

RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

Proyecto de Interconexión HVDC entre la Península y las Islas Baleares

David Alvira – Dirección de Desarrollo de la Red



*Seminario Bienal Internacional CIGRE 2007.
Santiago de Chile.
2, 3 y 4 de diciembre de 2007*





Índice

Introducción

Estudio de Viabilidad

Descripción General

Diseño de los Cables

Fabricación y Ensayos

Tendido de los Cables

Protección de los Cables

Retos del proyecto



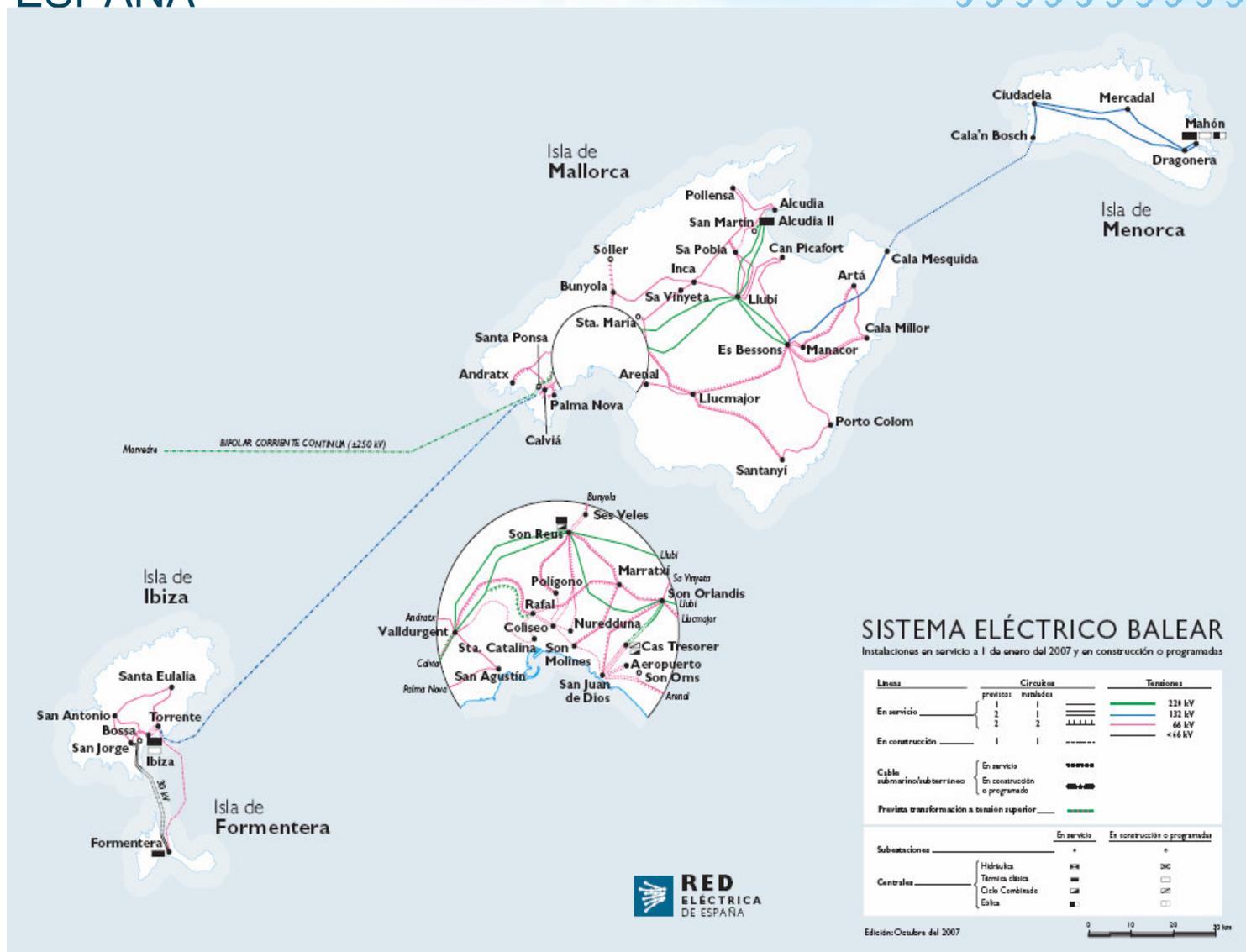


Introducción

- ❑ **Sistemas eléctricos Peninsular y de Mallorca-Menorca no interconectados**
- ❑ **Necesidad de reforzar la red balear según lo previsto en la planificación 2011. Interés de Red Eléctrica en construir y operar el enlace Península-Baleares, reconocido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio**
- ❑ **Ventajas del enlace:**
 - Contribuirá a suministrar el incremento de la demanda de las islas Baleares, sustituyendo la instalación de nueva generación
 - Reducirá la energía no suministrada (25% de capacidad disponible como reserva)
 - Promoverá la competencia en la generación, reduciendo el extra-coste del suministro insular
- ❑ **Estado actual: contratos adjudicados en mayo 2007**
 - Cables: consorcio formado por NEXANS / PRYSMIAN
 - Estaciones convertoras: SIEMENS
 - Puesta en servicio: finales 2010



