTA Y OCHO con</p>
--	---	--

19SIW0001 u **DISPOSITIVO ANTICAÍDA ASCENSOS Y DESCENSOS** 40,63
 Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizante con bloqueo instantáneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

CUARENTA con SESENTA Y

TRES CÉNTIMOS

19SIT90002 u **ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIÉSTER** 20,83
 Arnés anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y perneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

VEINTE con OCHENTA Y TRES

CÉNTIMOS

S04W010 h. **VIGILANTE DE SEGURIDAD** 11,84
 Vigilante de seguridad, considerando una hora diaria de un oficial de 1ª. que acredite haber realizado con aprovechamiento algún curso de seguridad y salud en el trabajo.

ONCE con OCHENTA Y

CUATRO CÉNTIMOS

S05A010 d **ALQ. ANDAMIO EUROP.DESDE 600m2** 17,42
 Suministro en alquiler de 30 días, montaje y desmontaje de andamio europeo desde 600 m2 de fachadas a cubrir, apto para trabajos hasta una altura de 10 m., incluyendo arriostramientos, plataformas de trabajo metálicas, barandillas con rodapié, viseras de protección, bases y preparación de terreno apto para montar; cumpliendo todas las medidas de seguridad.

DIECISIETE con CUARENTA Y

DOS CÉNTIMOS

S01W050 ud **RECONOCIMIENTO MÉDICO BÁSICO I** 79,17
 Reconocimiento médico básico I anual trabajador, compuesto por control visión, audiometría y analítica de sangre y orina con 6 parámetros.

SETENTA Y NUEVE con

DIECISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 2

Construcción de una línea AC de 400 kV

CÓDIGO UD RESUMEN PRECIO

CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO

01TLL90100	m2	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO, CON MEDIOS MECANICOS Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos. Medida la superficie en verdadera magnitud.	Mano de obra.....0,05 Maquinaria.....0,12
			TOTAL PARTIDA.....0,17
02AEE00001	m2	EXPLANACIÓN DE 50 cm ESP., TIERRAS CONSIST. BLANDA Explanación de 50 cm de espesor medio, con tierras de consistencia blanda, comprendiendo:excavación con medios mecánicos, transporte a relleno, extendido en tongadas de 20 cm y compactado con medios mecánicos al 95% proctor normal. Medida la superficie en verdadera magnitud.	Maquinaria.....0,96 Resto de obra y material.....0,03
			TOTAL PARTIDA.....0,99
02TMM000022	m3	TRANSPORTE TIERRAS, ENTRE 5 Y 10 km CARGA M. MECÁNICOS Transporte de tierras realizado en camión basculante a una distancia comprendida entre 5 y 10 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido en perfil esponjado.	Maquinaria.....4,32
			TOTAL PARTIDA.....4,32
E02ZM030	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....1,95 Maquinaria.....9,32
			TOTAL PARTIDA.....11,27
E02PM030	m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....2,03 Maquinaria.....9,99
			TOTAL PARTIDA..... 12,02
E02ZS020	m3	EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....54,57 Maquinaria.....2,01
			TOTAL PARTIDA.....56,58

E02PA030	m3	EXC.POZOS A MANO <2m.T.COMPACT Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	Mano de obra.....32,74
			TOTAL PARTIDA.....32,74

CAPITULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA

SUBCAPÍTULO 2_1 APOYOS

E00102	ud	APOYO 43A4. FIN DE LÍNEA	Mano de obra.....568,09 Maquinaria.....659,10 Resto de obra y materiales...74.477,39
			TOTAL PARTIDA.....75.704,58
E00103	ud	APOYO 43A2. AMARRE 15°	Mano de obra.....568,09 Maquinaria.....659,10 Resto de obra y materiales...49.693,09
			TOTAL PARTIDA.....50.920,28
E00104	ud	APOYO 43A3. AMARRE 30°	Mano de obra.....568,09 Maquinaria.....659,10 Resto de obra y materiales...54.808,39
			TOTAL PARTIDA.....56.035,58
E00105	ud	APOYO 43S3. SUSPENSIÓN FUERTE	Mano de obra.....568,09 Maquinaria.....659,10 Resto de obra y materiales...38.129,69
			TOTAL PARTIDA.....39.356,88

