

ADENDA Nº 3

Proyecto Ejecutivo de Línea Aéreo-Subterránea de MT 15 kV en el T.M. de Jerez de la Frontera (Cádiz)

IFV “Romero”

Promotor: **Bogaris PV50 S.L.U.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Febrero 2024

Índice del proyecto

- Documento nº 1: Memoria y anejos a la memoria
 - Anejo 1: Memoria de cálculo MT
 - Anejo 6: RBDA
- Documento nº 2: Planos
- Documento nº 4: Presupuesto

Documento nº 1: Memoria

Proyecto Ejecutivo de Línea Aéreo-Subterránea de MT 15 kV en el T.M. de Jerez de la Frontera (Cádiz)

IFV “Romero”

Promotor: **Bogaris PV50 S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Febrero 2024

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA	3
1. DATOS GENERALES	4
1.1. OBJETO DE LA ADENDA.....	4
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR	4
1.3. ORDEN DE ENCARGO.....	4
1.4. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	15
2.1. INFORMACIÓN GENERAL	15
2.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	16
2.3. TRAZADO	16
2.4. AFECCIONES DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	18
2.4.1. Afección a líneas eléctricas.....	18
2.4.2. Afección a la red hidrográfica	19
2.4.3. Afección a yacimiento arqueológicos.....	20
2.4.4. Afección a carreteras.....	21
2.4.5. Afección a caminos.....	22
2.4.6. Afección a vías pecuarias	24
2.4.7. Afección a líneas telefónicas	25
2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	25
2.5.1. Características del conductor	26
2.5.2. Disposición de montaje	26
2.5.3. Accesorios.....	27
2.5.3.1. Terminaciones	27
2.5.3.2. Empalmes.....	27
2.5.3.3. Cable de comunicación.....	27
2.5.4. Sistema de puesta a tierra.....	28
2.5.5. Derivaciones	29
2.5.6. Ensayos eléctricos después de la instalación.....	29
2.5.7. Canalización	29
2.5.8. Arquetas.....	29
2.6. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	30
2.6.1. Conductor	30
2.6.2. Cable de tierra tipo OPGW	31
2.6.3. Apoyos.....	32
2.6.4. Cimentación	34
3. RESUMEN DE PRESUPUESTO	37

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Datos generales

1.1. Objeto de la adenda

El objeto de la presente adenda es la definición de las características de la Línea Aéreo-Subterránea de 15 kV de la planta solar fotovoltaica IFV “Romero”, para la legalización ante los organismos correspondientes tras la modificación del lugar del cruzamiento subterráneo en la carter A-4. Esta modificación se ha planteado debido a que en la localización del cruzamiento anterior ya existe una autorización para otro cruzamiento por debajo de la carretera A-4 en las coordenadas anteriores.

La finalidad del presente documento es servir de proyecto para la realización de las gestiones necesarias ante las administraciones y los organismos correspondientes, entre otros trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción.

1.2. Identificación del titular

El titular del proyecto es la sociedad mercantil BOGARIS PV50 S.L.U., con CIF B-90441395 y domicilio en Avda. Charles Darwin S/N, Pabellón Monorraíl. (C.P. 41092), Sevilla, España.

1.3. Orden de encargo

La sociedad mercantil BOGARIS PV50 S.L.U., con domicilio en Avda. Charles Darwin S/N, Pabellón Monorraíl. (C.P. 41092), Sevilla y CIF: B-90441395 encarga a Don Manuel Cañas Mayordomo en representación de Ingnova Enterprise, S.L. con domicilio a efectos de notificaciones en C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004) y CIF: B-56006984, la elaboración del **“Adenda nº 3 del Proyecto Ejecutivo de Línea Aéreo-Subterránea de 15 kV en el T.M. de Jerez de la Frontera (Cádiz)”**

1.4. Normativa de aplicación

El presente proyecto ejecutivo se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

Normativa energética

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuo.

- Real Decreto – Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA nº 98 de 18/05/2007), así como su corrección de errores (BOJA núm. 80, de 24/11/2007).
- Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (YTC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA núm, 66, de 06/04/2018).

Normativa Local

- Plan General de Ordenación Urbanística de Jerez de la Frontera.

Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Obra civil

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC “Secciones de firme”, de la Instrucción de Carreteras.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

Seguridad y salud

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las Obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Relación de normas de la ITC-LAT 02 aplicables

- Generales

UNE-EN 60529:2008	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 60060-1:2012	Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019-02	Grado de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:19992	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/AI CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR.:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN IEC 60071-2:2018	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60270:2002/A1:2016	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60865-1:2013	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0:2016	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2011	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

- Cables y conductores

UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/2M:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 21192:1992/1M:2009	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 207015:2013	Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas.
UNE 2110031:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) a 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
UNE 211003-2:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
UNE 211003-3:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
UNE 211003-3:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
UNE 211067-1:2017	Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ($U_m = 170$ kV) hasta 400 kV ($U_m = 420$ kV). Requisitos y métodos de ensayo.
UNE 211435:2011	Guía para la selección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
UNE 211004/11V1:2007	Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ($U_m = 170$ kV) hasta 500 kV ($U_m = 550$ kV). Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 50182:2002	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50182:2002/AC:2013	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50183:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.
UNE-EN 50189:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
UNE-EN 503971:2007	Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228 CORR.:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN IEC 60794-4: 2018	Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos y subterráneos a lo largo de líneas eléctricas de potencia
UNE-EN 61232:1996	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-EN 61232/A11:2001	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).
UNE-1-113 620-7-E-1:2007	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).
UNE-HD 620-7-E-2:1996	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E-2).
UNE-HD 620-9E:2012/1M:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

UNE-HD 632-3A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).
UNE-HD 632-5A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).
UNE-HD 632-6A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).
UNE-HD 632-8A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A).
UNE 211632-4A:2017	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).
UNE 211632-6A:2017	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).
UNE 211006:2010	Ensayos previos de puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna

UNE 211620:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9)
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE 211028:2013/1M:2016	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE 211028:2013/1M:2016	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE-EN 50540:2010	Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (acss)

- **Accesorios para cables**

UNE 21021:1983	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE-EN 61442:2005	Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 36 kV ($U_m = 42$ kV)
UNE-EN 61854:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.
UNE-EN 61897:2000	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo "Stockbridge".
UNE-EN 61238-1:2006	Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ($U_m=42$ kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.
UNE-HD 629-1:1998	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
UNE-HD 629-1/A1:2002	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV

	hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
--	--

- **Apoyos y herrajes**

UNE 21004:1953	Crucetas de madera para líneas eléctricas.
UNE-EN 14229:2011	Madera estructural. Postes de madera para líneas aéreas.
UNE 56416:1988	Protección de maderas. Métodos de tratamiento.
UNE-EN 13991:2004	Derivados de la pirolisis del carbón. Aceites obtenidos de alquitrán de hulla: creosotas. Especificaciones y métodos de ensayo
UNE-EN ISO 10684:2006	Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004)
UNE 207009:2019	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión
UNE 207016:2007	Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.
UNE 207017:2010	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE 207018:2018	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución
UNE-EN 60652:2004	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
UNE-EN ISO 1461:2010	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE 0059:2017	Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas eléctricas aéreas de distribución y líneas de telefonía.

- **Aparamenta**

UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.
UNE-EN 62271-103:2012	Interruptores de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-104:2015	Interruptores de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV
UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-ENE 60282-1:2011/A1:2015	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-EN 62271-100:2011/A1:2014	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

- Pararrayos

UNE 21087-3:1995	Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.
UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2016	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-5:2018	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

2. Descripción de la línea de evacuación

2.1. Información General

Como parte de las infraestructuras eléctricas de la Planta Solar IFV “Romero”, se dispondrá de una línea aéreo – subterránea de media tensión en 15 kV que conecta el Centro de Seccionamiento del parque con SET Montealt propiedad de Endesa Distribución.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación	
Denominación de línea	LASMT 15 kV
Tipo de línea	Aéreo - Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	15
Categoría	Tercera

Línea de Evacuación	
Nudo del extremo de la red	SET Montealt
Nudo del extremo de generación	Centro de seccionamiento
Longitud (m)	6.020,57

Tabla 1. Información línea de evacuación

2.2. Situación y emplazamiento

La línea de evacuación aéreo – subterránea se proyecta en el término municipal de Jerez de la Frontera, provincia de Cádiz. A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 29) del inicio y fin de la línea de evacuación:

Coordenadas de la Línea de Evacuación	Inicio de Línea	Fin de Línea
Abscisa (X)	752.425	755.656
Norte (Y)	4.064.106	4.066.223

Tabla 2. Localización línea de evacuación

A continuación, se muestra una imagen con la localización de la LASMT de Evacuación.



Ilustración 1. Localización línea de evacuación

2.3. Trazado

La línea de evacuación tiene su origen en la celda de salida del centro de seccionamiento. Desde el Centro de Seccionamiento partirá una línea aéreo – subterránea en media tensión hasta la sala de MT localizada en la SET Montealt.

El conjunto de parcelas afectadas por el trazado de la se muestra en la siguiente tabla:

Municipio	Polígono	Parcela	REFCAT	Tramo
Jerez de la Frontera	105	11	53020A10500011	Subterráneo/Aéreo
Jerez de la Frontera	105	9011	53020A10509011	Aéreo
Jerez de la Frontera	105	36	53020A10500036	Aéreo
Jerez de la Frontera	105	34	53020A10500034	Aéreo

Municipio	Polígono	Parcela	REFCAT	Tramo
Jerez de la Frontera	105	9014	53020A10509014	Aéreo
Jerez de la Frontera	105	90	53020A10500090	Aéreo
Jerez de la Frontera	105	9015	53020A10509015	Aéreo
Jerez de la Frontera	105	91	53020A10500091	Aéreo
Jerez de la Frontera	105	109	53020A10500109	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	9008	53020A10609008	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	13	53020A10600013	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	12	53020A10600012	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	9012	53020A10609012	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	86	53020A10600086	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	15	53020A10600015	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	85	53020A10600085	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	97	53020A10600097	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	84	53020A10600084	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	9003	53020A10609003	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	18	53020A10600018	Aéreo
Jerez de la Frontera	106	9009	53020A10609009	Aéreo
Jerez de la Frontera	107	11	53020A10700011	Aéreo
Jerez de la Frontera	107	33	53020A10700033	Subterráneo/Aéreo
Jerez de la Frontera	107	9004	53020A10709004	Subterráneo
Jerez de la Frontera	107	9003	53020A10709003	Subterráneo
Jerez de la Frontera	-	-	-	Subterráneo
Jerez de la Frontera	-	-	5266501QA5656E	Subterráneo
Jerez de la Frontera	-	-	6065003QA5656F	Subterráneo

Tabla 3. Parcelas afectadas línea de evacuación

A continuación, se enumeran las coordenadas UTM (ETRS89 huso 29) de los apoyos de los que constará la línea de evacuación.

Apoyo	X	Y
Inicio de línea en CS	752.425	4.064.106
1 (Paso aéreo/subterráneo)	752.452	4.064.125
2	752.454	4.064.315
3	752.472	4.064.526
4	752.753	4.064.567
5	752.809	4.064.746
6	752.852	4.064.885
7	752.975	4.065.334
8	752.957	4.065.551
9	752.890	4.065.730
10	752.912	4.065.888
11	753.178	4.065.916
12	753.397	4.066.029
13	753.557	4.066.184
14	753.715	4.066.336
15	752.868	4.066.484
16	754.018	4.066.629
17	754.170	4.066.777

Apoyo	X	Y
18	754.322	4.066.923
19	754.484	4.067.042
20	754.781	4.067.086
21 (Paso aéreo/subterráneo)	755.077	4.067.130
Final de línea en SET Montealt	755.656	4.066.223

Tabla 4. Coordenadas apoyos línea de evacuación

2.4. Afecciones de la línea de evacuación

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por el trazado de la línea de evacuación son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Jerez de la Frontera
- Demarcación hidrográfica del Guadalete-Barbate.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Endesa Distribución
- Red Eléctrica de España
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico
- Delegación territorial de Cádiz de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda
- Delegación territorial de Cádiz de Turismo, Cultura y Deporte
- Delegación territorial de sostenibilidad medio ambiente y economía azul en Cádiz – Vías pecuarias
- Telefónica, S. A
- Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA)
- Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)

2.4.1. Afección a líneas eléctricas

A lo largo del trazado de la línea se realizan cruzamientos aéreos con líneas eléctricas existentes.

Nombre	Coordenadas UTM 29 de cruce
Línea existente 1	X= 752.462; Y= 4.064.407
Línea existente 2	X= 755.140; Y= 4.067.140

Tabla 5. Cruzamiento líneas eléctricas

A continuación, se muestran las líneas eléctricas aéreas existentes.

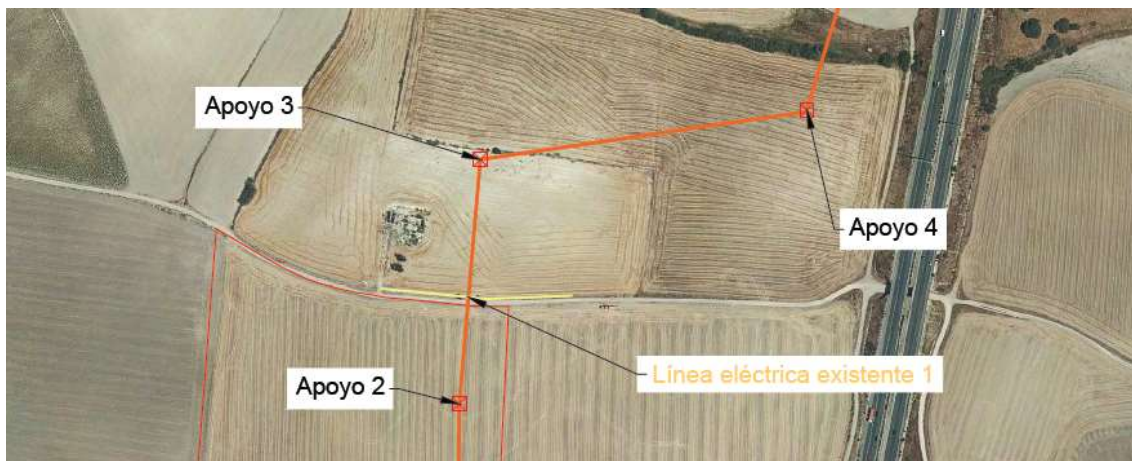


Ilustración 2. Líneas eléctricas aéreas existentes (1/2)



Ilustración 3. Líneas eléctricas aéreas existentes (2/2)

2.4.2. Afección a la red hidrográfica

El trazado de la línea aérea de evacuación 15 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con cauces.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 29	
		X	Y
1	Cauce 1	752.769	4.064.617
2	Cauce 2	752.930	4.065.170
3	Cauce 4	753.289	4.065.973
4	Cauce 5	754.256	4.066.859
5	Cauce 6	754.412	4.066.990

Tabla 6. Cruzamiento con cauces



Ilustración 4. Afección red hidrográfica (1/2)



Ilustración 5. Afección red hidrográfica (2/2)

2.4.3. Afección a yacimiento arqueológicos

El trazado de la línea aérea de evacuación 15 kV, objeto de este proyecto, presenta el siguiente cruzamiento con una zona de yacimiento arqueológico.

Cruce	UTM ETRS89 HUSO 29	
	X	Y
Inicio	752.864	4.064.928
Fin	752.908	4.065.088

Tabla 7. Cruzamiento con yacimiento

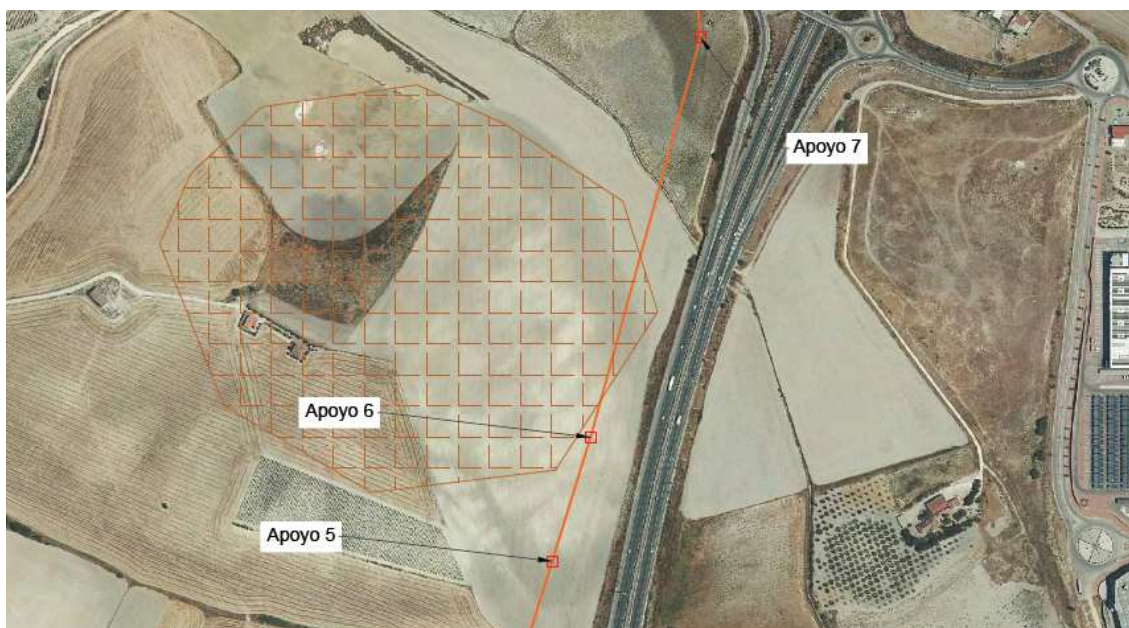


Ilustración 6. Afección a yacimiento

2.4.4. Afección a carreteras

El trazado de la línea aérea de evacuación 15 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con carreteras.

Cruce	Nombre		UTM ETRS89 HUSO 29	
			X	Y
1	CA-3101	Inicio	752.965	4.065.456
		Final	752.964	4.065.474
2	CA-3101	Inicio	752.933	4.065.615
		Final	752.929	4.065.625
3	A-2000	Inicio	754.377	4.066.963
		Final	754.389	4.066.972
4	A-44	Inicio	755.391	4.067.114
		Final	755.398	4.067.088

Tabla 8. Cruzamiento con carreteras

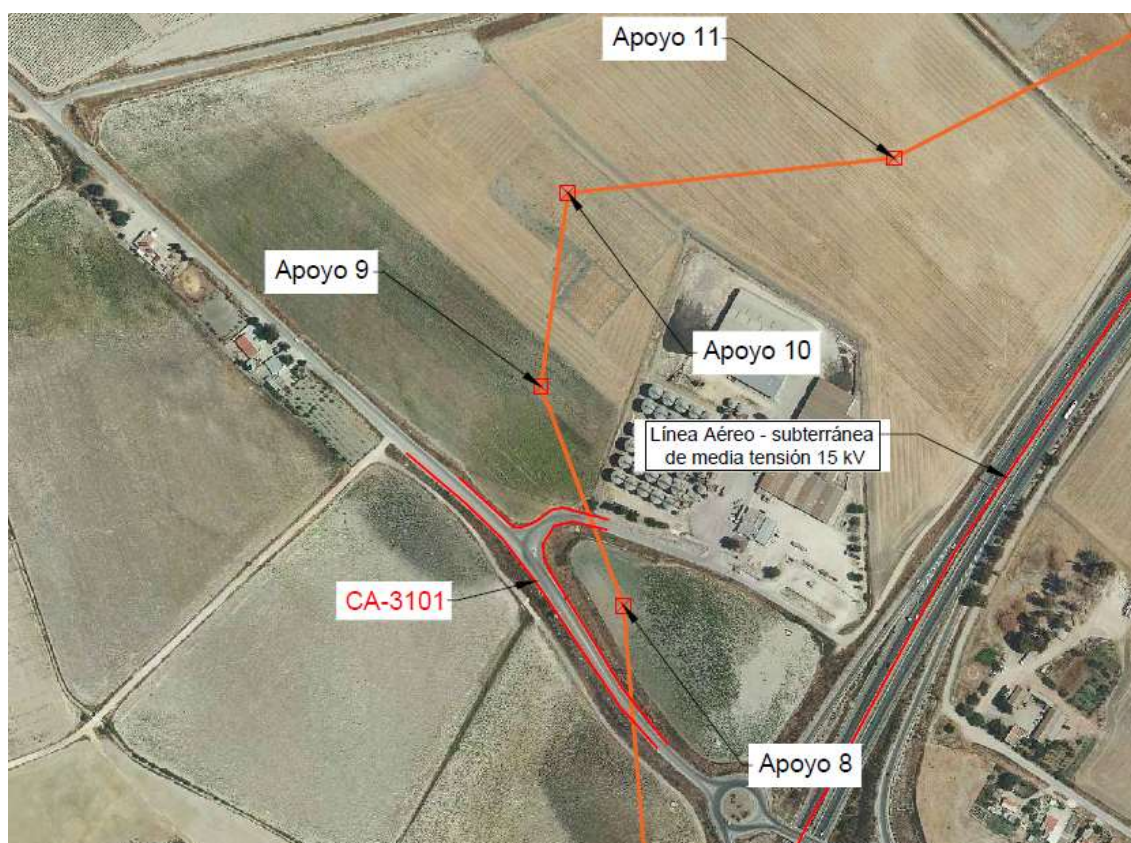


Ilustración 7. Afección a carreteras (1/2)

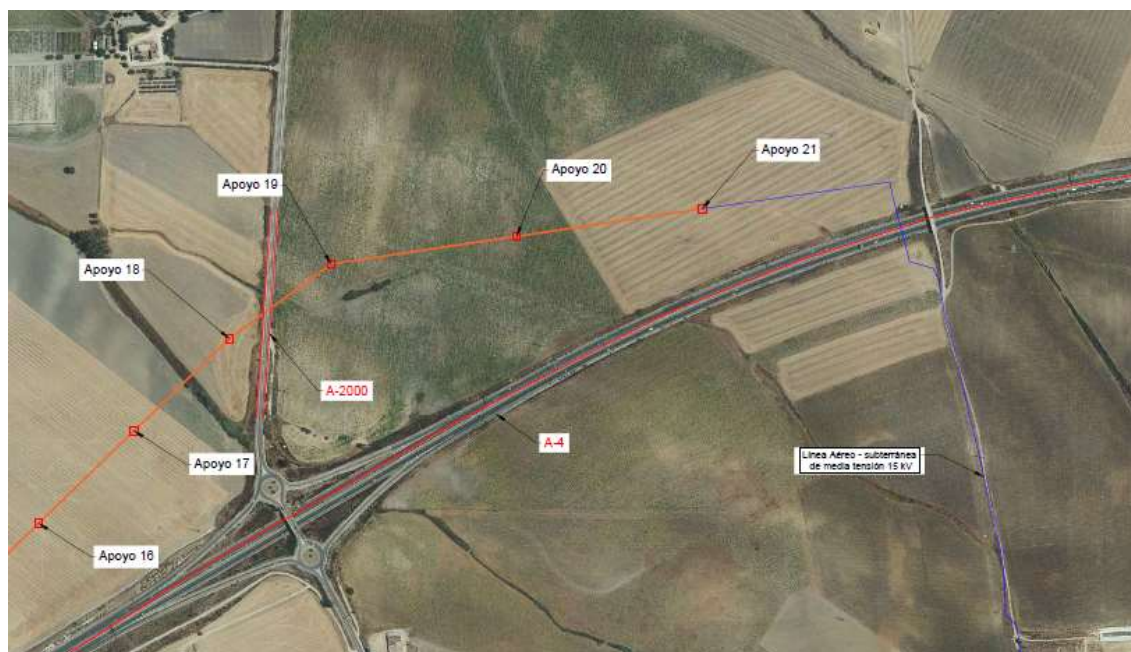


Ilustración 8. Afección a carreteras (2/2)

2.4.5. Afección a caminos

El trazado de la línea aérea de evacuación 15 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con caminos.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 29	
		X	Y
1	Camino 1	752.462	4.064.404
2	Camino 2	752.967	4.065.430
3	Camino 3	753.296	4.065.977
4	Camino 4	Tramo 1	755.459
		Tramo 2	755.607
			4.066.998
			4.066.308

Tabla 9. Cruzamiento con caminos



Ilustración 9. Afección a caminos (1/2)



Ilustración 10. Afección a caminos (2/2)

2.4.6. Afección a vías pecuarias

El trazado de la línea aérea de evacuación 15 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con vías pecuarias.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 29	
		X	Y
1	Cañada Guadabajaque. Corchuelo y Moro	752.931	4.065.171

Tabla 10. Cruzamiento con vías pecuarias



Ilustración 11. Afección a vías pecuarias

2.4.7. Afección a líneas telefónicas

El trazado de la línea aérea de evacuación 15 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con líneas telefónicas.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 29	
		X	Y
1	Línea telefónica 1	754.262	4.066.866
2	Línea telefónica 2	754.363	4.066.953

Tabla 11. Cruzamiento con líneas telefónicas

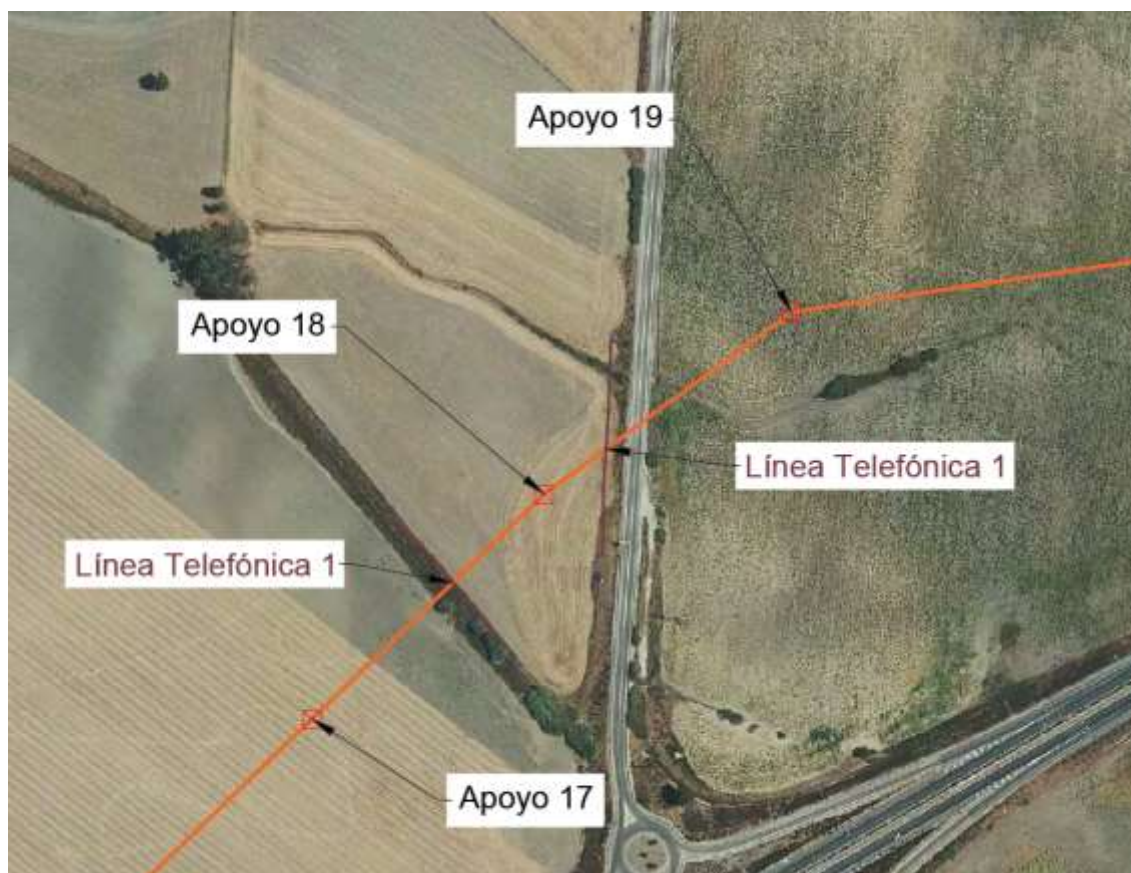


Ilustración 12. Afección a líneas telefónicas

2.5. Características de la línea subterránea de media tensión

Las características de la línea subterránea se recogen en la siguiente tabla:

Características de la línea subterránea	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Tipo de línea	Subterránea
Inicio tramo 1	Centro de seccionamiento
Fin tramo 1	Apoyo 1
Longitud tramo 1 (m)	32,03
Inicio tramo 2	Apoyo 23

Características de la línea subterránea	
Fin tramo 2	SET Montealt
Longitud tramo 2 (m)	1.334,45
Tensión nominal de la red (kV)	15
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Nº de circuitos	1
Nº conductores por fase	1
Tipo conductor	RHZ1 12/20kV – 300 mm ²

Tabla 12. Características de la línea subterránea

2.5.1. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 12/20 kV TopCable o similar, con las siguientes características:

Características Conductor	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
Nivel de Aislamiento Uo/U (Um)	12/20 kV
Semiconductora Externa	Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable
Pantalla Metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm ² .
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90°C
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250°C
Sección	300 mm ²
Peso aproximado	2.389 kg/km
Diámetro nominal aislamiento	32,70 mm
Diámetro nomina exterior	47,80 mm
Resistencia eléctrica a 20 °C	0,113 Ω/km
Intensidad máxima admisible directamente enterrado	390 A
Radio de curvatura	0,717 m

Tabla 13. Características del conductor

2.5.2. Disposición de montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

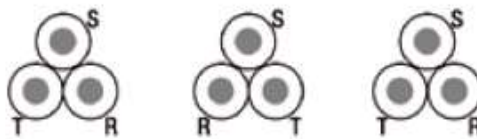


Ilustración 13. Colocación de cables en tresbolillo

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo bajo tubo enterrado.

2.5.3. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

2.5.3.1. Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

- Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442

2.5.3.2. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

2.5.3.3. Cable de comunicación

La zanja de la línea subterránea de evacuación de la Planta Solar Fotovoltaica cuenta con un cable de Fibra Óptica para la comunicación entre dicha Planta Solar Fotovoltaica y la Subestación destino de E – Distribución.

Las características de este cable de comunicación serán:

- Tipo:	PKP Cable Holgado Multitubo
- Nº Fibras:	48
- Fibras por Tubos:	12
- Total de Tubos:	4
- Tubos Activos:	4
- Cubierta Interior:	Polietileno-Negro
- Elementos de Tracción:	Hilaturas de Aramida
- Cubierta Exterior:	Polietileno-Negro
- Peso (Kg/Km):	113
- Diámetro Exterior (mm):	12,6
- Máxima Tracción (N): (Instalación)	1000 (Operación) / 1800
- Aplastamiento (N/100mm):	2500 (IEC 60794-1-21 E3)
- Rango Temperaturas:	-40°C a +70°C (IEC 60794-1-22 F1)
- Radio Curvatura Mín. (mm):	20 x Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11)

2.5.4. Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 14. Puesta a tierra cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

2.5.5. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

2.5.6. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

2.5.7. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

2.5.8. Arquetas

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 200 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

La información relativa al número total de arquetas consideradas se encuentra referida en el plano correspondiente del trazado de la línea subterránea.

2.6. Características de la línea aérea de media tensión

Las características de la línea aérea se recogen en la siguiente tabla:

Características generales de la línea	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Tipo de línea	Aérea
Inicio línea	Apoyo 1
Fin línea	Apoyo 21
Longitud (m)	4.654.79
Tensión nominal de la red (kV)	15
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Temperatura máxima del conductor (°C)	85
Nº de circuitos	1
Nº conductores por fase	1
Tipo conductor	147-AL1/34-ST1A (LA-180)
Nº / tipo cable de tierra	1 / OPGW
Capacidad máxima de transporte por circuito (MVA)	8,83
Aisladores	Vidrio templado
Apoyos	Metálicos
Cimentaciones	Macizo independiente de hormigón en masa

Tabla 14. Características línea aérea

2.6.1. Conductor

Se utilizarán conductores de aluminio y alma de acero recubierto de aluminio, de acuerdo a la Norma UNE EN 50182:2001/AC: 2013.