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA





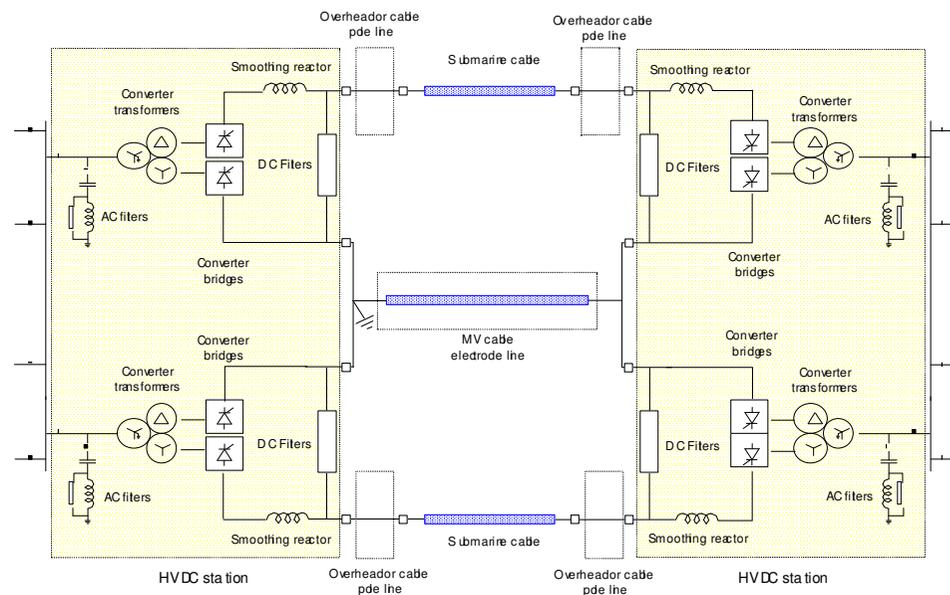
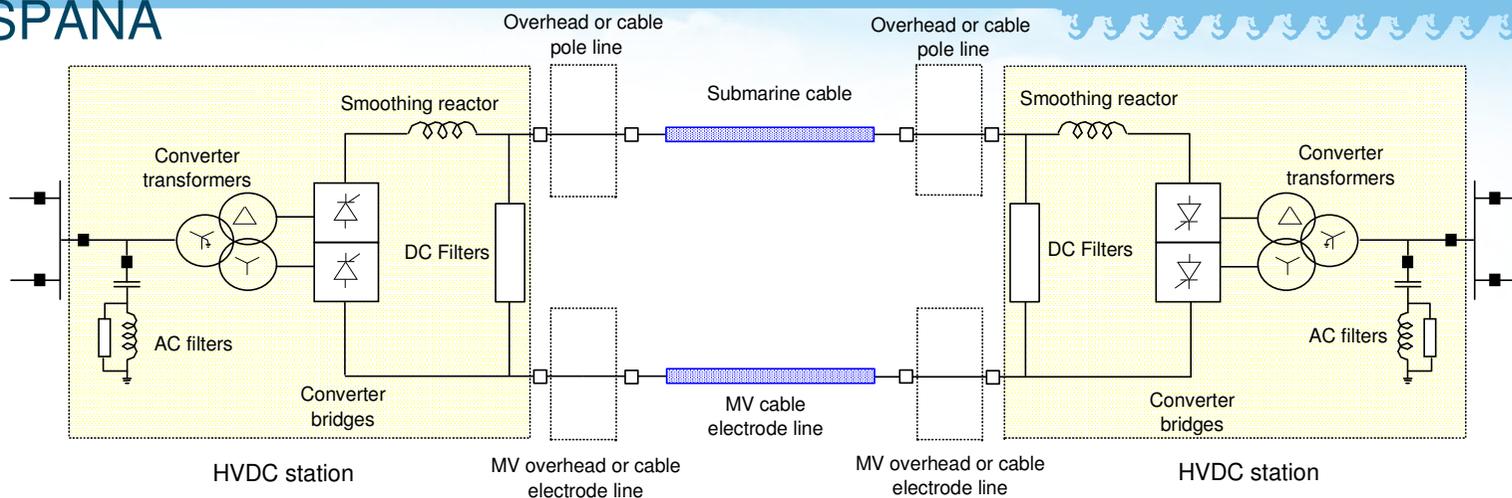
Estudios de Viabilidad

- ❑ Desde 2ª mitad del 2004 hasta el 2006
- ❑ Estudios tecnológicos, eléctricos, ambientales y económicos
- ❑ **Puntos clave**
 - Dotar de sólida base técnica para optimizar la eficiencia frente al coste
 - Reducir riesgos e incertidumbres tecnológicas
- ❑ **Finalidad de los estudios**
 - Analizar viabilidad global, con tiempo realista de ejecución
 - Evaluar la capacidad de transporte y esquema de interconexión óptimos
 - Definir la mejor solución tecnológica (especificaciones, estudio marino...)
 - Elegir la mejor ubicación de las estaciones de conversión



Cuestiones clave en los estudios previos

- ❑ 250 km de enlace hacen que AC no sea una opción
- ❑ HVDC clásico o HVDC VSC
 - Beneficios y desventajas de cada opción: pérdidas, armónicos, reactiva, ...
- ❑ Enlace monopolar o bipolar
- ❑ Tamaño máximo / óptimo de cada polo
 - Análisis económico
 - Impacto en la seguridad de suministro de Baleares
- ❑ Utilización de electrodos o cable de retorno – Implicaciones medioambientales y sociales
- ❑ Selección de trazado y nudos de conexión





Estudios eléctricos realizados en la fase previa

- **Flujo de cargas**
 - Red adicional necesaria
 - Capacidad de absorber o generar reactiva de cada nudo
 - Tamaño de los escalones de los filtros
- **Cortocircuito**
 - Dimensionamiento de equipos
 - Utilización de HVDC clásico
- **Estabilidad transitoria**
 - Riesgo de apagón
 - Tamaño máximo de cada polo