SUBCAPÍTULO 2_2 CONDUCTORES

E00110	km	COLOCACIÓN DEL CONDUCTOR LA-545 DÚPLEX EN DOBLE CIRCUITO	Mano de obra.....188,93 Maquinaria.....324,04 Resto de obra y materiales.....3.014,59
			TOTAL PARTIDA.....3.527,56

SUBCAPÍTULO 2_3 CADENAS DE AISLADORES

E00112	ud	COLOCACIÓN DE LA DOBLE CADENA DE AISLADORES U210BS	Mano de obra.....33,56 Maquinaria.....62,50 Resto de obra y materiales.....2.160,00
			TOTAL PARTIDA.....2.256,06

CAPÍTULO 3 EQUIPOS NECESARIOS EN LAS DOS SUBESTACIONES**SUBCAPÍTULO 3_1 TRANSFORMADORES**

E00113 ud INSTALACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES 400/220 kV

Mano de obra.....1.409,75
Resto de obra y materiales3.502.699,38**TOTAL PARTIDA.....3.504.109,13****SUBCAPÍTULO 3_2 FILTROS**

E00117 ud INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS FILTROS

Mano de obra.....563,90
Resto de obra y materiales3.706.000,00**TOTAL PARTIDA.....3.706.563,90****SUBCAPÍTULO 3_3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

E00115 ud INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS SECCIONADORES

Mano de obra.....451,12
Resto de obra y materiales300.000,00**TOTAL PARTIDA300.451,12**

E00116 ud INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS INTERRUPTORES

Mano de obra.....451,12
Resto de obra y materiales2.450.000,00**TOTAL PARTIDA2.450.451,12****SUBCAPÍTULO 3_4 EQUIPOS PARA LA COMPENSACION DE REACTIVA**

E00114 Mvar INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS DE COMPENSACIÓN

Mano de obra.....1.127,80
Resto de obra y materiales20.000,00**TOTAL PARTIDA21.127,80****SUBCAPÍTULO 3_5 CONTROL Y COMUNICACIÓN**

E00119 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA EL CONTROL Y LA COMUNICACIÓN

Mano de obra.....803,40
Resto de obra y materiales14.000.000,00**TOTAL PARTIDA14.000.803,40**

CAPÍTULO 4 INGENIERÍA

E00118 ud ESTUDIO DEL SISTEMA Y DIRECCIÓN DE PROYECTO

TOTAL PARTIDA5.630.180,34

CAPÍTULO 5 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

E38BC150 ms ALQUILER CASETA OFICINA 9,75 m2
 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para oficina en obra de 4,00x2,44x2,30 m. de 9,75 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufe de 1500 W. punto luz exterior. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

Mano de obra.....1,33
 Resto de obra y materiales.....185,09

TOTAL PARTIDA.....186,42

E38BC200 ms ALQUILER CASETA COMEDOR 18,35 m2
 Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2,33x2,30 m. de 18,35 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

Mano de obra.....1,33
 Resto de obra y materiales.....248,37

TOTAL PARTIDA.....249,70

E38BC140

ms ALQUILER CASETA ALMACÉN 17,90 m2

Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para almacén de obra de 7,60x2,35x2,30 m. de 17,90 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

Mano de obra.....1,33
Resto de obra y materiales.....177,50

TOTAL PARTIDA.....178,83

E38BC020

ms ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2.

Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.

Mano de obra.....1,33
Resto de obra y materiales.....203,02

TOTAL PARTIDA.....204,35

E38BC210

ud CONSTRUC. CASETA VESTUARIO 20 m2

Ejecución de caseta para vestuario provisional de obra para 10 trabajadores de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, solera de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alicatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, inodoro y plato de ducha, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada. Según R.D. 486/97.

