



ESTUDIO OPS PUERTO DE CÁDIZ

❖ CRUCEROS

0.	Introducción	2
1.	Alcance del estudio.....	3
2.	Puerto de Cádiz.....	4
3.	Análisis de atraques de buques de Crucero	7
4.	Diseño de la instalación OPS	8
4.1	Conexión a la red eléctrica nacional.....	8
4.2	Sistema de tratamiento eléctrico en tierra	9
4.2.1	Alternativa Low Voltage (LV)	10
4.2.2	Alternativa High Voltage (HV).....	10
4.1	Sistema de distribución eléctrica hasta el buque.....	10
4.2	Sistema de tratamiento eléctrico a bordo.....	12
4.2.1	Cuadros de Conexión.....	13
4.2.2	Transformador	13
4.2.3	Cuadro de Sincronización	14
5.	Detalles de la solución OPS	14
5.1	Subestación de Conexión – Las Cortes	14
5.2	Obra Civil y Cableado Hasta el Centro de Conexión.....	15
5.3	Centro de Tratamiento Eléctrico próximo al Muelle.....	16
5.4	Caja de Conexión	18
5.5	Sistema de Maniobra de Cables (CMS – “Cable Management System”)	19
5.6	Sistema de conexión en buque.....	19
6.	Estimación de la demanda.....	20
7.	Beneficios sociales derivados de la implantación OPS.....	20
7.1	Estudio de reducción de emisiones.....	21
7.2	Reducción del impacto acústico	21
8.	Análisis económico-financiero.....	22
8.1	Estimación de CAPEX.....	22
8.2	Estimación de OPEX.....	23
8.3	Ingresos anuales	23
8.4	Cash-Flow	23
9.	Conclusiones.....	24
	Referencias	25
	Anexo 1 - Estimación de obra de Conexión línea AT Subestación Las Cortes	26
	Anexo 2 - Shore Power Connection Volcan de Tamasite	27
	Anexo 3 - ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE VENTA DE ENERGÍA	28

O. Introducción

La polución del aire y la polución acústica son problemas comunes en las ciudades y muy especialmente en el entorno de los puertos. En los últimos años existe una importante tendencia de países y organismos internacionales en fomentar la reducción de la polución ambiental en el ámbito marítimo y portuario.

Este Proyecto se enmarca en el programa CEF “Connecting Europe Facility 2014-2020” _ Transport Calls for Proposals 2015.

El objetivo del proyecto es analizar los beneficios y los costes que permitirían el uso de electricidad en muelle para los buques que atracan en puertos españoles, allanando el camino para una implantación más amplia hacia 2025. Este estudio permite contribuir a la implementación de la Directiva 2014/94/EU, que en el artículo 13 obliga a los países miembros de la Unión Europea a elaborar un Marco de Acción Nacional en el que se analice la necesidad de implantar sistemas OPS (On-shore Power Supply) para el suministro energético a buques en puerto (“Cold-Ironing”) e indirectamente a otras directivas europeas relacionadas con las emisiones y calidad del aire, como ocurre con la directiva 2012/33/EU sobre el contenido de sulfuro en los combustibles diésel marino y la calidad en el aire en Europa.

En paralelo a los estudios de viabilidad técnico-económica, se completa el proyecto con una serie de medidas que favorezcan la implantación del OPS en los puertos, y hagan más atractiva esta alternativa, que a pesar de ser por sí sola una opción medioambientalmente necesaria, y de ser más respetuosa con las ciudades, sí es verdad que necesita de un apoyo por parte de los organismos competentes para mejorar su rentabilidad para todos los involucrados; navieras, puertos, empresas energéticas, etc.

A continuación, se detallan algunas medidas que están siendo objeto de análisis por el Proyecto OPS Master Plan for Spanish Ports (sin que su formulación necesariamente este amparada por las distintas instituciones que tienen que asumirlas, o aprobarlas). Algunas de estas están ya implementadas y otras siguen sin aprobación.

1. **Bonificación del 50 % en la tasa portuaria T-1** a los buques que apaguen sus motores auxiliares y tomen energía eléctrica de la red general, de acuerdo con apdo. 1.j del Artículo 197. Cuota íntegra por acceso y estancia en Zona I o interior de las aguas portuarias, de la Ley de Puertos.
2. **Reducción desde el 5 % hasta 0,5 €/MWh del Impuesto Especial sobre la Electricidad** mediante modificación de los artículos 98. Base liquidable y 99. Tipo impositivo de la Ley 38/1992 de Impuestos Especiales, así como la disposición adicional tercera condicionándolos a su compatibilidad con el ordenamiento comunitario.
3. **Permitir que los concesionarios de terminales portuarias puedan suministrar** energía eléctrica a buques y crear la figura del **gestor de las cargas eléctricas de buques atracados**.
4. **Establecer** unas tasas de acceso a la red general eléctrica ‘ad hoc’.
5. **Eximir del pago del IVA** el suministro eléctrico a buques en atraque, ya en estudio por la Comisión UE en el ejercicio ‘Evaluation and Fitness check of the Energy Taxation Directive’.
6. **Eximir del pago del canon de ocupación** correspondiente a las canalizaciones donde se tienden las mangueras eléctricas necesarias a los suministradores de electricidad a buques en atraque.
7. **Exigir/valorar en los concursos de las terminales portuarias la ejecución de las canalizaciones necesarias y el equipamiento** para el posible suministro eléctrico a buques.

El presente informe trae el estudio para la implantación de sistemas de suministro eléctrico a buques de Crucero (OPS) en el puerto español de Cádiz.

1. Alcance del estudio

Este informe es resultado de los cálculos e investigaciones realizadas para cumplir con el alcance descrito en la actividad 4 del “Grant Agreement” (Referencia – [1]), correspondiente a las empresas consultoras: Ghenova, InovaLabs, Seaplace, y PPEE. A continuación la descripción de las actividades de interés:

Actividad 4: “Master Plan for the rest of the territory.”

Sub-actividad 4.1: Realización del análisis para la posible implantación del Sistema OPS, a través de un estudio de viabilidad técnico-económico para los puertos españoles de la TEN-T que será implementado en tres fases:

- Fase 0: Identificación de emplazamientos para OPS (puertos/muelles): Comenzando por el análisis del OPP, un conjunto de estudios analizarán los factores económicos para una solución OPS para localizaciones específicas dentro de los puertos españoles pertenecientes a la Core Network y detectar los emplazamientos más idóneos. Identificación de los buques susceptibles de formar parte del estudio atendiendo a factores de estancia y regularidad en los muelles identificados en el estudio.
- Fase 1: Realización de estudios técnicos en detalle para cada OPS seleccionado (puertos/muelles), que incluirán una colección de datos sobre estudios de viabilidad tales como potencia, requisitos y características del sistema OPS, trabajos electro mecánicos necesarios para la conexión a la red (incluido manejo de cable) y adaptación de conexión en buques.
- Fase 2: Estimación detallada de los costes desglosados para la implementación de cada instalación OPS (puertos/muelles/buques), para facilitar a las autoridades portuarias, armadores, operadores de terminal u otros promotores de OPS, en las labores de lanzamiento de ofertas.

Sub-actividad 4.2: Realización del Master Plan para OPS en puertos españoles de la TEN-T.

Actividad que comprende la preparación del Master Plan para el despliegue del OPS en los puertos del TEN-T y otros puertos que procedan, que es el principal objetivo del proyecto.

El documento final que trata la actividad 4.2 proporcionará la política y el apoyo técnico para la implantación de OPS y será realizado por OPPE y adoptado por el gobierno español, definiendo las principales políticas, administrativas, técnicas y guías financieras para dicha implantación.

En este informe, se abordaran las fases 1 e 2, con respecto a buques de crucero en el puerto de Cádiz.



Figura 1 – Alcance del Estudio

2. Puerto de Cádiz

Cádiz, junto con Puerto Real y El Puerto de Santa María son los tres términos municipales en los que se localizan las cuatro dársenas comerciales y los dos puertos pesqueros que dependen de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz.

Por su posición geográfica, entre los dos grandes flujos de tráfico marítimo Europa-África y América-Mediterráneo, el Puerto de la Bahía de Cádiz se ha situado como la Puerta Sur de Europa. Conectado por tierra a través de accesos carreteros y ferroviarios y a tan sólo 40 kilómetros del aeropuerto de Jerez, las infraestructuras portuarias de la bahía gaditana ofrecen las mejores condiciones en materia de conectividad.

La figura 2 muestra la situación geográfica del puerto de Cádiz.

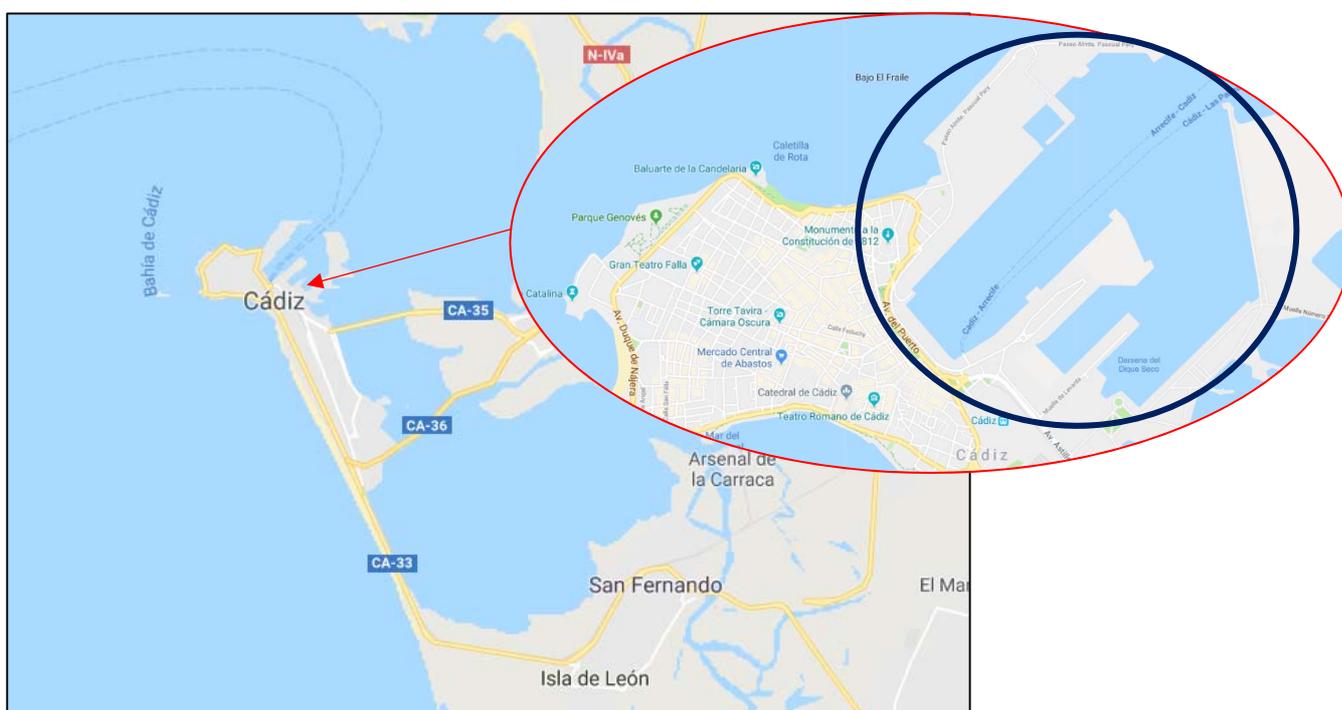


Figura 2 – Puerto de Cádiz

El puerto dispone de ocho (08) muelles operando en la actualidad:

DÁRSENA COMERCIAL						
Muelles	Longitud (m)	Calado (m)	Depósitos(m2)	Equipado con	Tráfico	Equipos
Reina Sofía	600	11,5	100.000	4 grúas portacontenedores 40 tns.	Contenedores y cruceros	1 báscula 60 tns.
Reina Victoria	220	8,5	8.218	Terminal pasajeros tráfico local	General y pasaje	
Marqués de Comillas	636	10	12.793	2 rampas Ro-Ro 100 tons.	General y ro-ro	Almacén frigorífico y silo
Muelle de la Libertad	304	10,5	58.000	1 rampa ro-ro 100 tons.	Pasaje y ro-ro	
Muelle de las Américas	110	10,5		1 rampa ro-ro 100 tons.	Mercancía Gral.	Terminal ro-ro y pasajeros
Muelle Ciudad	316	10	18.535	Terminal de Cruceros	Pasaje	
Alfonso XIII	180	10	12.550	Terminal de Cruceros	Pasaje	
La Galeona	590	16	227.727		Contenedores	
SUMA	2.942		532.823			

Tabla 1 Muelles del Puerto de Cádiz

La figura 3 muestra la planta general del Puerto de Cádiz dónde se han señalado las áreas con mayor interés para el suministro de energía eléctrica OPS a buques:

- Rojo: área de atraque de cruceros (interés alto para servicio “cold ironing”). El muelle Reina Sofía también recibe buques portacontenedores que podrían también utilizar la futura conexión de energía en tierra.
- Amarillo: área de operación de líneas regulares de ferris de Transmediterránea y RoRo (interés alto para servicio “cold ironing”).
- Verde: área de atraque de buques portacontenedores (interés medio para servicio “cold ironing”).