Las características principales del conductor son:

Características del conductor	
Tipo	147-AL1/34-ST1A (LA 180)
Sección Al (mm ²)	147,30
Sección St (mm ²)	34,40
Sección total (mm ²)	181,60
Nº hilos	30 Al + 7 St
Diámetro hilo Al / St (mm)	2,50 / 2,50
Diámetro alma / cable (mm)	7,50 / 17,50
Peso específico (kg/km)	675,80
Carga de rotura nominal (kN)	64,94
Módulo de elasticidad final (N/mm ²)	80.000
Coef. Dilatación lineal (1/K)	17,90x10 ⁻⁶
Resistencia máx. a 20°C (Ω/km)	0,1962

Características del conductor	
Capacidad nominal (A)	424

Tabla 15. Características del conductor

En cualquier caso, los cables seleccionados cumplirán las prescripciones reglamentarias en cuanto a densidad de corriente, cortocircuito y caída de tensión garantizando asimismo las pérdidas mínimas de transporte.

El tense máximo previsto para los conductores se producirá a -15°C con sobrecarga de hielo y de viento a 60 km/h será de 3000 kg. En los vanos de entrada a los pórticos este tense se reducirá a 500 kg.

Se añadirán amortiguadores por cada cadena de amarre (el proveedor fijará y certificará la masa y distancia al amarre o suspensión).

Todas estas características de los conductores cumplen con lo especificado en las normas:

- UNE-EN 50189:2000 (Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado).
- UNE-EN 61232/A11:2001(Alambres de aluminio duro para conductores de líneas aéreas de transporte de energía eléctrica).
- UNE-EN 50182:2005 (Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas).

2.6.2. Cable de tierra tipo OPGW

Para obtener una mejor protección contra sobretensiones de origen atmosférico, se instalarán sobre los conductores, en la cúpula de los apoyos previstos, un cable de tierra tipo OPGW (conductor y fibra óptica).

La elección del cable de tierra tipo OPGW, que incorpora un cable de fibra óptica, cumple la doble misión de protección frente a fallos y descargas atmosféricas y de servir como línea de transmisión de datos para el despliegue de redes de telecomunicación para las operaciones de explotación y mantenimiento de las líneas.

La línea llevara un único cable de tierra tipo OPGW.

El cable de tierra, que cumplirá con las prescripciones indicadas en la Norma UNE-EN 60794-3-20, estará compuesto de hasta 48 fibras ópticas y permitirá un máximo de corriente de cortocircuito de 25 kA.

El cable tipo OPGW escogido consta de un tubo polimérico reforzado que aloja el núcleo óptico y que está extruido helicoidalmente para evitar tensiones en la fibra. Este tubo es estanco al paso del agua además de estar relleno de un gel hidrófugo. Alrededor de este tubo se colocan cintas de espesor variable según construcción, que actúan de barrera de temperatura. Como armadura del cable se disponen dos capas de alambres; la primera de aleación de aluminio y la segunda de alambres de acero recubierto de

aluminio y aleación de aluminio. Además, el trefilado de las capas de alambres se realiza en sentido contrario lo que confiere al cable una estructura antigiratoria.

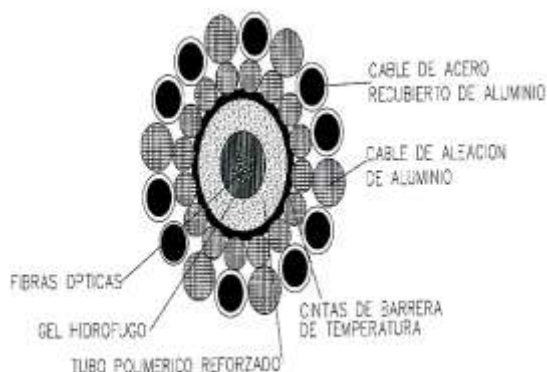


Ilustración 15. Sección tipo cable OPGW

Las principales características del cable se resumen en la siguiente tabla:

Características del cable de tierra OPGW	
Denominación	OPGW 48 fibras tipo II 25 kA
Sección (mm ²)	168,86
Diámetro (mm)	18
Carga de rotura (kg)	13.352
Peso específico (kg/km)	902,50
Módulo de elasticidad (kg/mm ²)	2.279
Coef. Dilatación térmica (1/K)	14,80x10 ⁻⁶
Nº fibras	4 tubos/12 fibras/tubo - monomodo
Intensidad cortocircuito máxima admisible (kA) / tiempo falta (s)	25 / 0,3

Tabla 16. Característica cable de tierra

2.6.3. Apoyos

Los apoyos a instalar son de tipo metálico y estarán compuestos por armaduras de celosía con perfiles de alas iguales y los materiales constituyentes, son piezas férreas, protegidas contra la corrosión mediante galvanización en caliente por inmersión.

A continuación, se indican sus características:

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo Armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
1	FL	AGR-14000-20	3921	S	2	2	2	3.7	20.5
2	AN-AM	HAR-2500-24	2116	S	2	2	2	3	21.91

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo Armado	Dimensiones (m)				
					"a"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
3	AN-AM	AGR-18000-10	2749	S	2	2	2	3.7	10
4	AN-AM	AG-12000-12	2262	S	2	2	2	3.7	12
5	AL-SU	C-1000-22	780	S	1	1.2	1	1.5	17.16
6	AN-AM	HAR-2500-15	1426	S	2	2	2	3	13.22
7	AN-AM	HAR-7000-20	2548	S	2	2	2	3	17.69
8	AN-AM	HAR-5000-20	2173	S	2	2	2	3	17.7
9	AN-AM	HAR-7000-13	1821	S	2	2.5	2	3	11.29
10	AN-AM	AGR-14000-18	3591	S	2	2	2	3.7	18.5
11	AN-AM	C-7000-26	2819	S	1	1.2	1	1.5	20.55
12	AN-AM	HAR-7000-20	2548	S	2	2	2	3	17.69
13	AL-SU	C-1000-22	780	S	1	1.2	1	1.5	17.16
14	AL-SU	C-1000-22	780	S	1	1.2	1	1.5	17.16
15	AL-SU	C-1000-18	602	S	1	1.2	1	1.5	13.21
16	AL-SU	C-1000-18	602	S	1	1.2	1	1.5	13.21
17	AL-SU	C-1000-20	674	S	1	1.2	1	1.5	15.2
18	AN-AM	HA-4500-16	1699	S	1.5	1.4	1.5	2.7	14.22
19	AN-AM	C-7000-22	2327	S	1	1.2	1	1.5	16.57
20	AL-SU	C-2000-22	1087	S	1	1.2	1	1.5	17.07
21	FL	AGR-14000-16	3146	S	2	2	2	3.7	16

Tabla 17. Características apoyos

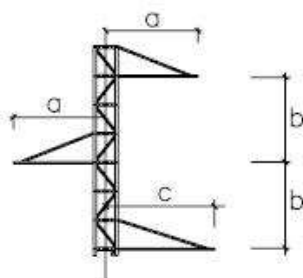


Ilustración 16. Armado tipo S

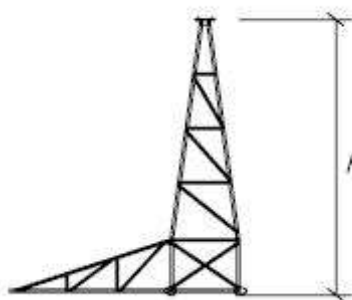


Ilustración 17. Cúpula

Los armados de los apoyos se han seleccionado de manera que se cumplan las distancias reglamentarias entre conductores y la distancia reglamentaria entre éstos y masa.

Para ello se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Las distancias reglamentarias de los conductores a masa, 0,27 m para 15 kV, en el caso más desfavorable (ángulo más fuerte de la traza de la línea) y desplazamiento del puente de la cadena de amarre por efecto del viento (ángulo de desplazamiento de 20°).
- El ángulo de recubrimiento para el cable de tierra (ángulo de 35° entre la vertical y la línea ficticia que une la cúpula con el conductor más desfavorable)

En cada apoyo se indicará el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

De igual forma todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo, a una distancia mínima de 2 metros.

2.6.4. Cimentación

La cimentación está constituida por bloques de hormigón de sección cuadrada, y las mismas serán calculadas, para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Todos los apoyos dispondrán de una peana de protección en su base, con el objeto de proteger el acero contra la corrosión e impactos mecánicos. Dicha peana será de hormigón, y tendrá forma de “punta de diamante”, con una altura mínima de 0,2 metros en la parte lateral y 0,3 metros en el centro. Se evitará el remanso de agua en la parte inferior de los angulares de los montantes.

Las características de la cimentación de cada uno de los apoyos será la siguiente:

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h	b	H	c		
1	AGR-14000-20	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,7	0,5	1,1	2,95	4,11	15,84	16,89
2	HAR-2500-24	Normal	Monobloque	2,04	2,15	-	-	-	8,95	9,78
3	AGR-18000-10	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,85	0,65	1,1	3,15	2,69	17,88	18,93
4	AG-12000-12	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,55	0,45	1	2,8	2,96	12,37	13,24
5	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	-	-	-	3,16	3,5
6	HAR-2500-15	Normal	Monobloque	1,67	2,02	-	-	-	5,63	6,19
7	HAR-7000-20	Normal	Monobloque	2,1	2,54	-	-	-	11,2	12,08
8	HAR-5000-20	Normal	Monobloque	1,86	2,42	-	-	-	8,37	9,06
9	HAR-7000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41	-	-	-	7,64	8,27
10	AGR-14000-18	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,7	0,5	1,1	2,95	3,84	15,84	16,89
11	C-7000-26	Normal	Monobloque	2,64	2,45	-	-	-	17,08	18,47
12	HAR-7000-20	Normal	Monobloque	2,1	2,54	-	-	-	11,2	12,08
13	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	-	-	-	3,16	3,5
14	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	-	-	-	3,16	3,5
15	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79	-	-	-	2,37	2,63
16	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79	-	-	-	2,37	2,63
17	C-1000-20	Normal	Monobloque	1,22	1,82	-	-	-	2,71	3,01

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h	b	H	c		
18	HA-4500-16	Normal	Monobloque	1,74	2,3	-	-	-	6,96	7,57
19	C-7000-22	Normal	Monobloque	2,3	2,43	-	-	-	12,85	13,91
20	C-2000-22	Normal	Monobloque	1,38	2,13	-	-	-	4,06	4,44
21	AGR-14000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,75	0,55	1,1	2,9	3,5	15,92	16,97

Tabla 18. Características cimentación

Las fundaciones serán tipo pata de elefante:

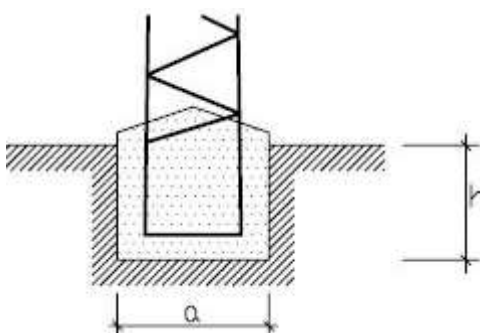


Ilustración 18. Cimentación monobloque

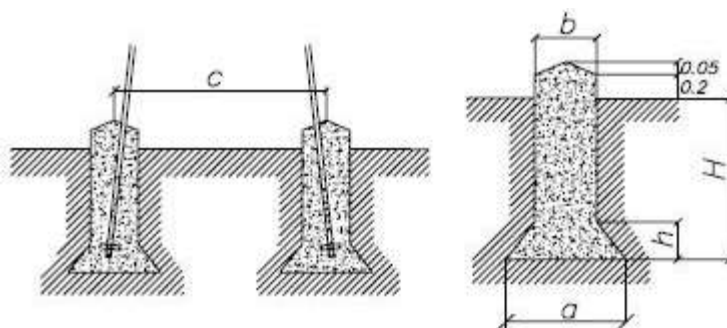


Ilustración 19. Cimentación tetrabloque

3. Resumen de presupuesto

Código	Capítulo	Resumen	Importe
1	Trabajos previos		10.500,00 €
2	Línea de evacuación		500.130,27 €
2.01	Obra Civil		221.969,24 €
2.02	Suministro y Montaje Mecánico		100.982,00 €
2.03	Suministro y Montaje Eléctrico		177.179,04 €
3	Varios		80.146,74 €
3.01	Seguridad y Salud		22.146,74 €
3.02	Gestión de residuos		6.000,00 €
3.03	Control de calidad y puesta en marcha		52.000,00 €
	Total Presupuesto Ejecución Material		590.777,01 €
	Gastos generales (13%)		76.801,01 €
	Beneficio Industrial (6%)		35.446,62 €
	IVA (21%)		147.635,18 €
	TOTAL		TOTAL
	TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)		703.024,65 €
	TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)		850.659,82 €

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata de la planta fotovoltaica asciende a la cantidad de OCHOCIENTOS CINCUENTA MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS, I.V.A. incluido.

Jerez de la Frontera, Febrero de 2024

Anejo 1: Memoria de cálculo MT

Proyecto Ejecutivo de Línea Aéreo-Subterránea de MT 15 kV en el T.M. de Jerez de la Frontera (Cádiz)

IFV "Romero"

Promotor: **Bogaris PV50 S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Febrero 2024

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. CÁLCULO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EN 15 KV	4
2.1. OBJETO	4
2.2. CRITERIOS BASE PARA EL CÁLCULO	4
2.3. NORMATIVA APLICABLE	5
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR	5
2.5. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN	6
2.6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO	6
2.6.1. <i>Máxima intensidad nominal</i>	6
2.6.2. <i>Cálculo por Caída de Tensión</i>	9
2.6.3. <i>Cálculo por Intensidad de Cortocircuito</i>	9
2.6.4. <i>Pérdida de potencia</i>	10
2.7. SISTEMA DE PROTECCIONES	11
2.7.1. <i>Protección contra cortocircuitos</i>	11
2.7.2. <i>Protección contra sobrecargas</i>	11
2.7.3. <i>Protección contra sobretensiones</i>	12
2.8. RESULTADOS DE CÁLCULO	12
3. CÁLCULO DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN EN 15 KV	12
3.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	12
3.1.1. <i>Densidad de corriente máxima admisible</i>	12
3.1.2. <i>Intensidad máxima admisible</i>	12
3.1.3. <i>Resistencia eléctrica de la línea por circuito</i>	13
3.1.4. <i>Reactancia inductiva de la línea</i>	13
3.1.5. <i>Reactancia capacitiva de la línea</i>	14
3.1.6. <i>Potencia máxima a transportar por circuito</i>	14
3.1.7. <i>Caída de tensión</i>	14
3.1.8. <i>Pérdida de potencia</i>	15

3.1.9.	<i>Efecto corona</i>	15
3.2.	CÁLCULOS MECÁNICOS	16
3.2.1.	<i>Tensión máxima del tendido (T_0)</i>	16
3.2.2.	<i>Vano de regulación</i>	16
3.2.3.	<i>Ecuación de cambio de condiciones</i>	16
3.2.4.	<i>Flecha máxima</i>	17
3.2.5.	<i>Distancias de seguridad</i>	17
3.2.6.	<i>Desviación de la cadena de aisladores</i>	18
3.2.7.	<i>Cúpula del cable de tierra</i>	19
3.2.8.	<i>Apoyos</i>	19
3.2.9.	<i>Cimentaciones</i>	23
3.2.10.	<i>Aisladores y herrajes</i>	24

1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado al proyectar la línea de aéreo – subterránea en 15 kV para la evacuación de la energía generada por la instalación fotovoltaica IFV Romero hasta la SET Montealt 15 kV.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo eléctrico de línea subterránea de media tensión en 15 kV.
- Cálculo eléctrico de línea aérea de media tensión en 15 kV.
- Cálculo mecánico de línea aérea de media tensión en 15 kV.

2. Cálculo de línea subterránea de media tensión en 15 kV

2.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la infraestructura de evacuación en 15 kV del Centro de Seccionamiento de la Planta Fovoltaica IFV Romero hasta la SET Montealt 15 kV.

El cableado de media tensión engloba la línea aéreo – subterránea que conecta el centro de seccionamiento con la SET Montealt.

2.2. Criterios base para el cálculo

Los criterios que se seguirán para el cálculo son:

- No se excederá la capacidad de carga de corriente continua máxima, después de aplicar factores de reducción de potencia según la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 06.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de media tensión será del 5 %. La pérdida de potencia máxima será igualmente de 2,5 %.
- La temperatura del cable en condiciones normales debe ser inferior a la temperatura máxima permitida para el cable con la corriente nominal.
- La capacidad de rotura mecánica de cualquier cable no se superará en condiciones de fallo por cortocircuito.
- La temperatura máxima de cortocircuito del conductor no se excederá en condiciones de fallo.
- El tiempo máximo de despeje de fallo trifásico de cortocircuito será de 0,5 segundos.
- El tiempo máximo de despeje de fallo de cortocircuito a tierra es de 1 segundo.

- La temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento.
- No se considera efecto de la radiación solar sobre el cable ya que los cables discurrirán enterrados.
- Se considera que la profundidad de instalación es de 1,00 m (medido hasta la parte superior del cable).
- Se considera que para el suelo la temperatura será de 25°C.
- Se considera que el factor de potencia es igual a 0,95.

2.3. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

2.4. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 H-1 Al/0L/20L 12/20 kV, con las siguientes características.

- | | |
|---|---|
| - Tipo constructivo: | Unipolar |
| - Conductor: | Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228 |
| - Aislamiento: | XLPE |
| - Nivel aislamiento: | 12/20 kV |
| - Pantalla metálica: | Corona de hilos de cobre |
| - Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: | 90 °C |
| - Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: | 250 °C |

- Temperatura mínima de servicio: -15 °C

2.5. Condiciones de la Instalación

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 25 °C
- Resistividad media del terreno: 1,00 Km/W
- Profundidad de enterramiento: 1,00 m.
- Agrupación de circuitos: 1 circuito de cable aluminio unipolar directamente enterrado.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,00 K·m/W según la UNE 21144-3-1.

2.6. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Máxima intensidad nominal.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

2.6.1. Máxima intensidad nominal

La máxima intensidad nominal vendrá dada por la expresión:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

Siendo:

- S [kVA] potencia máxima de generación
- U_n [kV] Tensión nominal

Línea MT	Desde	Hasta	Potencia máxima (kVA)	Tensión nominal (kV)	Máxima Intensidad (A)
1	CS	Apoyo 1	4.950	15	190,53
	Apoyo 21	SET	4.950	15	190,53

Tabla 1. Configuración instalación media tensión

El dimensionamiento del cableado se establece teniendo en cuenta que la capacidad amperimétrica del cable deberá corregirse las condiciones de instalación establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-06 “Líneas subterráneas con cables aislados”.

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 7 de la ITC-LAT 06 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 ($f_1 = 1,00$).

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno, θ_v , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 2. Factor de corrección, F para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Profundidad de instalación: según la tabla 11 de la ITC-LAT 06 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,25 metros, el factor de corrección es 0,98 ($f_2 = (0,98)$).

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 3. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

- Resistividad térmica del terreno: dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terreno, de 1,00 Km/W ($f_3 = 1,00$).

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

Tabla 4. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W

- Distancia entre ternos: según la tabla 10 de la ITC-LAT 06, se tiene que, para una configuración de dos circuitos, el factor de corrección es de 0,82 ($f_4 = 0,82$).

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

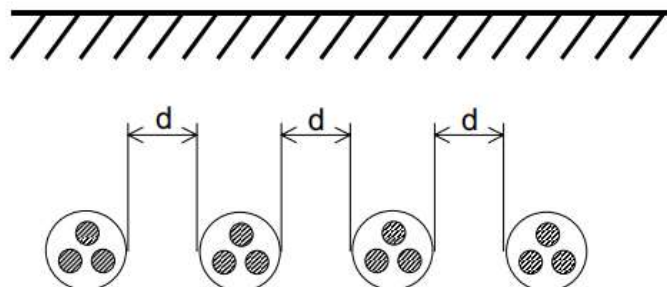


Tabla 5. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

2.6.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{N} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- N número de cables por fase
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $\cos\varphi$ es el factor de potencia

En los criterios de diseño se establece como base para el cálculo que la temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento. Así, la resistencia a 90°C (temperatura máxima del aislamiento) a partir del dato de la resistencia a 20°C del cable y de los datos de la norma UNE 21096 se calcula por la expresión:

$$R_{90^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha(T - 20)]$$

También se establece en los criterios de cálculo que el factor de potencia será igual a 0,95 ($\cos\phi = 0,95$).

2.6.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)
- S es la sección del conductor (mm^2)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- θ_f es la temperatura final del cortocircuito ($^{\circ}C$)

- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito (°C)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 6. Constantes dependientes del material

Aislamiento	θ_i	θ_f
PVC	70	160
XLPE/EPR	90	250

Tabla 7. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K :

Material y Aislamiento	K
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 8. Valor de la constante K

2.6.4. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia por efecto Joule que se produce para la máxima potencia de la línea viene dada por la fórmula:

$$P_{p,máx.} = 3 * r * L * (I_{máx.})^2$$

Siendo:

- $P_{p,máx.}$: Pérdida de potencia máxima por efecto Joule (kW)
- r : Resistencia de la línea (Ω/km)
- L : longitud de la línea (km)

Así, en porcentaje, se tiene:

$$P_{p,TOTAL}(\%) = \frac{P_p}{P} = \frac{W}{W} = \%$$

2.7. Sistema de Protecciones

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

2.7.1. Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán 298 A y 54 A respectivamente, tal y como se indica en el capítulo 6 de la ITC-LAT 06 para cables de aislamiento XLPE.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

2.7.2. Protección contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas

conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

2.7.3. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIERAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

2.8. Resultados de Cálculo

En el *Anexo I. Cálculo eléctrico LSMT 15 kV* se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.

3. Cálculo de línea aérea de media tensión en 15 kV

3.1. Cálculos eléctricos

3.1.1. Densidad de corriente máxima admisible

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC 07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, 147-AL1/34-ST1A (LA-180), de 181,60 mm² de sección y configuración 30+7, la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\text{máx.adm.}} = 2,3401 \text{ A/mm}^2$$

3.1.2. Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible se calculará como el producto de la densidad de corriente máxima y la sección del conductor, que, en este caso, para el conductor 147-AL1/34-ST1A (LA-180) es de 181,60 mm²:

$$I_{\text{máx.adm.}} = D_{\text{máx.adm.}} \cdot S \cdot n^{\circ} \text{ conductores de fase} = 2,3401 \text{ A/mm}^2 \cdot 181,60 \text{ mm}^2 \cdot 1 = 424,95 \text{ A}$$

Siendo:

- I: Intensidad de corriente máxima en A.
- S: sección del conductor en mm².
- D_{máx. adm.}: densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm²).

3.1.3. Resistencia eléctrica de la línea por circuito

La resistencia de la línea será:

$$R_L = [L \cdot R] / n^{\circ}$$

Donde:

- L Longitud de la línea (km)
- R Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura (Ω)
- R_L Resistencia total de la línea (Ω)
- n^o Número de conductores por fase

Por lo tanto:

$$R_L = \frac{4,654 \text{ km} \times 0,1962 \text{ Ω/km}}{1} = 0,9131 \text{ Ω}$$

3.1.4. Reactancia inductiva de la línea

La reactancia inductiva por unidad de longitud de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left(\frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,605 \cdot \log(D/r) \right) \cdot 10^{-4} \text{ Ω/Km}$$

Donde:

- X: Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.
- f: Frecuencia de la red en hercios=50.
- r: Radio equivalente del conductor en milímetros.
- D: Separación media geométrica entre conductores en milímetros.
- μ: Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.
- N: Número de conductores por fase.

La separación media geométrica (D) se calcula como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}}$$

Por lo tanto:

$$X = 0,3781 \text{ Ω/km}$$

$$X_L = 4,654 \text{ km} \times 0,3781 \frac{\Omega}{\text{km}} = 1,7596 \Omega$$

3.1.5. Reactancia capacitiva de la línea

La capacidad de una línea es un parámetro que se produce debido a la diferencia de potencial entre los conductores, y viene dada por la siguiente expresión:

$$C = m \cdot \frac{24,2}{\log \frac{D}{r_{eq}}} \cdot 10^{-9} \text{ (F/km)}$$

Siendo:

- m: número de circuitos
- D: Separación media geométrica entre conductores en mm
- Req: Radio equivalente del haz de subconductores (mm) (simplex $r_{eq} = r$)
- r: Radio del conductor o subconductor (mm)

De esta manera:

$$C = 0,0097 \text{ } \mu\text{F/km}$$

3.1.6. Potencia máxima a transportar por circuito

La máxima potencia que se puede transportar por cada circuito de la línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{\text{m} \times \text{x}} = \sqrt{3} * U * \cos \varphi * I_{\text{m} \times \text{x}}$$

Siendo:

- $P_{\text{m} \times \text{x}}$: Potencia máxima a transportar por la línea (MW)
- U: tensión nominal de la línea (kV)
- $\cos(\varphi)$: factor de potencia (0,95)

Entonces:

$$P_{\text{m} \times \text{x}} = \sqrt{3} * 15 \text{ kV} * 0,95 * 424,95 \text{ A} = 10.488 \text{ kW}$$

En este caso la potencia transportada máxima será de 5,00 MW por lo que cumple sobradamente con los requisitos de potencia máxima.

3.1.7. Caída de tensión

La caída tensión para la potencia transportada viene dada por la fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} * I_n * L * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)$$

Siendo:

- ΔV : caída de tensión (V)
- L: longitud de la línea (km)

Por lo tanto:

$$\Delta V = \sqrt{3} * 144,34 * 4,654 \text{ km} * (0,1962 * 0,95 + 0,3781 * 0,31) \Omega/\text{km} = 353,24 \text{ V}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{U} * 100 = \frac{353,24 \text{ V}}{15.000 \text{ V}} * 100 = 2,35\% < 5\%$$

3.1.8. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia por efecto Joule que se produce para la máxima potencia de la línea viene dada por la fórmula:

$$P_{P,m\acute{a}x.} = 3 * r * L * (I_{m\acute{a}x.})^2$$

Siendo:

- $P_{P,m\acute{a}x.}$: Pérdida de potencia máxima por efecto Joule (kW)
- r: Resistencia de la línea (Ω/km)
- L: longitud de la línea (km)

Por lo tanto:

$$P_{P,m\acute{a}x.} = 3 * 0,1962 \frac{\Omega}{\text{km}} * 4,654 \text{ km} * (144,34)^2 * 10^{-3} = 57,07 \text{ kW}$$

$$P_{P,m\acute{a}x.}(\%) = \frac{P_{P,m\acute{a}x.}}{P_{m\acute{a}x.}} * 100 = \frac{57,07 \text{ kW}}{5.000 \text{ kW}} * 100 = 1,14 \%$$

3.1.9. Efecto corona

La tensión crítica disruptiva tiene la expresión:

$$U_c = \frac{29,8}{\sqrt{2}} * m_c * m_t * \frac{298}{273 + \theta} * e^{-\frac{h}{8.150}} * r * n * \ln\left(\frac{D}{r_{eq.}}\right)$$

Donde:

- m_c : Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85)
- θ : Temperatura máxima del tendido (50 °C)
- h: Cota máxima del terreno en metros (500).
- r: Radio del conductor (mm).
- $r_{eq.}$: Radio equivalente del conductor (mm).
- m_t : Coeficiente del estado del tiempo (0,8)
- D: Distancia media geométrica entre conductores (mm).

Según los datos de la línea, la tensión crítica disruptiva es $74 \text{ kV} > 17,5/\sqrt{3} \text{ kV}$, por lo que no existen pérdidas por efecto corona.

Según la fórmula de Peek:

$$P_{corona} = 241 * (f + 25) * \left(\frac{U_s}{\sqrt{3}} - U_c \right)^2 * \sqrt{\frac{r}{D}} * 10^{-5}$$

Donde:

- P_{corona} : Pérdidas por efecto Corona (kW/km*fase)

3.2. Cálculos mecánicos

3.2.1. Tensión máxima del tendido (T_0)

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (T_0), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.
- Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda el porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

3.2.2. Vano de regulación

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- a_r : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- b_i : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)
- a_i : Proyección horizontal de b_i (m)

3.2.3. Ecuación de cambio de condiciones

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica.

Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E$$

$$B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

Siendo:

- ar: Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- To: Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- θ_0 : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).
- Po: Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).
- T: Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- θ : Temperatura en las condiciones finales (°C).
- P: Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- S: Sección del conductor (mm²).
- E: Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm²).
- α : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga}_{\text{hielo o viento}}$$

3.2.4. Flecha máxima

Las flechas que se alcanzan en cada vano se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

Siendo

- a: Longitud proyectada del vano (m).
- h: Desnivel (m).
- b: Longitud real del vano (m) $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- T: Componente horizontal de la tensión (kg).
- p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de 6 metros.

3.2.5. Distancias de seguridad

3.2.5.1. Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., en todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (Con un mínimo de 6 m.)}$$

A un nivel de tensión de 15 kV le corresponde una Del de 0,16 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:

$$Dadd + Del = 5,46 \text{ m}$$

3.2.5.2. Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T. Esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.
- F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).
- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L=0$.
- D_{pp} : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T, en función de la tensión más elevada de la línea.

3.2.5.3. Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a Del .

- Del : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En este caso:

$$Del = 0,16 \text{ m}$$

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

3.2.6. Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * (\frac{a_1 + a_2}{2}) + \frac{E_c}{2}}{P(\frac{a_1 + a_2}{2}) + T_{-t+\frac{v}{2}} * (\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}) + \frac{P_c}{2}}$$

- γ : Ángulo de desviación.

- Ec: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).
- Pc: Peso de cada cadena (kg).
- a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).
- h1 y h2: Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- Tt+v/2: Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.
- d: Diámetro del conductor (m).
- P: Peso unitario del conductor (kg/m).
- Kv: Presión mitad del viento (kg/m2).

3.2.7. Cúpula del cable de tierra

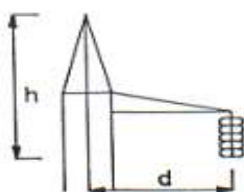
En el cálculo de la cúpula para el cable de tierra se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinado por este punto y el conductor de fase no exceda de 35°.

Así la altura mínima de la cúpula:

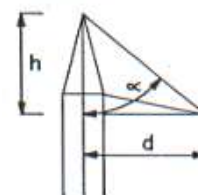
$$tg35 = \frac{d}{h_{min}} \quad h \geq \frac{d}{tg35_{min}}$$

Estas distancias, para apoyos de amarre y suspensión, son las siguientes:

Apoyos de suspensión:



Apoyos de amarre:



3.2.8. Apoyos

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C).

3.2.8.1. Acciones consideradas

- Carga vertical permanente (Pvp):

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] (kg)$$

Siendo:

- a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- Pcond: Peso propio del conductor.
- Pcadl: Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n: Número de conductores.

- h1 y h2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- Sobrecarga por hielo (Sh):

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- Ph: Sobrecarga de hielo. En zona B = 0,18. (Kg/m); en zona C = 0,36. (kg/m). Siendo d el diámetro del conductor (mm).

- Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$

Siendo:

- q: Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²). Siendo $q = 60 \cdot (V_v/120)^2$ Kg/m² cuando $d \leq 16$ mm y $q = 50 \cdot (V_v/120)^2$ kg/m² cuando $d \geq 16$ mm.
- d: diámetro del conductor en mm.

- Resultante de ángulo (Ra):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (kg)}$$

Siendo, al igual que antes, α el ángulo interno que forman los conductores entre sí.

- Desequilibrio de tracciones (Dt):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{\text{máxima}}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

- Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

- Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Un ≤66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

- Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:
 - 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.
- Desequilibrios muy pronunciados:
 - Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.
- Desequilibrio en apoyos especiales:
 - Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.
- Rotura de conductores (Rc):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
 - Rotura de un solo conductor o cable de tierra.
 - Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):
 - El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.
 - El 75% en líneas de 3 conductores.
 - No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.
- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
 - Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.
- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:
 - Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):
 - El 100% para líneas con un conductor por fase.
 - El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.
- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.
 - Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.
- Rotura de conductores en apoyos especiales.
 - Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

3.2.8.2. Hipótesis de cálculo de apoyos

Las condiciones de las hipótesis de cálculo para la Zona A se extraen de la sección 3.5.3 del ITC07, y se muestran a continuación.