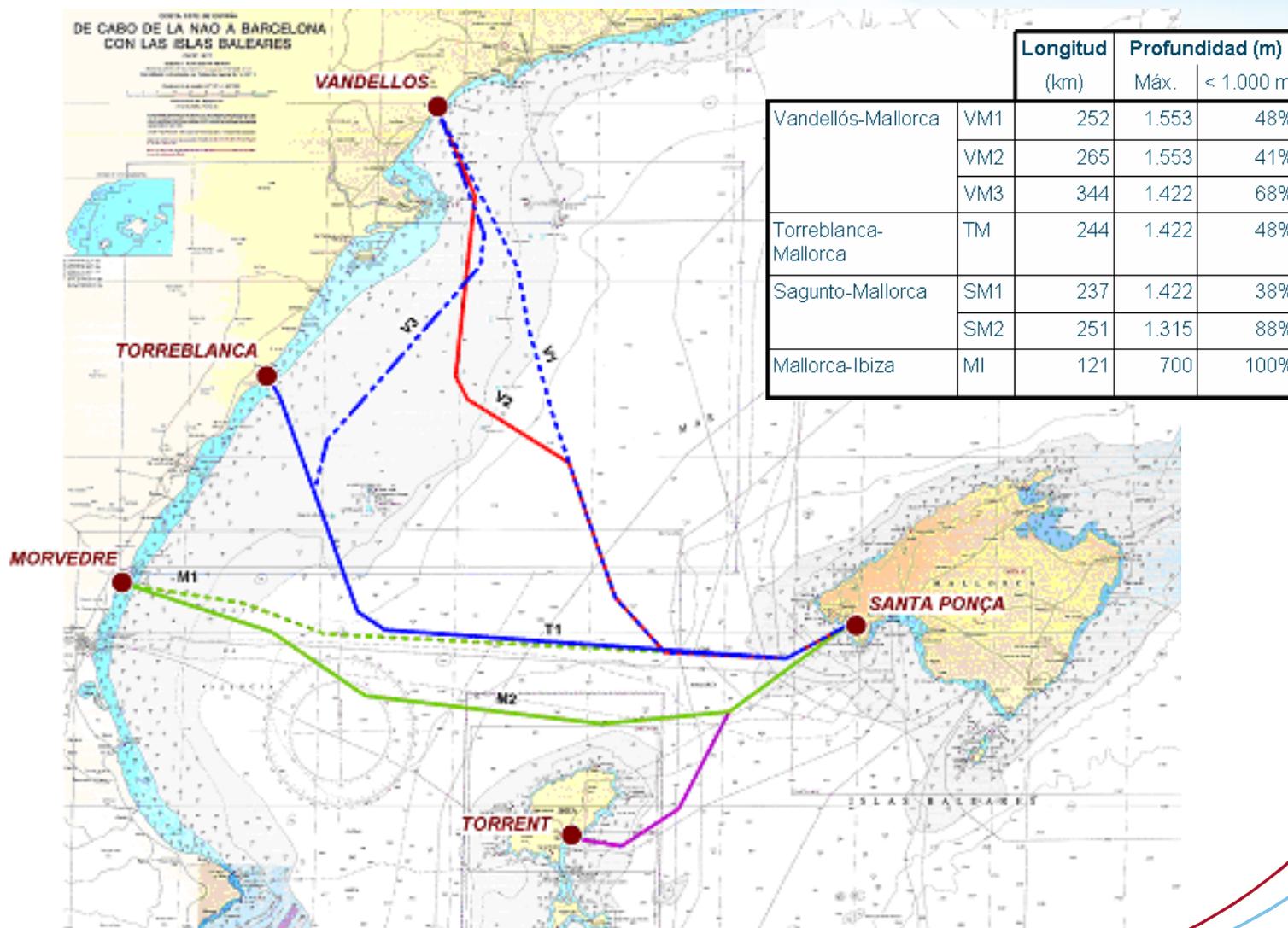
Alternativa de diseño seleccionada

□ Enlace Península-Mallorca

- Enlace en corriente continua 2 x 200 MW con cable de retorno
 - Proporciona mayor flexibilidad operativa
 - Incrementa la fiabilidad y la seguridad del suministro y mejora el control de frecuencia
 - Reduce los cortes de suministro y la energía no suministrada
 - Aumenta la transmisión de energía desde la Península y reduce el coste de generación insular
 - Supone la máxima rentabilidad de la inversión
- Nodo de conexión peninsular en Sagunto (Morvedre)
 - Disponibilidad de terrenos para la subestación de conversión en la costa
 - Viabilidad de los trazados aéreos hasta el nodo de 400 kV de la red de transporte
- Nodo de conexión insular en Santa Ponça
 - Disponibilidad de terrenos para la subestación de conversión
 - Proximidad a la futura subestación de Santa Ponça y al mar
- Presupuesto de inversión: 400 M€