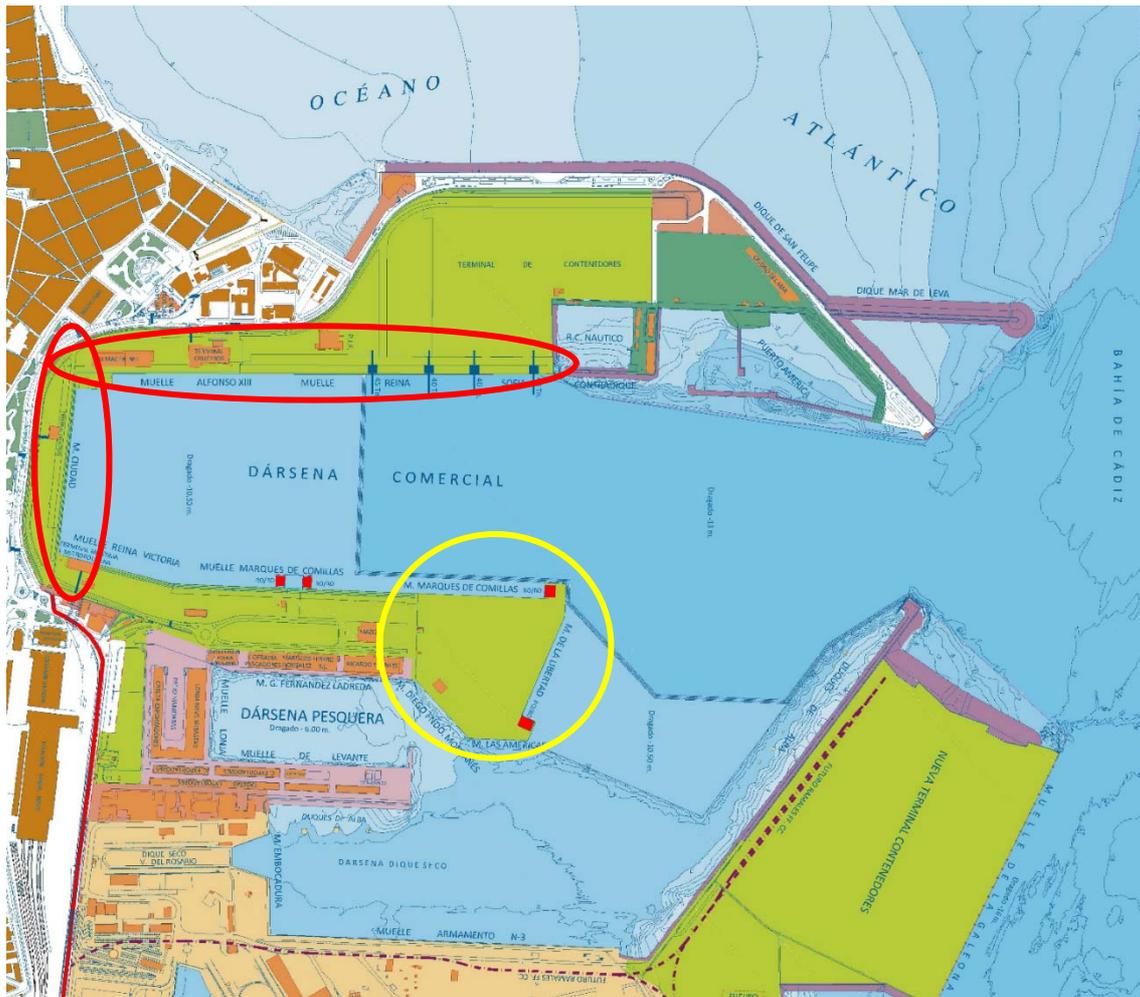


Figura 3 – Puerto de Cádiz – Áreas de Interés

El presente estudio está centrado en buques de crucero que suelen tener una demanda elevada de electricidad durante toda su estancia en el muelle, aunque el tiempo de estancia es menor que otros tipos de buques (RoRo, RoPax, etc).

Por tanto, el área de estudio será la marcada en rojo en la figura 3, donde están los muelles Ciudad y Alfonso XIII. El muelle Alfonso XIII es el preferencial para el atraque de los buques crucero, según la autoridad portuaria de Cádiz. En las situaciones que haya más de un crucero en puerto, éstos atracan en alguno de los muelles cercanos. Otros factores que llevan a elegir el muelle Alfonso XIII para el estudio son la logística y ubicación del muelle, y su proximidad a una subestación de transformación y conexión a la red eléctrica nacional.

Para obtener los datos base del estudio se ha considerado datos de los atraques previstos para el año de 2019 disponibles en la página web de la Autoridad Portuaria de la bahía de Cádiz (Referencia [2]).

En la figura 4 se muestra el puerto con un buque de crucero atracado en el muelle Alfonso XIII.



Figura 4 – Puerto de Cádiz – Cruceros

3. Análisis de atraques de buques de Crucero

Según los datos obtenidos de los atraques previstos para 2019, el número de atraques en el puerto de Cádiz es aproximadamente de 300 buques al año, con un tiempo de estancia medio de 14,5 horas. Mensualmente atracan aproximadamente 25 buques. La mayor frecuencia de atraques suele ocurrir entre abril y diciembre.

Es posible estimar la potencia consumida por buques de crucero mientras está atracados en función de la eslora y el número de pasajeros por medio de las formulas propuestas por Espinosa (2016, Referencia [3]):

Formula	Unidad X
$131,76 + 26,889 \times X$	Eslora (m)
$591,48 + 3,118 \times X$	nro pasajeros

Tabla 2 – Estimación de la potencia en puerto

Los buques de crucero suelen mantener su consumo energético constante durante su estada en muelle, por eso se estimó el consumo de los buques atracados por los dos métodos descritos arriba, es decir las esloras de los buques que atracaron en el año 2019 y también la cantidad media de pasajeros.

ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE POTENCIA		
POR ESLORA	9	MW
POR N° DE PASAJEROS	15	MW
MEDIA	12	MW

Tabla 3 – Estimación del consumo eléctrico de cruceros

Observando la siguiente tabla obtenida de la referencia [5] y la tabla anterior se desprende que la aproximación más realista es la estimación por la eslora y por tanto la potencia considerada para el estudio es de 9 MW.

	Average Power Demand	Peak Power Demand	Peak Power Demand for 95 % of the vessels
Container vessels (< 140 m)	170 kW	1 000 kW	800 kW
Container vessels (> 140 m)	1 200 kW	8 000 kW	5 000 kW
Container vessels (total)	800 kW	8 000 kW	4 000 kW
Ro/Ro- and Vehicle vessels	1 500 kW	2 000 kW	1 800 kW
Oil- and Product tankers	1 400 kW	2 700 kW	2 500 kW
Cruise ships (< 200 m)	4 100 kW	7 300 kW	6 700 kW
Cruise ships (> 200 m)	7 500 kW	11 000 kW	9 500 kW
Cruise ships (total)	5 800 kW	11 000 kW	7 300 kW

Tabla 4 – Estadísticas del consumo eléctrico de buques

4. Diseño de la instalación OPS

A continuación se presenta el esquema típico de un OPS:

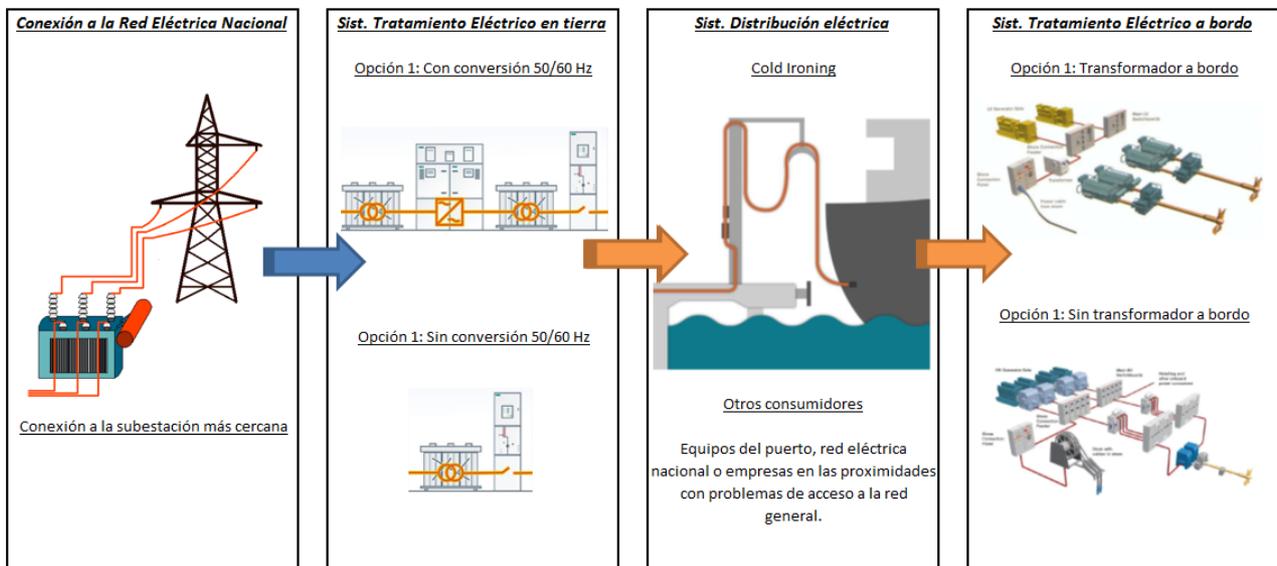


Figura 5 – Esquema OPS

4.1 Conexión a la red eléctrica nacional

Para la conexión a la red eléctrica nacional, es necesario elegir la subestación más cercana al muelle y observar si está adaptada y con capacidad suficiente para atender la demanda "cold-ironing" de los buques del muelle en estudio.

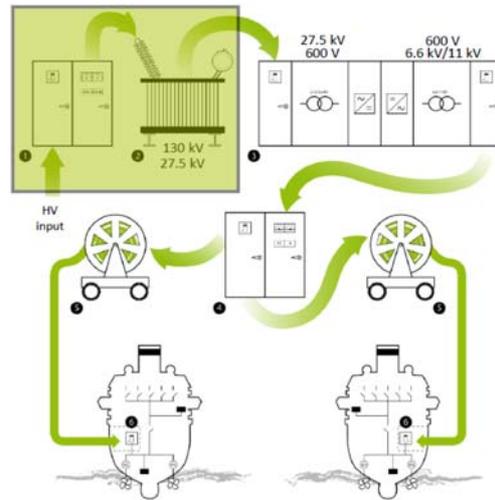


Figura 6 – Conexión a la red nacional

En este punto, será considerada la necesidad de adaptación de los equipos de la subestación (en caso de no tener capacidad suficiente), la obra civil y el tendido de cables necesario para llevar la energía hasta el punto de conexión en el puerto.