Mano de obra.....3.406,39
Maquinaria.....68,04
Resto de obra y materiales.....4.319,62

TOTAL PARTIDA.....7.793,25

<p>19LMC90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL COMEDOR Amueblamiento provisional en local para comedor, comprendiendo: mesas, asientos, calienta platos eléctrico y recipientes para desperdicios, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.</p>	<p style="text-align: right;">Resto de obra y materiales.....9,92</p> <p style="text-align: right;">TOTAL PARTIDA.....9,92</p>
<p>19LMV90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL VESTUARIO Amueblamiento provisional en local para vestuario, comprendiendo: taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.</p>	<p style="text-align: right;">Resto de obra y materiales..... 13,38</p> <p style="text-align: right;">TOTAL PARTIDA.....13,38</p>
<p>19LPS90011 u CASETA PREF. MOD. 15 m2 PRIM. AUXILIOS DE 6 A 12 MESES Caseta prefabricada modulada de 15 m2 para sala de primeros auxilios en obras de duración entre 6 y 12 meses, formada por: estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano rígido: carpintería de aluminio anodizado en su color, rejillas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25, armado con acero B 400 S, placas de asiento, transportes, colocación y desmontado, aire acondicionado y mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la cantidad ejecutada.</p>	<p style="text-align: right;">Mano de obra.....120,90 Maquinaria.....8,00 Resto de obra y materiales.....1.742,07</p> <p style="text-align: right;">TOTAL PARTIDA.....1.870,97</p>
<p>19LMS90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL PRIM. AUXILIOS O CURAS Amueblamiento provisional en local de primeros auxilios o sala de curas, comprendiendo: camilla fija y transportable, botiquín portátil, taquilla de cristal para medicamentos e instrumental, mesa, asientos, percha y papeleras, terminado y desmontado, incluso mantenimiento, según R.D. 1627/97 y guía técnica del INSHT. Medida la superficie útil del local amueblado.</p>	<p style="text-align: right;">Resto de obra y materiales.....17,85</p> <p style="text-align: right;">TOTAL PARTIDA.....17,85</p>
<p>19SIT90008 u CHALECO REFLECTANTE POLIÉSTER, SEGURIDAD VIAL Chaleco reflectante confeccionado con tejido fluorescente y tiras de tela reflectante 100% poliéster, para seguridad vial en general según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p>	<p style="text-align: right;">TOTAL PARTIDA.....17,85</p>

		Resto de obra y materiales.....2,50
	TOTAL PARTIDA.....2,50	
19SIC90003	u CASCO SEG. TRABAJOS EN ALTURA DE POLIETILENO Casco de seguridad trabajos en altura de polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	
		Resto de obra y materiales.....78,05
	TOTAL PARTIDA.....78,05	
19SIC90002	u CASCO SEG. DIELÉCTRICO POLIETILENO ALTA Casco de seguridad dieléctrico polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	
		Resto de obra y materiales.....3,22
	TOTAL PARTIDA.....3,22	
19SIC10006	u PAR TAPONES ANTIRR. ESPUMA POLIURETANO CON CORDÓN Par de tapones antirruidadesechable fabricado espuma de polieuretano con cordón, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	
		Resto de obra y materiales.....0,31
	TOTAL PARTIDA.....0,31	
19SIC20006	u GAFAS MONTURA VINILO CON VENT. DIRECTA Gafas de vinilo con ventilación directa, sujección a cabeza graduable visor de policarbonato, para trabajos con ambientes pulvigenos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	
		Resto de obra y materiales.....2,77
	TOTAL PARTIDA.....2,77	
19SIC20014	u PANTALLA SOLDADURA ELÉCT. CABEZA, ADAPT. CASCO Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible adaptable al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	
		Resto de obra y materiales..... 13,31
	TOTAL PARTIDA.....13,31	
19SIT90001	u MANDIL PARA TRABAJOS DE SOLDADURA Mandil para trabajos de soldadura, fabricado en cuero con sujección a cuello y cintura a traves de tiras según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	
		Resto de obra y materiales.....3,23
	TOTAL PARTIDA.....3,23	
19SIP90008	u PAR BOTAS SEGURIDAD PIEL SERRAJE, PUNTERA MET. Par de botas de seguridad y protección especial metatarsal flexible contra riesgos mecánicos, fabricados en piel serraje, puntera metálica, piso antideslizante, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	
		Resto de obra y materiales.....25,12
	TOTAL PARTIDA.....25,12	