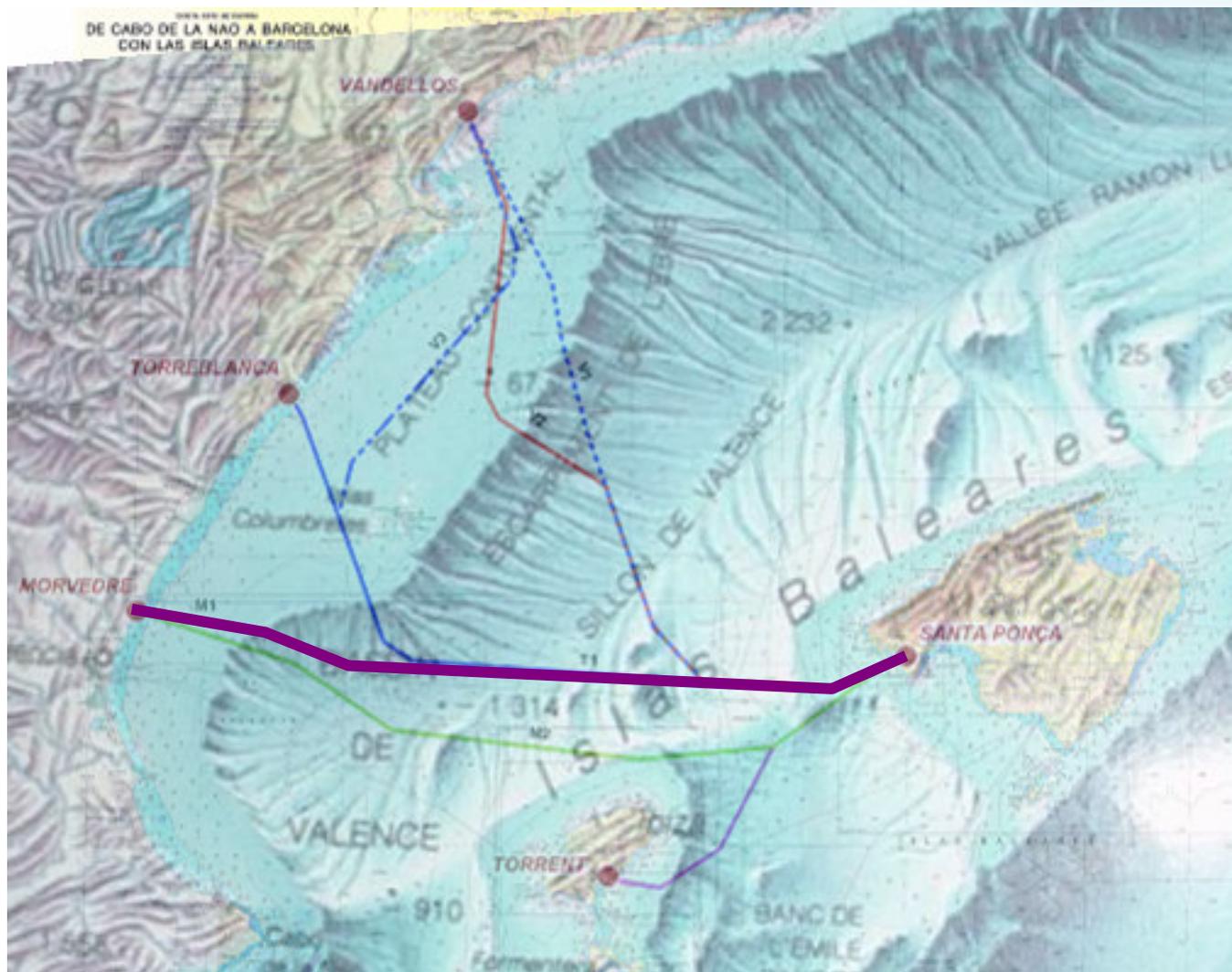


Estudio de Viabilidad: selección trazados





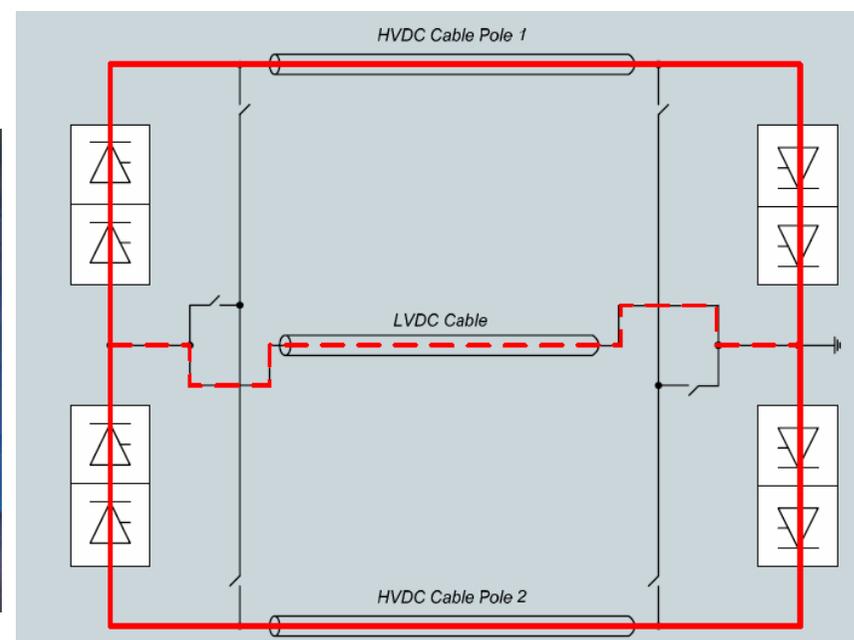
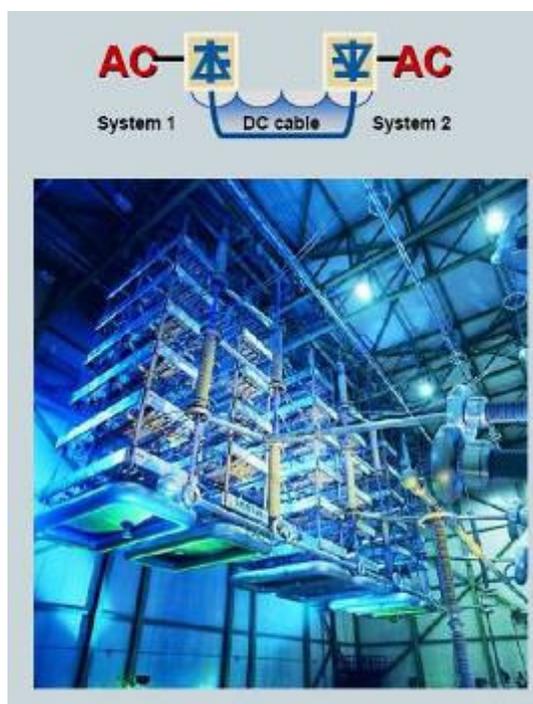
Estudio de Viabilidad: selección trazados