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.				
V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal				

Ilustración 1. Hipótesis de cálculo de apoyos zona A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1º HIPÓTESIS (Viento)	3º HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4º HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apartado 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea.	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.				
V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal				

Ilustración 2. Hipótesis de cálculo de apoyos zona A

3.2.9. Cimentaciones

3.2.9.1. Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot (h_t / 2 + 2/3 \cdot t)$$

Siendo

- F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg
- h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- t = Profundidad de la cimentación en m.
- Fv = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.
- ht = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4; \quad M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$$

Siendo:

- M1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.
- M2 = Momento debido a las cargas verticales.
- K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (Kg/cm² x cm)
- a = Anchura de la cimentación en metros.
- p = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

3.2.9.2. Cimentaciones de cuatro patas

Las cimentaciones de las torres de patas separadas están constituidas por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada o circular. Cada uno de estos bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción (F_t), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón (P_h) más el del cono de tierras arrancadas (P_c) con un coeficiente de seguridad de 1,5:

$$(P_c + P_h)/F_t \geq 1,5$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión (F_c), la presión ejercida por este más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de área A) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno (σ):

$$(F_c + P_h)/A \leq \sigma$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en el apartado 5 de la memoria descriptiva.

3.2.10. Aisladores y herrajes

3.2.10.1. Aisladores

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores con un coeficiente de seguridad de:

$$U70BS; C.S. = 7000 / 2050 = 3,41$$

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo). Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

3.2.10.2. Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

Jerez de la Frontera, Febrero de 2024

Anexo I: Cálculo eléctrico LSMT 15 kV

Línea MT	Desde	Hasta	S (mm2)	Nº conductores por fase	Material	Longitud (m)	Nº inv	Nº circuitos/zanja	S (MVA)	V (V)	I (A)	k1	k2	k3	k4	Io (A)	Iz (A)	I/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas P (W)	Pérdidas P (%)	Icc (kA)	Smin para Icc (mm2)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio cortocircuito
1	CS	Apoyo 1	300	1	AL/XLPE	3,00	3	1	4.950	15.000	285,79	1	1	1	1	390	390,00	73,28	0,31	0,00	0,00	83,06	0,00	21,998	239,11	OK	OK	OK
2	Apoyo 21	SET	300	1	AL/XLPE	1.334,45	3	6	4.950	15.000	285,7884	1	1	1	0,82	390	319,80	89,36	94,00	0,63	0,63	36.947,92	0,75	21,998	239,11	OK	OK	OK

Anexo II: Cálculo Mecánico LAMT 15 kV

Listado de anexos

- Distancias de Apoyos
- Esfuerzos
- Detalles de Apoyos
- Tablas de Tendido Conductores de Fase
- Tablas de Tendido Conductor de Protección
- Tensiones y Flechas Conductores de Fase
- Tensiones y Flechas Conductor de Protección
- Coeficientes de Seguridad.
- Cimentaciones



DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"

Tensión de la línea [kV]: 15

Configuración Simplex.

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16

Altura puente [m]: 0,51

Oscilación puente [°]: 20

Oscilación puente [m]: 0,17

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,51

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,51

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 9,28

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 9,28

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 10,2

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 10,2

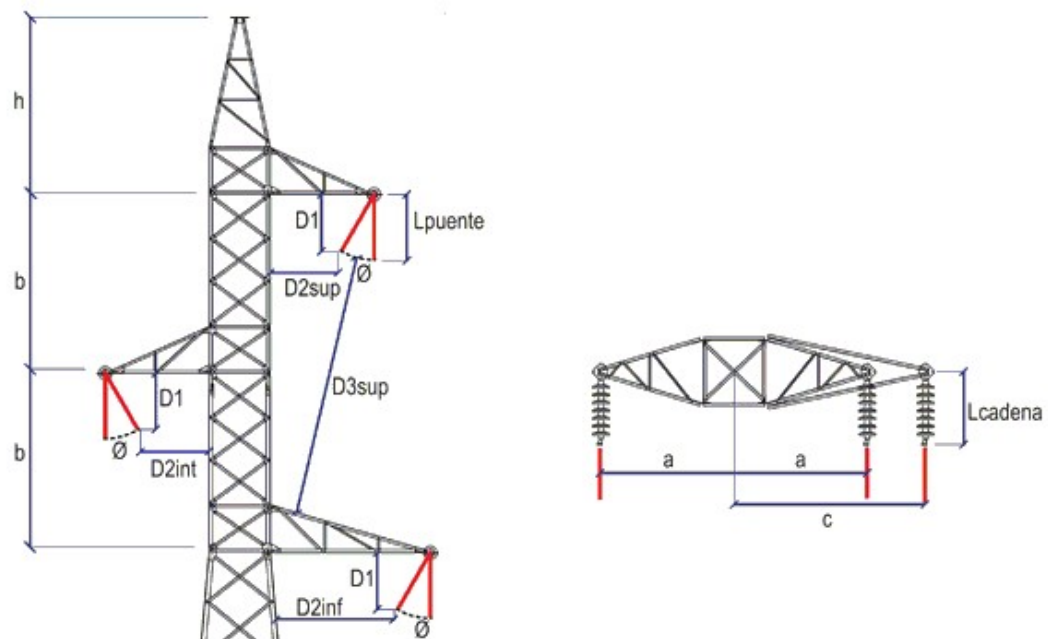
Diámetro conductor [mm]: 17,5

Peso conductor [Kg/m]: 0,68

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,45

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	b (°)	b (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
1	FL	AGR-14000-20	S	20,4	20,5	2	2	2	3,7				1,21	4	4,21	---	---	1,21	3,99	0,51	0,48	1,15	1,15	1,12	2,71	---	
21	FL	AGR-14000-16	S	15	16	2	2	2	3,7				1,76	4	4,21	1,82	3,81	---	---	0,51	0,48	1,15	1,15	1,12	2,71	---	

DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"





DISTANCIAS ALINEACIONES "S"

Tensión de la línea [kV]: 15

Configuración Simplex.

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16

Altura puente [m]: 0,51

Oscilación puente [°]: 20

Oscilación puente [m]: 0,17

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,51

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,51

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 9,28

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 9,28

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 10,2

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 10,2

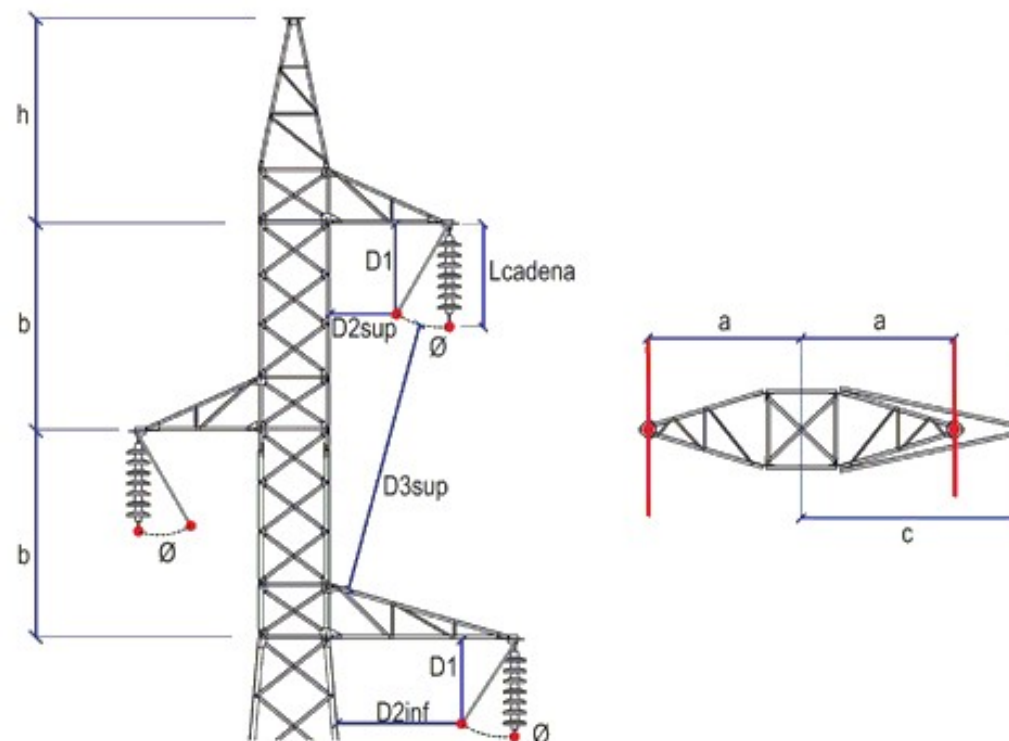
Diámetro conductor [mm]: 17,5

Peso conductor [Kg/m]: 0,68

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,45

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	b (°)	b (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	L	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
5	AL-SU	C-1000-22	S	15	16,65	1,2	1	1	1,5	62,66	67,04	OK	1,28	2,33	2,25	1,28	3,4	1,07	3,17	0,51	0,24	0,25	0,25	0,25	1,36	---	
13	AL-SU	C-1000-22	S	16	16,65	1,2	1	1	1,5	37,41	67,04	OK	1,45	2,33	2,25	1,45	3,26	1,43	2,75	0,51	0,41	0,44	0,44	0,43	1,36	---	
14	AL-SU	C-1000-22	S	16	16,65	1,2	1	1	1,5	35,17	67,04	OK	1,43	2,33	2,25	1,43	2,75	1,4	2,75	0,51	0,42	0,45	0,45	0,44	1,36	---	
15	AL-SU	C-1000-18	S	12	12,7	1,2	1	1	1,5	25,22	67,04	OK	1,4	2,33	2,25	1,4	2,75	1,37	2,73	0,51	0,46	0,53	0,53	0,52	1,37	---	
16	AL-SU	C-1000-18	S	12	12,7	1,2	1	1	1,5	52,56	67,04	OK	1,39	2,33	2,25	1,37	2,73	1,39	2,76	0,51	0,31	0,34	0,34	0,33	1,36	---	
17	AL-SU	C-1000-20	S	14	14,69	1,2	1	1	1,5	25,16	67,04	OK	1,39	2,33	2,25	1,39	2,76	1,39	2,98	0,51	0,46	0,53	0,53	0,52	1,37	---	
20	AL-SU	C-2000-22	S	16	16,56	1,2	1	1	1,5	30,73	67,04	OK	1,82	2,33	2,25	1,82	2,57	1,82	3,81	0,51	0,44	0,49	0,49	0,48	1,36	---	

DISTANCIAS ALINEACIONES "S"





DISTANCIAS ÁNGULOS "S"

Tensión de la línea [kV]: 15

Configuración Simplex.

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16

Altura puente [m]: 0,51

Oscilación puente [°]: 20

Oscilación puente [m]: 0,17

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,51

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,51

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 9,28

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 9,28

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 10,2

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 10,2

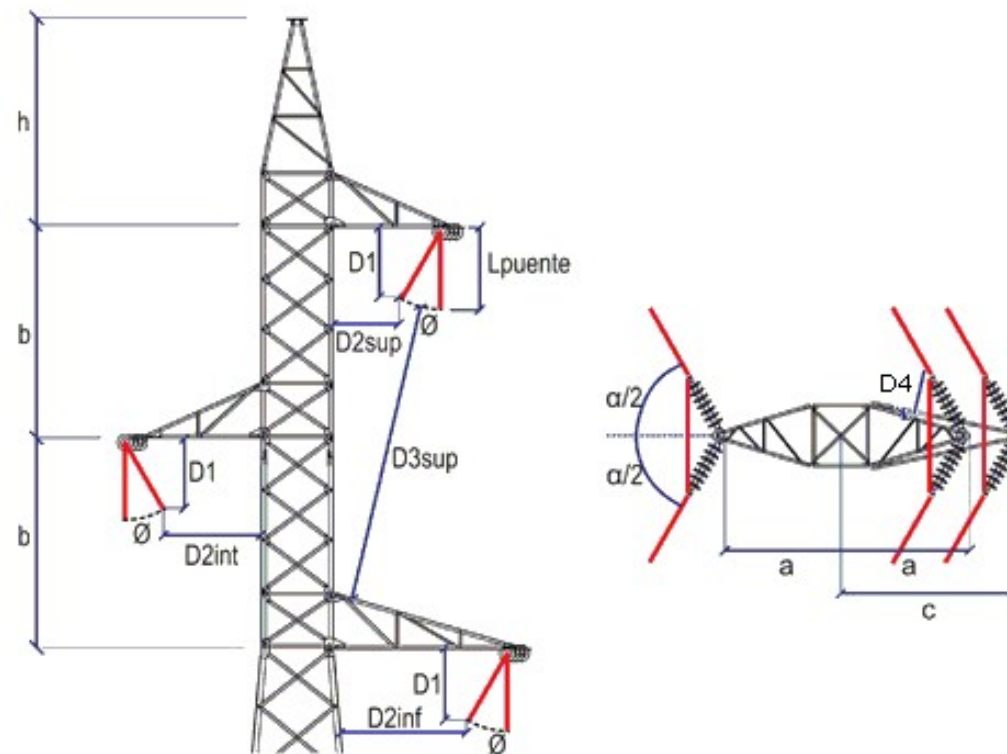
Diámetro conductor [mm]: 17,5

Peso conductor [Kg/m]: 0,68

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,45

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	b (°)	b (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	D4
2	AN-AM	HAR-2500-24	S	20,4	21,91	2	2	2	3				1,31	4	3,6	1,21	3,99	1,31	3,92	0,51	0,48	1,26	1,26	1,25	2,79	---	0,47
3	AN-AM	AGR-18000-10	S	10	10	2	2	2	3,7				1,69	3,71	4,02	1,31	3,92	1,69	4,4	0,51	0,48	0,84	0,84	0,8	2,52	---	0,21
4	AN-AM	AG-12000-12	S	11	12	2	2	2	3,7				1,69	3,94	4,07	1,69	4,4	1,28	3,4	0,51	0,48	0,9	0,9	0,87	2,56	---	0,27
6	AN-AM	HAR-2500-15	S	13	13,22	2	2	2	3				2,6	4	3,61	1,07	3,17	2,6	4,93	0,51	0,48	1,27	1,27	1,26	2,8	---	0,47
7	AN-AM	HAR-7000-20	S	17	17,69	2	2	2	3				2,6	4	3,59	2,6	4,93	1,34	3,72	0,51	0,48	1,19	1,19	1,18	2,75	---	0,44
8	AN-AM	HAR-5000-20	S	17	17,7	2	2	2	3				1,34	4	3,59	1,34	3,72	1,21	3,67	0,51	0,48	1,21	1,21	1,2	2,76	---	0,45
9	AN-AM	HAR-7000-13	S	11	11,29	2,5	2	2	3				1,21	4,61	3,57	1,21	3,67	1,05	3,84	0,51	0,48	1,15	1,15	1,14	3,55	---	0,42
10	AN-AM	AGR-14000-18	S	18	18,5	2	2	2	3,7				1,6	3,73	4,02	1,05	3,84	1,6	3,2	0,51	0,48	0,84	0,84	0,81	2,52	---	0,22
11	AN-AM	C-7000-26	S	19	20,55	1,2	1	1	1,5				1,6	2,3	1,79	1,6	3,2	1,49	2,9	0,51	0,48	0,48	0,48	0,45	1,33	---	0,44
12	AN-AM	HAR-7000-20	S	17	17,69	2	2	2	3				1,49	4	3,59	1,49	2,9	1,45	3,26	0,51	0,48	1,2	1,2	1,19	2,76	---	0,45
18	AN-AM	HA-4500-16	S	14	14,22	1,4	1,5	1,5	2,7				1,31	2,8	3,09	1,39	2,98	1,26	2,55	0,51	0,48	0,73	0,73	0,72	1,74	---	0,42
19	AN-AM	C-7000-22	S	16	16,57	1,2	1	1	1,5				1,76	2,28	1,79	1,26	2,55	1,82	2,57	0,51	0,48	0,45	0,45	0,42	1,31	---	0,43

DISTANCIAS ÁNGULOS "S"



Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	AGR-14000	129	113	500	94	1900	83	1947	366	7647	10059	3800
2	AN-AM	S	HAR-2500	150	112	563	413	0	388	13	1628	15	1895	1
3	AN-AM	S	AGR-18000	316	275	1223	3197	26	3280	2	12870	79	16258	51
4	AN-AM	S	AG-12000	103	69	378	2211	23	2253	19	8886	88	11264	46
5	AL-SU	S	C-1000	55	37	204	158	0	145	0	619	0	650	---
6	AN-AM	S	HAR-2500	308	271	1195	357	2	334	82	1406	89	1767	5
7	AN-AM	S	HAR-7000	317	268	1218	1223	24	1228	52	4898	124	5831	48
8	AN-AM	S	HAR-5000	165	126	622	910	2	899	13	3629	19	4218	4
9	AN-AM	S	HAR-7000	113	77	414	1402	4	1398	18	5603	31	6797	9
10	AN-AM	S	AGR-14000	229	197	886	2508	30	2553	11	10079	100	12761	59
11	AN-AM	S	C-7000	201	168	772	936	2	939	6	3748	11	3959	2
12	AN-AM	S	HAR-7000	160	127	607	787	1	782	11	3145	16	3658	3
13	AL-SU	S	C-1000	146	125	563	207	0	192	0	813	0	854	---
14	AL-SU	S	C-1000	151	130	583	202	0	187	0	794	0	834	---
15	AL-SU	S	C-1000	196	175	763	197	0	183	0	774	0	813	---
16	AL-SU	S	C-1000	101	80	385	197	0	182	0	773	0	812	---

Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AL-SU	S	C-1000	244	217	949	248	0	229	0	973	0	1022	---
18	AN-AM	S	HA-4500	149	110	557	584	0	564	7	2317	8	2710	1
19	AN-AM	S	C-7000	227	185	867	1443	13	1456	32	5786	72	6171	13
20	AL-SU	S	C-2000	233	208	908	277	0	260	0	1090	0	1146	---
21	FL	S	AGR-14000	126	108	486	143	1900	130	1990	559	7690	10389	3800

Esfuerzos. 2ª HIPÓTESIS (Hielo)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	AGR-14000											
2	AN-AM	S	HAR-2500											
3	AN-AM	S	AGR-18000											
4	AN-AM	S	AG-12000											
5	AL-SU	S	C-1000											
6	AN-AM	S	HAR-2500											
7	AN-AM	S	HAR-7000											
8	AN-AM	S	HAR-5000											
9	AN-AM	S	HAR-7000											
10	AN-AM	S	AGR-14000											
11	AN-AM	S	C-7000											
12	AN-AM	S	HAR-7000											
13	AL-SU	S	C-1000											
14	AL-SU	S	C-1000											
15	AL-SU	S	C-1000											
16	AL-SU	S	C-1000											

Esfuerzos. 2ª HIPÓTESIS (Hielo)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AL-SU	S	C-1000											
18	AN-AM	S	HA-4500											
19	AN-AM	S	C-7000											
20	AL-SU	S	C-2000											
21	FL	S	AGR-14000											

Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	AGR-14000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AN-AM	S	HAR-2500	120	90	450	123	285	127	293	495	1148	1909	---
3	AN-AM	S	AGR-18000	253	220	978	2188	223	2287	233	8852	902	12299	---
4	AN-AM	S	AG-12000	103	69	378	1863	242	1947	253	7535	978	10733	---
5	AL-SU	S	C-1000	55	37	204	0	152	0	155	0	611	644	---
6	AN-AM	S	HAR-2500	308	271	1195	61	285	65	303	249	1158	1643	---
7	AN-AM	S	HAR-7000	253	215	975	610	281	649	299	2480	1141	4228	---
8	AN-AM	S	HAR-5000	132	101	498	489	282	505	291	1972	1138	3614	---
9	AN-AM	S	HAR-7000	90	61	331	880	276	902	283	3542	1111	5650	---
10	AN-AM	S	AGR-14000	229	197	886	2164	225	2255	234	8748	908	12169	---
11	AN-AM	S	C-7000	201	168	772	640	280	667	292	2589	1133	3922	---
12	AN-AM	S	HAR-7000	160	127	607	520	282	539	293	2098	1138	3764	---
13	AL-SU	S	C-1000	146	125	563	0	152	0	157	0	613	646	---
14	AL-SU	S	C-1000	151	130	583	0	152	0	157	0	613	646	---
15	AL-SU	S	C-1000	196	175	763	0	152	0	157	0	613	646	---
16	AL-SU	S	C-1000	101	80	385	0	152	0	157	0	613	646	---

Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AL-SU	S	C-1000	195	174	759	0	152	0	157	0	613	646	---
18	AN-AM	S	HA-4500	119	88	445	245	284	253	293	989	1146	2520	---
19	AN-AM	S	C-7000	182	148	693	850	277	891	290	3442	1119	4807	---
20	AL-SU	S	C-2000	233	208	908	0	152	0	159	0	615	648	---
21	FL	S	AGR-14000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
1	FL	S	AGR-14000	129	113	500	0	0	0	1900	0	1947	0	5747	---	5747	7653	7600
2	AN-AM	S	HAR-2500	120	90	450	66	1899	133	0	137	0	469	1899	---	2368	2495	3798
3	AN-AM	S	AGR-18000	253	220	978	1183	1487	2366	0	2472	0	8386	1487	---	9873	12362	2974
4	AN-AM	S	AG-12000	103	69	378	1007	1611	2014	0	2104	0	7139	1611	---	8750	10772	3223
5	AL-SU	S	C-1000	55	37	204	0	950	0	0	0	0	0	950	950	---	---	---
6	AN-AM	S	HAR-2500	308	271	1195	33	1900	66	0	70	0	236	1900	---	2136	2247	3799
7	AN-AM	S	HAR-7000	253	215	975	330	1871	660	0	702	0	2351	1871	---	4222	4694	3742
8	AN-AM	S	HAR-5000	132	101	498	264	1882	529	0	546	0	1868	1882	---	3749	4125	3763
9	AN-AM	S	HAR-7000	90	61	331	476	1839	951	0	975	0	3354	1839	---	5193	5906	3679
10	AN-AM	S	AGR-14000	229	197	886	1170	1497	2340	0	2438	0	8287	1497	---	9784	12229	2994
11	AN-AM	S	C-7000	201	168	772	346	1868	692	0	722	0	2453	1868	---	4321	4492	1868
12	AN-AM	S	HAR-7000	160	127	607	281	1879	562	0	583	0	1987	1879	---	3866	4265	3758
13	AL-SU	S	C-1000	146	125	563	0	950	0	0	0	0	0	950	950	---	---	---
14	AL-SU	S	C-1000	151	130	583	0	950	0	0	0	0	0	950	950	---	---	---
15	AL-SU	S	C-1000	196	175	763	0	950	0	0	0	0	0	950	950	---	---	---
16	AL-SU	S	C-1000	101	80	385	0	950	0	0	0	0	0	950	950	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
17	AL-SU	S	C-1000	195	174	759	0	950	0	0	0	0	0	950	950	---	---	---
18	AN-AM	S	HA-4500	119	88	445	133	1895	265	0	273	0	936	1895	---	2831	3110	2843
19	AN-AM	S	C-7000	182	148	693	460	1844	919	0	963	0	3261	1844	---	5105	5322	1844
20	AL-SU	S	C-2000	233	208	908	0	950	0	0	0	0	0	950	950	---	---	---
21	FL	S	AGR-14000	126	108	486	0	0	0	1900	0	1990	0	5790	---	5790	7730	7600

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS PROTECCIÓN

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Rotura simple (Kg)		Rotura compuesta (Ángulos) (Kg)						
							Protección con rotura		Fase		Protección con rotura		Total		Esfuerzo equivalente
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	
1	FL	S	AGR-14000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AN-AM	S	HAR-2500	120	90	450	---	---	133	0	68	1956	467	1956	4130
3	AN-AM	S	AGR-18000	253	220	978	---	---	2366	0	1236	1554	8333	1554	12707
4	AN-AM	S	AG-12000	103	69	378	---	---	2014	0	1052	1684	7093	1684	11508
5	AL-SU	S	C-1000	55	37	204	0	968	---	---	---	---	---	---	---
6	AN-AM	S	HAR-2500	308	271	1195	---	---	66	0	35	2021	234	2021	3843
7	AN-AM	S	HAR-7000	253	215	975	---	---	660	0	351	1990	2330	1990	6835
8	AN-AM	S	HAR-5000	132	101	498	---	---	529	0	273	1941	1860	1941	6248
9	AN-AM	S	HAR-7000	90	61	331	---	---	951	0	488	1886	3342	1886	8400
10	AN-AM	S	AGR-14000	229	197	886	---	---	2340	0	1219	1560	8238	1560	12606
11	AN-AM	S	C-7000	201	168	772	---	---	692	0	361	1947	2438	1947	5756
12	AN-AM	S	HAR-7000	160	127	607	---	---	562	0	291	1950	1977	1950	6388
13	AL-SU	S	C-1000	146	125	563	0	980	---	---	---	---	---	---	---
14	AL-SU	S	C-1000	151	130	583	0	980	---	---	---	---	---	---	---
15	AL-SU	S	C-1000	196	175	763	0	980	---	---	---	---	---	---	---
16	AL-SU	S	C-1000	101	80	385	0	980	---	---	---	---	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS PROTECCIÓN

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
							Rotura simple (Kg)		Rotura compuesta (Ángulos) (Kg)						
							Protección con rotura		Fase		Protección con rotura		Total		Esfuerzo equivalente
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	
17	AL-SU	S	C-1000	195	174	759	0	980	---	---	---	---	---	---	---
18	AN-AM	S	HA-4500	119	88	445	---	---	265	0	137	1954	932	1954	5464
19	AN-AM	S	C-7000	182	148	693	---	---	919	0	481	1931	3239	1931	6378
20	AL-SU	S	C-2000	233	208	908	0	995	---	---	---	---	---	---	---
21	FL	S	AGR-14000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

RESULTADOS

Precio total hierro (2 €/Kg): 80902 €

Precio total cimentación: 33580,15 €

Peso total: 40451 Kg.

Volumen excavación: 188,7 m3 Volumen hormigón: 203,54 m3

Número apoyo	Función apoyo	Tipo torre	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Armados N y S				Armados T y B		Ahorcam. h real	Comprob. Esf. Vertical	Denominacion Torre	Código armado	Peso torre (Kg)
					Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"	Cruceta (m) "a"-"d"	Cruceta (m) "b"					
1	FL	AGR	S	AGR-14000	2	2	2	3,7			OK	OK	AGR-14000-20	S1111	3921
2	AN-AM	HAR	S	HAR-2500	2	2	2	3			OK	OK	HAR-2500-24	S1111	2116
3	AN-AM	AGR	S	AGR-18000	2	2	2	3,7			OK	OK	AGR-18000-10	S1111	2749
4	AN-AM	AG	S	AG-12000	2	2	2	3,7			OK	OK	AG-12000-12	S1111	2262
5	AL-SU	R.U.	S	C-1000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-1000-22	S1111	780
6	AN-AM	HAR	S	HAR-2500	2	2	2	3			OK	OK	HAR-2500-15	S1111	1426
7	AN-AM	HAR	S	HAR-7000	2	2	2	3			OK	OK	HAR-7000-20	S1111	2548
8	AN-AM	HAR	S	HAR-5000	2	2	2	3			OK	OK	HAR-5000-20	S1111	2173
9	AN-AM	HAR	S	HAR-7000	2,5	2	2	3			OK	OK	HAR-7000-13	S2111	1821
10	AN-AM	AGR	S	AGR-14000	2	2	2	3,7			OK	OK	AGR-14000-18	S1111	3591
11	AN-AM	RU7/9	S	C-7000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-7000-26	S1111	2819
12	AN-AM	HAR	S	HAR-7000	2	2	2	3			OK	OK	HAR-7000-20	S1111	2548
13	AL-SU	R.U.	S	C-1000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-1000-22	S1111	780
14	AL-SU	R.U.	S	C-1000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-1000-22	S1111	780

Línea de A.T.

RESULTADOS

Precio total hierro (2 €/Kg): 80902 €

Precio total cimentación: 33580,15 €

Peso total: 40451 Kg.

Volumen excavación: 188,7 m3 Volumen hormigón: 203,54 m3

Número apoyo	Función apoyo	Tipo torre	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Armados N y S				Armados T y B		Ahorcam. h real	Comprob. Esf. Vertical	Denominacion Torre	Código armado	Peso torre (Kg)
					Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"	Cruceta (m) "a"-"d"	Cruceta (m) "b"					
15	AL-SU	R.U.	S	C-1000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-1000-18	S1111	602
16	AL-SU	R.U.	S	C-1000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-1000-18	S1111	602
17	AL-SU	R.U.	S	C-1000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-1000-20	S1111	674
18	AN-AM	HA	S	HA-4500	1,4	1,5	1,5	2,7			OK	OK	HA-4500-16	S1111	1699
19	AN-AM	RU7/9	S	C-7000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-7000-22	S1111	2327
20	AL-SU	R.U.	S	C-2000	1,2	1	1	1,5			OK	OK	C-2000-22	S1111	1087
21	FL	AGR	S	AGR-14000	2	2	2	3,7			OK	OK	AGR-14000-16	S1111	3146

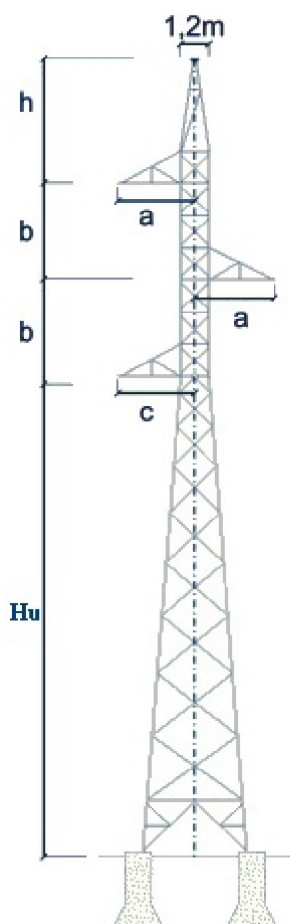
INCIDENCIAS:

Se considera el 50% del tense máximo en la hipótesis de rotura del conductor de protección en apoyos de alineación-suspensión.

Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
20,5	2	2	2	3,7			

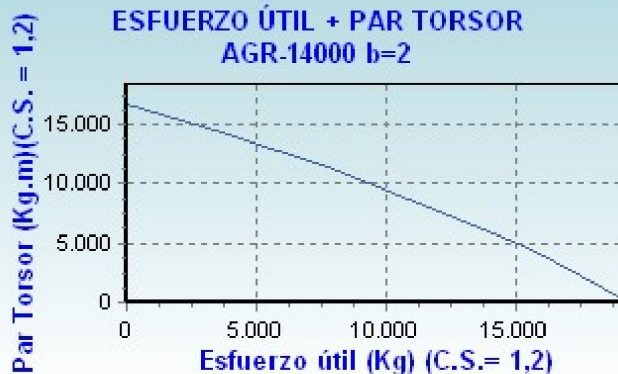
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
14570	15015	14900	19325	5870	4000
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
AGR h=3,7 b=2**



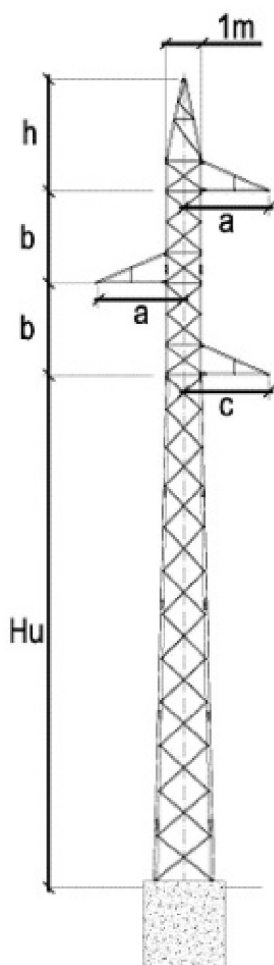
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
AGR-14000 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
21,91	2	2	2	3			

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1.5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1.5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1.5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1.2
2750	3180	3070	4205	2745	2480
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1300	1300	1300	1300	1300



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
HAR h=3 b=2**



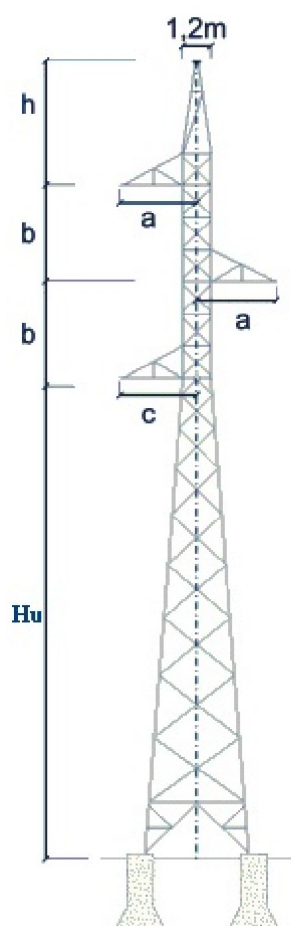
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
HAR-2500 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
10	2	2	2	3,7			

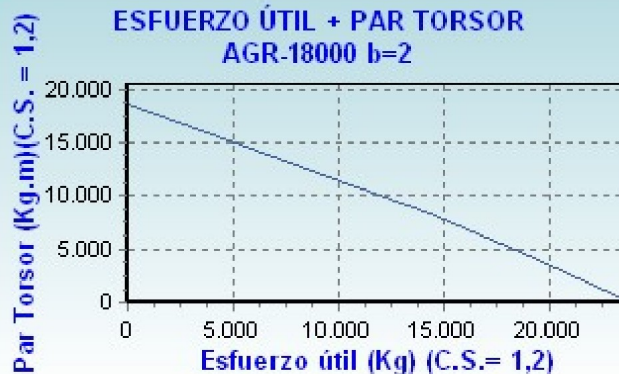
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
18095	18830	18590	23840	5900	4800
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
AGR h=3,7 b=2**



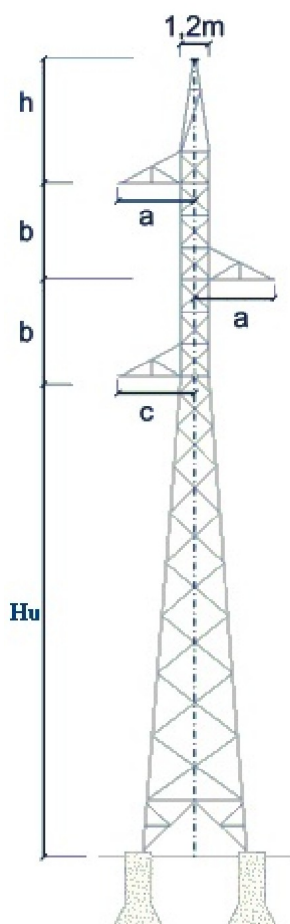
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
AGR-18000 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
12	2	2	2	3,7			

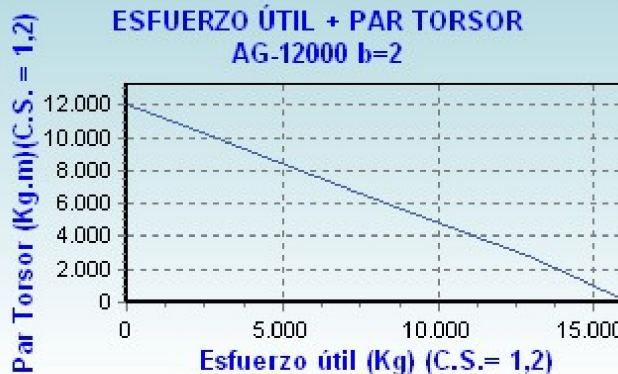
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
12570	12765	12655	16145	3930	4000
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
AG h=3,7 b=2**



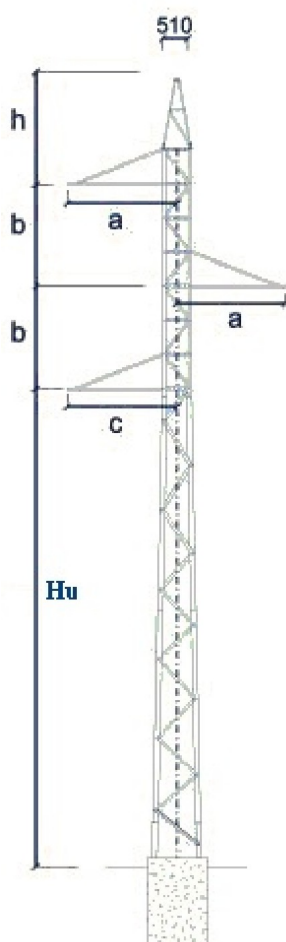
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
AG-12000 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
17,16	1,2	1	1	1,5			

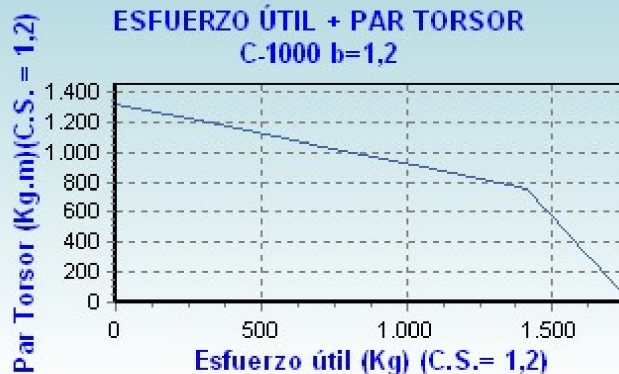
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
1095	1380	1095	1740	995	1350
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	375



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
R.U. h=1,5 b=1,2**



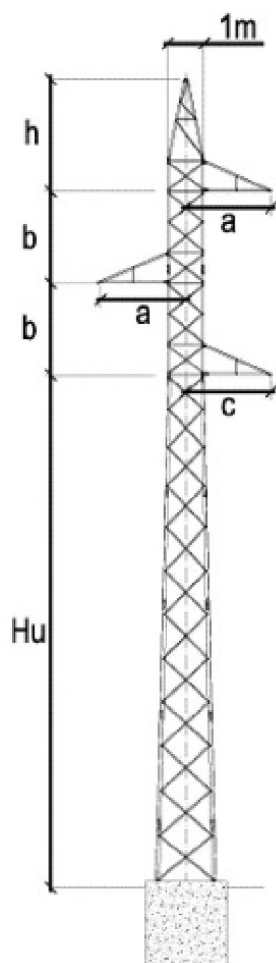
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-1000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
13,22	2	2	2	3			

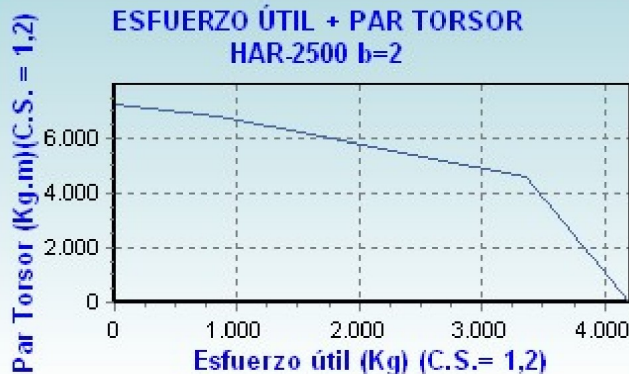
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1.5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1.5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1.5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1.2
2750	3180	3070	4205	2745	2480
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1300	1300	1300	1300	1300



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
HAR h=3 b=2**



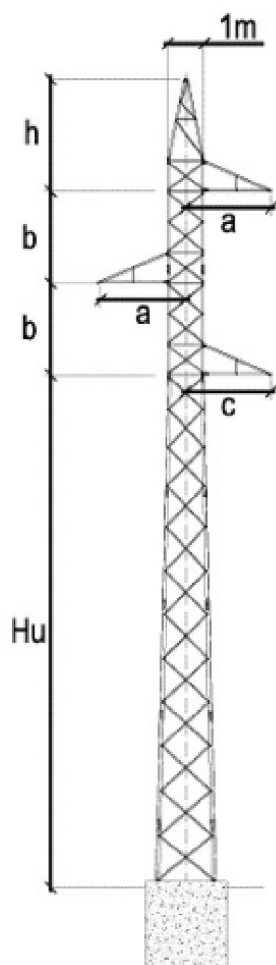
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
HAR-2500 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
17,69	2	2	2	3			

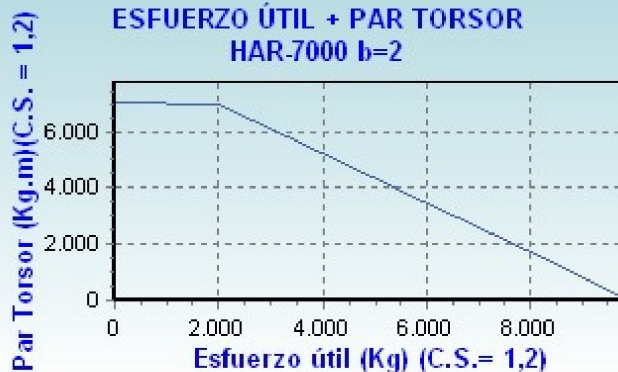
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
7070	7585	7465	9900	3295	3300
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
HAR h=3 b=2**



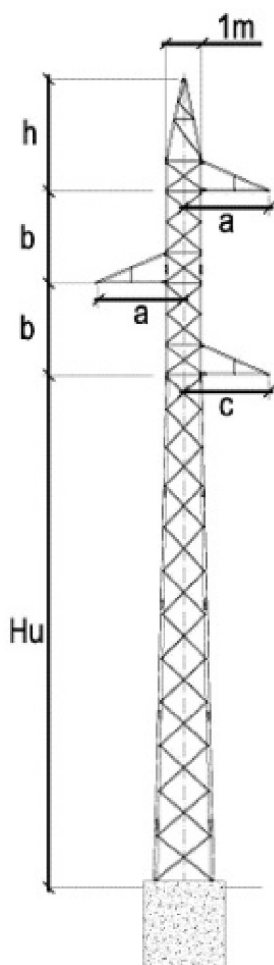
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
HAR-7000 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
17,7	2	2	2	3			

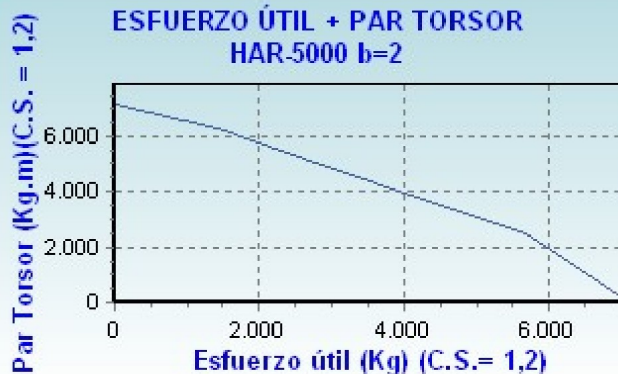
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
4975	5525	5370	7125	2745	2800
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1300	1300	1300	1300	1300



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
HAR h=3 b=2**



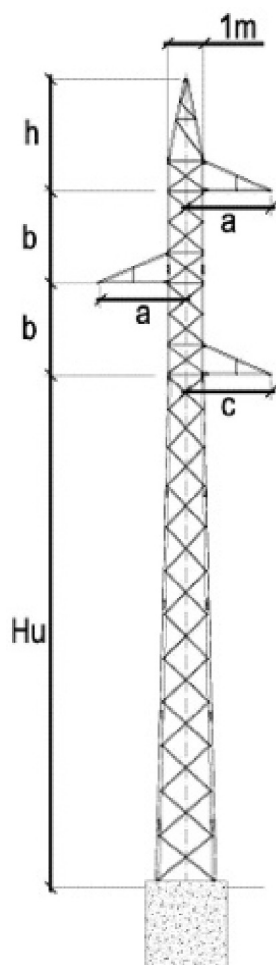
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
HAR-5000 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
11,29	2,5	2	2	3			

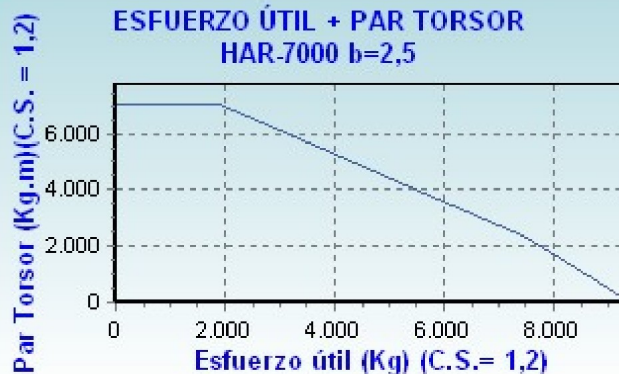
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
6860	7260	7140	9405	3295	3600
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
HAR h=3 b=2,5**

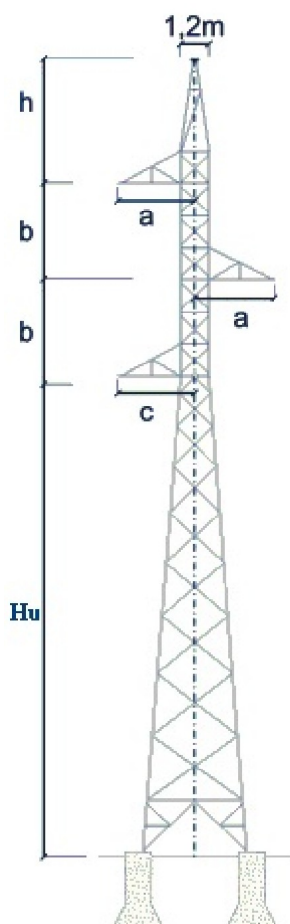


**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
HAR-7000 b=2,5**



ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
18,5	2	2	2	3,7			

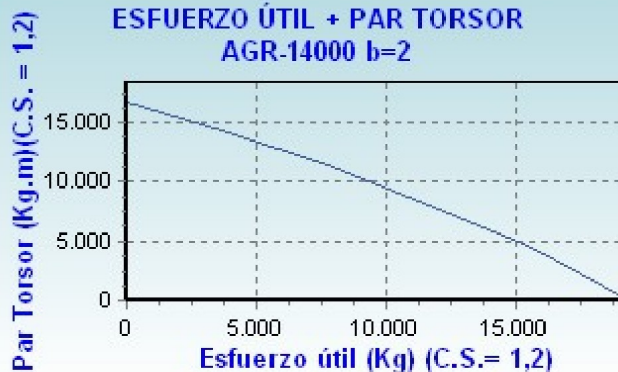
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
14570	15015	14900	19325	5870	4000
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
AGR h=3,7 b=2**



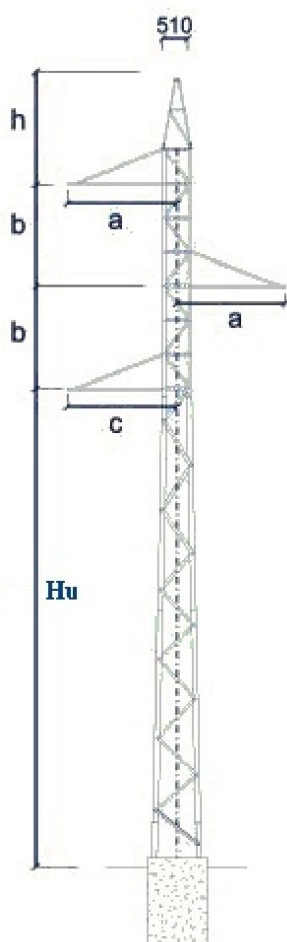
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
AGR-14000 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
20,55	1,2	1	1	1,5			

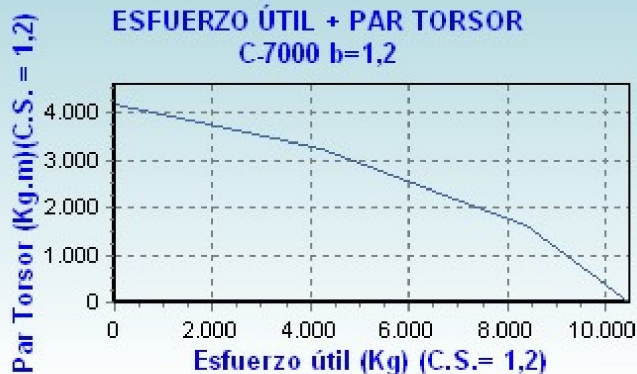
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
7785	8385	7785	10510	3530	4270
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
500	625	625	625	625	625



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
RU7/9 h=1,5 b=1,2**



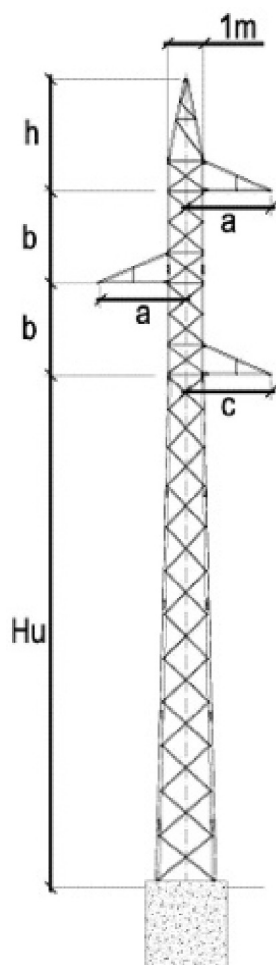
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-7000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
17,69	2	2	2	3			

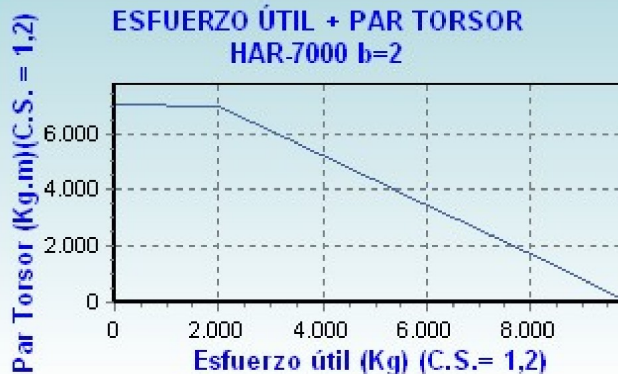
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
7070	7585	7465	9900	3295	3300
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
HAR h=3 b=2**



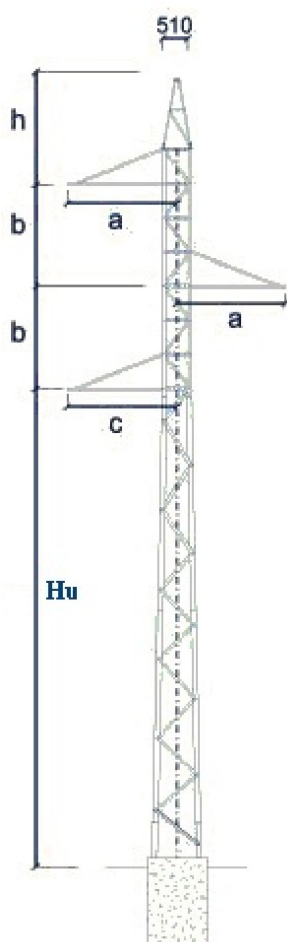
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
HAR-7000 b=2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
17,16	1,2	1	1	1,5			

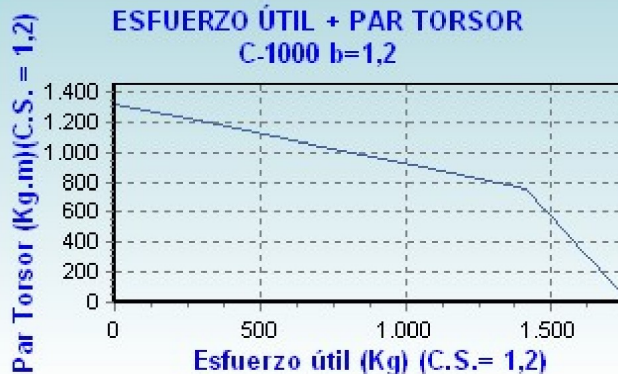
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
1095	1380	1095	1740	995	1350
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	375



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
R.U. h=1,5 b=1,2**



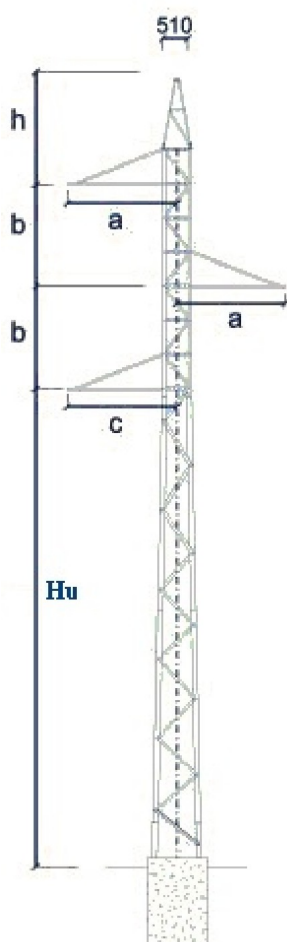
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-1000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
17,16	1,2	1	1	1,5			

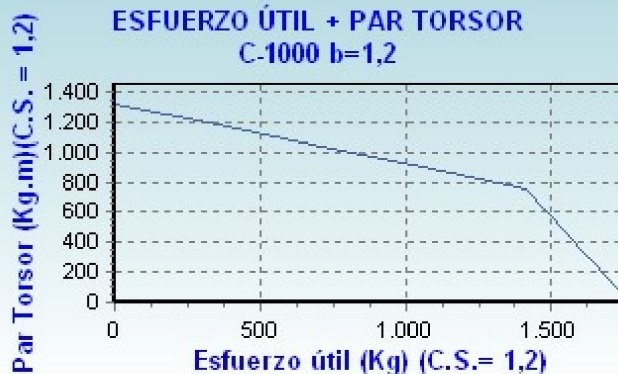
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
1095	1380	1095	1740	995	1350
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	375



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
R.U. h=1,5 b=1,2**



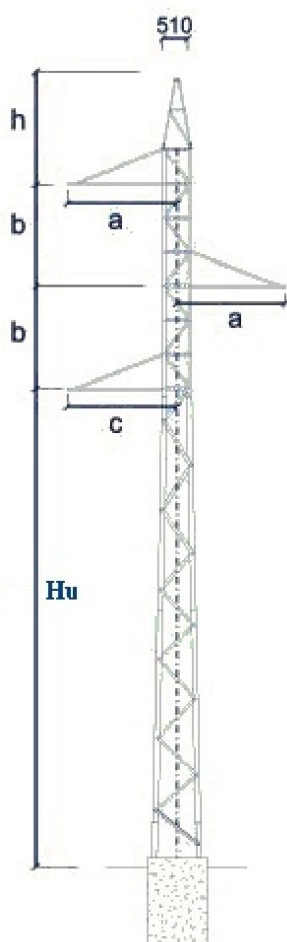
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-1000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
13,21	1,2	1	1	1,5			

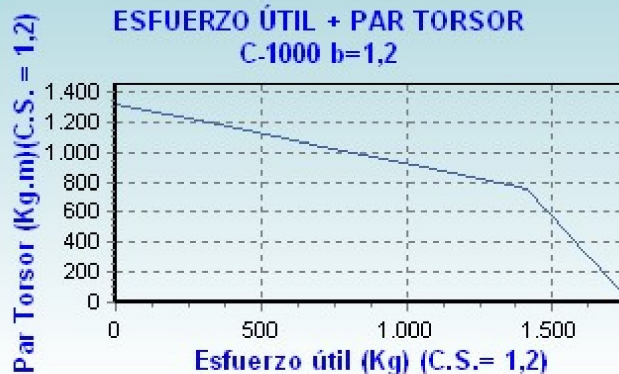
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
1095	1380	1095	1740	995	1350
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	375



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
R.U. h=1,5 b=1,2**



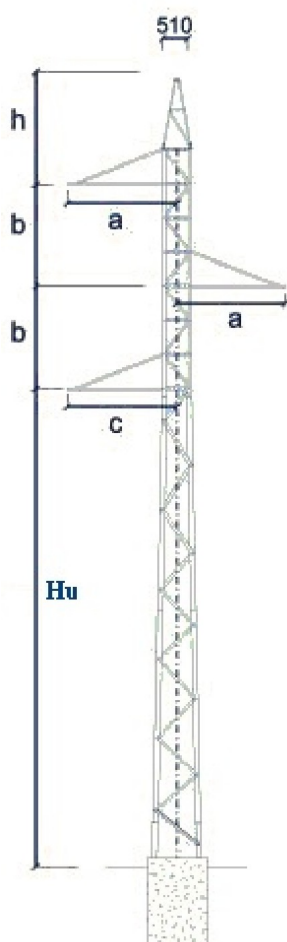
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-1000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
13,21	1,2	1	1	1,5			

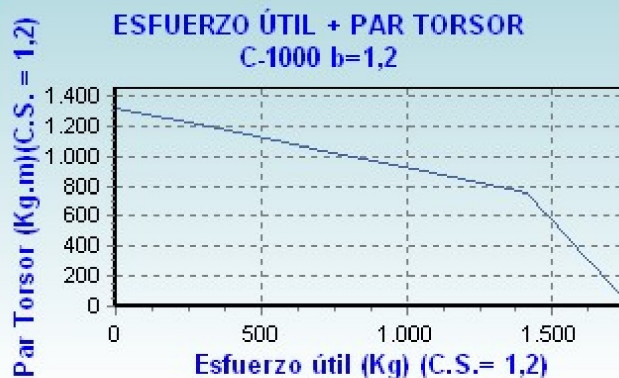
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
1095	1380	1095	1740	995	1350
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	375



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
R.U. h=1,5 b=1,2**



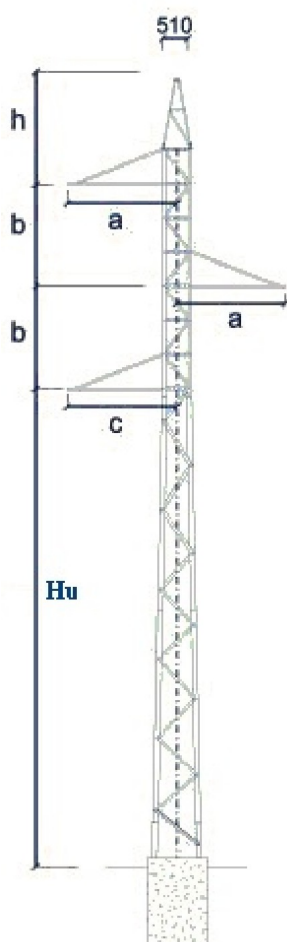
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-1000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
15,2	1,2	1	1	1,5			

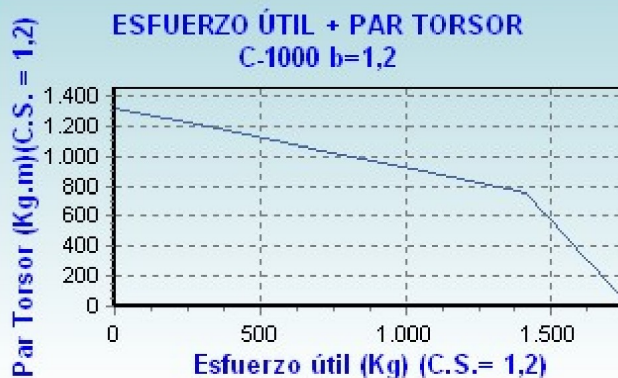
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
1095	1380	1095	1740	995	1350
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	375



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
R.U. h=1,5 b=1,2**



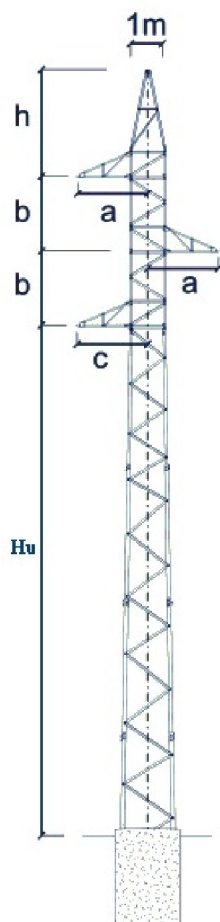
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-1000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
14,22	1,4	1,5	1,5	2,7			

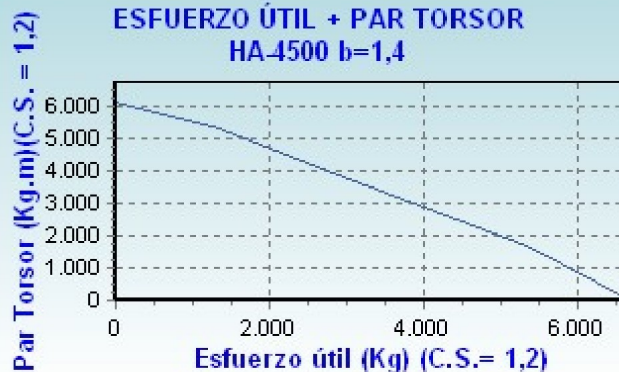
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
4845	5045	4980	6670	2660	2805
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
900	1100	1100	1100	1100	1100



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
HA h=2,7 b=1,4**



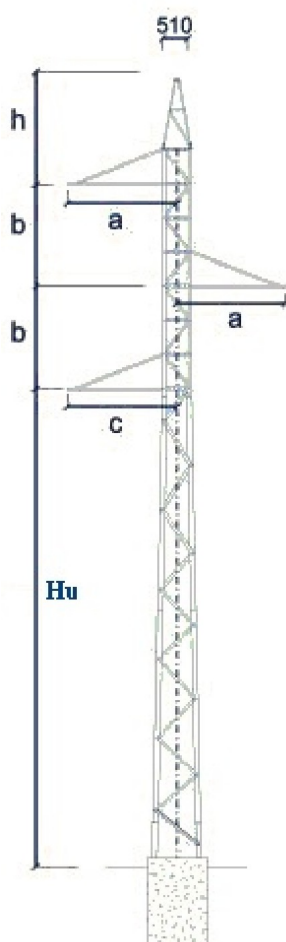
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
HA-4500 b=1,4**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
16,57	1,2	1	1	1,5			

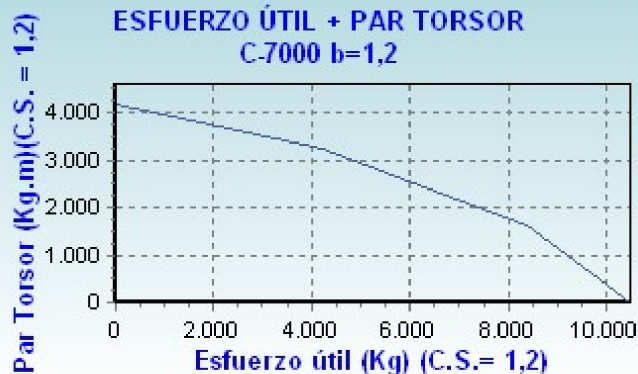
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
7785	8385	7785	10510	3530	4270
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
500	625	625	625	625	625



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
RU7/9 h=1,5 b=1,2**



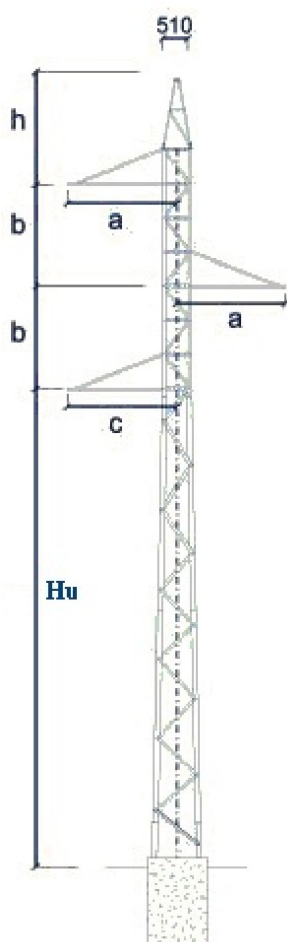
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-7000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
17,07	1,2	1	1	1,5			