4.2 Sistema de tratamiento eléctrico en tierra

La configuración del sistema de tratamiento eléctrico en tierra va a depender de los parámetros eléctricos de salida de la subestación (tensión, frecuencia, etc.) y de los parámetros eléctricos de la demanda de los buques. Así puede estar compuesta por uno o varios transformadores, convertidores de frecuencia (si fueran necesarios), cuadros eléctricos, etc.

Port	Country	Connection voltage	Frequency
Port of Göteborg	Sweden	400 V / 6.6 kV / 10 kV	50 Hz
Port of Stockholm	Sweden	400 V / 690 V	50 Hz
Port of Helsingborg	Sweden	400 V / 440 V	50 Hz
Port of Piteå	Sweden	6 kV	50 Hz
Port of Antwerp	Belgium	6.6 kV	50 Hz / 60 Hz
Port of Zeebrugge	Belgium	6.6 kV	50 Hz
Port of Lübeck	Germany	6 kV	50 Hz
Port of Kotka	Finland	6.6	50 Hz
Port of Oulu	Finland	6.6 kV	50 Hz
Port of Kemi	Finland	6.6 kV	50 Hz
Port of Los Angeles	USA	440 V / 6.6 kV	60 Hz
Port of Long Beach	USA	6.6 kV	60 Hz

Tabla 5 –Ejemplo de OPS existentes

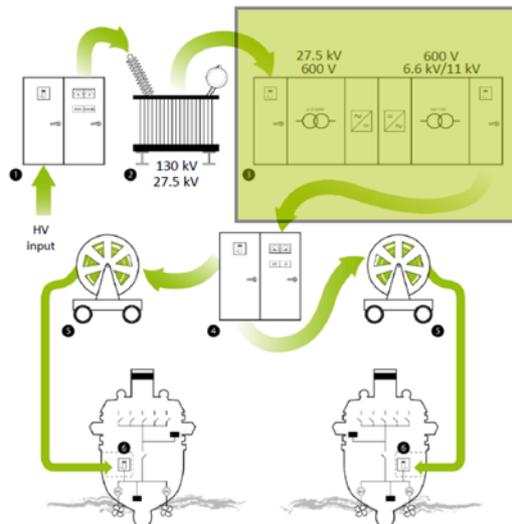


Figura 7 – Sistema de tratamiento eléctrico en tierra

Hay dos tipos básicos de configuración que dependen del voltaje de salida, es decir, si el buque va recibir la electricidad en alta o bajo voltaje:

4.2.1 Alternativa Low Voltage (LV)

Es una configuración en desuso que ya ha sido instalada en puertos europeos como el de Gotemburgo y el de Helsinki. Su principal desventaja es que necesita un mayor número de cables para alimentar el buque, lo que complica y encarece el sistema de distribución de potencia hasta el buque. Aunque dependiendo del tamaño y tipo de la potencia demandada puede ser una opción mejor que la de alta tensión. Las configuraciones LV están recomendadas para una demanda de potencia inferior a 1 MW y para una flota operada en baja tensión (350-450V) evitando así la necesidad de instalar un transformador a bordo del buque. La instalación debe ser diseñada según la norma “IEC / ISO / IEEE 80005-3, Low Voltage Shore Connection”.

4.2.2 Alternativa High Voltage (HV)

Las últimas instalaciones de OPS en puertos europeos han sido diseñadas con una configuración en alta tensión ya que la mayoría han sido hechas para suministrar energía a buques de crucero con una alta demanda de potencia y que comúnmente utilizan alta tensión (6,6 – 11 kV). Esta configuración simplifica el sistema de distribución de potencia hasta el buque, pero necesita que los buques operados en baja tensión instalen un transformador adicional para poder ser conectados en puerto. La instalación debe ser diseñada según la norma “IEC / ISO / IEEE 80005-1, High Voltage Shore Connection”. En el caso en estudio se ha considerado la solución en alta voltaje.

4.1 Sistema de distribución eléctrica hasta el buque

El sistema de distribución de energía eléctrica hasta el buque ha de adaptarse a la realidad del puerto evitando al máximo interferencias en la operación normal del muelle. Hay varias alternativas en el mercado que se van a describir en los próximos apartados y suelen incluir una caja de conexión y un sistema de maniobra de cables.

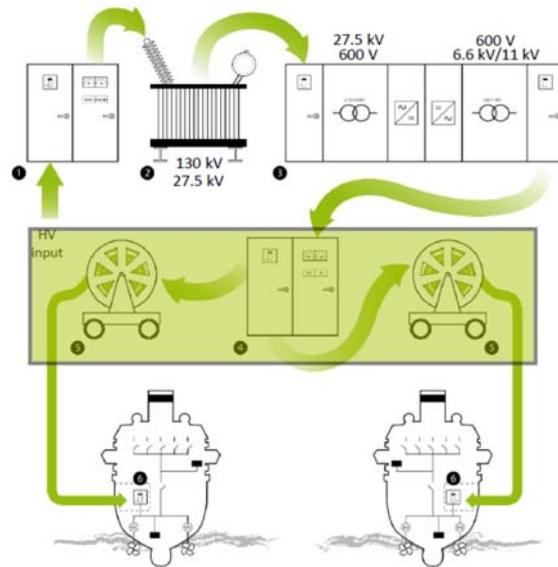


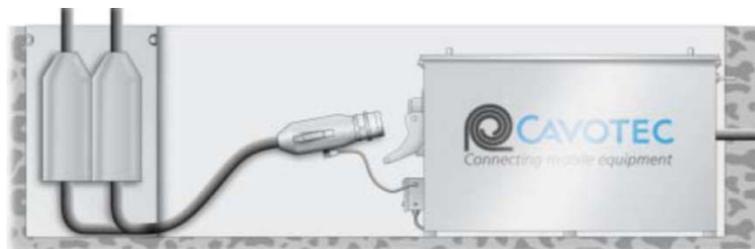
Figura 8 – Sistema de distribución eléctrica hasta el buque

Dependiendo del tipo de buques que han de ser conectados y el sistema de maniobra de cables hasta el buque será necesario instalar un mayor o menor número de cajas de conexión en el muelle. Estas cajas de conexión también deben contener los puntos de comunicación entre el buque y tierra, por lo que un conector de fibra óptica debe estar integrado en la caja.

Existen varios suministradores en el mercado de este tipo de cajas de conexión en el muelle como por ejemplo “Cavotec” o “Schneider”.



Figura 9 – Caja de Conexión - Ejemplo



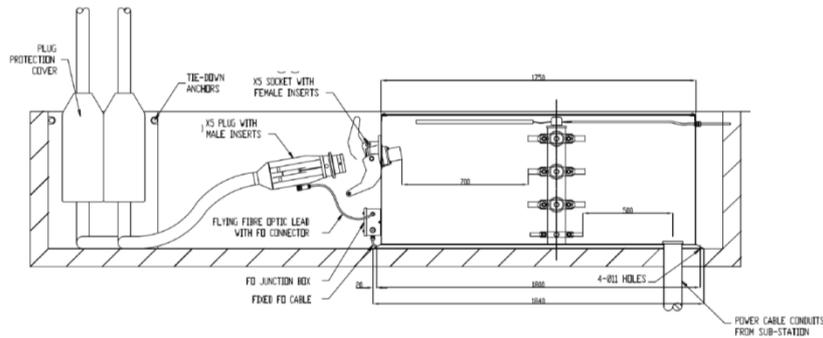


Figura 10 – Caja de Conexión CAVOTEC

Las cajas pueden ser soterradas para evitar al máximo interferencias en el muelle con los sistemas de operación habituales allí instalados o instaladas directamente en el muelle con una solución más sencilla y más barata. En este caso se opta por la solución externa que será descrita en el apartado 5.

Además de las cajas de conexión es necesario un sistema de maniobra de cables que lleve los cables desde la caja de conexión en el muelle hasta el cuadro de conexión del buque o viceversa. En el mercado existen varias soluciones para este sistema pudiendo ser móviles o fijas y también pudiendo ser integradas en el propio buque o en el muelle.

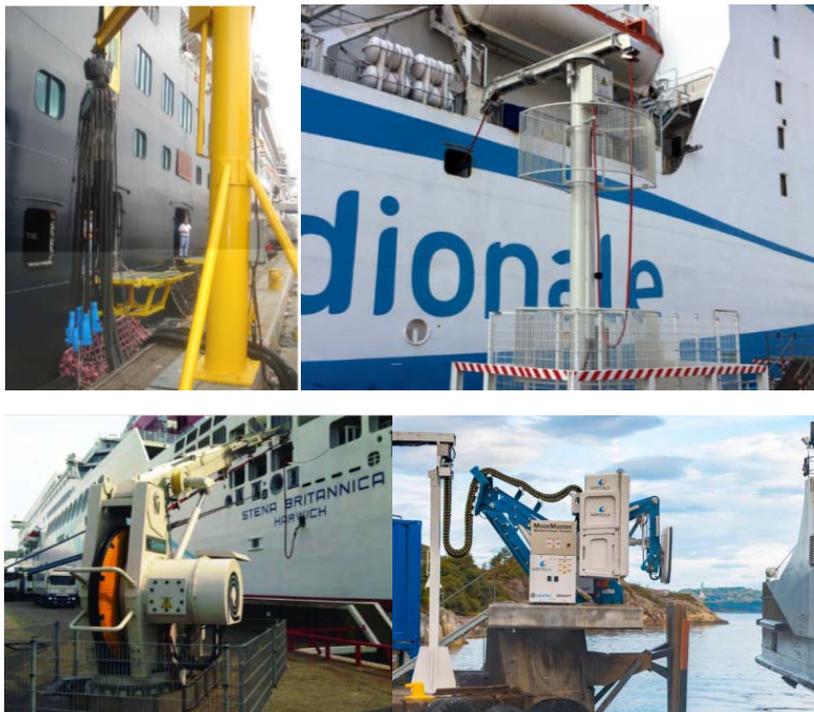


Figura 11 – Grúas Fijas - Ejemplo

4.2 Sistema de tratamiento eléctrico a bordo

El tratamiento eléctrico a bordo es necesario para viabilizar una conexión segura y rápida con el puerto. Está compuesto por un cuadro de conexión a los cables que vienen del puerto y dependiendo de la instalación en el muelle también de un transformador que adecua la tensión del puerto a la del buque [Low Voltage (LV): 380V, 400V, 440V, 690V; High Voltage (HV) 6,6 kV, 11 Kv; frecuencia 50 o 60 Hz].

Suministradores como “Schneider”, “Siemens” y “ABB” tienen en el mercado “paquetes” para adaptar los buques a una conexión OPS, a continuación se describen en más detalle los principales componentes necesarios.

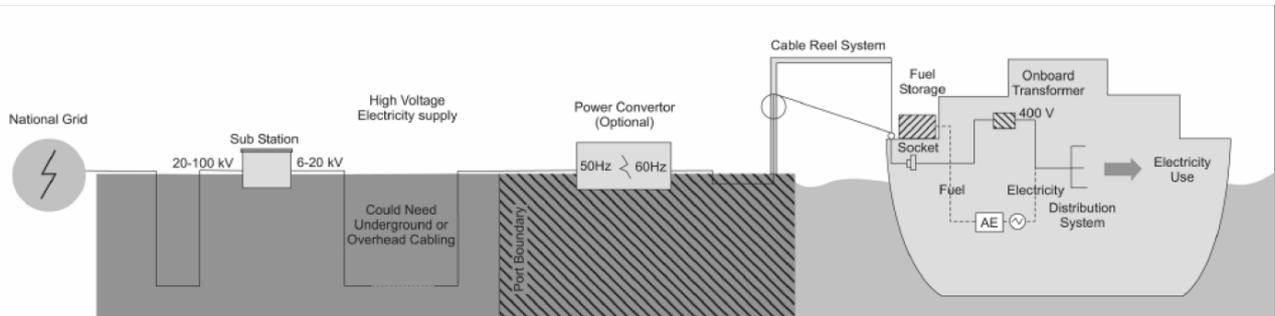


Figura 12 – Esquema típico OPS, instalación a bordo

4.2.1 Cuadros de Conexión

Los cuadros de conexión típicamente están formados por:

- Bases de conexión.
- Toma de tierra.
- Interruptor.
- Indicador secuencia fases.
- Central de medida en puerta.