19SIM90006	<p>u PAR GUANTES PROTEC. SOLDADURA, SERRAJE. MANGA Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p>	Resto de obra y materiales.....3,00 TOTAL PARTIDA.....3,00
19SIM90003	<p>u PAR GUANTES RIESGOS MECÁNICOS MED. PIEL SERRAJE VACUNO Par de guantes de protección para riesgos mecánicos medios, fabricado en piel serraje vacuno con refuerzo en uñeros y nudillos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p>	Resto de obra y materiales.....3,75 TOTAL PARTIDA.....3,75
19SIM50001	<p>u PAR MANGUITOS PARA TRABAJOS DE SOLDADURA Par de manguitos para trabajos de soldadura, fabricados en cuero de serraje vacuno según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p>	Resto de obra y materiales.....5,63 TOTAL PARTIDA.....5,63
19SIM90012	<p>u PAR GUANTES PROTEC. ELÉCTRICA CLASE 0 Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión, 5000 V clase 0, fabricado con material látex natural, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p>	Resto de obra y materiales.....32,75 TOTAL PARTIDA.....32,75
19SIW90003	<p>u CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 mm 50 m Cuerda de seguridad de poliamida 6 de diám. 14 mm hasta 50 m longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de diám. 16 mm, incluso p.p. de desmontaje, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la cantidad ejecutada.</p>	Mano de obra.....3,19 Resto de obra y materiales.....75,75 TOTAL PARTIDA.....78,94
19SIW00001	<p>u DISPOSITIVO ANTICAÍDA ASCENSOS Y DESCENSOS Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizando con bloqueo instantáneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p>	Resto de obra y materiales.....40,63 TOTAL PARTIDA.....40,63
19SIT90002	<p>u ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIÉSTER Arnés anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y perneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.</p>	Resto de obra y materiales.....20,83

TOTAL PARTIDA.....20,83

S04W010 **h. VIGILANTE DE SEGURIDAD**
 Vigilante de seguridad, considerando una hora diaria de un oficial de 1ª. que acredite haber realizado con aprovechamiento algún curso de seguridad y salud en el trabajo.

Resto de obra y materiales.....11,84

TOTAL PARTIDA.....11,84

S05A010 **d ALQ. ANDAMIO EUROP.DESDE 600m2**
 Suministro en alquiler de 30 días, montaje y desmontaje de andamio europeo desde 600 m2 de fachadas a cubrir, apto para trabajos hasta una altura de 10 m.,incluyendo arriostramientos, plataformas de trabajo metálicas, barandillas con rodapié, viseras de protección, bases y preparación de terreno apto para montar; cumpliendo todas las medidas de seguridad.

Maquinaria.....17,42

TOTAL PARTIDA.....17,42

S01W050 **ud RECONOCIMIENTO MÉDICO BÁSICO I**
 Reconocimiento médico básico I anual trabajador, compuesto por control visión, audiometría y analítica de sangre y orina con 6 parámetros.

Resto de obra y materiales.....79,17

TOTAL PARTIDA.....79,17

2.3. Presupuesto y mediciones.

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Construcción de una línea AC de 400 kV

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO

01TLL90100	m2 LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO, CON MEDIOS MECANICOS									
								160.000,00	0,17	27.200,00
02AEE00001	m2 EXPLANACIÓN DE 50 cm ESP., TIERRAS CONSIST. BLANDA							160.000,00	0,99	158.400,00
02TMM00022	m3 TRANSPORTE TIERRAS, ENTRE 5 Y 10 km CARGA M. MECÁNICOS							32.000,00	4,32	138.240,00
E02ZM030	m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO							7,64	11,27	86,10
E02PM030	m3 EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT							96,00	12,02	1.153,92
E02ZS020	m3 EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO							149,00	56,58	8.430,42
E02PA030	m3 EXC.POZOS A MANO <2m.T.COMPACT							0,24	32,74	7,86

TOTAL CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO.....667.036,60

CAPITULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA

SUBCAPÍTULO 2_1 APOYOS

E00102	ud APOYO 43A4. FIN DE LÍNEA			
			2,00	75.704,58 151.409,16
E00103	ud APOYO 43A2. AMARRE 15°			
			300,00	50.920,28 15.276.084,00
E00104	ud APOYO 43A3. AMARRE 30°			
			300,00	56.035,58 16.810.674,00
E00105	ud APOYO 43S3. SUSPENSIÓN FUERTE			
			398,00	39.356,88 15.664.038,24