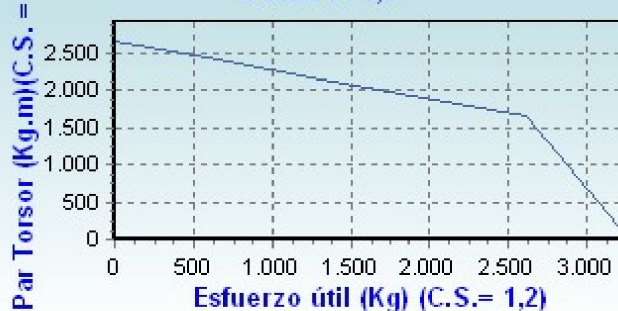
ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
2190	2580	2190	3195	1975	2605
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	375



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
R.U. h=1,5 b=1,2**



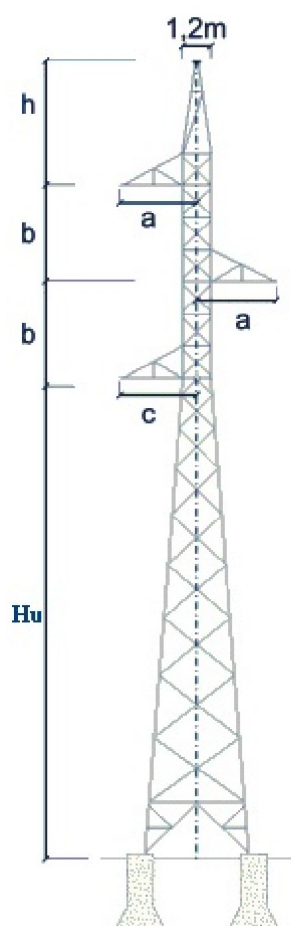
**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
C-2000 b=1,2**



Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"-"d"	"b"	"c"
16	2	2	2	3,7			

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
14570	15015	14900	19325	5870	4000
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
1000	1500	1500	1500	1500	1500



**Esfuerzo horizontal que soportan
los apoyos con cúpula
AGR h=3,7 b=2**



**ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR
AGR-14000 b=2**

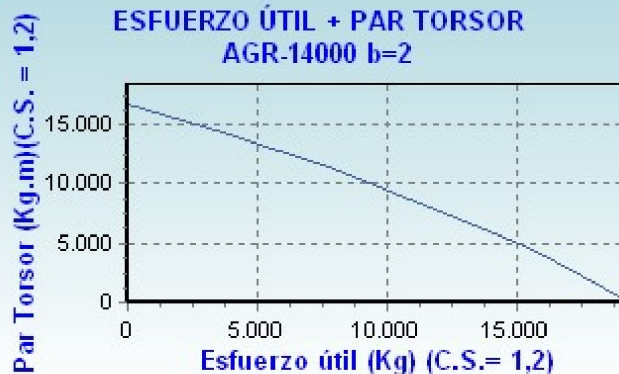




TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-180

Diámetro (mm): 17,5

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,676

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 181,6

Carga Rotura (Kg): 6520

					-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
1-2	A	191	-8,99	191	1547	1,99	1465	2,1	1387	2,22	1315	2,34	1248	2,47	1186	2,59	1130	2,73	1077	2,86	1029	2,99	986	3,12	945	3,26	908	3,39
2-3	A	211	-3,29	211	1501	2,51	1428	2,64	1359	2,77	1295	2,91	1236	3,05	1182	3,19	1132	3,33	1085	3,47	1043	3,61	1003	3,76	967	3,9	933	4,04
3-4	A	284	-20,43	284	1374	4,99	1327	5,16	1284	5,34	1243	5,51	1206	5,69	1170	5,86	1137	6,03	1106	6,2	1077	6,37	1049	6,54	1023	6,7	999	6,86
4-5	A	188	-0,84	171	1596	1,87	1505	1,98	1418	2,11	1337	2,23	1261	2,37	1192	2,51	1127	2,65	1068	2,79	1015	2,94	966	3,09	921	3,24	880	3,39
5-6	A	146	7,92	171	1596	1,12	1505	1,19	1418	1,26	1337	1,34	1261	1,42	1192	1,5	1127	1,59	1068	1,68	1015	1,77	966	1,86	921	1,95	880	2,04
6-7	A	465	-7,45	465	1238	14,8	1221	15,01	1204	15,22	1188	15,43	1172	15,64	1157	15,84	1143	16,05	1129	16,25	1115	16,45	1102	16,64	1089	16,84	1076	17,04
7-8	A	217	-3,88	217	1487	2,69	1417	2,82	1351	2,96	1290	3,1	1233	3,24	1181	3,39	1132	3,53	1087	3,68	1046	3,82	1008	3,97	973	4,11	940	4,25
8-9	A	191	0,98	191	1547	1,99	1464	2,11	1387	2,22	1315	2,35	1248	2,47	1186	2,6	1130	2,73	1077	2,86	1030	3	986	3,13	946	3,26	909	3,39
9-10	A	159	7,61	159	1625	1,32	1529	1,41	1437	1,5	1350	1,59	1270	1,69	1195	1,8	1126	1,91	1063	2,02	1005	2,14	953	2,26	906	2,37	863	2,49
10-11	A	268	-2,31	268	1397	4,33	1346	4,5	1298	4,67	1253	4,83	1211	5	1172	5,17	1136	5,33	1102	5,5	1070	5,66	1040	5,82	1013	5,98	986	6,14
11-12	A	246	-3,71	246	1433	3,57	1374	3,72	1319	3,88	1267	4,03	1220	4,19	1176	4,35	1134	4,51	1096	4,66	1061	4,82	1028	4,97	997	5,13	968	5,28
12-13	A	224	0,35	215	1493	2,83	1421	2,97	1354	3,12	1292	3,27	1235	3,42	1181	3,58	1132	3,73	1087	3,89	1045	4,05	1006	4,2	970	4,36	937	4,51
13-14	A	219	2,96	215	1493	2,73	1421	2,87	1354	3,01	1292	3,15	1235	3,3	1181	3,45	1132	3,6	1087	3,75	1045	3,9	1006	4,05	970	4,2	937	4,35

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-180

Diámetro (mm): 17,5

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,676

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 8200

Sección (mm²): 181,6

Carga Rotura (Kg): 6520

					-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
14-15	A	213	3,83	215	1493	2,56	1421	2,69	1354	2,82	1292	2,96	1235	3,09	1181	3,23	1132	3,38	1087	3,52	1045	3,66	1006	3,8	970	3,94	937	4,08
15-16	A	209	-4,15	215	1493	2,46	1421	2,59	1354	2,71	1292	2,84	1235	2,98	1181	3,11	1132	3,25	1087	3,38	1045	3,52	1006	3,65	970	3,79	937	3,92
16-17	A	212	5,19	215	1493	2,54	1421	2,67	1354	2,8	1292	2,94	1235	3,08	1181	3,22	1132	3,36	1087	3,5	1045	3,64	1006	3,78	970	3,91	937	4,05
17-18	A	211	-2,54	215	1493	2,53	1421	2,66	1354	2,79	1292	2,92	1235	3,06	1181	3,2	1132	3,34	1087	3,48	1045	3,62	1006	3,76	970	3,89	937	4,03
18-19	A	201	4,73	201	1523	2,25	1445	2,37	1372	2,49	1305	2,62	1242	2,75	1184	2,89	1131	3,03	1082	3,16	1036	3,3	995	3,44	957	3,58	922	3,71
19-20	A	300	9,12	300	1354	5,61	1312	5,79	1273	5,97	1236	6,15	1201	6,33	1168	6,5	1138	6,68	1109	6,85	1082	7,03	1056	7,2	1032	7,37	1009	7,53
20-21	A	300	3,77	300	1354	5,61	1312	5,79	1273	5,97	1236	6,15	1201	6,32	1168	6,5	1138	6,68	1109	6,85	1082	7,02	1056	7,19	1032	7,36	1009	7,53



TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: OPG

Diámetro (mm): 17

Peso (Kg/m): 0,624

Sección (mm²): 180

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 12000

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
1-2	A	191	-8,99	191	1516	1,87	1426	1,99	1344	2,11	1268	2,24	1200	2,37	1137	2,5	1081	2,63	1030	2,76	984	2,89	942	3,02	904	3,15	869	3,27
2-3	A	211	-3,29	211	1478	2,35	1399	2,48	1327	2,62	1260	2,76	1200	2,9	1145	3,04	1095	3,18	1049	3,32	1007	3,45	969	3,59	934	3,72	902	3,86
3-4	A	284	-20,43	284	1376	4,6	1327	4,77	1282	4,94	1239	5,11	1200	5,27	1163	5,44	1129	5,6	1098	5,76	1068	5,92	1040	6,08	1014	6,24	990	6,39
4-5	A	188	-0,84	171	1559	1,77	1457	1,89	1364	2,02	1278	2,16	1200	2,3	1129	2,44	1066	2,59	1009	2,73	957	2,88	911	3,03	870	3,17	832	3,31
5-6	A	146	7,92	171	1559	1,06	1457	1,14	1364	1,21	1278	1,29	1200	1,38	1129	1,47	1066	1,55	1009	1,64	957	1,73	911	1,82	870	1,9	832	1,99
6-7	A	465	-7,45	465	1271	13,3	1253	13,51	1234	13,71	1217	13,9	1200	14,1	1184	14,29	1168	14,49	1153	14,68	1138	14,86	1124	15,05	1111	15,24	1097	15,42
7-8	A	217	-3,88	217	1467	2,52	1391	2,65	1321	2,79	1258	2,93	1200	3,08	1147	3,22	1098	3,36	1054	3,5	1014	3,64	976	3,78	942	3,92	911	4,05
8-9	A	191	0,98	191	1516	1,88	1426	2	1344	2,12	1269	2,24	1200	2,37	1138	2,5	1081	2,63	1030	2,76	984	2,89	942	3,02	904	3,15	869	3,27
9-10	A	159	7,61	159	1584	1,25	1476	1,34	1376	1,44	1284	1,55	1200	1,65	1124	1,76	1056	1,88	995	1,99	940	2,11	892	2,23	848	2,34	809	2,45
10-11	A	268	-2,31	268	1395	4,01	1340	4,17	1290	4,34	1243	4,5	1200	4,66	1160	4,82	1123	4,98	1089	5,14	1057	5,29	1027	5,45	999	5,6	973	5,75
11-12	A	246	-3,71	246	1423	3,32	1360	3,47	1302	3,62	1249	3,78	1200	3,93	1155	4,09	1113	4,24	1075	4,39	1040	4,54	1007	4,69	977	4,83	949	4,97
12-13	A	224	0,35	215	1471	2,65	1394	2,8	1324	2,95	1259	3,1	1200	3,25	1146	3,4	1097	3,56	1052	3,71	1011	3,86	973	4,01	939	4,16	907	4,3
13-14	A	219	2,96	215	1471	2,55	1394	2,7	1324	2,84	1259	2,99	1200	3,13	1146	3,28	1097	3,43	1052	3,57	1011	3,72	973	3,86	939	4	907	4,14



TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 12000

Sección (mm2): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

					-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
14-15	A	213	3,83	215	1471	2,4	1394	2,53	1324	2,66	1259	2,8	1200	2,94	1146	3,08	1097	3,22	1052	3,35	1011	3,49	973	3,62	939	3,76	907	3,89
15-16	A	209	-4,15	215	1471	2,31	1394	2,43	1324	2,56	1259	2,69	1200	2,83	1146	2,96	1097	3,09	1052	3,23	1011	3,36	973	3,49	939	3,61	907	3,74
16-17	A	212	5,19	215	1471	2,38	1394	2,51	1324	2,65	1259	2,78	1200	2,92	1146	3,06	1097	3,2	1052	3,33	1011	3,47	973	3,6	939	3,73	907	3,86
17-18	A	211	-2,54	215	1471	2,37	1394	2,5	1324	2,63	1259	2,77	1200	2,91	1146	3,04	1097	3,18	1052	3,32	1011	3,45	973	3,58	939	3,71	907	3,84
18-19	A	201	4,73	201	1496	2,11	1412	2,24	1335	2,37	1264	2,5	1200	2,63	1142	2,77	1088	2,9	1040	3,04	996	3,17	956	3,3	920	3,43	886	3,56
19-20	A	300	9,12	300	1361	5,15	1316	5,33	1275	5,5	1236	5,67	1200	5,85	1166	6,01	1135	6,18	1105	6,35	1077	6,51	1051	6,67	1027	6,83	1004	6,99
20-21	A	300	3,77	300	1361	5,15	1316	5,33	1275	5,5	1236	5,67	1200	5,84	1166	6,01	1135	6,18	1105	6,35	1077	6,51	1051	6,67	1027	6,83	1004	6,99



TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-180

Diámetro (mm): 17,5

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,676

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 181,6

Carga Rotura (Kg): 6520

						Zona A	Zona B	Zona C		Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B		Zona C		Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)							
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)		
1-2	A	191	-8,99	191	1900	19,15	---	---	23,73	1656	---	---	1900	---	---	---	---	908	3,39	1639	3,11			1,99	3,39				
2-3	A	211	-3,29	211	1900	18,96	---	---	23,02	1626	---	---	1900	---	---	---	---	933	4,04	1663	3,75			2,51	4,04				
3-4	A	284	-20,43	284	1900	18,49	---	---	21,07	1542	---	---	1900	---	---	---	---	999	6,86	1730	6,56			4,99	6,86				
4-5	A	188	-0,84	171	1900	19,35	---	---	24,48	1688	---	---	1900	---	---	---	---	880	3,39	1613	3,07			1,87	3,39				
5-6	A	146	7,92	171	1900	19,35	---	---	24,48	1688	---	---	1900	---	---	---	---	880	2,04	1613	1,84			1,12	2,04				
6-7	A	465	-7,45	465	1900	17,98	---	---	19	1447	---	---	1900	---	---	---	---	1076	17,04	1815	16,73			14,8	17,04				
7-8	A	217	-3,88	217	1900	18,91	---	---	22,81	1617	---	---	1900	---	---	---	---	940	4,25	1670	3,97			2,69	4,25				
8-9	A	191	0,98	191	1900	19,14	---	---	23,72	1656	---	---	1900	---	---	---	---	909	3,39	1639	3,12			1,99	3,39				
9-10	A	159	7,61	159	1900	19,47	---	---	24,93	1707	---	---	1900	---	---	---	---	863	2,49	1597	2,23			1,32	2,49				
10-11	A	268	-2,31	268	1900	18,58	---	---	21,43	1558	---	---	1900	---	---	---	---	986	6,14	1717	5,84			4,33	6,14				
11-12	A	246	-3,71	246	1900	18,71	---	---	21,98	1582	---	---	1900	---	---	---	---	968	5,28	1698	4,99			3,57	5,28				
12-13	A	224	0,35	215	1900	18,93	---	---	22,9	1621	---	---	1900	---	---	---	---	937	4,51	1667	4,2			2,83	4,51				



TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-180

Diámetro (mm): 17,5

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,676

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 181,6

Carga Rotura (Kg): 6520

						Zona A	Zona B	Zona C		Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B		Zona C		Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)							
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)		
13-14	A	219	2,96	215	1900	18,93	---	---	22,9	1621	---	---	1900	---	---	---	---	937	4,35	1667	4,05			2,73	4,35				
14-15	A	213	3,83	215	1900	18,93	---	---	22,9	1621	---	---	1900	---	---	---	---	937	4,08	1667	3,8			2,56	4,08				
15-16	A	209	-4,15	215	1900	18,93	---	---	22,9	1621	---	---	1900	---	---	---	---	937	3,92	1667	3,65			2,46	3,92				
16-17	A	212	5,19	215	1900	18,93	---	---	22,9	1621	---	---	1900	---	---	---	---	937	4,05	1667	3,77			2,54	4,05				
17-18	A	211	-2,54	215	1900	18,93	---	---	22,9	1621	---	---	1900	---	---	---	---	937	4,03	1667	3,75			2,53	4,03				
18-19	A	201	4,73	201	1900	19,05	---	---	23,36	1640	---	---	1900	---	---	---	---	922	3,71	1652	3,43			2,25	3,71				
19-20	A	300	9,12	300	1900	18,42	---	---	20,77	1529	---	---	1900	---	---	---	---	1009	7,53	1741	7,23			5,61	7,53				
20-21	A	300	3,77	300	1900	18,42	---	---	20,77	1529	---	---	1900	---	---	---	---	1009	7,53	1741	7,23			5,61	7,53				



TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: : OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 12000

Sección (mm2): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

						Zona A	Zona B	Zona C		Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B		Zona C		Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)							
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)		
1-2	A	191	-8,99	191	1947	15	---	---	18,95	1653	---	---	1947	---	---	---	---	869	3,27	1664	2,92			1,87	3,27				
2-3	A	211	-3,29	211	1958	15	---	---	18,48	1632	---	---	1958	---	---	---	---	902	3,86	1700	3,5			2,35	3,86				
3-4	A	284	-20,43	284	1986	15	---	---	17,2	1575	---	---	1986	---	---	---	---	990	6,39	1799	6,02			4,6	6,39				
4-5	A	188	-0,84	171	1937	15	---	---	19,49	1677	---	---	1937	---	---	---	---	832	3,31	1625	2,9			1,77	3,31				
5-6	A	146	7,92	171	1937	15	---	---	19,49	1677	---	---	1937	---	---	---	---	832	1,99	1625	1,74			1,06	1,99				
6-7	A	465	-7,45	465	2021	15	---	---	15,89	1510	---	---	2021	---	---	---	---	1097	15,42	1926	15,04			13,3	15,42				
7-8	A	217	-3,88	217	1960	15	---	---	18,33	1626	---	---	1960	---	---	---	---	911	4,05	1710	3,7			2,52	4,05				
8-9	A	191	0,98	191	1948	15	---	---	18,95	1653	---	---	1948	---	---	---	---	869	3,27	1664	2,93			1,88	3,27				
9-10	A	159	7,61	159	1930	15	---	---	19,8	1691	---	---	1930	---	---	---	---	809	2,45	1600	2,12			1,25	2,45				
10-11	A	268	-2,31	268	1980	15	---	---	17,43	1585	---	---	1980	---	---	---	---	973	5,75	1779	5,38			4,01	5,75				
11-12	A	246	-3,71	246	1972	15	---	---	17,78	1601	---	---	1972	---	---	---	---	949	4,97	1751	4,61			3,32	4,97				
12-13	A	224	0,35	215	1959	15	---	---	18,39	1629	---	---	1959	---	---	---	---	907	4,3	1705	3,92			2,65	4,3				

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: : OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 12000

Sección (mm2): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

						Zona A	Zona B	Zona C		Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B		Zona C		Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)							
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)		
13-14	A	219	2,96	215	1959	15	---	---	18,39	1629	---	---	1959	---	---	---	---	907	4,14	1705	3,77			2,55	4,14				
14-15	A	213	3,83	215	1959	15	---	---	18,39	1629	---	---	1959	---	---	---	---	907	3,89	1705	3,54			2,4	3,89				
15-16	A	209	-4,15	215	1959	15	---	---	18,39	1629	---	---	1959	---	---	---	---	907	3,74	1705	3,41			2,31	3,74				
16-17	A	212	5,19	215	1959	15	---	---	18,39	1629	---	---	1959	---	---	---	---	907	3,86	1705	3,52			2,38	3,86				
17-18	A	211	-2,54	215	1959	15	---	---	18,39	1629	---	---	1959	---	---	---	---	907	3,84	1705	3,5			2,37	3,84				
18-19	A	201	4,73	201	1953	15	---	---	18,71	1642	---	---	1953	---	---	---	---	886	3,56	1683	3,21			2,11	3,56				
19-20	A	300	9,12	300	1990	15	---	---	17,01	1565	---	---	1990	---	---	---	---	1004	6,99	1814	6,62			5,15	6,99				
20-21	A	300	3,77	300	1990	15	---	---	17,01	1565	---	---	1990	---	---	---	---	1004	6,99	1814	6,61			5,15	6,99				

COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 120 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)						Hipótesis 4ª (Rotura Protección)					
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple			Torsión compuesta(Áng y FL)			Rotura simple			Rotura compuesta (Ángulos)		
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf.Eq. incidente (Kg)	Mom.Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf.Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.
1	FL	AGR-14000	NORM	10059	3800		Ver gráfi	0	---			0	---						7653	7600	Ver gráfi						
2	AN-AM	HAR-2500	REFO	1895 (1)	1 (1)		Ver gráfi	0 (1)	---			1909	---	4205	2,64				2495	3798	Ver gráfi				4130	4205	1,22
3	AN-AM	AGR-18000	REFO	16258 (1)	51 (1)		Ver gráfi	0 (1)	---			12299	---	23840	2,33				12362	2974	Ver gráfi				12707	23840	2,25
4	AN-AM	AG-12000	NORM	11264	46		Ver gráfi	0	---			10733	---	16145	1,81				10772	3223	Ver gráfi				11508	16145	1,68
5	AL-SU	C-1000	NORM	650	---	1095	2,53	0	---			644	---	1740	3,24	950	995	1,26				968	1350	1,67			
6	AN-AM	HAR-2500	NORM	1767	5		Ver gráfi	0	---			1643	---	4205	3,07				2247	3799	Ver gráfi				3843	4205	1,31
7	AN-AM	HAR-7000	REFO	5831 (1)	48 (1)		Ver gráfi	0 (1)	---			4228	---	9900	2,81				4694	3742	Ver gráfi				6835	9900	1,74
8	AN-AM	HAR-5000	REFO	4218 (1)	4 (1)		Ver gráfi	0 (1)	---			3614	---	7125	2,37				4125	3763	Ver gráfi				6248	7125	1,37
9	AN-AM	HAR-7000	REFO	6797 (1)	9 (1)		Ver gráfi	0 (1)	---			5650	---	9405	2				5906	3679	Ver gráfi				8400	9405	1,34
10	AN-AM	AGR-14000	NORM	12761	59		Ver gráfi	0	---			12169	---	19325	1,91				12229	2994	Ver gráfi				12606	19325	1,84
11	AN-AM	C-7000	NORM	3959	2		Ver gráfi	0	---			3922	---	10510	3,22				4492	1868	Ver gráfi				5756	10510	2,19
12	AN-AM	HAR-7000	NORM	3658	3		Ver gráfi	0	---			3764	---	9900	3,16				4265	3758	Ver gráfi				6388	9900	1,86
13	AL-SU	C-1000	NORM	854	---	1095	1,92	0	---			646	---	1740	3,23	950	995	1,26				980	1350	1,65			
14	AL-SU	C-1000	NORM	834	---	1095	1,97	0	---			646	---	1740	3,23	950	995	1,26				980	1350	1,65			
15	AL-SU	C-1000	NORM	813	---	1095	2,02	0	---			646	---	1740	3,23	950	995	1,26				980	1350	1,65			
16	AL-SU	C-1000	NORM	812	---	1095	2,02	0	---			646	---	1740	3,23	950	995	1,26				980	1350	1,65			

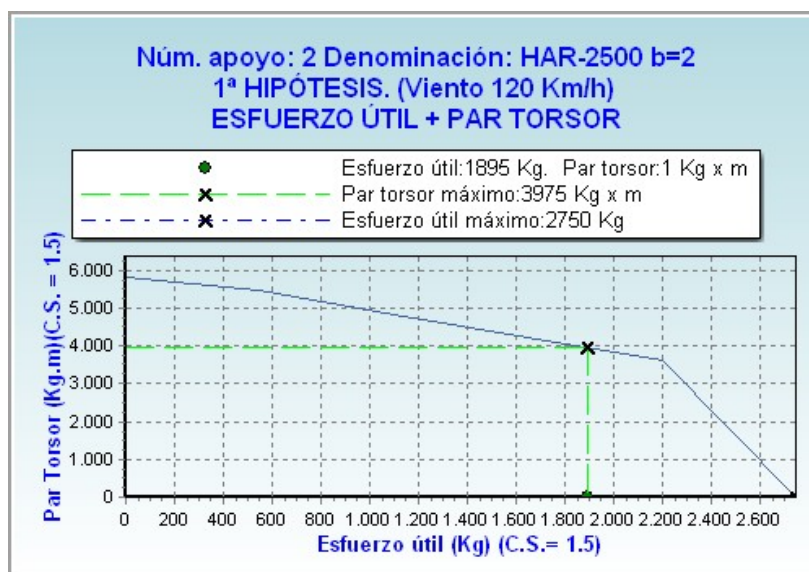
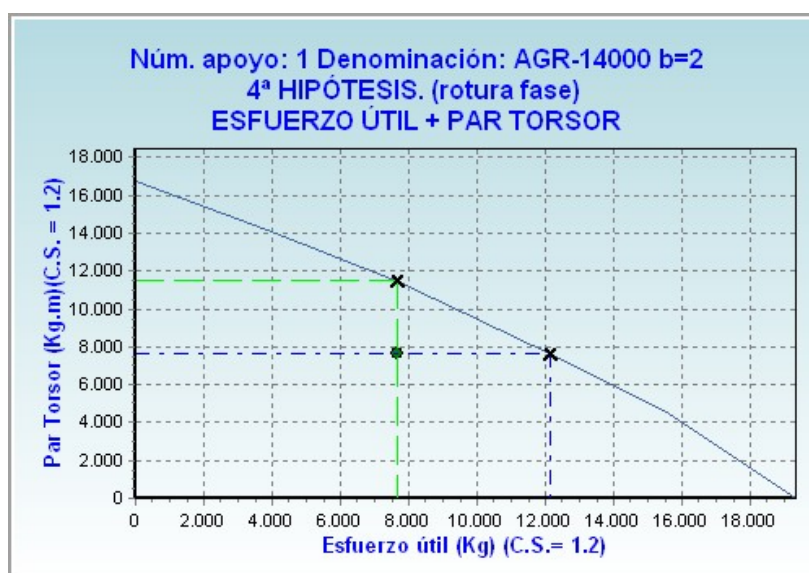
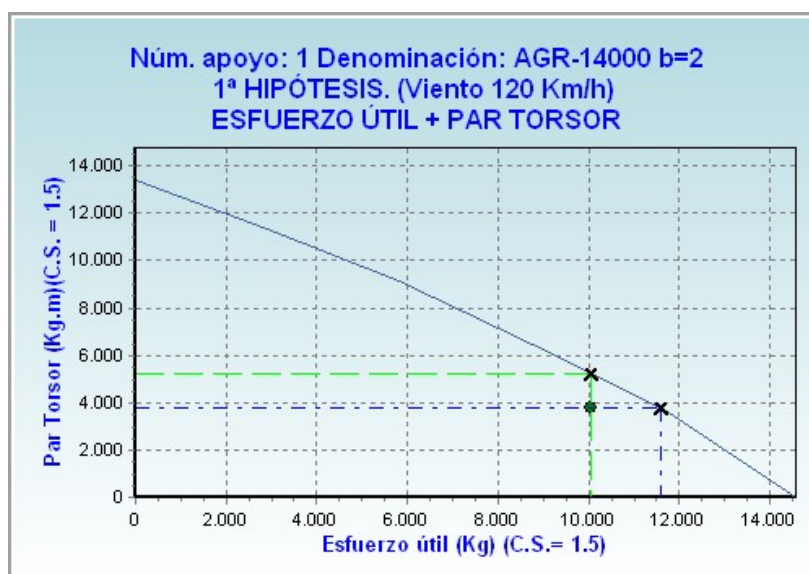
COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 120 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)						Hipótesis 4ª (Rotura Protección)					
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tórsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tórsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tórsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple			Torsión compuesta (Áng y FL)			Rotura simple			Rotura compuesta (Ángulos)		
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf.Eq. incidente (Kg)	Mom.Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf.Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.
17	AL-SU	C-1000	REFO	1022 (1)	---	1095	1,61	0 (1)	---			646	---	1740	3,23	950	995	1,26				980	1350	1,65			
18	AN-AM	HA-4500	REFO	2710 (1)	1 (1)		Ver gráfi	0 (1)	---			2520	---	6670	3,18				3110	2843	Ver gráfi				5464	6670	1,46
19	AN-AM	C-7000	REFO	6171 (1)	13 (1)		Ver gráfi	0 (1)	---			4807	---	10510	2,62				5322	1844	Ver gráfi				6378	10510	1,98
20	AL-SU	C-2000	NORM	1146	---	2190	2,87	0	---			648	---	3195	5,91	950	1975	2,49				995	2605	3,14			
21	FL	AGR-14000	NORM	10389	3800		Ver gráfi	0	---			0	---						7730	7600	Ver gráfi						

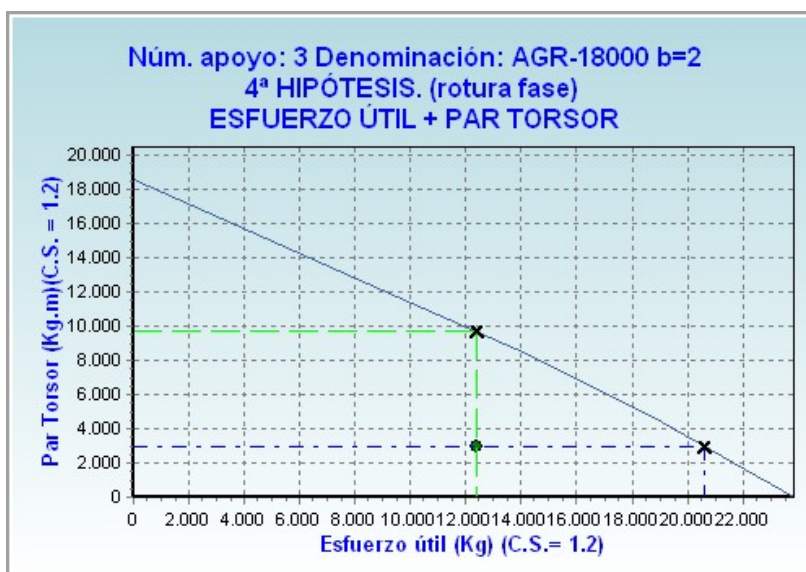
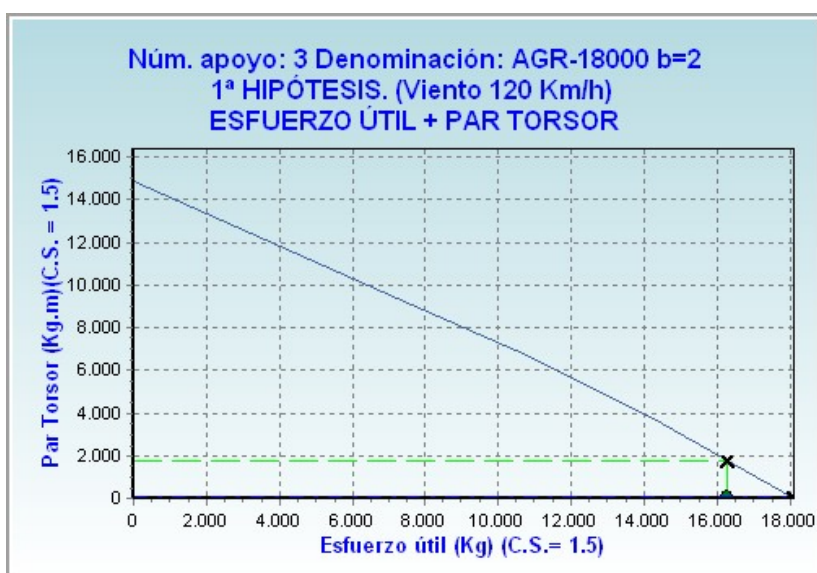
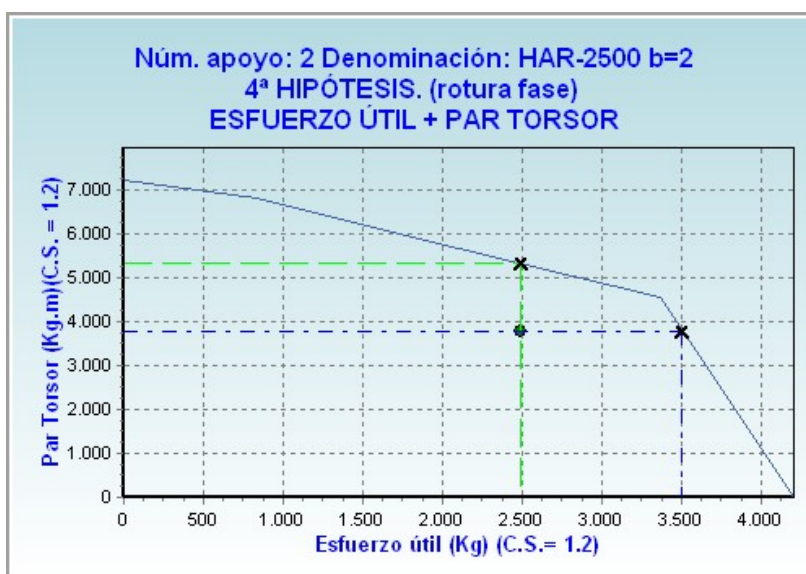
ESFUERZOS MAYORADOS:

(1) Esfuerzo mayorado un 25% acorde a un C.S: 1,875

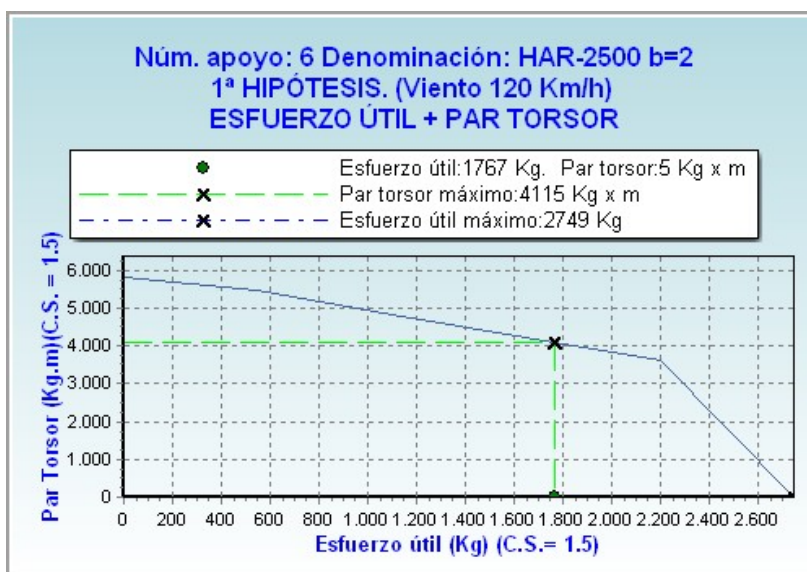
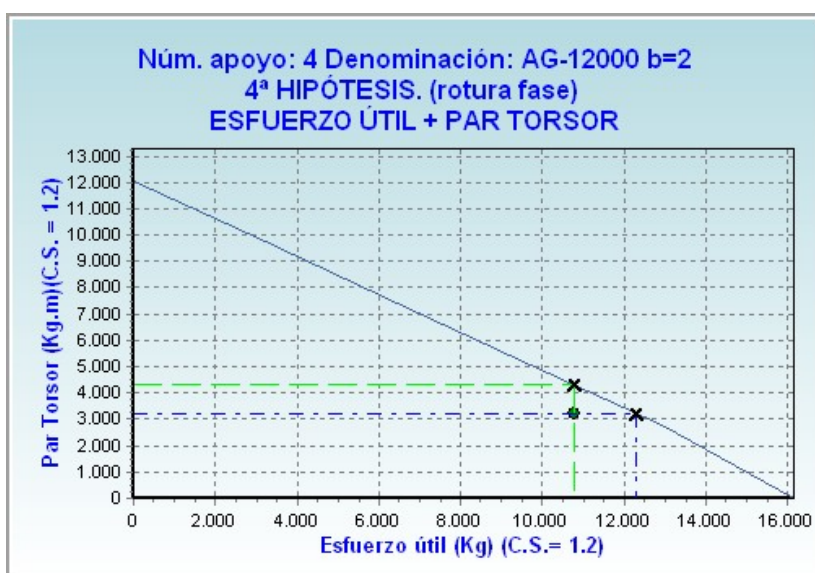
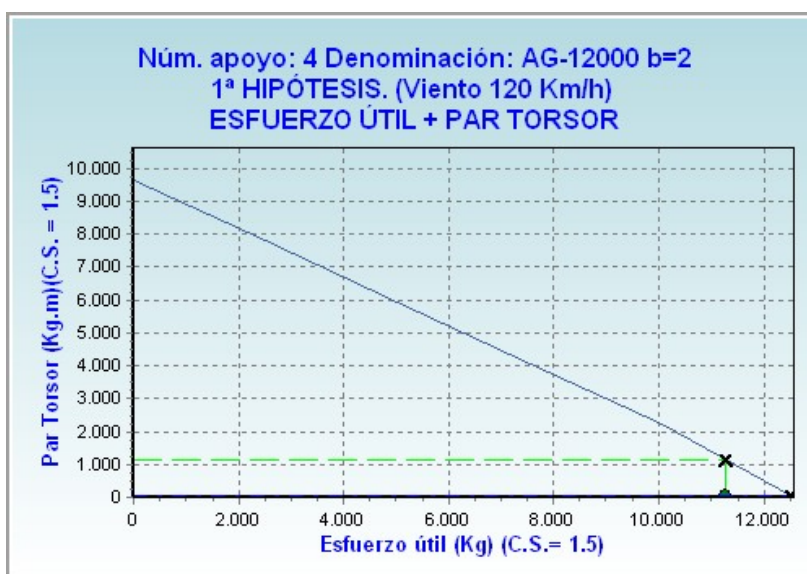
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



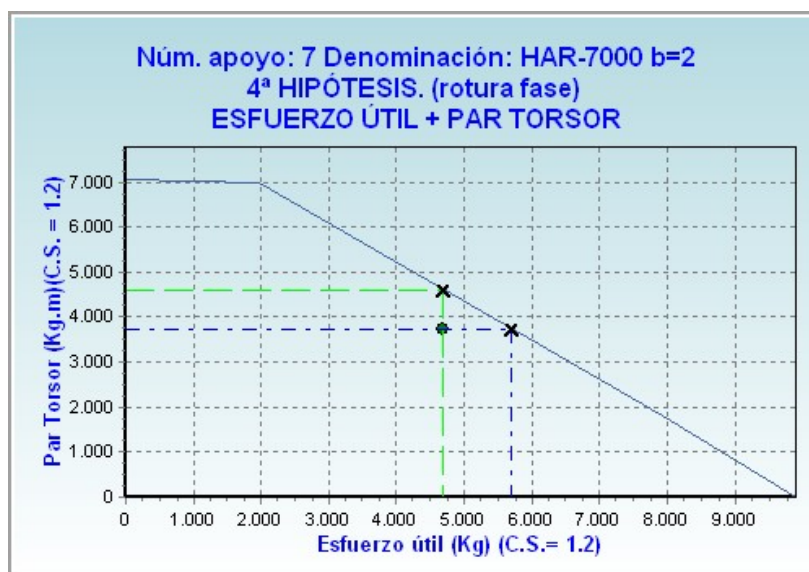
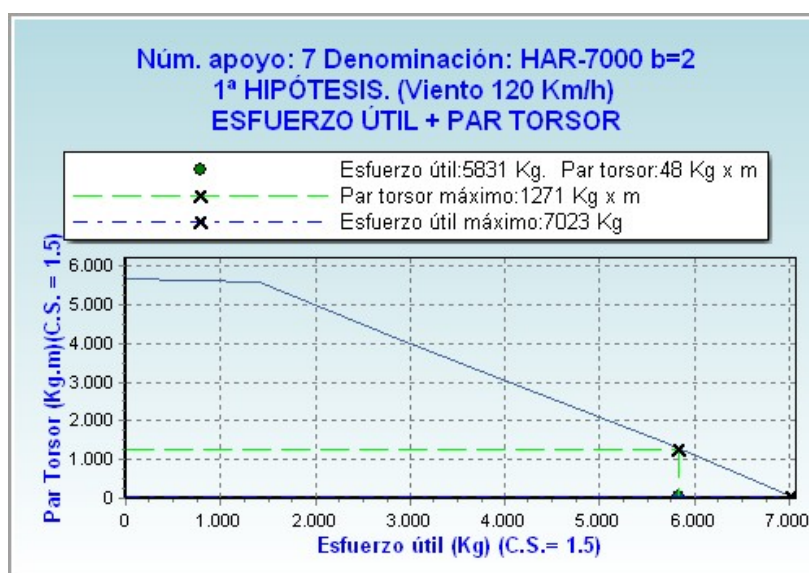
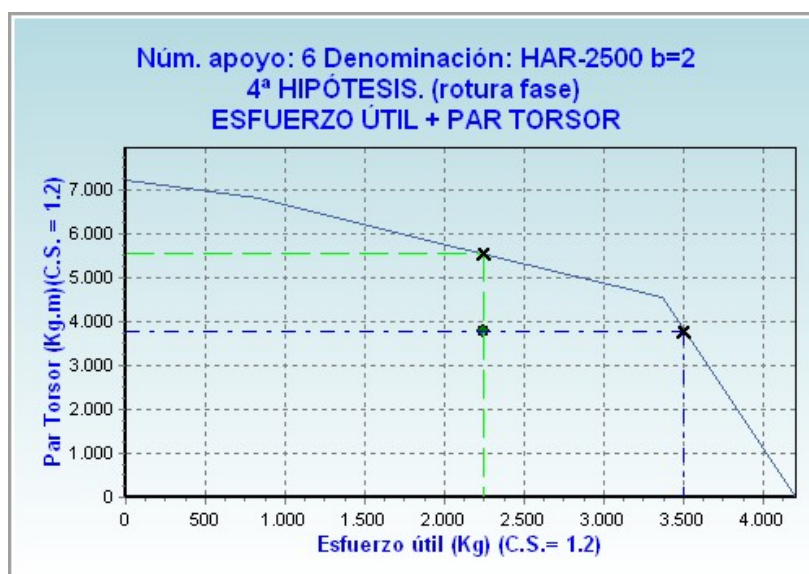
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



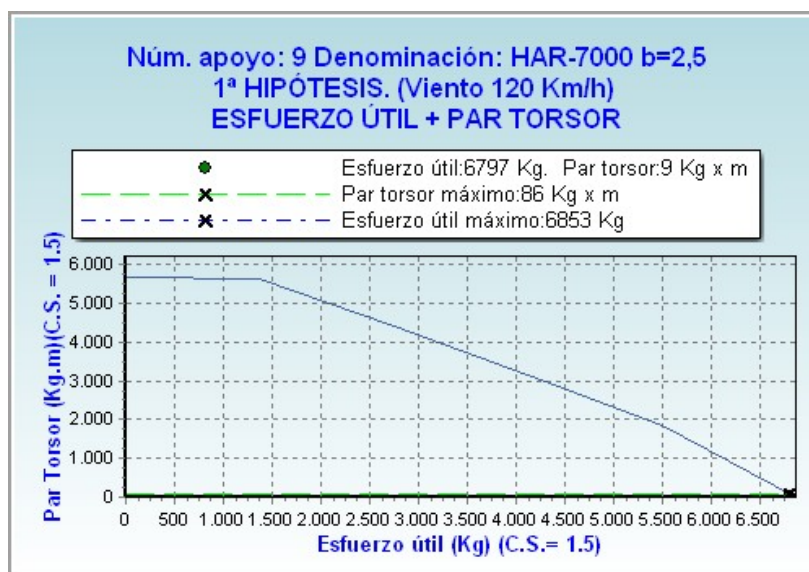
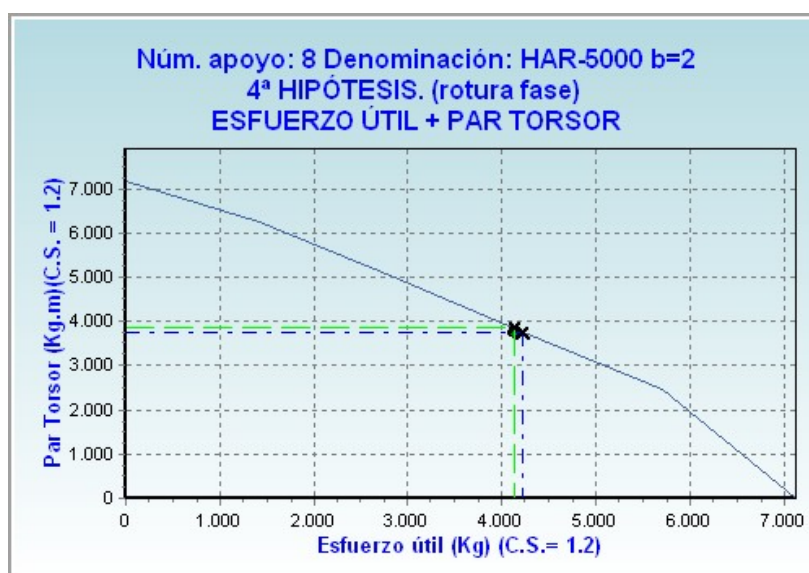
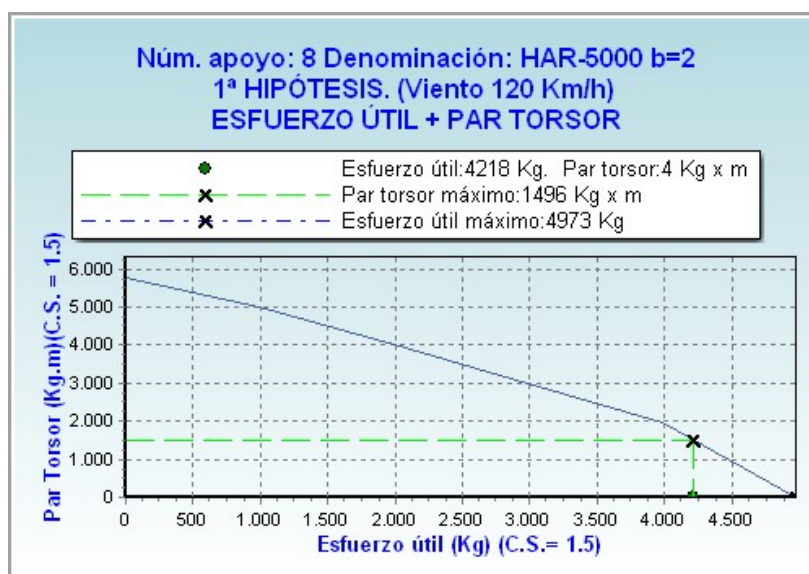
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



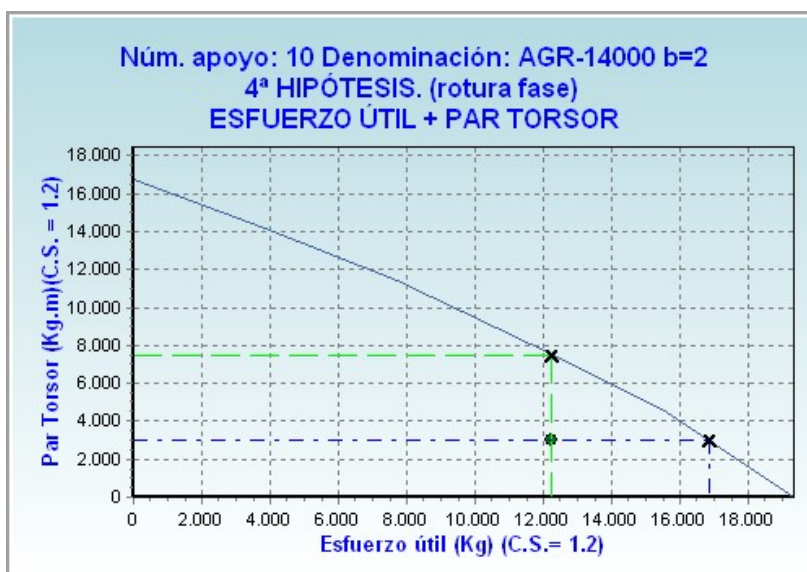
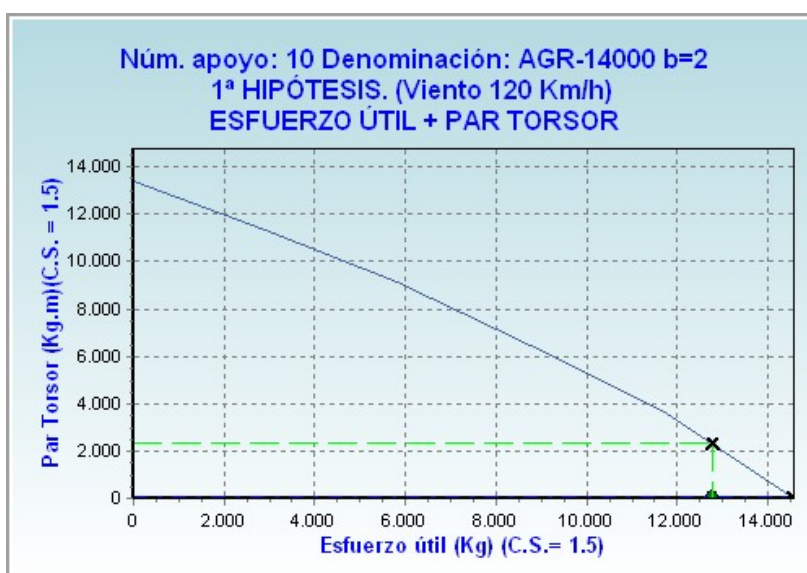
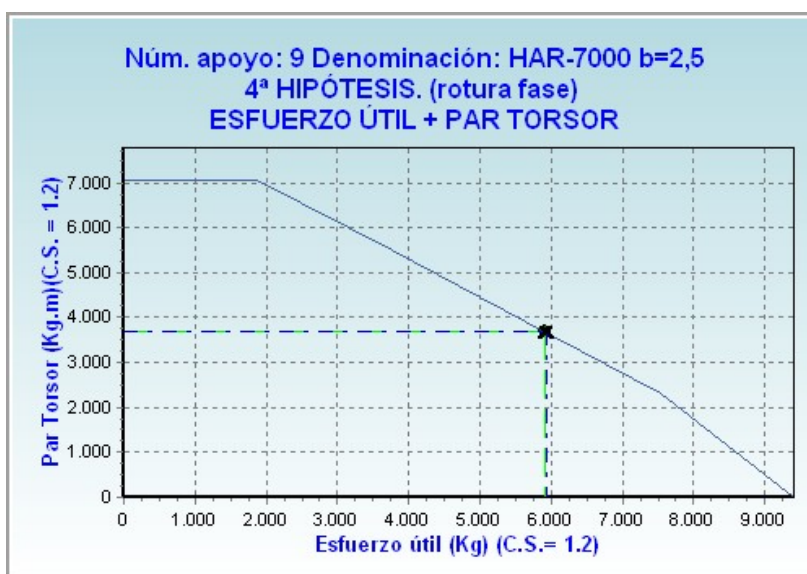
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



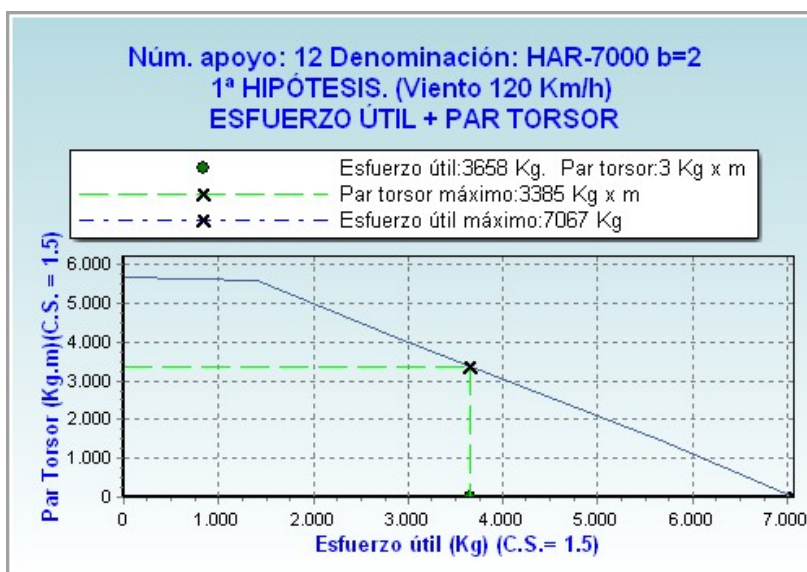
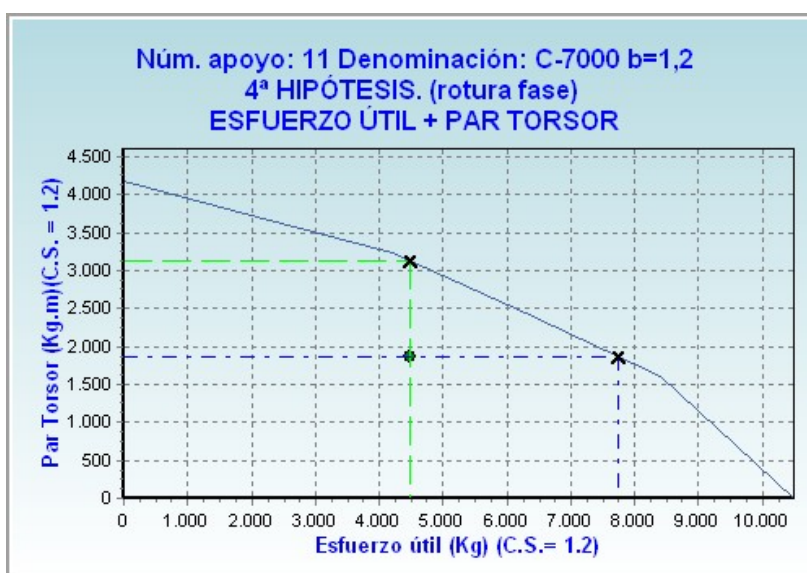
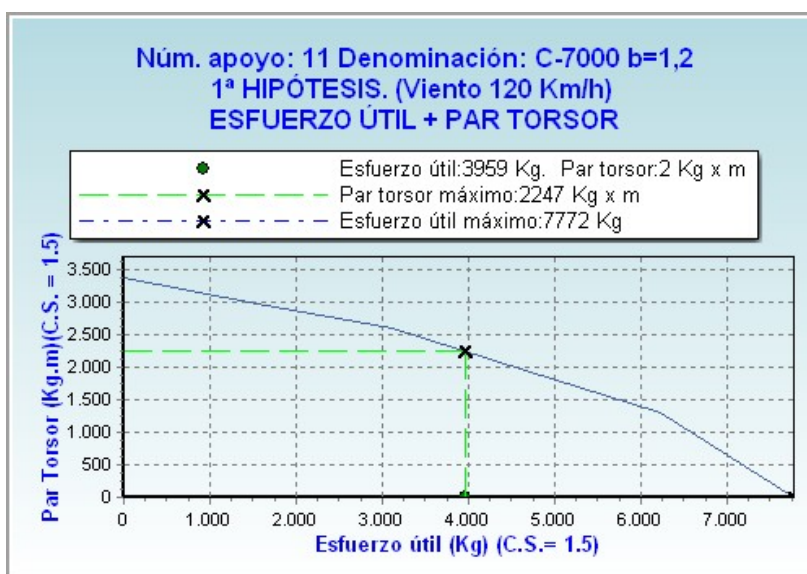
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



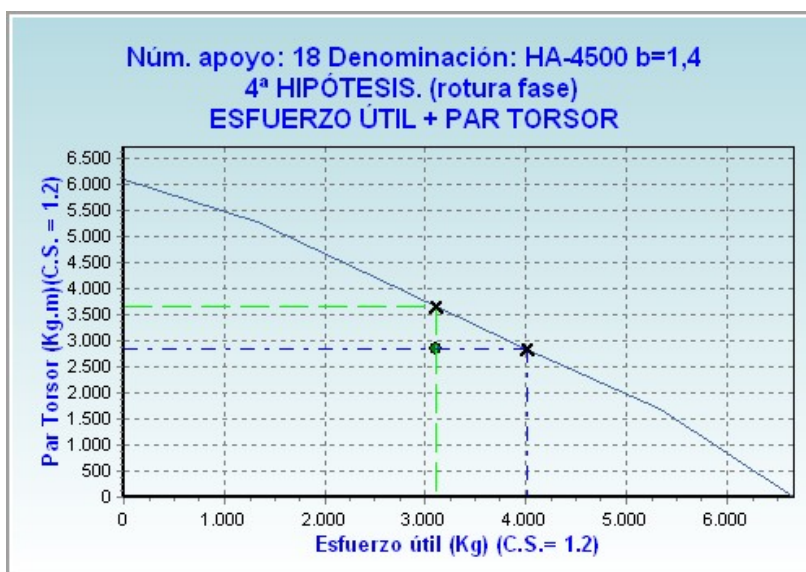
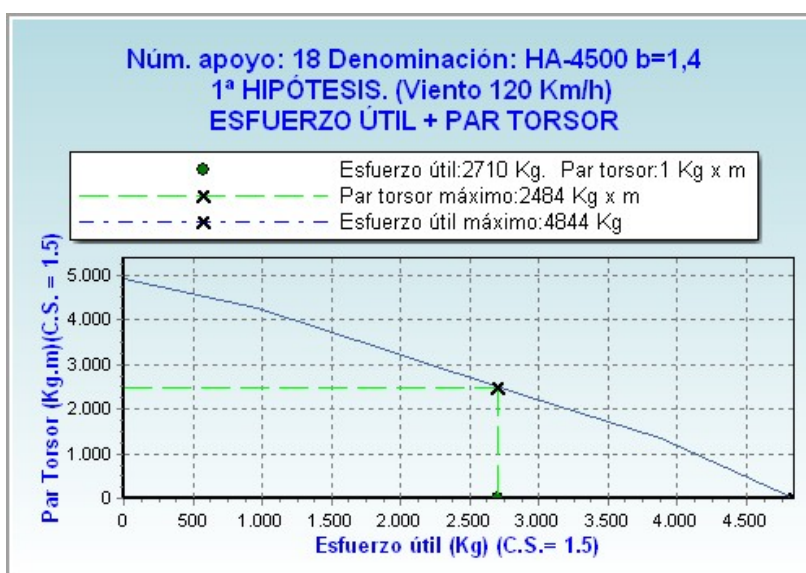
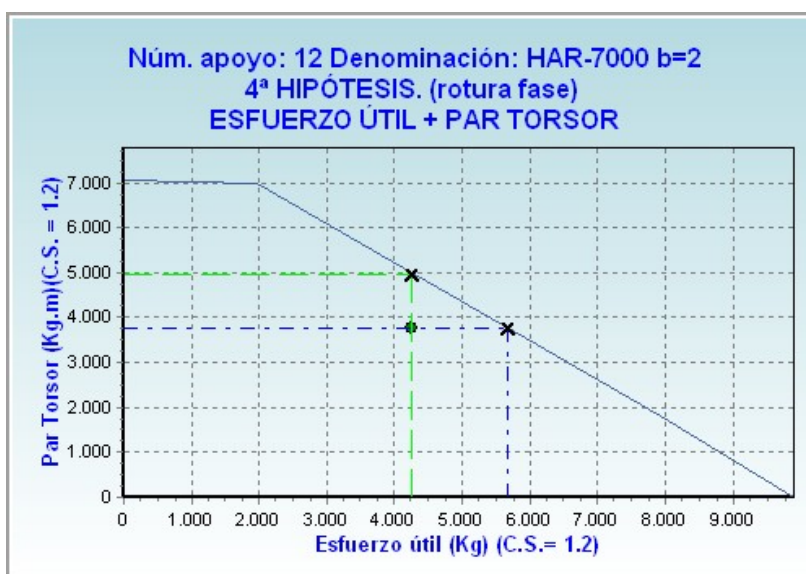
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



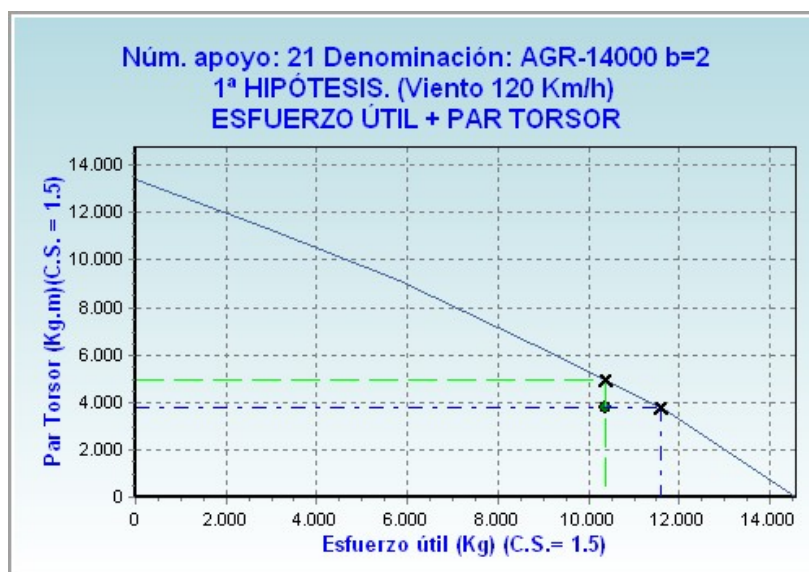
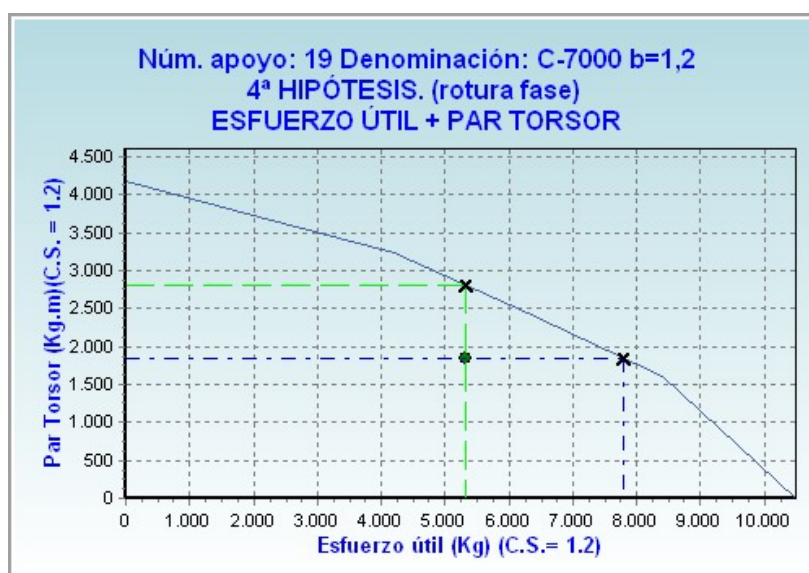
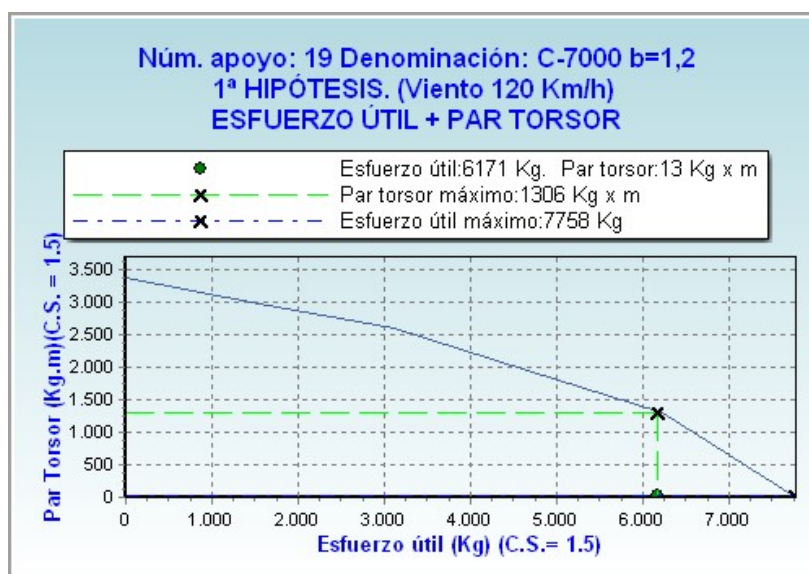
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



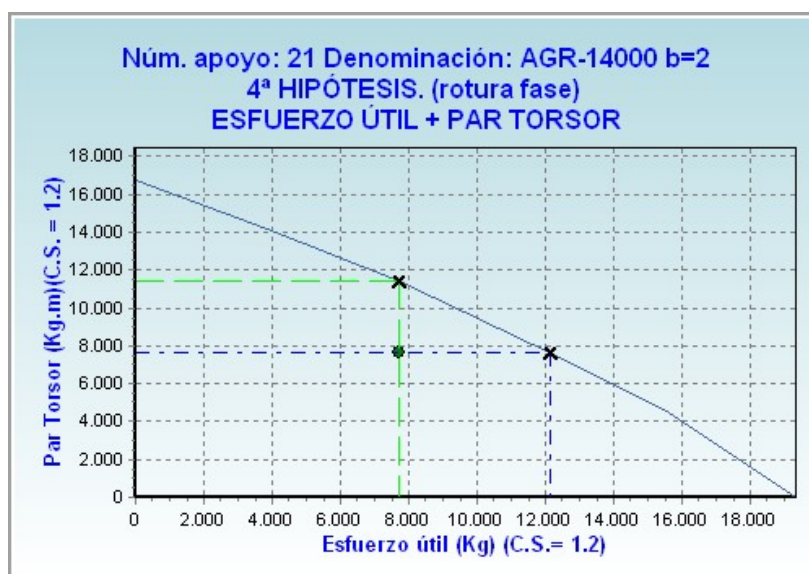
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



COEFICIENTES DE SEGURIDAD



COEFICIENTES DE SEGURIDAD



DATOS DE LAS CIMENTACIONES

Volumen total de excavación: 188,7 m³

Volumen total de cimentación: 203,54 m³

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
1	AGR-14000-20	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,7	0,5	1,1	2,95	4,11	15,84	16,89
2	HAR-2500-24	Normal	Monobloque	2,04	2,15				8,95	9,78
3	AGR-18000-10	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,85	0,65	1,1	3,15	2,69	17,88	18,93
4	AG-12000-12	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,55	0,45	1	2,8	2,96	12,37	13,24
5	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84				3,16	3,5
6	HAR-2500-15	Normal	Monobloque	1,67	2,02				5,63	6,19
7	HAR-7000-20	Normal	Monobloque	2,1	2,54				11,2	12,08
8	HAR-5000-20	Normal	Monobloque	1,86	2,42				8,37	9,06
9	HAR-7000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41				7,64	8,27
10	AGR-14000-18	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,7	0,5	1,1	2,95	3,84	15,84	16,89
11	C-7000-26	Normal	Monobloque	2,64	2,45				17,08	18,47
12	HAR-7000-20	Normal	Monobloque	2,1	2,54				11,2	12,08
13	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84				3,16	3,5
14	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84				3,16	3,5

Línea de A.T.