Figura 13 - Cuadro de conexión a bordo

4.2.2 Transformador

En casos que la tensión fornecida en puerto no sea la misma de alimentación del buque, se hace necesaria la instalación de un transformador a bordo (Ej: 1,1kV-440V).



Figura 14 - Transformador a bordo

4.2.3 Cuadro de Sincronización

La conmutación entre la alimentación de los generadores del buque y de la conexión eléctrica del puerto debe ser sin cortes. Puede ser hecha de manera manual, automática o semiautomática y la solución adoptada debe ser personalizada para cada buque.



Figura 15 - Sincronización a bordo

También hay en el mercado soluciones modularizadas que incluyen los componentes anteriores y que pueden ser montadas a bordo (cubierta exterior) temporalmente durante la conexión y retiradas cuando el buque sale del puerto, un ejemplo es el Wartsila SAMCon.

5. Detalles de la solución OPS

5.1 Subestación de Conexión – Las Cortes

Según el pre-estudio realizado por Eléctrica de Cádiz (Anexo 1), distribuidora de la electricidad en la ciudad, la subestación elegida como la más adecuada para el proyecto en cuestión es la de “Las Cortes”, a pesar de que hay que hacer algunas obras de refuerzo.

En la imagen inferior se muestra la ubicación de los edificios de subestación de Las Cortes.



Figura 16 - Subestación Las Cortes

Desde la subestación hasta el punto en el muelle donde se propone instalar el centro de transformación hay aproximadamente 1,7 km.

Según el estudio de Eléctrica de Cádiz, la ampliación de la subestación para atender la demanda del “cold ironing” requiere la ampliación con dos celdas idénticas a las existentes e integradas a su sistema de control. El costo estimado de la obra será descrito en los apartados siguientes.

5.2 Obra Civil y Cableado Hasta el Centro de Conexión

Los casi dos kilómetros que hay entre la subestación y el punto de transformación próximo al muelle tendrán una ruta de tendido eléctrico como se propone en la figura 17. Todo el cableado será en doble línea HEPRZ1 3x1x240 Al H16 12/20 kV.



Figura 17 – Tendido de cables

Tramo verde se encuentra ya instalado, pero aun no legalizado;

Tramo rojo existe solo la canalización, sin la línea instalada;

Tramo azul supone una nueva construcción, tanto en canalización como en cableado.

La figura 18 muestra algunos detalles técnicos del cable seleccionado.



ESTÁNDARES

Internacional IEC 60502

Nacional UNE 21123;
UNE 21123

Construcción

1. conductor (aluminio, Clase 2)
2. semi-conductora interna (extruída)
3. aislamiento (etileno-propileno - EPR)
4. semi-conductora externa (extruída)
5. pantalla (hilos de cobre + cinta de continuidad de cobre - H16)
6. cubierta exterior (poliolefina)

Figura 18 – Cable típico

5.3 Centro de Tratamiento Eléctrico próximo al Muelle

Como se ha indicado en el apartado anterior, la configuración del Centro de Tratamiento Eléctrico o Sistema de Tratamiento Eléctrico en tierra va a depender de los parámetros eléctricos de salida de la subestación (tensión, frecuencia, potencia, etc.), de los parámetros eléctricos de la demanda “cold-ironing”, de su ubicación dentro del puerto e incluso de su característica móvil o fija. Existen en el mercado suministradores como “Schneider”, “Siemens” y “ABB” que tienen modelos de subestaciones adaptadas a la operación OPS.

En este caso particular fue consultada la empresa Schneider que aconsejó el uso de su solución estándar “Shore Box” con conversión de frecuencia, una vez que el suministro se realizará en alta tensión (11 kV) y para cualquier buque de crucero que esté adaptado a recibirla.



Feature	Value	Comment
Dimensions	Length : 13,4m (44ft) Height : 3,25m (10,6ft) Width : 3,4m (11.1ft)	
Weight	38T	
Input voltage	[5,5 – 24] KV	Customized at manufacture
Rated short-time withstand current	[0 – 16] KA	Customized at manufacture
Short-time withstand current duration	[0 – 1000] ms	Customized at manufacture
Output voltage	11 KV	IEC/ISO/IEEE 80005-1
Number of output cables	1	IEC/ISO/IEEE 80005-1
Cooling	Air Forced (fans)	
Temperature withstand	-10 to 35°C (14 to 95°F)	
Humidity level withstand	95°	
Wind withstand	50m/s	
Earthquake eurozone	Eurocode 8 Category 3 Zone 4	
Sound pressure	80dBA at 1m	
Water resistant	IP44	
Snow load	4700N/m ² max	

		Standard	Option
Frequency conversion	50Hz → 50Hz 50Hz → 60Hz	✓	Adjustable
Ship to shore interface	1 1 additional for 2 interfaces 1 additional for 3 interfaces	✓	✓ Interlock system included ✓ Interlock system included
Human Machine Interface	Magelis touch screen	✓	
HMI language	English Local language	✓	✓
Visual monitoring	Light indicator on shelter	✓	
Sound monitoring	Siren on shelter	✓	
Auxiliary power supply	Supply peripheral device such as ship interface (crane, outlet box)	✓	
Connection management	Automatic / Manual	✓	Adjustable
User rights management	User mode Standard maintenance Expert maintenance	✓	Adjustable Protected by key + password
GPRS remote monitoring	Fault reporting on mobile & mail		✓
Data transmission with ship	Ethernet optical fiber Messaging		✓ Conformant to future IEC/ISO/IEEE 80005-2
External interface for SCADA	Ethernet optical fiber Documented Input Output table	✓	Modbus TCP protocol IEC61850 (Sepam)
External Interface for HMI	Ethernet optical fiber Plug and play. Replaces ShoreBoX internal Magelis screen.	✓	

Figura 19 – ShoreBox (Schneider)

Se considera en el estudio un sólo punto de conexión, ya que en el “Muelle Alfonso XIII” atracan sólo un buque de cada vez y no serían necesarios más conexiones.

Los principales equipos eléctricos del Shore Box son:

- Upstream MV switchboard (MVEDI);
- Upstream Transformers (TRAi);
- Downstream Transformer (TRAO);
- Neutral resistor grounding (NRG);
- Downstream MV switchboard (MVEDO);

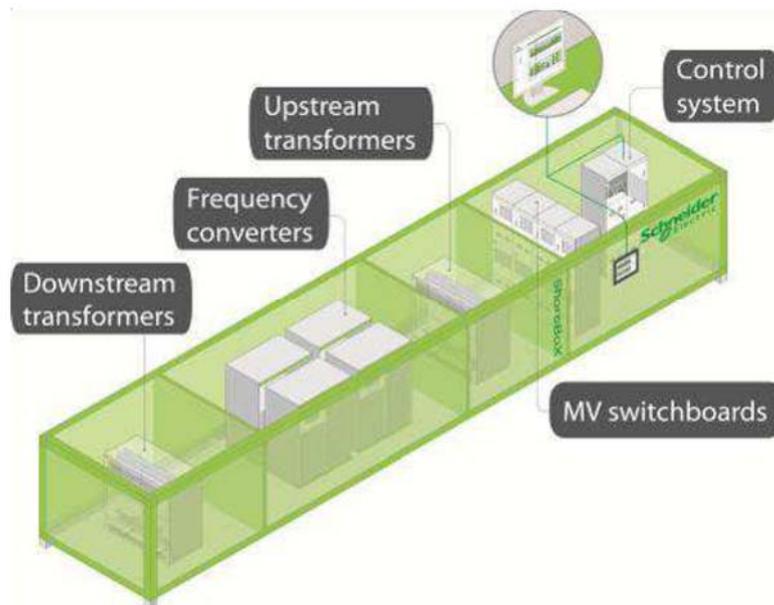


Figura 20 – ShoreBox components (Schneider)

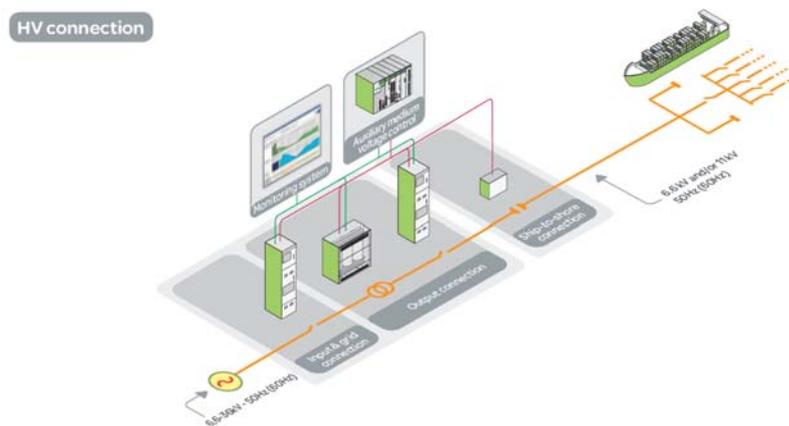


Figura 21 – Arquitectura típica ShoreBox sin convertidor (Schneider)

5.4 Caja de Conexión

Desde Centro de Transformación “Shore Box” hasta la caja de conexión en muelle Alfonso XIII se estima una necesidad de algo entorno de 60 m de tendido de cables adicionales a los considerados en el estudio del Anexo 1.



Figura 22 – Distancia hasta Caja de Conexión

5.5 Sistema de Maniobra de Cables (CMS – “Cable Management System”)

La disposición del buque, la orientación del muelle, así como su organización, hacen que la opción de una grúa fija sea viable sin perjudicar la operación normal del muelle y con un precio bastante menor que otras opciones más sofisticada técnicamente.

UPM-CAR ha especificado una grúa robotizada tipo mástil de 5 metros de altura y alcance horizontal telescópico de 3 metros. La grúa tiene un almacén de cables automatizado que puede controlar más de 12 metros de cable.

5.6 Sistema de conexión en buque

El sistema de conexión descrito a continuación fue elaborado basado en los datos de un buque RoPax (ver Anexo 2). Las modificaciones típicas que son necesarias para la adaptación de los buques a la conexión a tierra son:

- Instalación de dos cuadros de tomas de tierra, un ER y otro BR, similares a los de la figura 23;
- Instalación del cuadro de interconexión al cuadro eléctrico principal del buque (MSB) –similares a los de la figura 23;
- Conexión por medio de cables unipolares de 240 mm² de sección (Marine Type Approval by Class) entre los cuadros de toma de tierra y el cuadro de interconexión. Se deben incluir también nuevas penetraciones tipo multitransit de tacos y canalización de bandeja donde sea necesario.