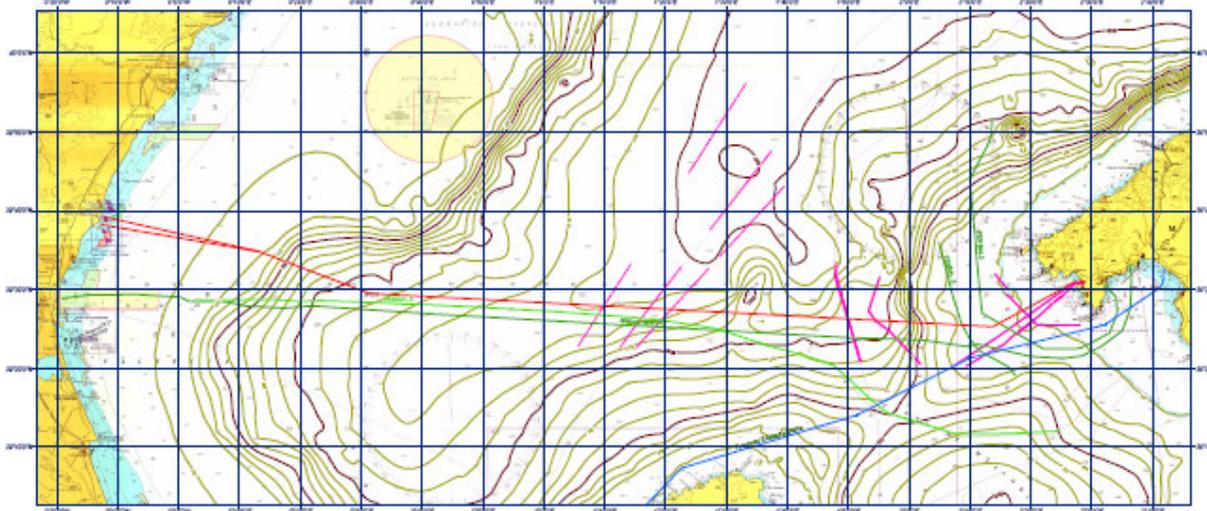
Descripción General

- ❑ Bipolo HVDC con retorno metálico, 2x200 MW, ± 250 kV
- ❑ Longitudes. Tramo submarino: 240 km. Tramos subterráneos: 3 km
- ❑ Profundidad máxima: 1485 m





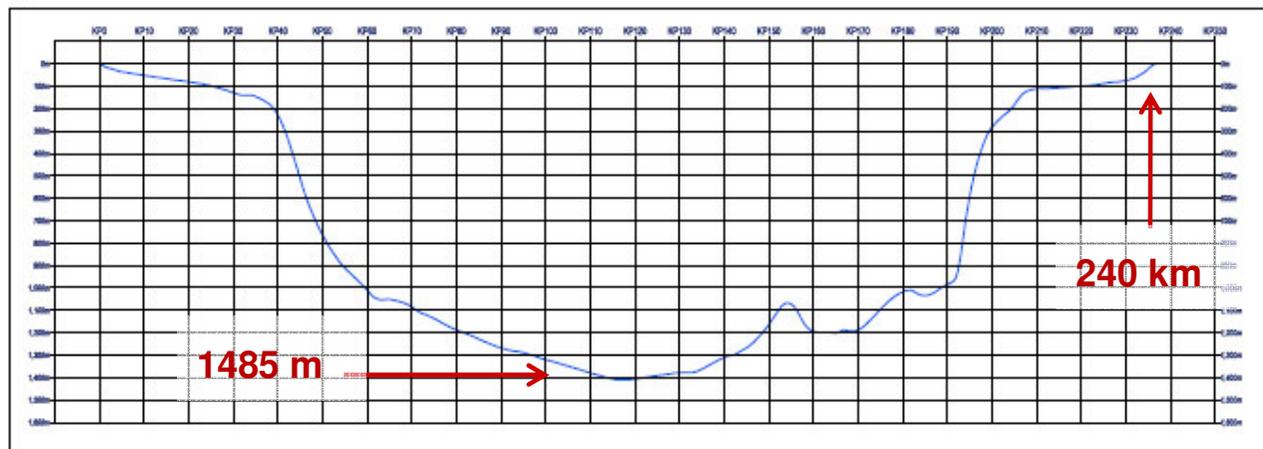
Route Overview



Morvedre (Sagunto) – Santa Ponça

- **Inicio en la península:**
subestación existente Morvedre (Sagunto, Valencia)
- **Llegada en baleares:**
nueva subestación de Santa Ponça (Calviá, Mallorca)