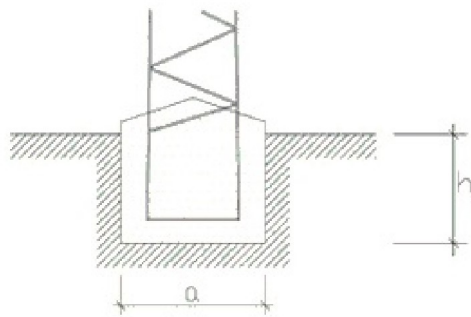
DATOS DE LAS CIMENTACIONES

Volumen total de excavación: 188,7 m³

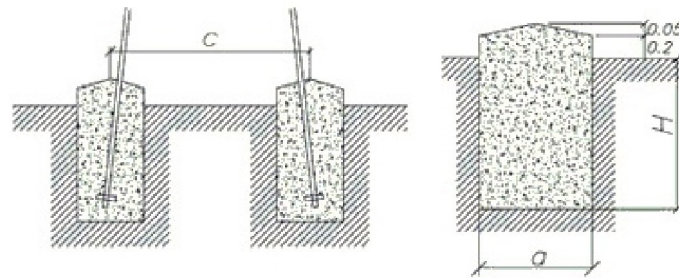
Volumen total de cimentación: 203,54 m³

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
15	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79				2,37	2,63
16	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79				2,37	2,63
17	C-1000-20	Normal	Monobloque	1,22	1,82				2,71	3,01
18	HA-4500-16	Normal	Monobloque	1,74	2,3				6,96	7,57
19	C-7000-22	Normal	Monobloque	2,3	2,43				12,85	13,91
20	C-2000-22	Normal	Monobloque	1,38	2,13				4,06	4,44
21	AGR-14000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,75	0,55	1,1	2,9	3,5	15,92	16,97

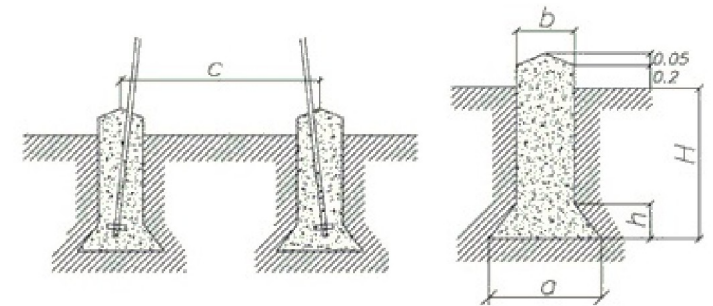
Cimentación monobloque



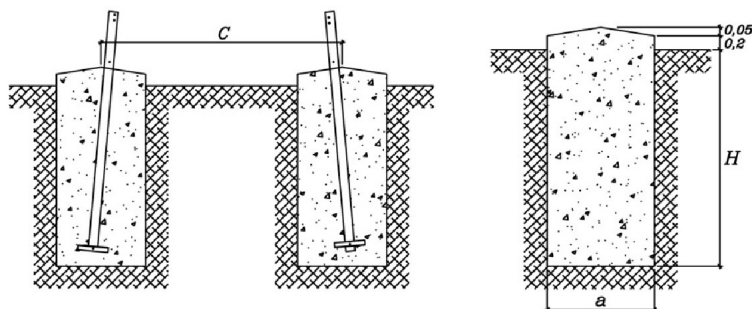
Cimentación tetrabloque cuadrada recta



Cimentación tetrabloque circular o cuadrada con cueva

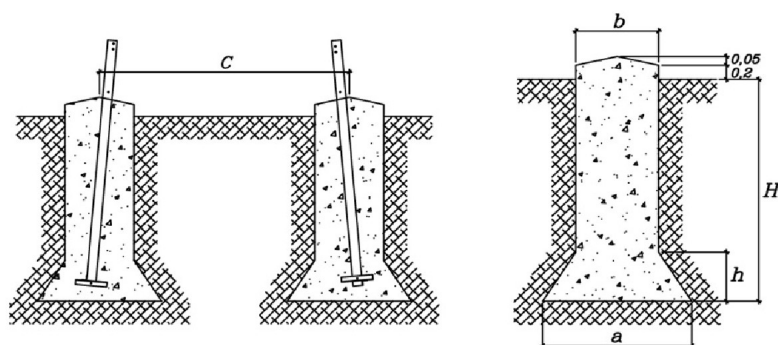


CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN CUADRADA RECTA			
	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$	TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$	TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$
a (m)	1,95	1,45	1,2
H (m)	3,25	3,1	3,05
V ex Total (m3)	49,43	26,07	17,57

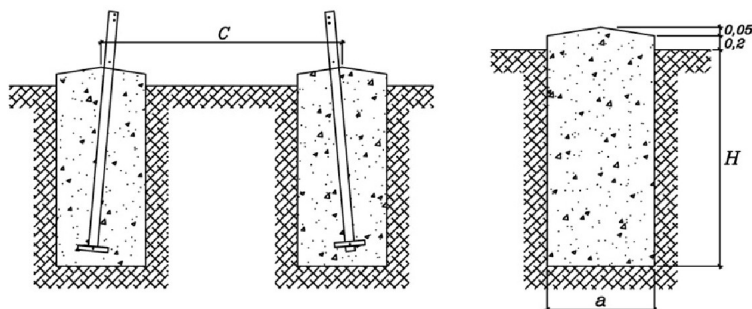
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	4,11



	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$		TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$		TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$	
	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA
a (m)	1,9	2,2	1,7	1,65	1,2	1,45
b (m)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
H (m)	3,45	3,55	2,95	3,35	3,05	3,15
h (m)	0,65	0,9	0,5	0,45	0,1	0,3
V ex Total (m)	19,54	18,06	15,84	13,73	14,81	12,38

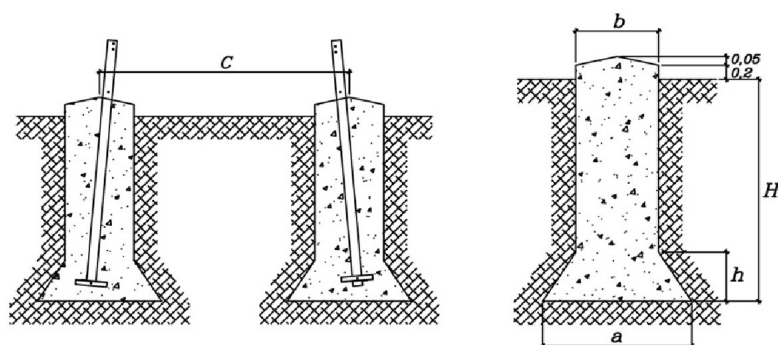
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	4,11

CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN CUADRADA RECTA			
	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$	TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$	TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$
a (m)	2,05	1,5	1,25
H (m)	3,45	3,35	3,24821828
V ex Total (m3)	57,99	30,15	20,3

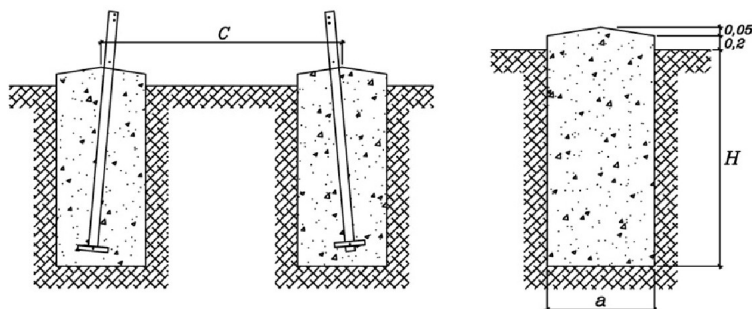
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	2,69



	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$		TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$		TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$	
	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA
a (m)	2	2,4	1,85	1,85	1,25	1,7
b (m)	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2
H (m)	3,65	3,65	3,15	3,45	3,25	3,25
h (m)	0,75	1	0,65	0,55	0,15	0,45
V ex Total (m)	21,45	22,54	17,88	17,2	15,83	15,67

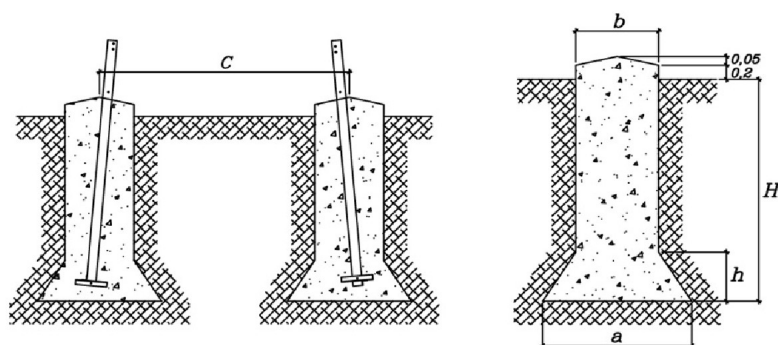
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	2,69

CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN CUADRADA RECTA			
	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$	TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$	TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$
a (m)	1,7	1,25	1,05
H (m)	3,15	3	2,9
V ex Total (m3)	36,41	18,75	12,8

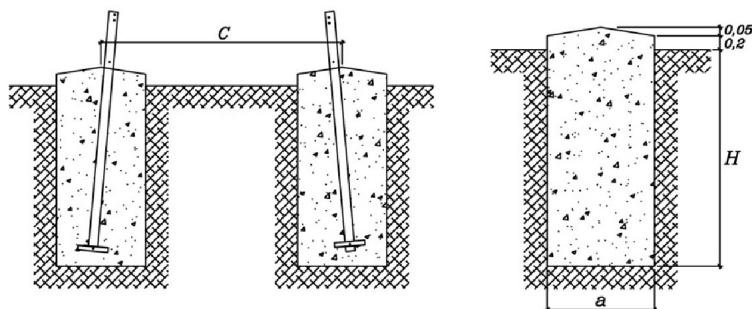
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	2,96



	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$		TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$		TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$	
	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA
a (m)	1,8	2,2	1,55	1,75	1,15	1,55
b (m)	1	1,1	1	1,1	1	1,1
H (m)	3,15	3,15	2,8	2,95	2,8	2,80049886
h (m)	0,65	0,9	0,45	0,55	0,15	0,4
V ex Total (m)	15,23	16,54	12,37	12,69	11,29	11,35

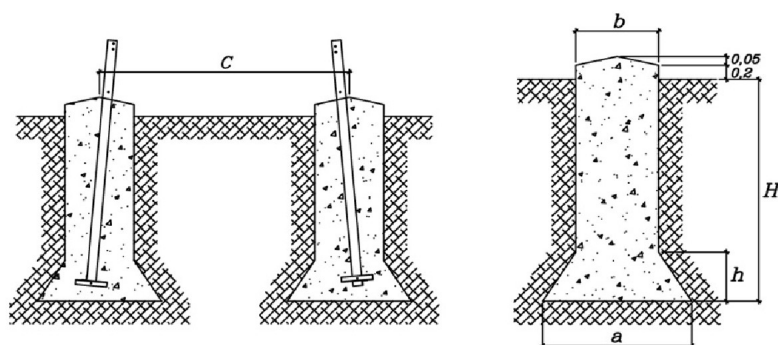
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	2,96

CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN CUADRADA RECTA			
	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$	TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$	TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$
a (m)	1,9	1,4	1,2
H (m)	3,25	3,15	3,05
V ex Total (m3)	46,93	24,7	17,57

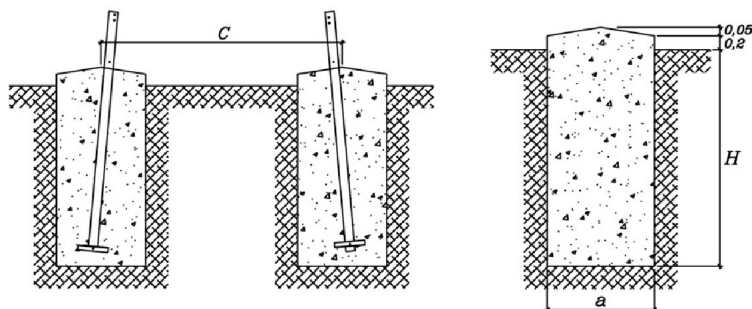
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	3,84



	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$		TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$		TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$	
	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA
a (m)	1,9	2,2	1,7	1,6	1,2	1,45
b (m)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
H (m)	3,4	3,55	2,95	3,35	3,05	3,15
h (m)	0,65	0,9	0,5	0,45	0,1	0,3
V ex Total (m)	19,3	18,06	15,84	13,63	14,81	12,38

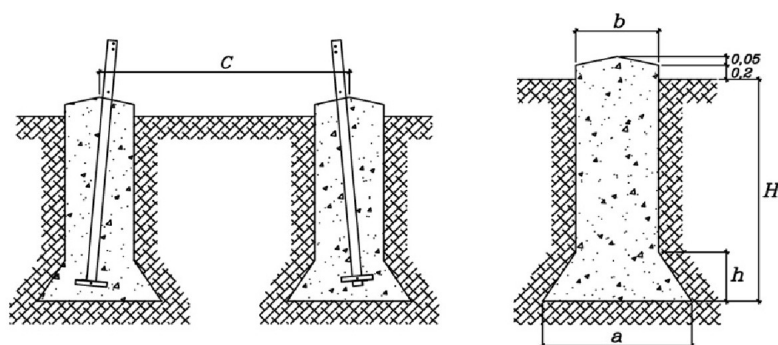
DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	3,84

CIMENTACIONES



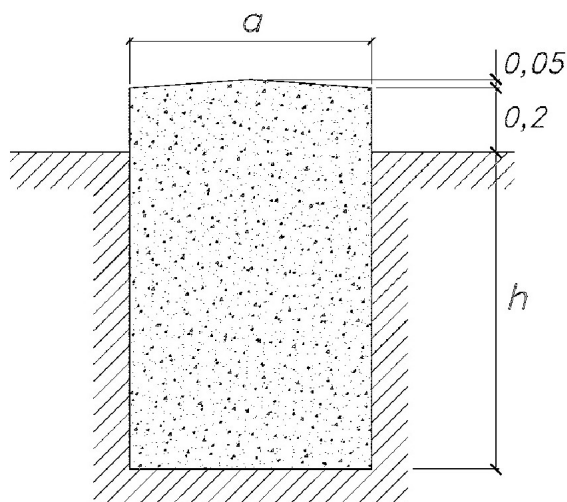
CIMENTACIÓN CUADRADA RECTA			
	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$	TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$	TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$
a (m)	1,9	1,4	1,15
H (m)	3,25	3,1	3,05
V ex Total (m3)	46,93	24,3	16,12

DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	3,5

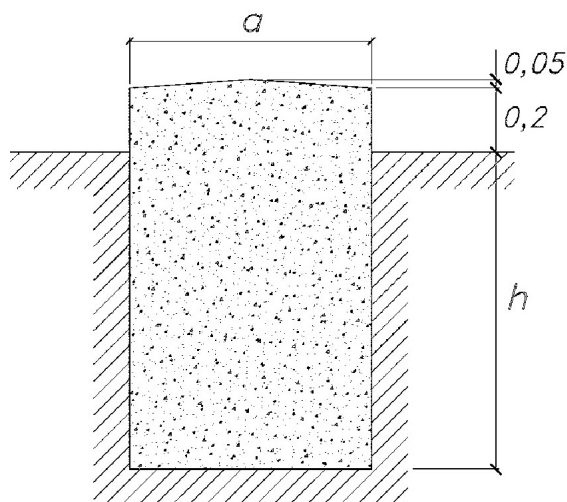


	TERRENO BLANDO $\sigma=2,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 25^\circ$		TERRENO NORMAL $\sigma=3,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 30^\circ$		TERRENO DURO $\sigma=4,0 \text{ daN/cm}^2$ $\alpha = 35^\circ$	
	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA	CUADRADA CON CUEVA	CIRCULAR CON CUEVA
a (m)	1,9	2,2	1,75	1,65	1,2	1,4
b (m)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
H (m)	3,35	3,5	2,9	3,3	3	3,15
h (m)	0,65	0,9	0,55	0,45	0,1	0,25
V ex Total (m)	19,06	17,87	15,92	13,54	14,57	12,26

DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	3,5

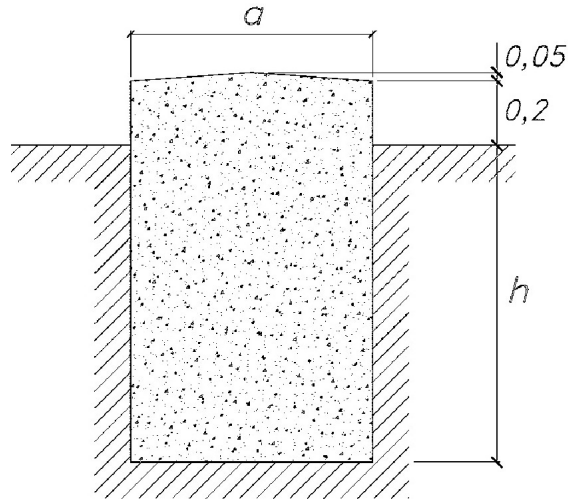
CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	2,04	2,04	2,04
H (m)	2,37	2,15	2,01
V ex Total (m3)	10,57	8,95	8,36

CIMENTACIONES


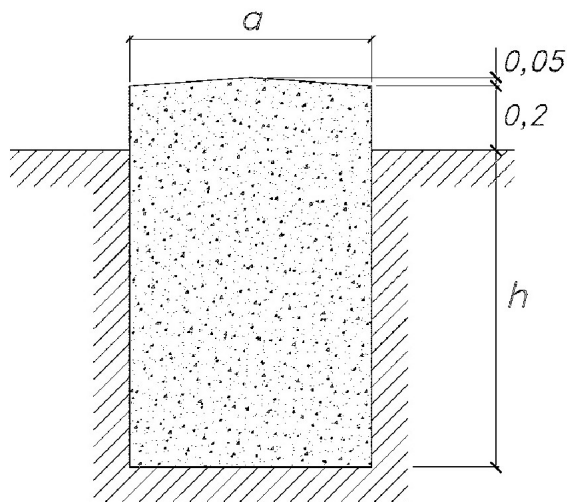
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	1,31	1,31	1,31
H (m)	2,03	1,84	1,72
V ex Total (m3)	3,48	3,16	2,95

CIMENTACIONES



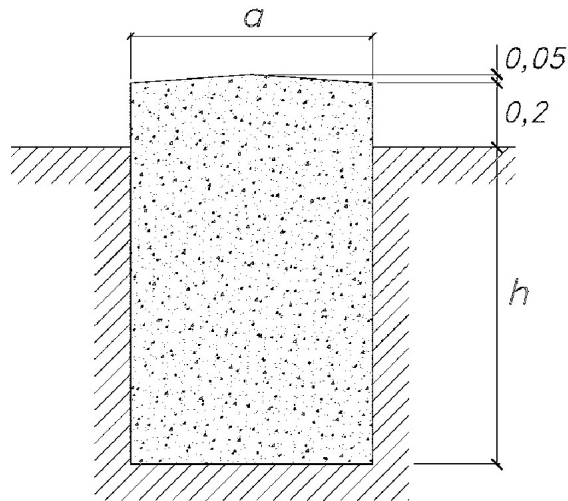
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,67	1,67	1,67
H (m)	2,23	2,02	1,91
V ex Total (m ³)	6,22	5,63	5,33

CIMENTACIONES



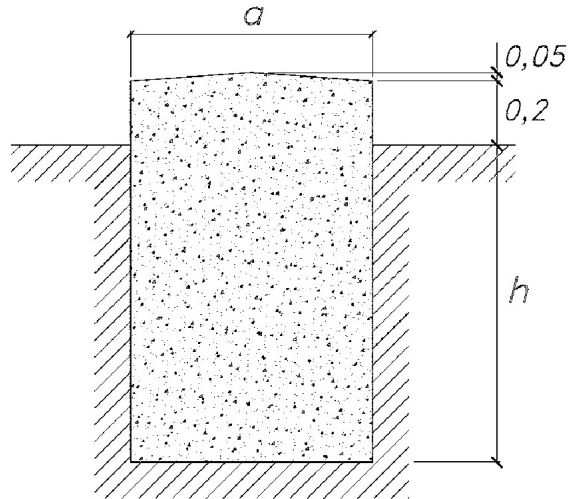
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	2,1	2,1	2,1
H (m)	2,79	2,54	2,37
V ex Total (m ³)	12,3	11,2	10,45

CIMENTACIONES

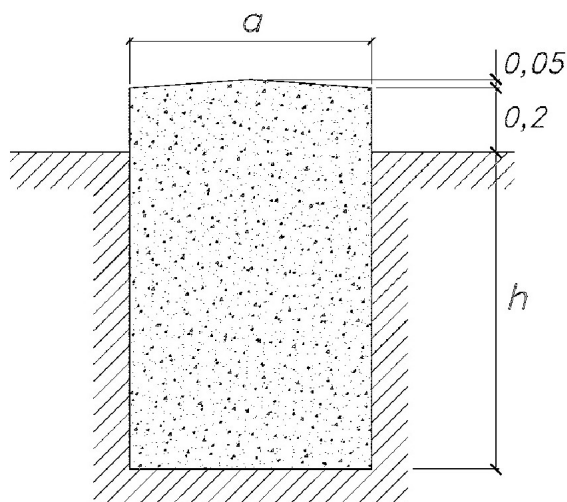


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,86	1,86	1,86
H (m)	2,67	2,42	2,27
V ex Total (m ³)	9,24	8,37	7,85

CIMENTACIONES

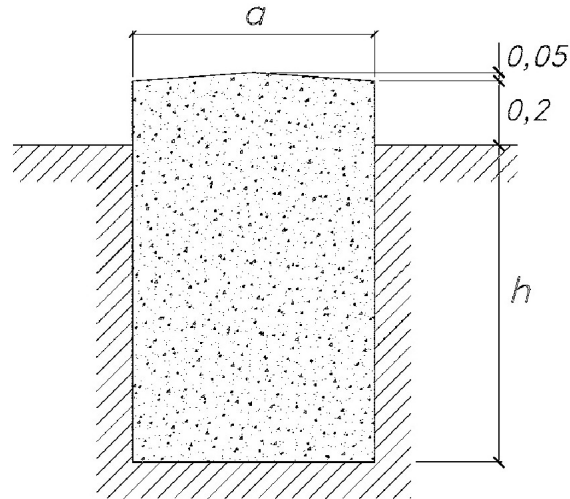


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	1,78	1,78	1,78
H (m)	2,66	2,41	2,25
V ex Total (m3)	8,43	7,64	7,13

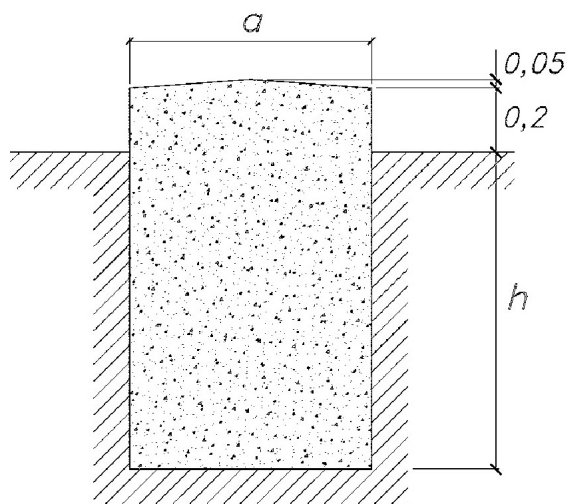
CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	2,64	2,64	2,64
H (m)	2,68	2,45	2,41
V ex Total (m3)	18,68	17,08	16,8

CIMENTACIONES

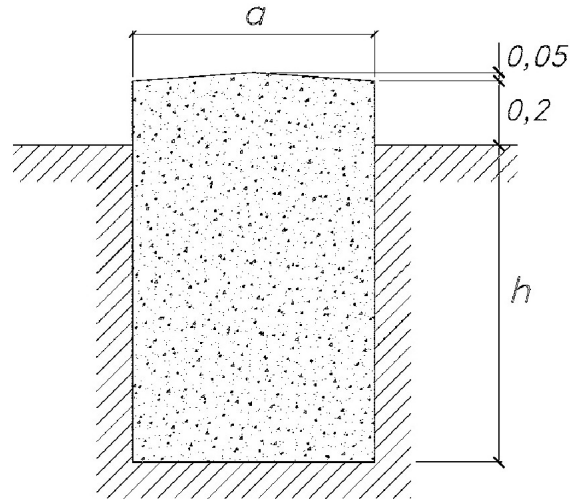


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	2,1	2,1	2,1
H (m)	2,79	2,54	2,37
V ex Total (m ³)	12,3	11,2	10,45

CIMENTACIONES


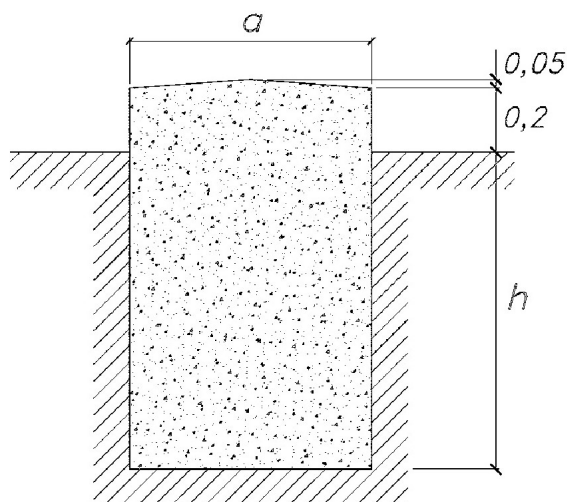
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	1,31	1,31	1,31
H (m)	2,03	1,84	1,72
V ex Total (m3)	3,48	3,16	2,95

CIMENTACIONES



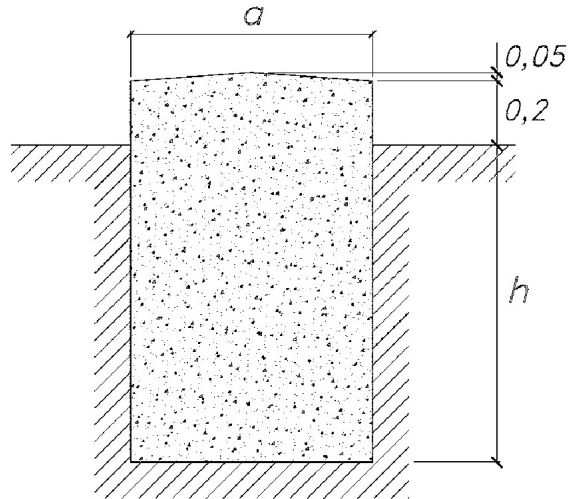
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	1,31	1,31	1,31
H (m)	2,03	1,84	1,72
V ex Total (m3)	3,48	3,16	2,95

CIMENTACIONES

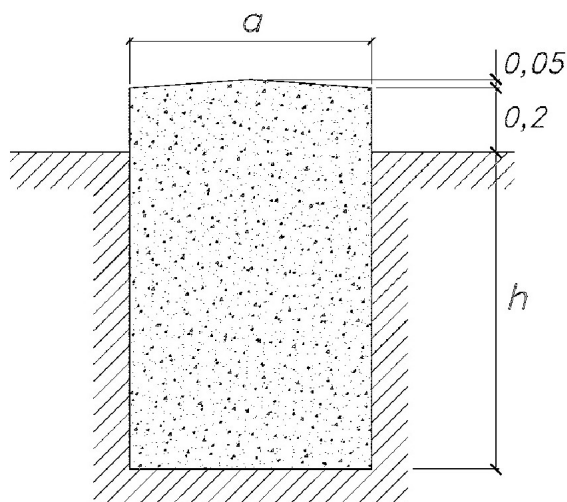


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,15	1,15	1,15
H (m)	1,98	1,79	1,72
V ex Total (m ³)	2,62	2,37	2,27

CIMENTACIONES

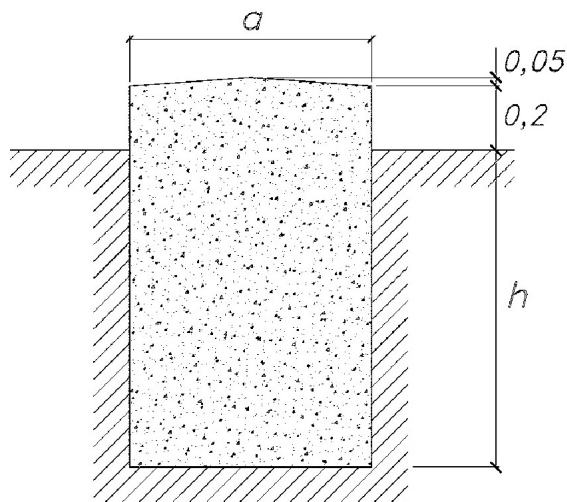


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,15	1,15	1,15
H (m)	1,98	1,79	1,72
V ex Total (m ³)	2,62	2,37	2,27

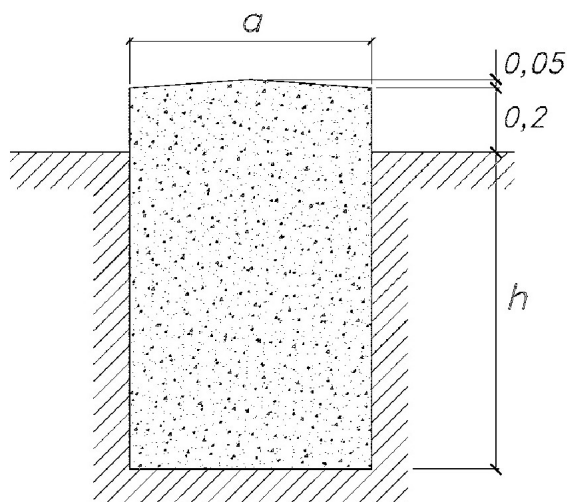
CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,22	1,22	1,22
H (m)	2,01	1,82	1,72
V ex Total (m ³)	2,99	2,71	2,56