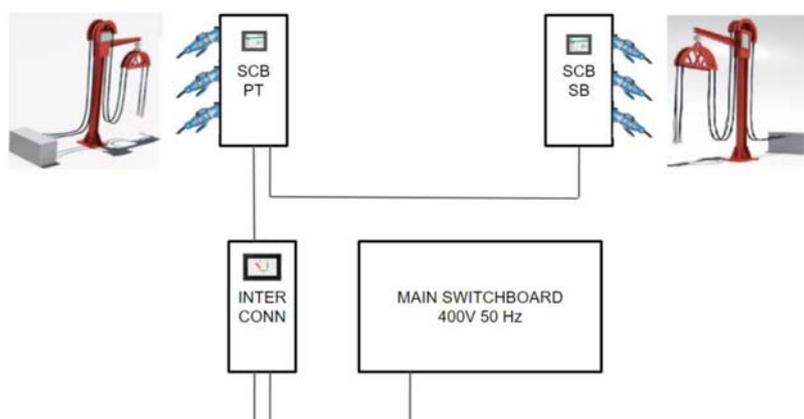


Figura 23 – Instalación a bordo

La descripción anterior es solo una guía standard de lo que sería necesario para adaptar un buque convencional a una conexión OPS, cada buque de crucero tendrá sus particularidades. Incluso algunos buques ya son “OPS Ready” y no será necesario ningún cambio.

6. Estimación de la demanda

Como ya fue mencionado en el apartado 3, el puerto de Cádiz recibe una media de 300 buques al año con una estancia media de 15,5 horas.

Total de Atraques 2019	300	
Total de Horas	4.354,1	horas
Máximo de Potencia	39.186,9	MWh

Tabla 6 – Demanda energética - total

En el presente caso de estudio se ha considerado la instalación de un solo punto de conexión en el muelle por lo que el total de horas eliminando simultaneidades en los atraques se reduce un 30%.

Limitado a un punto de conexión OPS		
Total de Atraques 2019	210	
Total de Horas	3.047,87	horas
Máximo de Potencia	27.430,83	MWh

Tabla 7 – Demanda energética – una conexión

También hay que tener en cuenta que no todos los buques que atraquen van a estar adaptados a la conexión OPS, en este caso se estima que solo el 60% de los buques que atraquen podrán conectarse en OPS.

Limitado a 60% de buques adaptados		
Total de Atraques 2019	126	
Total de Horas	1.828,72	horas
Máximo de Potencia	16.458,49	MWh

Tabla 8 – Demanda energética – final

7. Beneficios sociales derivados de la implantación OPS

Uno de los puntos fundamentales del proyecto y del presente análisis es mejorar el impacto ambiental que la solución OPS propuesta tiene frente a la generación actual por medio de los generadores

auxiliares de los buques consumiendo MGO, disminuyendo tanto la emisión de gases contaminantes (CO2, SOx, NOx, PM, etc.) como la contaminación acústica en el puerto.

7.1 Estudio de reducción de emisiones

En la siguiente tabla se ven los factores de emisión en g/kWh para la generación con MGO (el más común en los motores auxiliares de los buques en puerto) y la generación del mix de la red eléctrica nacional (Referencia – [4]).

Factores de emisión g/kWh				
	CO2	NOX	SO2	PM
Motores Auxiliares em Puerto	690	11,8	0,46	0,3
Mix Red nacional	245	0,477	0,421	0,019
Porcentaje de Reducción	64%	96%	8%	94%

Tabla 9 - Reducción de Emisiones

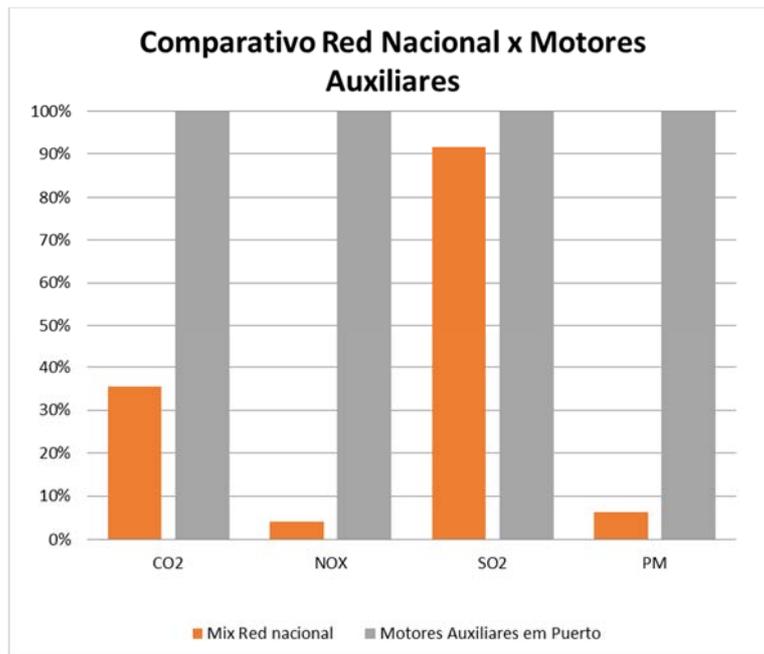


Figura 24 - Reducción factores emisión de MGO a red nacional

Considerando la información de las tablas anteriores y el consumo de energía anual del OPS, se ha estimado una reducción de emisiones de CO2 de 3.209 toneladas anuales respecto a la generación eléctrica en puerto con MGO por el propio buque.

7.2 Reducción del impacto acústico

Las emisiones de ruido tienen efectos probados sobre la salud de las personas y según WHO (World Health Organization) es responsable por efectos como:

- Molestias en las personas como estrés y pérdida de sueño.
- Interferencias en las comunicaciones.
- Efectos cardiovasculares y psicológicos.
- Efectos en comportamiento sociológicos.
- Daños auditivos.

- Pérdida de desempeño en la realización de actividades.

La recomendación de la WHO es que el nivel de ruido continuo exterior en zonas industriales no exceda los 70 db.

La solución OPS adoptada disminuye en gran medida el nivel de ruido y vibraciones a bordo y en el entorno del muelle mejorando la calidad y confort tanto de los tripulantes como de los pasajeros durante su estancia en puerto. Según la guía de gestión energética en puertos (Referencia – [4]), el ruido de los motores auxiliares puede llegar a niveles de 90 a 120 dB, siendo prácticamente eliminado con la implementación del OPS.

8. Análisis económico-financiero

En el análisis económico-financiero se ha estimado el CAPEX y el OPEX de la solución incluyendo los gastos de operación e ingresos anuales.

Además de los factores cuantificables apuntados en el desarrollo del este documento y que serán considerados en las estimaciones CAPEX y OPEX, existen otros factores que son difícilmente cuantificables, pero no dejan de ser importantes a la hora de valorar la viabilidad de la inversión. A continuación se enumeran aquellos más importantes:

- Imagen de puerto comprometido con la preservación y mejora del medio ambiente.
- Compromiso social por la reducción de los costes socio-económicos derivados de la contaminación. Según la referencia [4] la mortalidad anual causada por emisiones de CO, SOx, NOx y PM en Europa está estimada en torno a 50.000 muertes prematuras y los costes sanitarios anuales en 65 billones de euros.
- Futuras leyes que limiten más o incluso prohíban emisiones contaminantes obligando al uso de combustibles menos contaminantes o renovables.
- Futuras subvenciones o beneficios fiscales para energía limpia provenientes de la UE con el objetivo de cumplir los compromisos internacionales marcados.
- Futuro aumento del precio del MGO causado por el aumento de precio del petróleo crudo o multas por tratarse de un combustible altamente contaminante.
- Revalorización de las zonas próximas al puerto la mejora de la calidad del aire y acústica incluso permitiendo reclasificarlas como urbanas.

8.1 Estimación de CAPEX

Las principales premisas consideradas para estimación de CAPEX son:

- Coste de cables y accesorios de 35 €/m.
- Coste de obra civil de instalación de cables de 150 €/m.
- Estimación de la extensión de la red nacional según Anexo 1.
- Unidad de tratamiento eléctrico tipo “ShoreBox” (Schneider) con convertidores de frecuencia.
- Caja de conexión externa.
- Sistema de maniobra de cables en el muelle con una conexión del tipo grúa fija.
- Estimación del coste de adaptación de los buques según el Anexo 2.
- Coste total de la ingeniería un 5 % del total.
- Coste de gestión y administración un 5 % del total.

ID	Actividad / Equipo	CAPEX	Comentarios
1	Adaptación de La Subestación y cableado	695,050.42 €	Entre la conexión a la subestacion Los Cortes y punto de conexion em Muelle
1.1	Instalaciones de refuerzo	237,193.88 €	
1.2	Obra civil y Cableado	457,856.54 €	
2	Unidad de tratamiento eléctrico en tierra (tipo ShoreBox)	3,973,981.67 €	Tipo "ShoreBox" (Schneider)
2.1	Transformadores	426,742.20 €	Por Schneider
2.2	Convertidores	1,390,211.67 €	Por Schneider
2.3	Cuadros eléctricos	783,093.92 €	Por Schneider
2.4	HVAC y otros	83,588.68 €	Por Schneider
2.5	Sistema de control	268,363.65 €	Por Schneider
2.6	Obra civil	226,569.31 €	Por Schneider
2.7	Otros	795,412.25 €	Por Schneider
3	Cables de potencia entre 5 y 7	518,000.00 €	Entre la subestación y las cajas de conexión en el muelle
3.1	Cables	98,000.00 €	35 € / m; 2800 m * 1 muelle
3.2	Obra civil	420,000.00 €	150 € / m; 2800 m * 1 muelle
4	Caja de conexión en el muelle	100,000.00 €	Tipo externa
5	Cables de conexión entre 7 y 10	5,000.00 €	50 €/m; 100 m por punto de conexión
6	Sistema de maniobra de cables en el muelle	200,000.00 €	Tipo grúa fija en el muelle
6.1	Equipo de maniobra (grúa, bovina, etc.).	150,000.00 €	150.000 € una grúa por cada conexión en el muelle
6.2	Obra civil	50,000.00 €	50.000 € por unidad
7	Adaptacion del Buque	155,399.00 €	Coste para el Armador
8	Actividades de ingeniería	310,000.00 €	≈ 5 % de la inversión inicial
9	Actividades de coordinación, gestión y pruebas	310,000.00 €	≈ 5 % de la inversión inicial
PRECIO FINAL SIN IVA		6,267,431.09 €	

Tabla 10 – Estimación CAPEX

8.2 Estimación de OPEX

Las principales premisas consideradas para estimación de OPEX son:

- Coste de la operación de conexión y desconexión a tierra de 400 € por cada atraque.
- 126 operaciones de atraque por año.
- Demanda anual de 16.458 MWh.
- Precio del suministro eléctrico de la red nacional incluida generación, peajes de acceso, comercialización e impuestos especiales de 0,100 €/kWh (Referencia – [3]).
- Conservación-mantenimiento y operación.
- Bonificación de 9,7 €/ton CO2 retiradas.

ID	Actividad / Equipo	OPEX anual	Comentarios
1	Operación de conexión/desconexión durante atraque	50,400.00 €	400 € por operación; 126 operaciones al año.
2	Mantenimiento equipos eléctricos en tierra	3,000.00 €	3.000 € / año
4	Mantenimiento equipos mecánicos en tierra	1,000.00 €	1.000 € / año
3	Consumo de Electricidad	1,645,800.00 €	Precio electricidad red nacional (€/kWh) * demanda (kWh)
4	Exención / beneficio energía limpia	- 31,130.31 €	9.7 € / t CO2 retirada
5	Mantenimiento equipos eléctricos a bordo	800.00 €	Coste para el Armador (800 €)
PRECIO FINAL SIN IVA		1,669,869.69 €	

Tabla 11 – Estimación OPEX

8.3 Ingresos anuales

Considerando una demanda anual de 16.458 MWh y un precio de venta de la energía “Cold-Ironing” de 130 €/MWh (ver anexo 3), tenemos una estimación de ingresos anuales de 2.139.540 €.

8.4 Cash-Flow

Consideraciones adoptadas:

- Periodo de operación de 20 años.
- Financiado el 80 % de la inversión.
- Intereses del préstamo 5% TAE.
- Cuota fija durante 20 años.
- Aumento medio anual de la demanda ≈ 0 %.

- Aumento medio del precio de venta de energía ≈ Inflación anual = 1%.
- Demanda anual de 16.458 MWh.