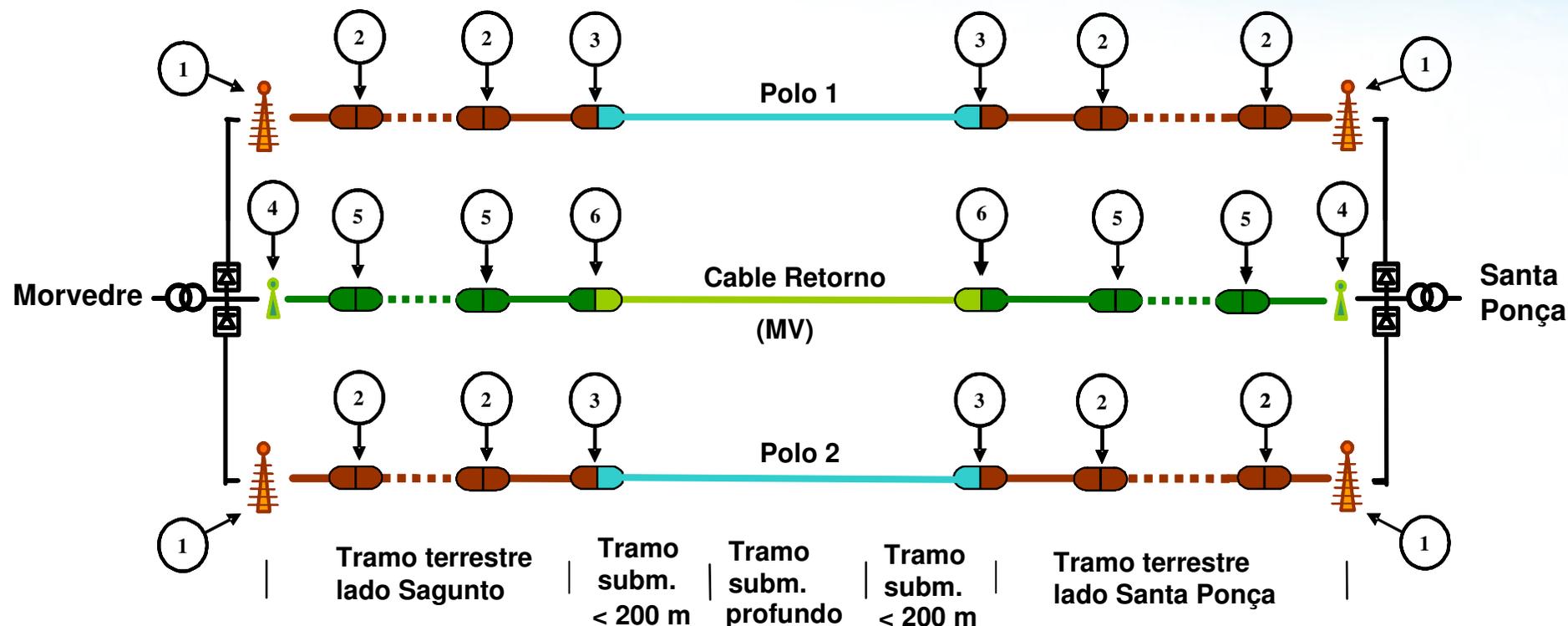
Longitudinal Profile



- El cable submarino a mayor profundidad actualmente está a 1100 m. Sólo otro proyecto, SAPEI, está previsto a más profundidad (1600 m)



Descripción General: esquema



- ① Terminal exterior cable HVDC
- ② Empalme cable subterráneo HVDC
- ③ Empalme transición cable submarino/subterráneo HVDC

- ④ Terminal exterior cable MV
- ⑤ Empalme cable subterráneo MV
- ⑥ Empalme transición cable submarino/subterráneo MV

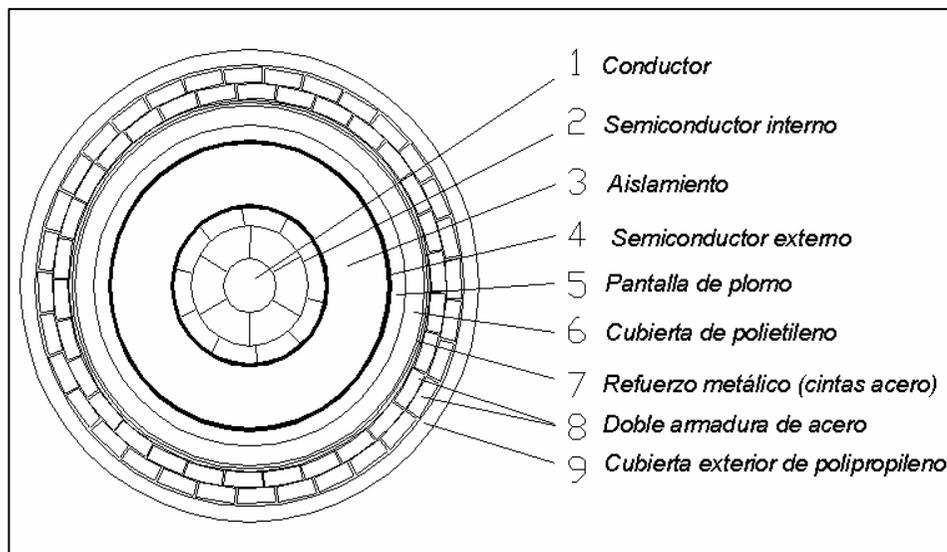


Diseño de los Cables

□ Cables HVDC

- **Conductor:** cobre 750mm² - 1200 mm²
- **Aislamiento:** papel impregnado en masa viscosa de aceite
- **Pantalla:** aleación de plomo
- **Refuerzo:** transv. con cintas acero, longit. con doble armadura cables acero
- **Diámetro:** 94 mm