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_1 APOYOS.....47.902.205,40

SUBCAPÍTULO 2_2 CONDUCTORES

E00110	km COLOCACIÓN DEL CONDUCTOR LA-545 DÚPLEX EN DOBLE CIRCUITO			
			4.800,00	3.527,56 16.932.288,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_2 CONDUCTORES.....16.932.288,00

SUBCAPÍTULO 2_3 CADENAS DE AISLADORES

E00112	ud COLOCACIÓN DE LA DOBLE CADENA DE AISLADORES U210BS			
			6.000,00	2.256,06 13.536.360,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 2_3 CADENAS DE AISLADORES.....13.536.360,00

TOTAL CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA.....78.370.853,40

CAPÍTULO 3 EQUIPOS NECESARIOS EN LAS DOS SUBESTACIONES

SUBCAPÍTULO 3_1 TRANSFORMADORES

E00113 ud INSTALACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES 400/220 kV

10,00 3.504.109,13 35.041.091,30

TOTAL SUBCAPÍTULO 3_1 TRANSFORMADORES.....35.041.091,30

SUBCAPÍTULO 3_2 FILTROS

E00117 ud INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS FILTROS

24,00 3.706.563,90 88.957.533,60

TOTAL SUBCAPÍTULO 3_2 FILTROS.....88.957.533,60

SUBCAPÍTULO 3_3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN

E00115 ud INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS SECCIONADORES

20,00 300.451,12 6.009.022,40

E00116 ud INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS INTERRUPTORES

20,00 2.450.451,12 49.009.022,40

TOTAL SUBCAPÍTULO 3_3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....55.018.044,80

SUBCAPÍTULO 3_4 EQUIPOS PARA LA COMPENSACION DE REACTIVA

E00114 Mvar INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS DE COMPENSACIÓN

1.087,00 21.127,80 22.965.918,60

TOTAL SUBCAPÍTULO 3_4 EQUIPOS PARA LA COMPENSACIÓN DE REACTIVA.....22.965.918,60

SUBCAPÍTULO 3_5 CONTROL Y COMUNICACIÓN

E00119 ud INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA EL CONTROL Y LA COMUNICACIÓN

1,00 14.000.803,40 14.000.803,40

TOTAL SUBCAPÍTULO 3_5 CONTROL Y COMUNICACIÓN.....14.000.803,40

TOTAL CAPÍTULO 3 EQUIPOS NECESARIOS EN LAS DOS SUBESTACIONES.....215.983.391,70

CAPÍTULO 4 INGENIERÍA

E00118 ud ESTUDIO DEL SISTEMA Y DIRECCIÓN DE PROYECTO

1,00 5.630.180,34 5.630.180,34

TOTAL CAPÍTULO 4 INGENIERÍA.....5.630.180,34

CAPÍTULO 5 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

E38BC150 ms ALQUILER CASETA OFICINA 9,75 m2

60,00 186,42 11.185,20

E38BC200 ms ALQUILER CASETA COMEDOR 18,35 m2

60,00 249,70 14.982,00

E38BC140 ms ALQUILER CASETA ALMACÉN 17,90 m2

60,00 178,83 10.729,80

E38BC020 ms ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2.

80,00 204,35 16.348,00

E38BC210 ud CONSTRUC. CASETA VESTUARIO 20 m2

2,00 7.793,25 15.586,50

19LMC90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL COMEDOR

22,35 9,92 221,71

19LMV90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL VESTUARIO

25,00 13,38 334,50

19LPS90011 u CASETA PREF. MOD. 15 m2 PRIM. AUXILIOS DE 6 A 12 MESES

5,00 1.870,97 9.354,85

19LMS90010 m2 AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL LOCAL PRIM. AUXILIOS O CURAS