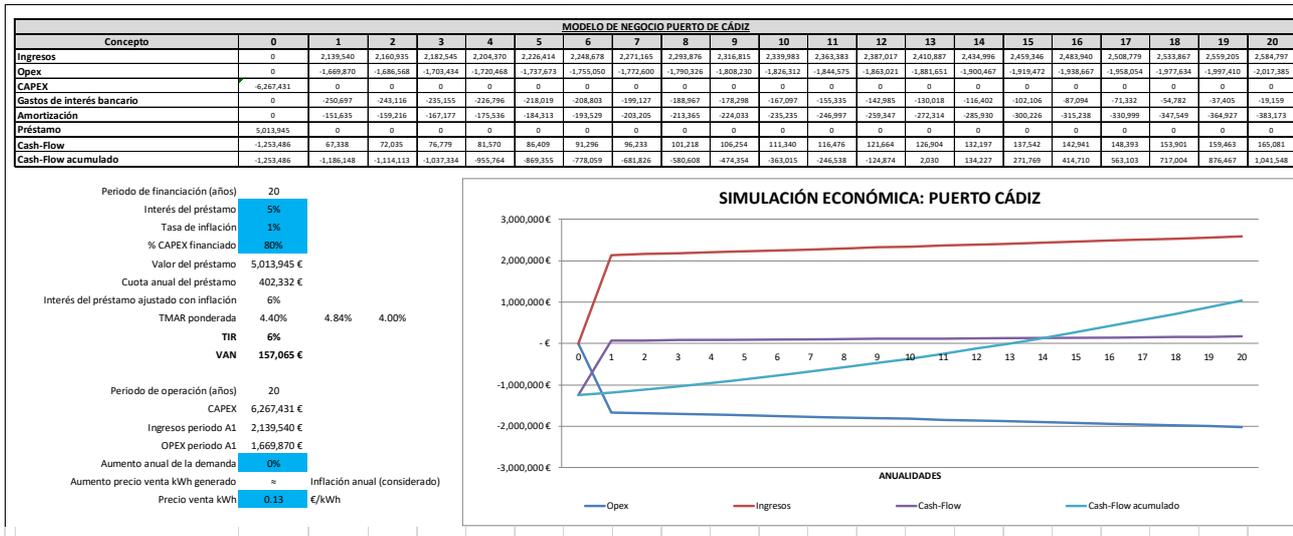


Tabla 12 – Modelo de Negocio

9. Conclusiones

En países en los que el factor de emisiones de la red eléctrica nacional es significativamente menor que los factores de emisión generados por los motores auxiliares de los buques consumiendo MGO, no cabe duda que las ventajas medioambientales que se logran con la instalación de soluciones tipo OPS en puertos son muy significativas tanto desde el punto de vista de emisiones de gases contaminantes como de contaminación acústica. Además estas mejoras no solo afectan a la tripulación y pasajeros del buque, también mejoran la calidad de vida de otros trabajadores en el puerto y en las zonas aledañas.

Las soluciones OPS deben ayudar en los próximos años a que los diferentes países cumplan con las nuevas normas medioambientales que ya han entrado en vigor o que lo van a hacer en los próximos años.

El punto débil de este tipo de solución es el coste de la inversión inicial. Así, para que la inversión sea rentable es necesario que una serie de parámetros se ajusten a cada situación particular:

- Una demanda energética de “cold-ironing” significativa (> 18.000 MWh / año).
- Financiación de la inversión con intereses bajos.
- Precio de la electricidad de la red nacional en valores bastante inferiores al coste de generación eléctrica con MGO por los generadores auxiliares de los buques.
- Beneficios económicos o fiscales por reducción de emisión de gases contaminantes.
- Valoración del coste socio-económico provocado por emisiones contaminantes en áreas como la sanidad y medioambiente.

Una vez sean superadas las barreras financieras, bien sea por ayudas gubernamentales o por aumento del mercado, la instalación de soluciones OPS en puerto será ventajosa en todos sus aspectos. La tendencia actual de crecimiento de buques con propulsión eléctrica es también un aliciente para esperar la viabilidad de este tipo de instalación a medio plazo.

Referencias

- 1- Grant Agreement Under the Connecting Europe Facility (CEF) – Transport Sector; Agreement No INEA/CEF/TRAN/M2015/1128893.
- 2- <https://www.puertocadiz.com/opencms/PuertoCadiz/es/menu/autoridad>.
- 3- “Hoteling Cruise Ship’s Power Requirements for High Voltage Shore Connection Installations, Journal of Maritime Research vol XIII. No. II, pp 19-28”.
- 4- Guía de Gestión Energética en Puertos - Puertos del estado.
- 5- Shore Side Power Supply – A feasibility study and a technical solution for an on-shore electrical infrastructure to supply vessels with electric power while in port – Patrik Ericsson 2008.
- 6- <https://www.oilmonster.com/bunker-fuel-prices/mediterranean/41>
- 7- <https://www.cedelft.eu/en/publications/1793/cost-benefit-calculation-tool-onshore-power-supply>

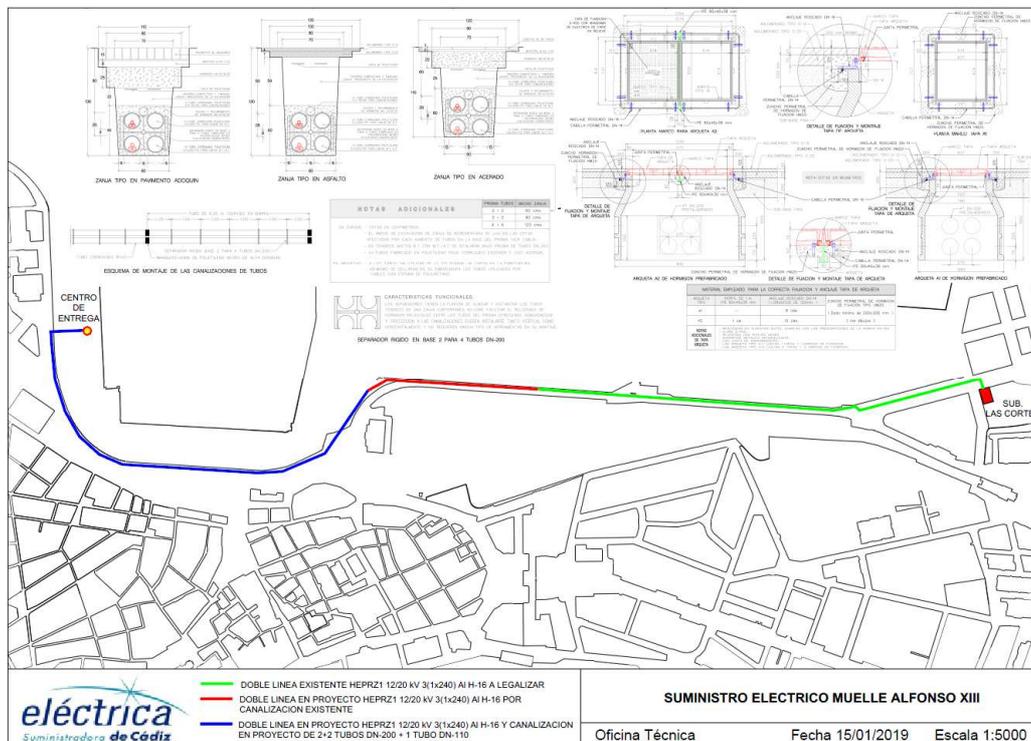
Anexo 1 - Estimación de obra de Conexión línea AT Subestación Las Cortes

ESTIMACIÓN INVERSIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE LA LÍNEA DE AT DE CONEXIÓN ENTRE LA SUBESTACIÓN LAS CORTES Y EL MUELLE ALFONSO XIII

Ante la falta de disponibilidad de potencia eléctrica en la Zona Portuaria para llevar a cabo la propuesta y de acuerdo a la solución técnica más favorable comunicada por la compañía suministradora Eléctrica de Cádiz se plantea la conexión mediante una doble línea de AT de 12/20 kV de 3x240 mm² Al H-16 entre la subestación Las Cortes ubicada en la Av. de las Cortes y el Centro de Transformación existente en el Muelle Alfonso XIII.

En el plano de la propuesta de trazado de las líneas facilitado por Eléctrica de Cádiz en fecha 15/01/2019 se observan tres tramos diferenciados con las siguientes características:

- Tramo color verde: discurre por la Av. Astilleros desde la subestación Las Cortes hasta aproximadamente la entrada al Muelle de Levante situada de la Av. Astilleros. Dicho tramo cuenta con una longitud de unos 920 m y es una doble línea existente HEPRZ1 12/20 kV 3 (1x240 mm²) Al. H-16. No es necesario realizar ningún trabajo sobre esta línea salvo su legalización.
- Tramo color rojo: discurre por la Av. Astilleros desde la entrada al Muelle de Levante de la Av. Astilleros hasta la entrada situada junto al Centro de Vacunación Internacional en la c/ Ciudad de Vigo. En este caso será necesario el tendido de la doble línea HEPRZ1 12/20 kV 3 (1x240 mm²) Al. H-16 aunque no la obra civil de la misma, ya que se encuentra ejecutada.
- Tramo color azul: discurre a lo largo de la el interior de la Zona Portuaria desde la entrada al Muelle de Levante situada junto al Centro de Vacunación Internacional en la c/ Ciudad de Vigo hasta la altura del edificio de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz. Desde la Av. del Puerto conectará con el Centro de Entrega en la terminal de cruceros del Muelle Alfonso XIII próximo al edificio de la Capitanía Marítima de Cádiz. En este caso será necesario tanto la obra civil de la línea como el tendido de la doble línea HEPRZ1 12/20 kV 3 (1x240 mm²) Al. H-16.



Propuesta de trazado realizada por Eléctrica de Cádiz (15/01/2019)

Para llevar a cabo los trabajos se descritos se estiman los siguientes costes de inversión:

A) INSTALACIONES DE REFUERZO EN LA SUBESTACIÓN

Para la extensión de la línea de AT se requieren unos trabajos de refuerzo que consiste en instalar dos celdas GIS de 20 kV, y sus accesorios. Dichos trabajos se han presupuestado por la propia compañía suministradora Eléctrica de Cádiz con un presupuesto total de **237.193,88 €** (IVA incluido), de acuerdo al presupuesto remitido en fecha 31 de mayo de 2018.

PRESUPUESTO INSTALACIONES DE REFUERZO



EXPEDIENTE:

DIRECCIÓN: Muelle Marqués de Comillas

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
1	ADECUACIÓN SUBESTACIÓN LAS CORTES Suministro e instalación de 2 celdas blindadas 24 kV Adecuación y ampliación Telemando Adecuación de entrada y canalizaciones de cables Adecuación y ampliación soportes de celdas y cableado en sótano	196.028,00
	TOTAL EJECUCION MATERIAL	196.028,00
	GASTOS GENERALES	Incluido
	PROYECTO Y DIRECCION DE OBRA	Incluido
	LEGALIZACIONES	Incluido
	TOTAL SIN IVA	196.028,00
	21 % DE IVA	41.165,88
	TOTAL PRESUPUESTO	237.193,88

VALIDEZ DE LA OFERTA 6 MESES. UNA VEZ ACEPTADA Y PREVIO AL COMIENZO DE LOS TRABAJOS SU IMPORTE DEBERÁ SE INGRESADO EN LA CUENTA ES27 2103 0610 840030004540

Cádiz a 31 de Mayo de 2.018

Fdo: Rafael Gómez Sánchez
DIRECTOR TECNICO



ACEPTACIÓN SOLICITANTE

B) OBRA CIVIL Y CABLEADO DE LÍNEA DE AT DE CONEXIÓN

Las obras relativas al trazado de la línea de AT consistirán en la ejecución de los tramos de zanja nuevos, incluyendo demoliciones, excavaciones, tendido de tubos, rellenos, reposiciones de pavimentos y cableados. El alcance de los trabajos en cada tramo del recorrido depende del estado actual del tramo.