CABLE HVDC (polos)		
Cable Subterráneo	Cable Submarino poco profundo	Cable Submarino profundo
Cu 1200 mm ² Sin armadura	Cu 750 mm ² Simple armadura Profundidad < 200-220 m	Cu 750 mm ² Doble armadura
Peso aprox: 23 kg/m	Peso: 23.5 kg/m	Peso: 29.5 kg/m

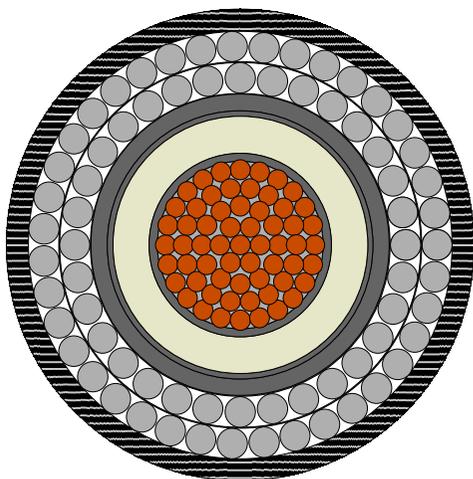




Diseño de los Cables. Cable de retorno

□ Cable de retorno (MV)

- Conductor: cobre 630mm² - 1200mm²
- Aislamiento: XLPE (20 kV)
- Pantalla: cintas de cobre
- Refuerzo: doble armadura cables acero (sólo tramo submarino)



CABLE HVDC (polos)		
Cable Subterráneo	Cable Submarino poco profundo	Cable Submarino profundo
Cu 1200 mm ² Sin armadura	Cu 750 mm ² Simple armadura Profundidad < 200-220 m	Cu 750 mm ² Doble armadura
Peso aprox: 23 kg/m	Peso: 23.5 kg/m	Peso: 29.5 kg/m

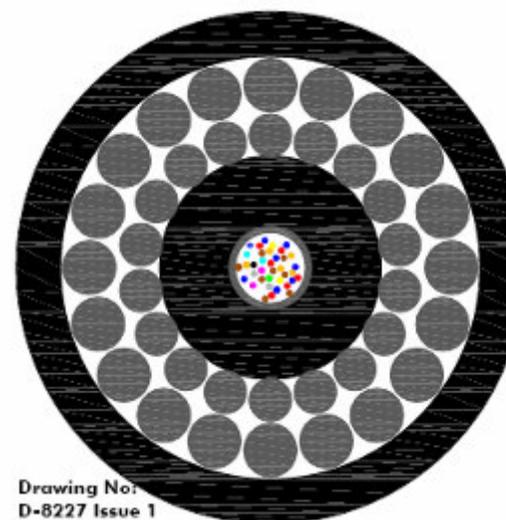
CABLE MV (cable de retorno)		
Cable Subterráneo	Cable Submarino poco profundo	Cable Submarino profundo
Cu 1200 mm ² Sin armadura	Cu 630 mm ² Doble armadura	
Peso aprox: 23 kg/m	Peso: 19 kg/m	



Diseño de los Cables. Cables de fibra óptica

□ Cables de Fibra Óptica

- 48 fibras monomodo tipo G.652
- Tubo de acero
- Capa PE semiconductor
- Refuerzo: armadura cables acero
- Exterior: cintas de polipropileno
- Diámetro exterior: 23 mm
- Peso en aire: 1.4 kg/m





RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA **Fabricación y ensayos**

- Cada empresa fabricará el 50% de los cables HVDC y MV (total 720 km)

NEXANS: Halden (Noruega) PRYSMIAN: Arco Felice (Italia)

- Ensayos según IEC y CIGRE

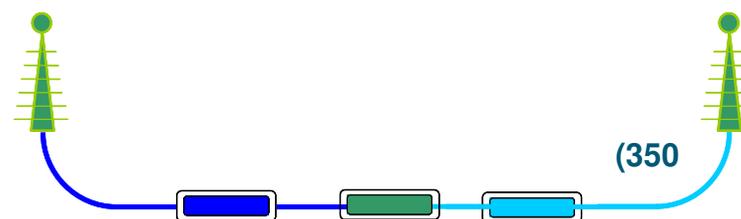
- Tipo y de cualificación:

- Ciclos de carga (450 kV), inversión de polaridad kV), sobre tensión maniobra (550 kV)
- Tracción y flexión
- Presión de agua exterior y estanqueidad
- Sobre tensión de la cubierta (76 kV)

- *Sea-trials* (profundidades 1500 y 300 m), de ensayos eléctricos (350 kV)

- Validación capacidad barcos, cables y de reparación

- Instalación acabada





Tendido de los cables submarinos



- Barcos cableros GIULIO VERNE (Prysmian) y SKAGERRAK (Nexans) siguiendo la trayectoria prefijada mediante un Sistema de Posicionamiento Dinámico (DGPS).
- Capacidad carga máx: 7.000 toneladas
- Tres campañas de tendido:
 - 1ª: cable retorno + F.O. 1 (en haz)
 - 2ª: cable HVDC (polo 1)
 - 3ª: cable HVDC (polo 2) y F.O. 2 (ruta independiente)