22,00 17,85 392,70

19SIT90008 u CHALECO REFLECTANTE POLIÉSTER, SEGURIDAD VIAL

100,00 2,50 250,00

19SIC90003 u CASCO SEG. TRABAJOS EN ALTURA DE POLIETILENO

65,00 78,05 5.073,25

19SIC90002 u CASCO SEG. DIELECTRICO POLIETILENO ALTA

85,00 3,22 273,70

19SIC10006 u PAR TAPONES ANTIRR. ESPUMA POLIEURETANO CON CORDÓN

100,00 0,31 31,00



19SIC20006	u	GAFAS MONTURA VINILO CON VENT. DIRECTA			
			100,00	2,77	277,00
19SIC20014	u	PANTALLA SOLDADURA ELÉCT. CABEZA, ADAPT. CASCO			
			55,00	13,31	732,05
19SIT90001	u	MANDIL PARA TRABAJOS DE SOLDADURA			
			55,00	3,23	177,65
19SIP90008	u	PAR BOTAS SEGURIDAD PIEL SERRAJE, PUNTERA MET.			
			95,00	25,12	2.386,40
19SIM90006	u	PAR GUANTES PROTEC. SOLDADURA, SERRAJE. MANGA			
			55,00	3,00	165,00
19SIM90003	u	PAR GUANTES RIESGOS MECÁNICOS MED. PIEL SERRAJE VACUNO			
			95,00	3,75	356,25
19SIM50001	u	PAR MANGUITOS PARA TRABAJOS DE SOLDADURA			
			55,00	5,63	309,65
19SIM90012	u	PAR GUANTES PROTEC. ELÉCTRICA CLASE 0			
			55,00	32,75	1.801,25
19SIW90003	u	CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 mm 50 m			
			58,00	78,94	4.578,52
19SIW00001	u	DISPOSITIVO ANTICAÍDA ASCENSOS Y DESCENSOS			
			55,00	40,63	2.234,65
19SIT90002	u	ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIÉSTER			
			65,00	20,83	1.353,95
S04W010	h.	VIGILANTE DE SEGURIDAD			
			30.000,00	11,84	355.200,00
S05A010	d	ALQ. ANDAMIO EUROP.DESDE 600m2			
			600,00	17,42	10.452,00
S01W050	ud	RECONOCIMIENTO MÉDICO BÁSICO I			
			300,00	79,17	23.751,00
TOTAL CAPÍTULO 5 SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....			488.538,58		
TOTAL.....			301.140.000,62		



REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA PFC

- [1] Parsons Brinckerhoff. Electricity Transmission Costing Study.
- [2] D.M. Larruskain, I. Zamora, A.J. Mazón, O. Abarrategui, J. Monasterio. Transmission and Distribution Networks: AC versus DC.
- [3] Joan Ignasi Frau, Jordi Gutierrez. Endesa distribución. Transporte de energía eléctrica en corriente continua: HVDC.
- [4] Roberto Rudervall, J.P. Charpentier, Raghuvveer Sharma. High Voltage Direct Current (HVDC). Transmission Systems Technology Review Paper.
- [5] Michael P. Bahrman, Brian K. Johnson. The ABCs of HVDC Transmission Technologies.
- [6] Paulo Fischer de Toledo. Feasibility of HVDC for city infeed.
- [7] Ramón M^a Mujal Rosas. Tecnología eléctrica.
- [8] Reglamento de Alta Tensión (RAT). Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.
- [9] Fabián Alonso Elgueta Jaque. Control de sistemas HVDC.
- [10] Jan G. Johansson. Tecnología HVDC. Características y beneficios. ABB.
- [11] Sagré. Voltage Source Converter (VSC) HVDC for Power Transmission. Economic Aspects and Comparison with other AC and DC Technologies.
- [12] ABB. Murraylink HVDC Light Interconnection. Victoria-South Australia.
- [13] ABB. The world's most remote offshore wind farm. BorWin1 HVDC Light offshore wind farm link.
- [14] ABB. Caprivi Link Interconnector. A step further in HVDC Light technology.
- [15] ABB. Caprivi Link Interconnector.
- [16] Jordi Viña Fernández. Departamento de ingeniería electrónica, eléctrica y automática de la Escola Tecnica Superior de Enginyeria de Valencia. Línea aérea de transporte a 400 kV.