De acuerdo al siguiente desglose se estima para este capítulo un presupuesto total de **457.856,54 €** (IVA incluido).

Código	Ud	Descripción	Número	Ancho	Largo	Alto	Otros	Subtotal	Precio	Importe
		OBRA CIVIL Y CABLEADO A.T.								

0001 m **Corte de pavimento asfáltico**

Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortadora de pavimento, y carga manual sobre camión o contenedor, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido. Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)

2

15,00

30,00

30,00

3,32

99,60 €

0002 m **Corte de pavimento hormigón**

Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortadora de pavimento, y carga manual sobre camión o contenedor, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido. Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)

2

60,00

120,00

120,00

3,94

472,80 €

0003 m² **Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón**

Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido. Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)

1

1,20 800,00

960,00

960,00

3,45

3.312,00 €

0004 m² **Demolición de solera de acerado**

Demolición de solera de acerado de hormigón en masa de hasta 15 cm de espesor, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido. Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)

1

1,20 800,00

960,00

960,00

6,07

5.827,20 €

Código	Ud	Descripción	Número	Ancho	Largo	Alto	Otros	Subtotal	Precio	Importe
		OBRA CIVIL Y CABLEADO A.T.								

0005 m² **Demolición de losa de muelle**

Demolición de losa de cimentación de muelle de hormigón armado, de hasta 30 cm de espesor, con retroexcavadora con martillo rompedor y equipo de oxicorte, y carga mecánica sobre camión o contenedor, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido. Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)

1 1,20 60,00 0,30

21,60

21,60

78,80

1.702,08 €

0006 m² **Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico**

Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico de 15 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido. Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)

1 1,20 15,00

18,00

18,00

3,68

66,24 €

0007 m³ **Excavación de zanjas, con medios mecánicos**

Excavación en zanjas en tierra blanda, de hasta 1,30 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido. Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)

1 0,70 785,00 1,30

714,35

Tramo nuevo completo (línea azul)

1 0,70 75,00 1,10

57,75

772,10

10,85

8.377,29 €

0008 m **Tubo corrugado líneas de AT ϕ 200**

Código	Ud	Descripción	Número	Ancho	Largo	Alto	Otros	Subtotal	Precio	Importe
		OBRA CIVIL Y CABLEADO A.T.								

Suministro y colocación de tubo rígido, suministrado en barra de 6 m de longitud, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4, incluido p.p. de separadores rígidos en base 2 para cuatro tubos de 200 mm de diámetro nominal colocados cada metro y de manguitos de unión de polietileno negro de AT. Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)	4	860,00			3.440,00					
					3.440,00	10,25				35.260,00 €

0009 m **Tubo corrugado líneas de comunicaciones ϕ 110**

Suministro y colocación de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 110 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4, incluido p.p. de separadores y de manguitos de unión de polietileno negro de AT. Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)	1	860,00			860,00					
					860,00	3,41				2.932,60 €

0010 m³ **Prisma de hormigón para líneas de AT**

Hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de prisma de protección de redes eléctricas de AT, incluso p.p. de compactación y curado del hormigón, ejecutado de acuerdo a Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)	1	0,60	860,00	0,60				309,60		
Tubos ϕ 200	-4		860,00			0,03		-108,05		
Tubos ϕ 110	-1		860,00			0,01		-8,17		
								193,38	83,92	16.228,42 €

Código	Ud	Descripción	Número	Ancho	Largo	Alto	Otros	Subtotal	Precio	Importe
		OBRA CIVIL Y CABLEADO A.T.								

0011 m³ **Relleno de zanja en zanja**

Relleno en zanja con zahorra artificial ZA-50, y compactación al 98% del Proctor Modificado con medios mecánicos, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al al 98% del Proctor Modificado de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno, de acuerdo a PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras. Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul) 1 0,60 845,00 0,25 126,75

Tramo nuevo completo (línea azul) 1 0,60 15,00 0,60 5,40

132,15 83,92 11.090,03 €

0012 m **Cinta de señalización para líneas de AT**

Suministro y colocación de cinta de señalización de polietileno para líneas de AT, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico. Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul) 2 860,00 1.720,00

1.720,00 0,25 430,00 €

0013 m² **Reposición de pavimento de aglomerado asfáltico**

Reposición de firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada existente y mezcla bituminosa en caliente: capa base de 10 cm de AC 32 base S, según UNE-EN 13108-1; capa intermedia de 5 cm de AC 22 bin D, según UNE-EN 13108-1; capa de rodadura de 3 cm de BBTM 11B, según UNE-EN 13108-2, Norma 6.1-IC. Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras y PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras. Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul) 1 1,20 15,00 18,00

18,00 38,60 694,80 €

0014 m² **Reposición de pavimento exterior de losetas de hormigón**

Código	Ud	Descripción	Número	Ancho	Largo	Alto	Otros	Subtotal	Precio	Importe
		OBRA CIVIL Y CABLEADO A.T.								

Reposición de firme de solado de loseta de hormigón para uso exterior, de 36 tacos, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocada al tendido sobre capa de arena-cemento M-40; todo ello realizado sobre solera de hormigón no estructural (HNE-20/P/20), de 20 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado, según Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) y CTE. DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad. Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)	1	1,20	800,00					960,00		
								960,00	50,17	48.163,20 €

0015 m² **Reposición de pavimento de hormigón de muelle**

Reposición de firme de hormigón de muelle para tráfico pesado T2 sobre explanada existente, compuesto de capa de 15 cm de espesor de hormigón magro vibrado, resistencia 15 MPa y capa de 23 cm de espesor de HF-4,5, según Norma 6.1-IC. Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras y PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras. Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)	1	1,20	60,00					72,00		
								72,00	38,58	2.777,76 €

0016 ud **Arqueta prefabricada de hormigón tipo A1**

Arqueta prefabricada de hormigón armado, tipo A-1 homologada por compañía eléctrica, de dimensiones exteriores en la base 1060x1060 mm y profundidad de 1000 mm, con tapa y marco de fundición dúctil de clase resistente D-400 según norma EN-124, revestidas con pintura negra, superficie antideslizante y junta de insonorización, pretaladros de tubos, incluido p.p. de excavación con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, incluso transporte a vertedero autorizado y canon de vertido, ayudas de albañilería y elementos auxiliares. Unidad medida según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul)	15							15,00		
-----------------------------------	----	--	--	--	--	--	--	-------	--	--

Código	Ud	Descripción	Número	Ancho	Largo	Alto	Otros	Subtotal	Precio	Importe
		OBRA CIVIL Y CABLEADO A.T.								

15,00 785,60 11.784,00 €

0017 m **Cable unipolar 1x240 mm² Al H-16**

Suministro y tendido de cable unipolar HEPRZ1, con conductor de aluminio, de 240 mm² de sección y con pantalla tipo H-16 para línea de AT 12/20 kV de 3(1x240 mm²), incluso p.p. de elementos auxiliares, completamente instalada de acuerdo a Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Longitud medida para cable unipolar individual según documentación gráfica de Proyecto.

Línea muelle-subestación

Tramo nuevo completo (línea azul) L1	3	860,00	2.580,00
Tramo nuevo completo (línea azul) L2	3	860,00	2.580,00
Tramo Av. Astilleros (línea roja) L1	3	250,00	750,00
Tramo Av. Astilleros (línea roja) L2	3	250,00	750,00

6.660,00 23,50 156.510,00 €

0018 ud **Control de calidad y pruebas de instalaciones**

Control de Calidad y Pruebas según especificaciones del Plan de Control de Calidad presentado por el contratista y aprobado por Compañía Suministradora y el D.O. incluyendo todos los ensayos y pruebas complementarias recogidos en el mismo, entrega de documentación e informe final. Medida la unidad ejecutada.

Línea muelle-subestación

1 1,00

1,00 2.500,00 2.500,00 €

0019 ud **Proyecto técnico y legalización**

Proyecto técnico para la legalización de la red completa de AT de conexión entre la Subestación de Las Cortes y el Muelle Marqués de Comillas, incluyendo los tramos ya ejecutados en la Av. Astilleros y los tramos de nueva ejecución, incluyendo la preparación y visados de proyectos en el Colegio Profesional correspondiente y la presentación y seguimiento hasta buen fin de los expedientes ante Servicios Territoriales de Industria, Entidades Colaboradoras y Compañía Suministradora, incluso el abono de las tasas correspondientes. Se incluyen todos los trámites administrativos que haya que realizar con cualquier organismo oficial para llevar a buen término las instalaciones de este capítulo. Medida la unidad ejecutada.

Código	Ud	Descripción	Número	Ancho	Largo	Alto	Otros	Subtotal	Precio	Importe
		OBRA CIVIL Y CABLEADO A.T.								

Línea muelle-subestación	1	1,00						1,00	4.750,00	4.750,00 €
--------------------------	---	------	--	--	--	--	--	------	----------	------------

0020 ud **Gestión de residuos**

Gestión y tratamiento de los residuos generados en la construcción en la obra, conforme al estudio de gestión de residuos del proyecto elaborado por el Contratista, incluyendo recogida, almacenamiento, transporte y tasas. Medida la unidad ejecutada.

Línea muelle-subestación	1	1,00						1,00	1.250,00	1.250,00 €
--------------------------	---	------	--	--	--	--	--	------	----------	------------

0021 ud **Seguridad y salud**

Partida de seguridad y salud, comprendiendo todos los medios auxiliares, protecciones colectivas e individuales e instalaciones provisionales de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud entregado por el contratista, incluyendo montaje, operación y desmontaje de las instalaciones de obra de bienestar, seguridad y salud, limpieza permanente de obra, señalización y desvíos. Medida la unidad ejecutada.

Línea muelle-subestación	1	1,00						1,00	3.750,00	3.750,00 €
--------------------------	---	------	--	--	--	--	--	------	----------	------------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	317.978,01 €
Gastos generales (13%)	41.337,14 €
Beneficio industrial (6%)	19.078,68 €
PRESUPUESTO TOTAL	378.393,83 €
IVA (21%)	79.462,70 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	457.856,54 €

C) OBRAS DE ADAPTACIÓN EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE

La nueva línea terminará un centro de seccionamiento y medida, a la entrada del recinto privativo, junto al CT existente. En este centro de transformación existente se deberá disponer de un disyuntor con un relé que proteja por sobreintensidad, cortocircuito, homopolar, sobretensiones, subtensiones, sobrefrecuencia y subfrecuencia, así como de potencia inversa. No estando contemplado en la presente estimación.

Anexo 2 - Shore Power Conection Volcán de Tamasite



OFERTA ECONÓMICA



SHORE POWER CONNECTION VOLCAN DE TAMASITE



OF1728-01

SHORE POWER CONNECTION

DATE: 19-06-2018



ÍNDICE

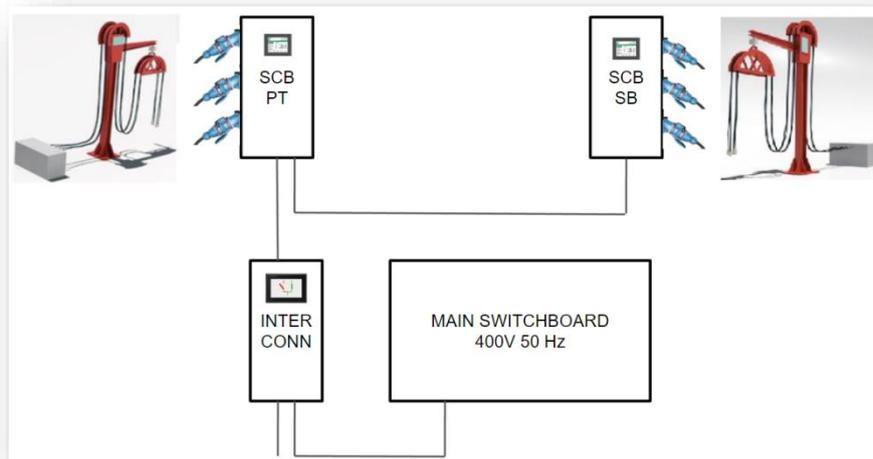
1	ANTECEDENTES.....	3
2	ALCANCE DE TRABAJO	3
2.1	INGENIERÍA Y APROBACIÓN	3
2.2	CUADRO TOMA TIERRA ER.	4
2.3	CUADRO TOMA TIERRA BR.	5
2.4	CUADRO DE INTERCONEXION A MSB.....	5
2.5	CABLEADO	5
3	MATERIALES	6
3.1	CABLES.....	6
3.2	CUADROS CONEXIÓN A TIERRA E INTERCONEXIÓN	6
4	PLANIFICACIÓN	8
5	EXCLUSIONES	8
6	OFERTA ECONÓMICA	9
7	CONDICIONES COMERCIALES	9

1 ANTECEDENTES

El presente documento describe los trabajos necesarios para la instalación de conexión de suministro eléctrico desde muelle del buque VOLCAN DE TAMASITE.