Tendido de los cables submarinos

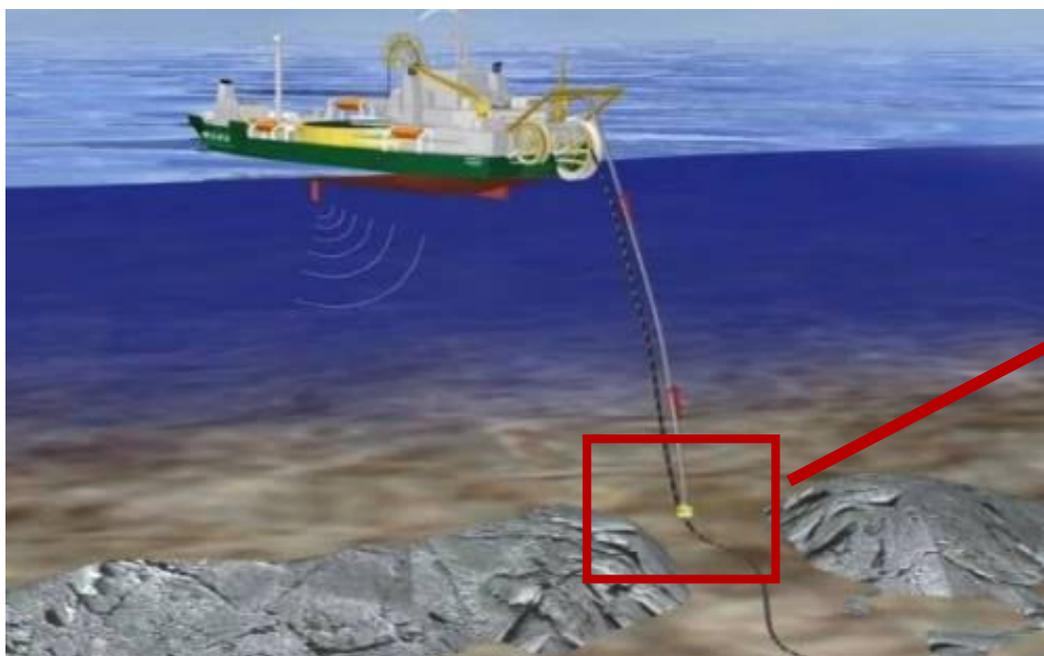
- ❑ Vehículo de control remoto ROV para el posicionamiento correcto del cable en el fondo marino
- ❑ Monitorización y seguimiento continuo del tendido, para evitar obstáculos aislados y *free-spans*





Tendido de los cables submarinos

- ❑ Vehículo de control remoto ROV para el posicionamiento correcto del cable en el fondo marino
- ❑ Monitorización y seguimiento continuo del tendido, para evitar obstáculos aislados y *free-spans*





Protección de los cables submarinos

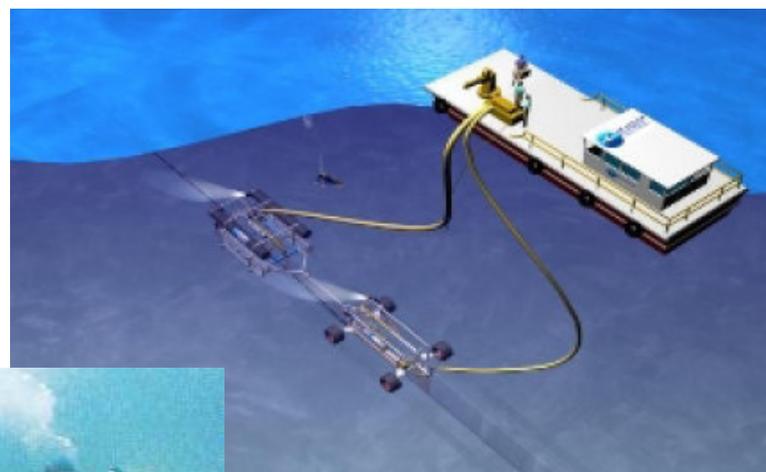
- ❑ La protección se realizará después del tendido, en otras campañas independientes
- ❑ Profundidades < 800 m: enterramiento de los cables en zanja de 1m
- ❑ Método: *Jetting*, mediante ROV operado desde barco de apoyo





Protección de los cables submarinos

- Tramos cercanos a las costas: protección adicional
 - Zanja de 2m de profundidad e instalación de conchas de acero fundido
 - La instalación se realiza mediante equipos de buceo y el enterramiento de los cables se consigue también por *Jetting*, con otro ROV





Retos del proyecto

- ❑ Primera experiencia HVDC en España
- ❑ 2ª instalación a nivel mundial en cuanto a profundidad máxima
- ❑ Mayor inversión realizada en un proyecto de REE
- ❑ Operación y gestión de la interconexión
- ❑ Aceptación social y minimización afecciones medioambientales





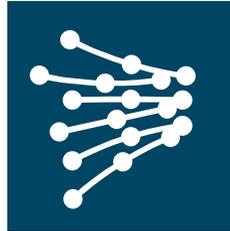
Programa del proyecto

□ Tramitación del proyecto

- Memoria resumen Ministerio de Medio Ambiente Julio 05 – Marzo 06
- Estudio de impacto ambiental y proyecto Julio 05 – Oct 07
- Aprobación Rev. planificación 2005-2011 Marzo 06

□ Ingeniería y construcción del enlace

- Estudios de viabilidad Nov 04 – Abril 06
- Estudio de fondo marino del trazado Jul 05 – Abril 06
- Adjudicación de contratos Mayo 07
- Ingeniería de detalle Junio 07 – May 08
- Fabricación de cables y equipos 2008 - 2010
- Construcción de estaciones de conversión May 08 – Oct 09
- Tendido de cables y montaje 2009 - 2010
- Pruebas y puesta en servicio 2010



RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

www.ree.es