REFERENCIAS	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 1 ~
-------------	---	-------



- [17] E-ON Distribución. Proyecto tipo de líneas de alta tensión aéreas (>36 kV).
- [18] Luis María Checa. Líneas de transporte de energía eléctrica.
- [19] IEEE. HVDC conversion of HVAC lines to provide substantial power upgrading. Transactions on Power Delivery.
- [20] Michelle Clark, National Grid Company, U.K. WG 14.26. HVDC Stations Audible Noise.
- [21] P.Naidoo, R.D. Estment, D.Muftic, N.Ijumba. Progress report on the investigations into the recycling of existing HVAC power transmissions circuits for higher power transfers using HVDC technology.
- [22] Zheng Zhang, Rong Zeng, Zhanqing Yu. Measurement of Corona Characteristics and Electromagnetic Environment of ± 800 kV HVDC Transmission Lines Under High Altitude Condition.
- [23] Cigre 2011. Electric Field and Ion Current Environment of HVDC Overhead Transmission Lines.
- [24] JM George, Z Lodi. Cigré 2009. Design and selection criteria for HVDC overhead transmission lines insulators.
- [25] Ente Vasco de la Energía (EVE). Tecnologías de Transmisión Eléctrica.
- [26] Arcadis Chile. Anexo 1-F. Campos electromagnéticos.
- [27] J.C. Molburg, J.A. Kavicky, K.C. Picel. The Design, Construction and Operation of Long-Distance High-Voltage Electricity Transmission Technologies.
- [28] V.L. Chartier, R.D. Stearns. Formulas for predicting audible noise from overhead high voltage AC and DC lines.
- [29] Luis Ortiz N., Emilio Aranda B. Universidad de Santiago de Chile. Evaluación de los efectos electromagnéticos de la línea de ± 500 kV proyecto Hydro Aysén de Chile.
- [30] R.Caldecott, D.G.Kasten. Model of study of HVDC Electric field effects.
- [31] Technical University of Dortmund. Comparison of AC and DC technologies for long distance interconnections.

REFERENCIAS	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 2 ~
-------------	---	-------



- [32] S.Divya, R.V. Maheswari. Comparison of pollution flashover performance on various types of porcelain insulators.
- [33] Dr Michael Häusler, Gernot Schlayer, Gerd Fitterer. Converting AC power lines to DC for higher transmission ratings.
- [34] Jan Lundkvist, Igor Gutman, Lars Weimers. Feasibility study for converting 380 kV AC lines to hybrid AC/DC lines.
- [35] Dennis A. Woodford. HVDC Transmission.
- [36] General Electric Company. HVDC Transmission Line Insulator Performance.
- [37] Antonio Pedraza Lozano. Interconexión Colombia Panamá en HVDC, un nuevo reto para la ingeniería en ISA.
- [38] Prof. L. A. Koshcheev. Environmental characteristics of HVDC overhead transmission lines.
- [39] Jan Lundquist, STRI. Converting AC lines to DC for increased power transfer capacity.
- [40] M.I. Khan, R.C. Agrawal. Conversion of AC line into HVDC.
- [41] Cigre. Guide for upgrading transmission systems with HVDC transmission.
- [42] Ying Long, Yan Xiao, Zhiyi Su, Dong Wu, Urban Astrom. The reliability study of the statistical method on insulator dimensioning of (U)HVDC lines with regard to pollution conditions.
- [43] Peter Hartley, Rice University. HVDC Transmission: Part of the Energy Solution?
- [44] Cesi. Anexo Soluciones Tecnológicas.
- [45] Red Eléctrica de España (REE). www.ree.es
- [46] Comisión nacional de la energía. www.cne.es
- [47] Abengoa Solar. www.abengoasolar.com
- [48] Hilkar Electric. www.hilkar.com
- [49] Schneider Electric. Detección y filtrado de armónicos.

REFERENCIAS	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 3 ~
-------------	---	-------



[50] www.transbaycable.com

[51] HVDC. High Voltage Direct Current Transmission. Unrivaled practical experience. Answers for energy. www.siemens.com/energy/hvdc

[52] Agencia Andaluza de la Energía. Conserjería de economía, innovación, ciencia y empleo. www.agenciaandaluzadelaenergia.es/ciudadania/transporte

[53] Catálogo de aisladores de vidrio. La Granja Vidriera. www.sgdlagranja.es

[54] Catálogo de aisladores para líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica y subestaciones. Global Insulator Group. www.gig-group.com

[55] Cálculo de la cadena de aisladores. Andelec. www.blog.andelec.es

[56] Sediver high resistivity insulators for HVDC applications.

[57] Díptico subestación de Guadame. Red Eléctrica de España.

REFERENCIAS	COMPARATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE EL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE ALTERNA Y EN CORRIENTE CONTINUA	~ 4 ~
-------------	---	-------