Se ha dimensionado para una instalación de las siguientes características:

- 900 kVA
- 400VAC
- 50Hz
- $I_n = 1300A$
- Conexión por costado de ER o BR.
- Sincronización Tierra – Generador



La presente estimación se ha realizado tomando la disposición general y las ubicaciones de los cuadros, locales y portalones de costado como en el Volcán de Timanfaya al no disponer sobre el buque Volcán de Tamasite. Debido a esto, si no fueran iguales, podría haber cambios en la estimación.

2 ALCANCE DE TRABAJO

2.1 INGENIERÍA Y APROBACIÓN

Realización de la ingeniería de electricidad de la modificación de sistema, consistente en la realización de los cálculos y los planos de electricidad indicados en el presente alcance, así como planos necesarios para conseguir la aprobación de la Sociedad de Clasificación.



Entre estos planos, estarán los siguientes:

- Esquema de cuadros
- Disposición de cuadros con detalle de canalizaciones.
- Otros planos que se realicen para ejecutar la instalación.

Idioma información y equipos:

- Castellano

INSTEIMED SA realizará los siguientes trabajos relacionados con la ingeniería:

- Envío UNA copia de planos para el Armador formato digital.
- Confección de las carpetas de los planos de entrega.
- Preparación de los envíos para aprobación de planos de Sociedad de clasificación.

PLANOS DE APROBACIÓN: Insteimed S.A. remitirá a aprobación los planos exigidos por la sociedad de clasificación de los cuadros que tenga que fabricar (cuadro principal y de consumidores de más de 100KW), del resto de elementos a suministrar que necesiten certificación, se proporcionarán los certificados de aprobación. Los planos de instalación, si fuera necesario que se remitan a aprobación, se remitirán en nombre del Armador.

Se incluye al final una estimación de los costes de aprobación (lo habitual es que estén incluidos estos costes en el contrato entre cliente y S de C).

El Armador deberá facilitar toda la información de los equipos afectados.

Será responsabilidad del Armador la coordinación de otros subcontratistas.

2.2 CUADRO TOMA TIERRA ER.

Se construirá e instalará un cuadro de conexión de toma de tierra, para ser ubicado en el actual local de emergencia, cubierta 5, popa, Er, adyacente a la entrada de pasaje. El cuadro dispondrá de:

- 9 bases de conexión Marechal de hasta 700A cada una, 3 por fase.
- Interruptor Automático Masterpact Mtz, motorizado y con bobinas, con unidad Micrologic con central de medida.
- Indicador secuencia fases
- Central de medida en puerta

2.3 CUADRO TOMA TIERRA BR.

Se construirá e instalará un cuadro de conexión de toma de tierra, para ser ubicado en el actual local de maquinaria hidráulica, cub.4, popa, Br, adyacente a la entrada de pasaje. Este cuadro estará conectado al cuadro de toma de tierra de ER. El cuadro dispondrá de:

- 9 bases de conexión Marechal de hasta 700A cada una, 3 por fase.
- Interruptor Automático Masterpact Mtz, motorizado y con bobinas, con unidad Micrologic con central de medida.
- Indicador secuencia fases
- Central de medida en puerta

2.4 CUADRO DE INTERCONEXION A MSB

Se construirá e instalará un cuadro de interconexión para recibir la alimentación desde la toma de tierra, y se conectará al cuadro principal. La ubicación podría ser en la ECR o en Cra. Máq, según la disponibilidad de espacio. Se han previsto solo modificaciones menores en el cuadro principal, pero sin modificar el sistema actual de PMS. El cuadro dispondrá de:

- 2 Ud de Interruptor Automático Masterpact Mtz, motorizado y con bobinas, con unidad Micrologic con central de medida.
- Pantalla HMI, con información sobre la interconexión

2.5 CABLEADO

- Se ha previsto el cableado con cables unipolares de 240 mm² de sección entre el Cuadro de toma de tierra de ER y el Cuadro de Interconexión en la ECR o en Cra Máq. El recorrido se realizará hacia proa a través del techo de garaje bajo cub.4 y luego bajando por costado de ER. Se incluye suministro e instalación de nuevas penetraciones aprobadas con pasos multitransit de tacos, así como canalización de bandeja allí donde sea necesario.
- Se ha previsto el cableado con cables unipolares de 240 mm² de sección entre el Cuadro de toma de tierra de ER y el Cuadro de toma de tierra de BR. Se incluye suministro e instalación de nuevas penetraciones aprobadas con pasos multitransit de tacos, así como canalización de bandeja allí donde sea necesario.

3 MATERIALES

3.1 CABLES

Suministro de cable certificado marino “Marine Type Approval by Class”.



3.2 CUADROS CONEXIÓN A TIERRA E INTERCONEXIÓN



El interruptor a suministrar será del tipo MASTERPACT Mtz, Motorizado y con Unidad de control Micrologic 5.0 X.

Esta unidad de control, además de las protecciones eléctricas, nos proporciona:

- Histórico de disparos.
- Contador de Medida eléctrica.
- Diagnostico integrado del Masterpact Mtz
- HMI en color con retroiluminación integrada
- Comunicación con Smartphones mediante Bluetooth y NFC
- Conexión a un PC externo mediante un puerto USB.



Algunas de estas posibilidades están incluidas en nuestra oferta. En función de la solicitud y disposición de las comunicaciones se estudiará si haría falta añadir algún tipo de elemento para la lectura de datos.

HISTORICO DE DISPAROS

- Todos los disparos se almacenan en archivos de registro histórico específicos junto con toda la información relevante para su análisis.
- Para cada disparo que figura en el histórico (excepto el último), se incluye:
- El tipo de protección que causa los disparos: sobrecarga de largo retardo, cortocircuito de corto retardo, cortocircuito instantáneo, defecto a tierra, diferencial.
- La fecha y la hora de la aparición del defecto.
- El último disparo puede recuperarse por medio de la comunicación inalámbrica NFC cuando el interruptor automático está abierto y el Micrologic X no recibe alimentación.
-

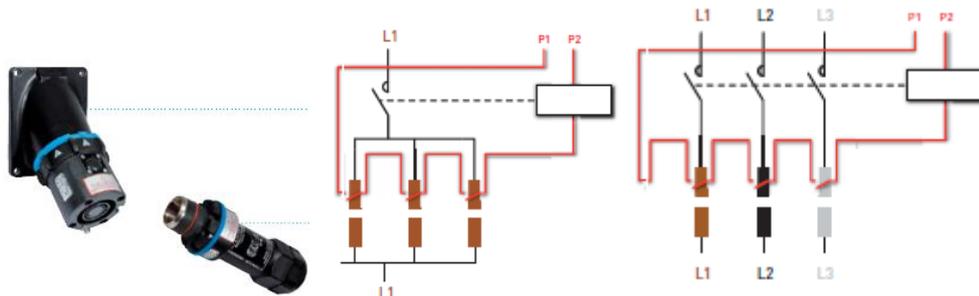
DISPLAY ANALIZADOR MEDIDAS Y MANDO CUADROS DE CONEXIÓN A TIERRA



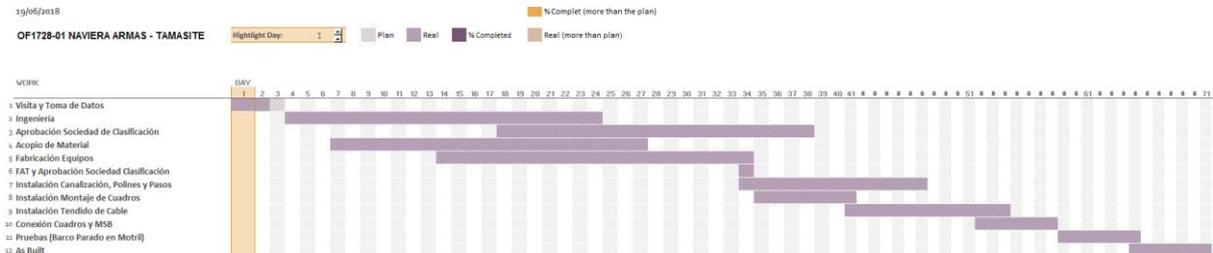
PANTALLA HMI CUADRO INTERCONEXION



Tomas de Corriente Marechal



4 PLANIFICACIÓN



ADVERTENCIAS

- Periodo vacacional para proveedores y Sociedad de Clasificación (Stakeholders)
- Plazos de Aprobación de Sociedad de Clasificación
- Tiempo de paradas y ejecución según rutas
- Barco parado para conexión MSB (24h-48h)
- Barco parado puerto de Motril (48h) para pruebas

5 EXCLUSIONES

- Transformación de aislamiento (Opcional trafo 1000KVA).
- Modificación de automatización.
- Modificaciones de enclavamientos.
- Modificación de equipos.
- Acceso vía remota
- Trabajos de carpintería
- Desmontaje de techos, mamparos, etc.
- Medios de elevación, andamios, etc.
- Cualquier suministro o servicio no indicado expresamente.
- No están incluidos los honorarios de Sociedad de Clasificación, sean en pruebas de factoría para los cuadros o a bordo para la instalación.

Anexo 3 - ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE VENTA DE ENERGÍA

El precio de venta de la energía entregada por la solución OPS debe ser competitiva con el coste de generación con MGO por los grupos auxiliares de los buques en puerto. A continuación se realiza una estimación del coste de generación con MGO para poder determinar el precio de venta de la solución OPS.

Hipótesis de partida

- Precio del MGO en bunkering 580 €/t (referencia [6]).
- Consumo de los motores diésel con MGO 220 g/kWh (referencia [7]).
- Rendimiento de los alternadores \approx 95 %.
- OPEX con MGO \approx 1,8 € por hora de funcionamiento o 2 % del coste de generación.
- No se considera la estimación del coste social de la contaminación generada.

Cálculo del coste de generación de potencia con generadores auxiliares del buque (MGO)

- Coste a la salida del motor diésel: $0,580 \text{ €/kg} \cdot 0,220 \text{ kg/kWh} = 0,127 \text{ €/kWh}$.
- Coste a la salida de los alternadores: $0,127 \text{ €/kWh} / 0,95 = 0,134 \text{ €/kWh}$.
- Coste considerando el mantenimiento: $0,134 \text{ €/kWh} / 0,98 = 0,137 \text{ €/kWh}$.
- Coste considerando los gastos por contaminación: No considerado.

Determinación del precio de venta de energía la solución adoptada

Para que la venta resulte interesante a los Armadores se propone un precio de venta de la energía eléctrica (MWh) producida con la solución OPS de al menos un 5 % menor al coste equivalente de generación con los grupos auxiliares del buque (MGO).

Considerando que el coste de generación de potencia con MGO desde los grupos auxiliares de los buques se ha estimado en 137 €/MWh y el porcentaje de reducción de precio de venta establecido en el párrafo anterior, tenemos que el valor de venta de potencia eléctrica con la solución OPS debe ser en torno a 130 €/kWh.