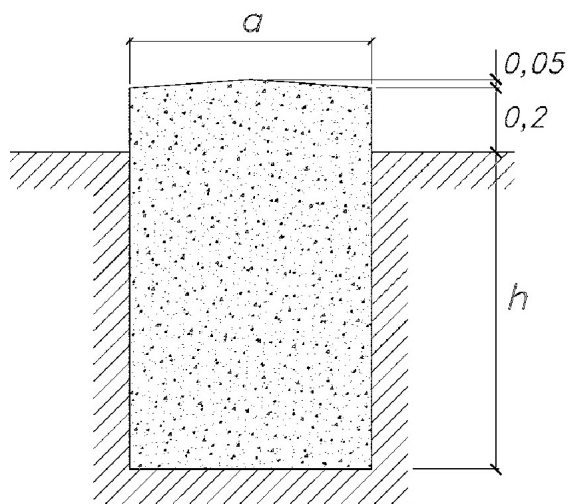
CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,74	1,74	1,74
H (m)	2,54	2,3	2,14
V ex Total (m ³)	7,69	6,96	6,48

CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	2,3	2,3	2,3
H (m)	2,68	2,43	2,31
V ex Total (m3)	14,18	12,85	12,22

CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,38	1,38	1,38
H (m)	2,35	2,13	1,98
V ex Total (m ³)	4,48	4,06	3,77

Anejo 6: RBDA

Proyecto Ejecutivo de Línea Aéreo-Subterránea de MT 15 kV en el T.M. de Jerez de la Frontera (Cádiz)

IFV “Romero”

Promotor: **Bogaris PV50 S.L.U.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Febrero 2024

ÍNDICE

1. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	3
---	----------

1. Relación de bienes y derechos afectados

Orden	Referencia catastral	Polígono	Parcela	Termino municipal	Naturaleza del terreno	Superficie vallado (m2)	Longitud aéreo (m)	Serv. de paso (m2)	Longitud subterráneo (m)	Tramo subterráneo (m2)	Nº apoyos	Apoyo	Ocupación temporal (m2)	Ocupación permanente (m2)
1	53020A10500011	105	11	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	275,77	2029,44	32,03	9,609	2	1,2	458,98	57,14
2	53020A10509011	105	9011	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	6,00	58,68	-	-	-	-	-	-
3	53020A10500036	105	36	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	159,17	1257,81	-	-	1	3	211,41	20,61
4	53020A10500034	105	34	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	330,04	3401,02	-	-	1	4	210,5401	20,3401
5	53020A10509014	105	9014	Jerez de la Frontera	Carretera	-	195,23	1559,46	-	-	1	8	140,66	3,46
6	53020A10500090	105	90	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	543,17	8308,56	-	-	2	5,6	264,105	4,505
7	53020A10509015	105	9015	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	6,69	206,33	-	-	-	-	345,18	7,79
8	53020A10500091	105	91	Jerez de la Frontera	Camino	-	247,33	2669,36	-	-	1	7	146,41	4,41
9	53020A10500109	105	109	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	-	18,09	-	-	-	-	-	-
10	53020A10609008	106	9008	Jerez de la Frontera	Carretera	-	25,19	72,09	-	-	-	-	-	-
11	53020A10600013	106	13	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	324,87	2233,08	-	-	2	9, 10	380,26	33,86
12	53020A10600012	106	12	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	335,70	3022,14	-	-	1	11	159,77	6,97
13	53020A10609012	106	9012	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	4,23	46,48	-	-	-	-	-	-
14	53020A10600086	106	86	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	446,61	3455,15	-	-	2	12,13	274,33	6,13
15	53020A10600015	106	15	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	111,29	757,38	-	-	1	14	86,97	1,72
16	53020A10600085	106	85	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	204,78	1364,43	-	-	2	14,15	32,92	-
17	53020A10600097	106	97	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	-	-	-	-	1	14	1,22	-
18	53020A10600084	106	84	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	535,07	3485,90	-	-	3	15,16,17	370,55	4,13
19	53020A10609003	106	9003	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	8,26	69,73	-	-	-	-	-	-
20	53020A10600018	106	18	Jerez de la Frontera	Camino	-	157,22	971,86	-	-	1	18	137,83	3,03
21	53020A10609009	106	9009	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	18,94	144,25	-	-	-	-	-	-
22	53020A10700011	107	11	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	505,80	4417,69	-	-	2	19, 20	280,79	7,19
23	53020A10700033	107	33	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	213,43	2576,76	326,87	98,061	1	21	559,43	223,68
24	53020A10709004	107	9004	Jerez de la Frontera	Agrícola	-	-	-	104,8	31,44	-	-	104,80	62,88
25	53020A10709003	107	9003	Jerez de la Frontera	Camino	-	-	-	407,41	122,223	-	-	271,23	244,18
-	-	-	-	Jerez de la Frontera	Camino	-	-	-	253,43	76,029	-	-	253,43	152,06
26	5266501QA5656E	-	-	Jerez de la Frontera	Urbano	-	-	-	232,48	69,744	-	-	368,66	139,75
27	6065003QA5656F	-	-	Jerez de la Frontera	Urbano	-	-	-	9,46	2,838	-	-	9,46	5,68
Total						-	4.654,79	42.125,69	1.366,48	409,94	21	-	5.068,93	1.009,50

Documento nº 2: Planos

Proyecto Ejecutivo de Línea Aéreo-Subterránea de MT 15 kV en el T.M. de Jerez de la Frontera (Cádiz)

IFV “Romero”

Promotor: **Bogaris PV50 S.L.U.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Febrero 2024

LISTADO DE PLANOS

- 3. Trazado
- 4. Afecciones
- 13. RBDA



Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106

Línea Aéreo - subterránea
de media tensión 15 kV

SET Montealt 15 kV
X: 755.656
Y: 4.066.223

LEYENDA:

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
- LÍNEA AÉREA MT 15 kV
- ⊠ APOYOS

PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

PLANO DE: Trazado	ESCALA: 1/7.000
3 ingnova PROYECTOS bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV50, S.L.U. Noviembre 2023

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29



Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106

Línea Aéreo - subterránea
de media tensión 15 kV

Apoyo 8

Apoyo 7

Apoyo 6

Apoyo 5

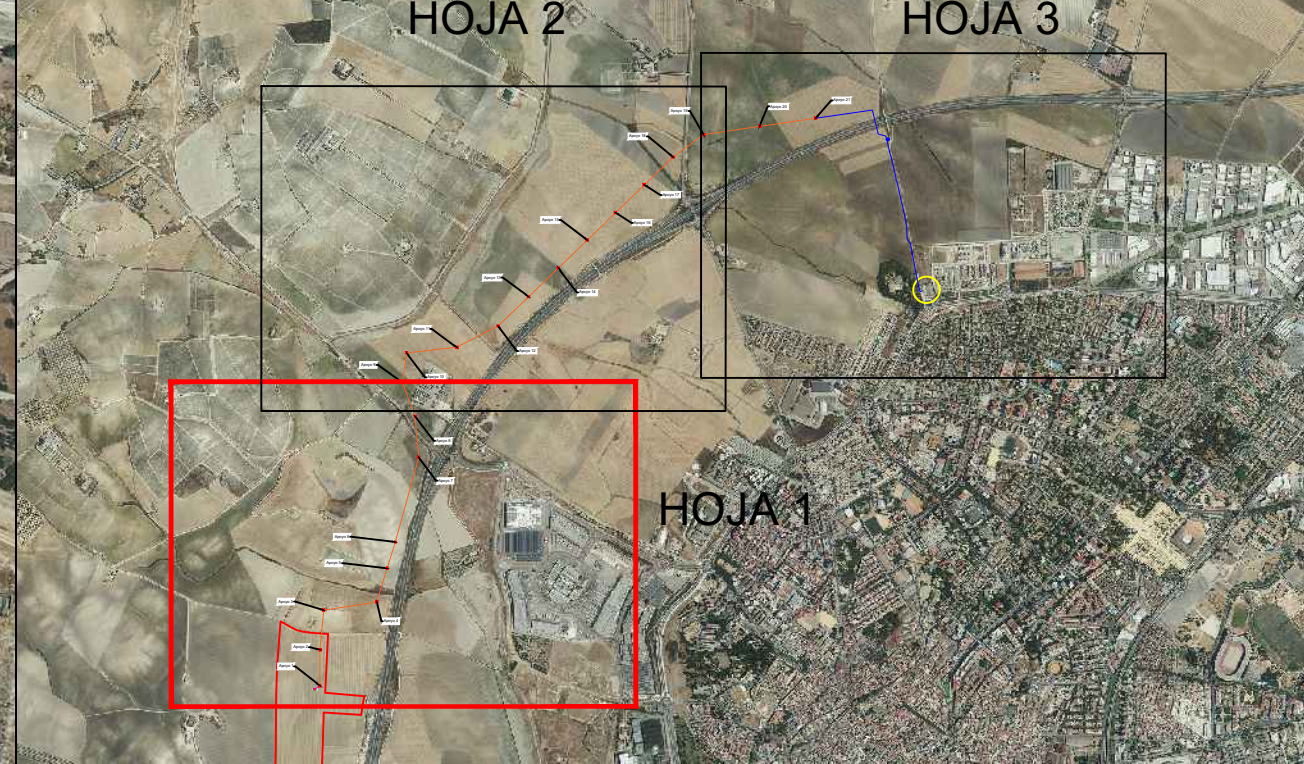
Apoyo 3

Apoyo 4

Apoyo 2

Apoyo 1

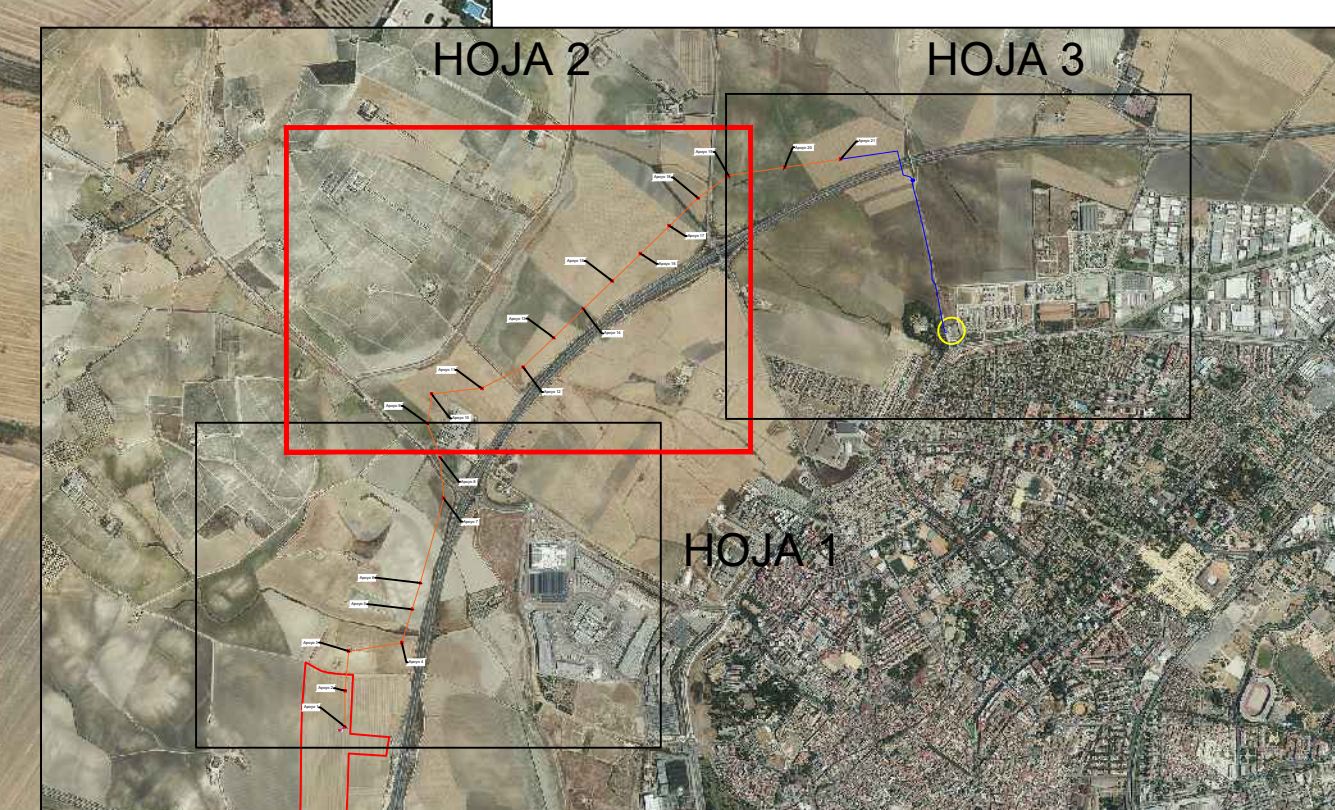
LEYENDA:
LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
LÍNEA AÉREA MT 15 kV
APOYOS





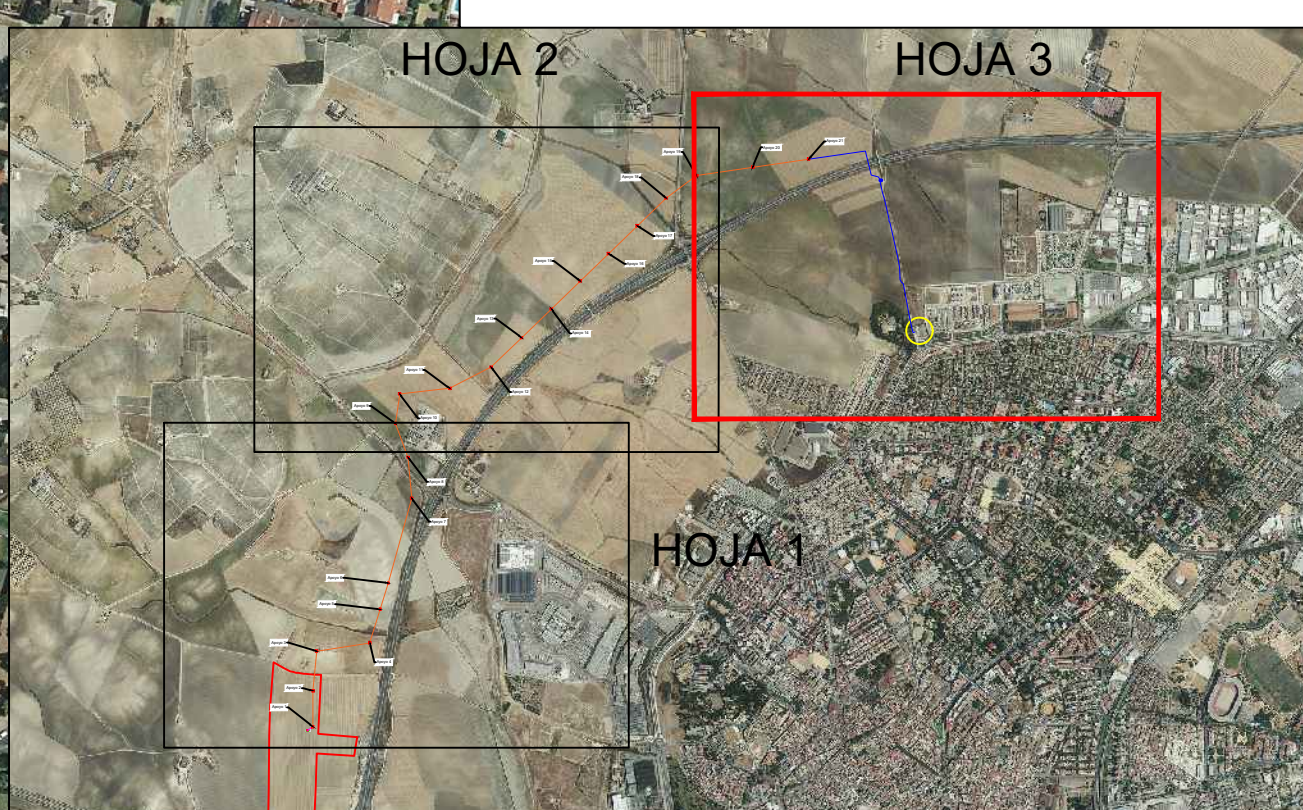
LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS





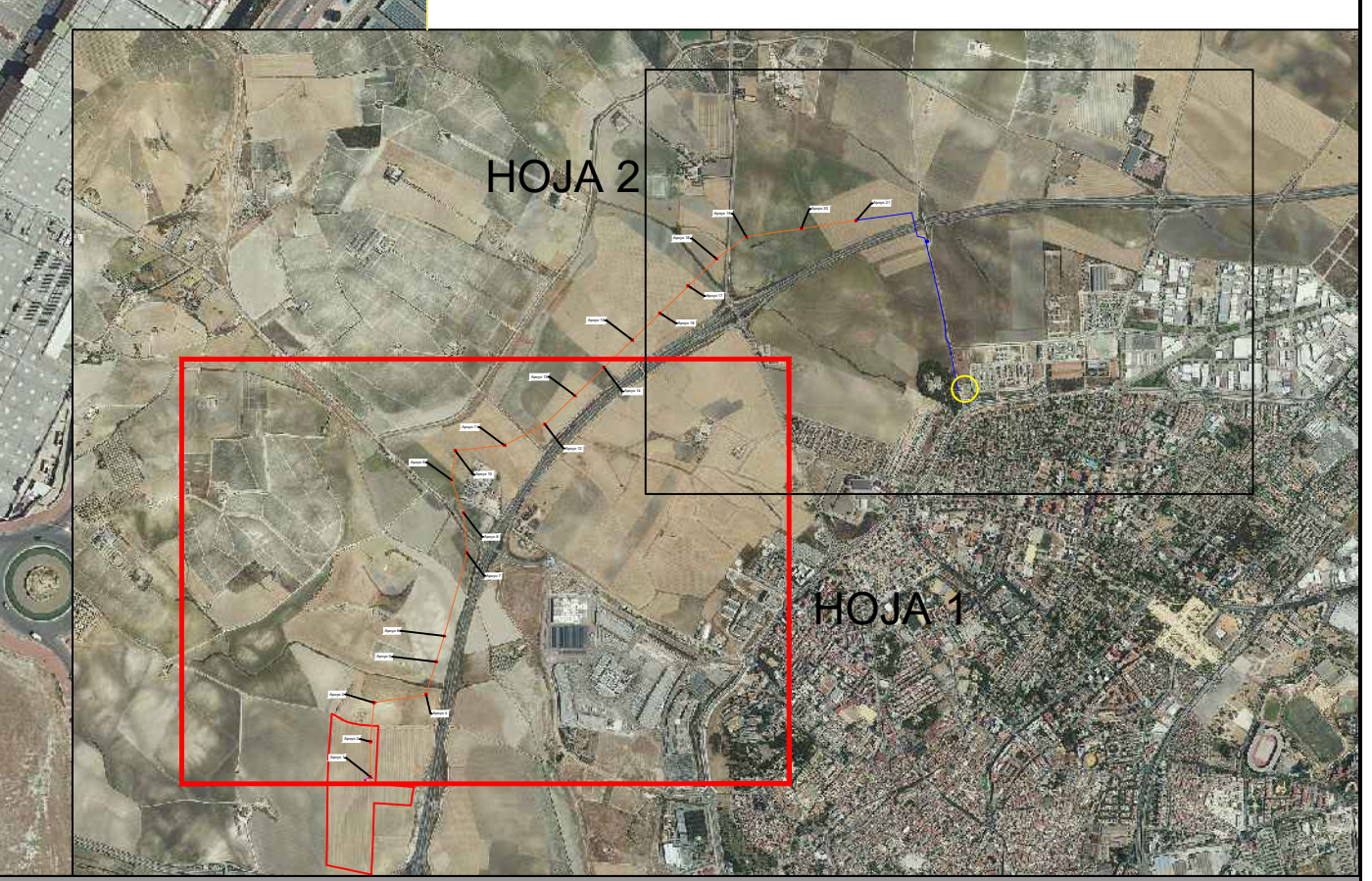
LEYENDA:	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS





LEYENDA:

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
- LÍNEA AÉREA MT 15 kV
- APOYOS
- CAUCES
- T100
- T500
- ZONA INUNDABLE

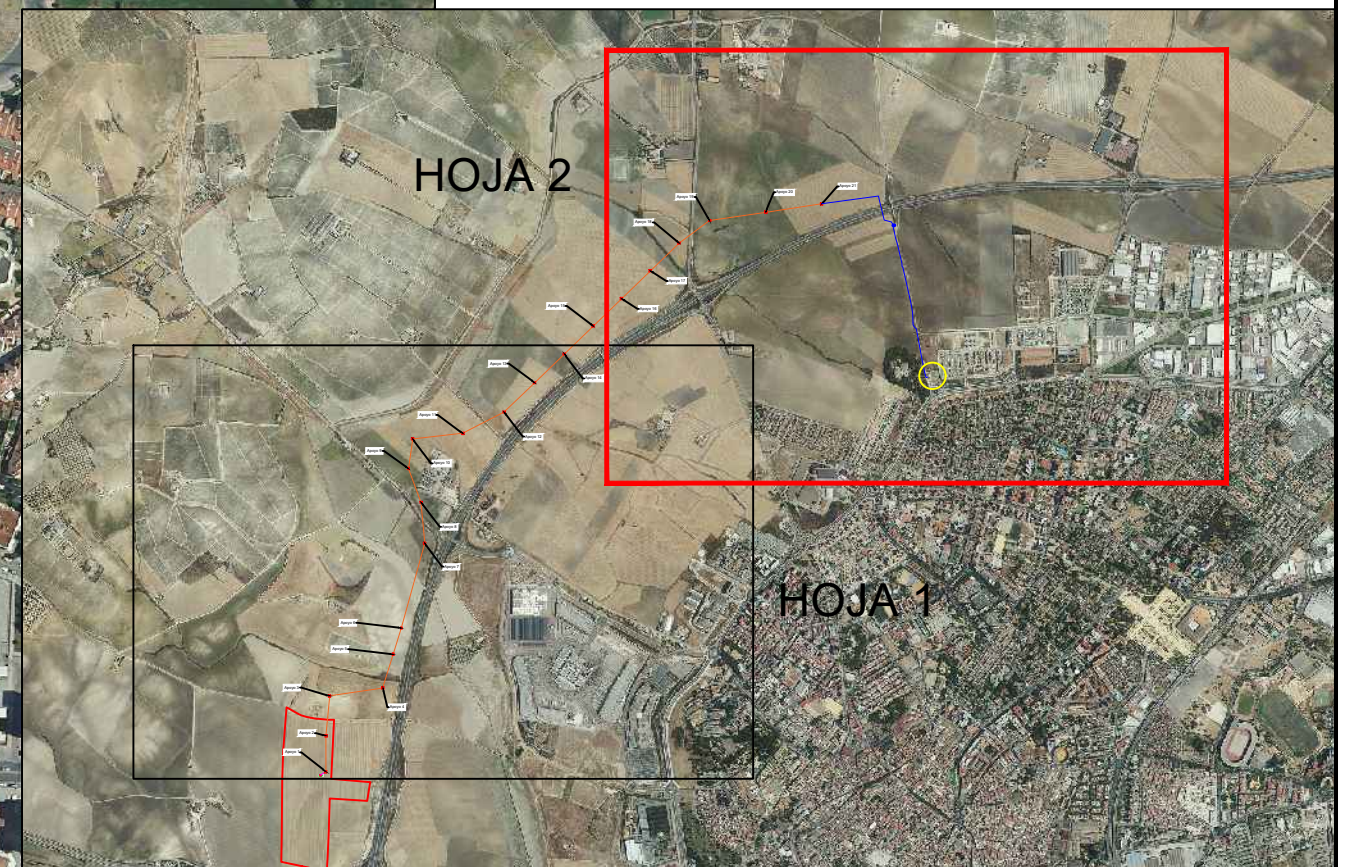


Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106



LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	CAUCES
	T100
	T500
	ZONA INUNDABLE



PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)



Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106

CA-3101

A-4

LEYENDA:

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
- LÍNEA AÉREA MT 15 kV
- APOYOS
- CARRETERAS

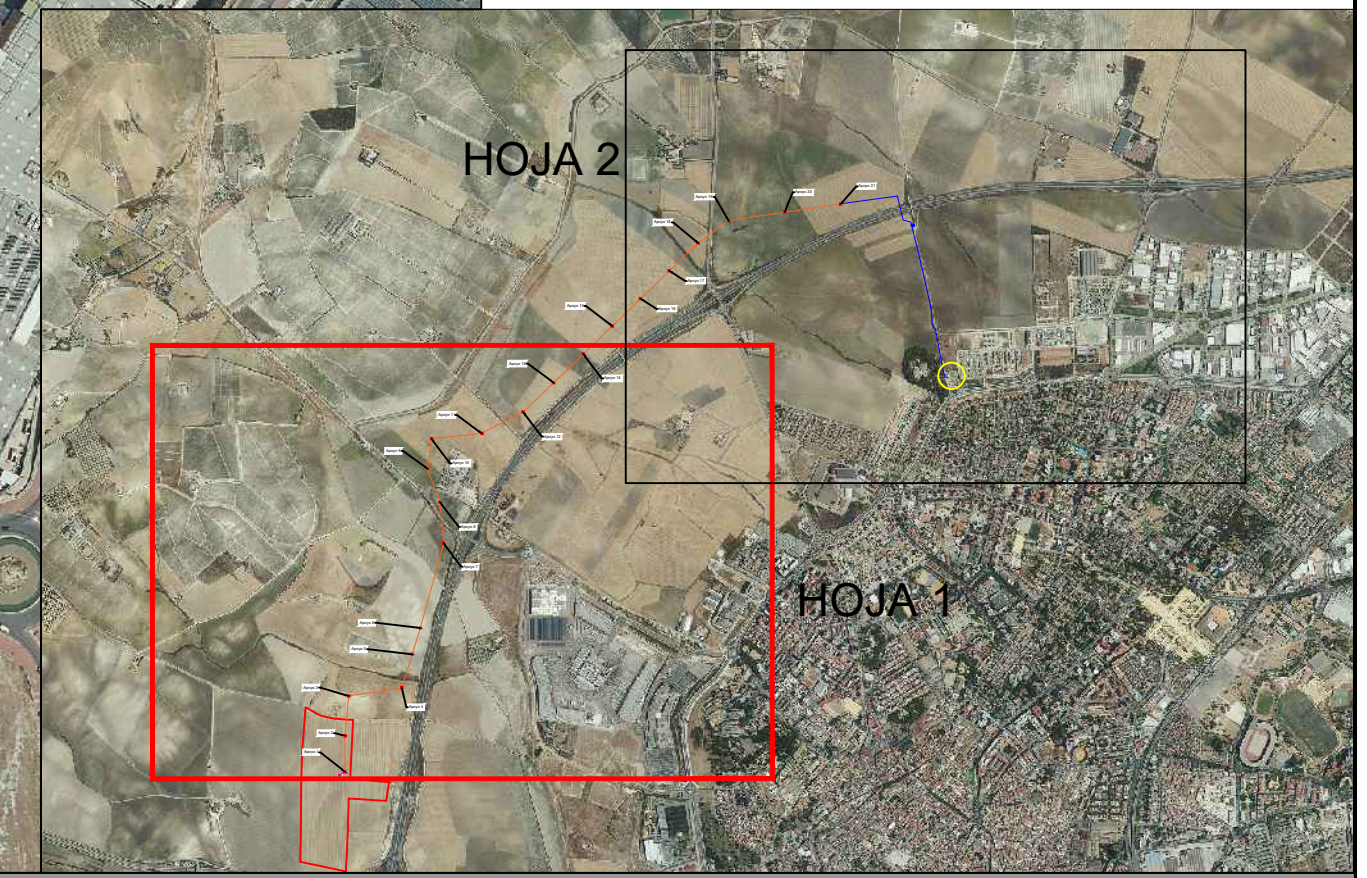




LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	CAMINOS

Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106





LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	CAMINOS





Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106

Línea Aéreo - subterránea
de media tensión 15 kV

Cañada Guadabajaque, Corchuelo y Moro

- LEYENDA:
- LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
 - LÍNEA AÉREA MT 15 kV
 - APOYOS
 - VÍA PECUARIA





Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106

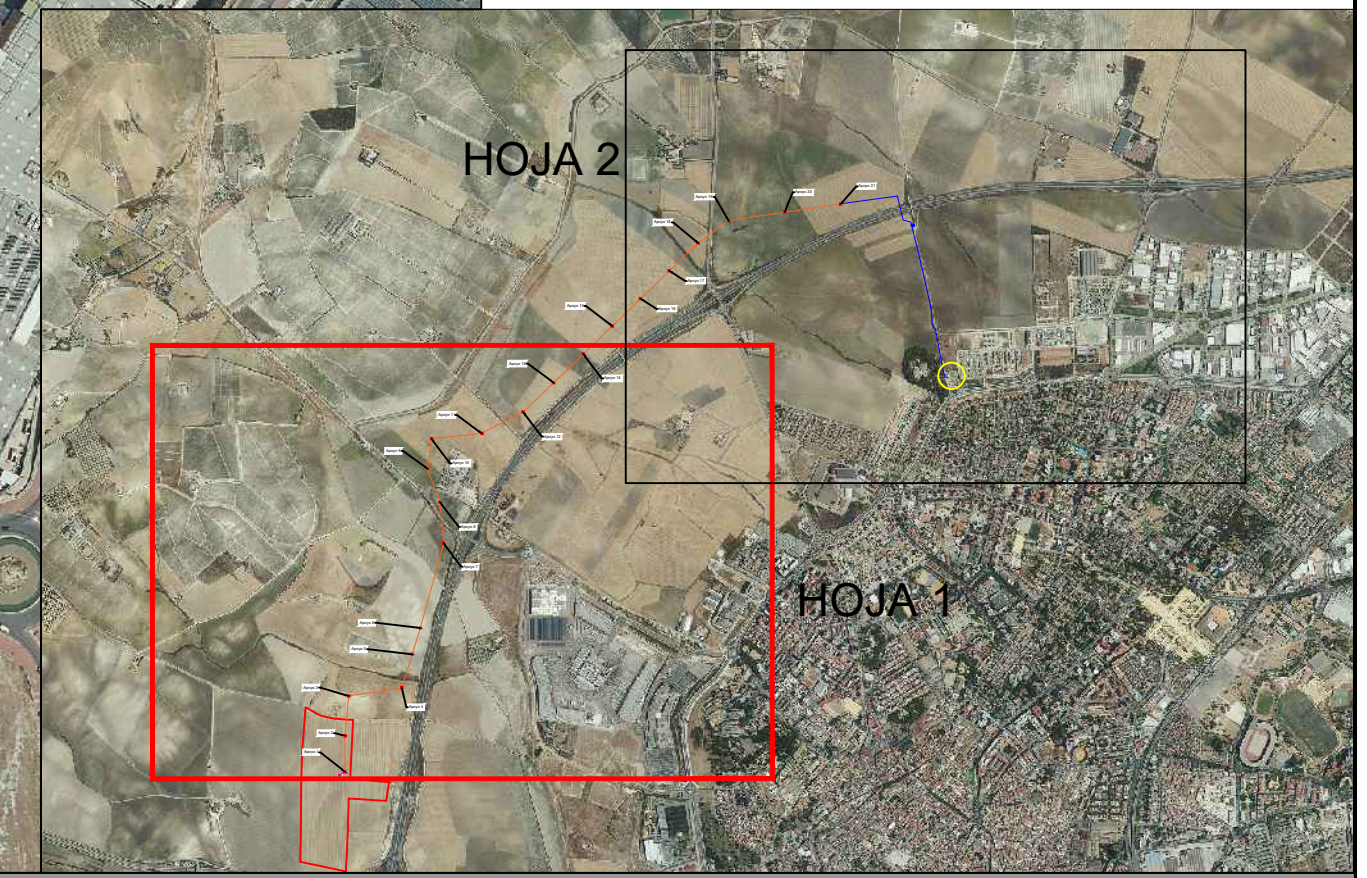
LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	YACIMIENTO





LEYENDA:	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 KV
	LÍNEA AÉREA MT 15 KV
	APOYOS
	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE



Centro de seccionamiento
X: 752.425
Y: 4.064.106



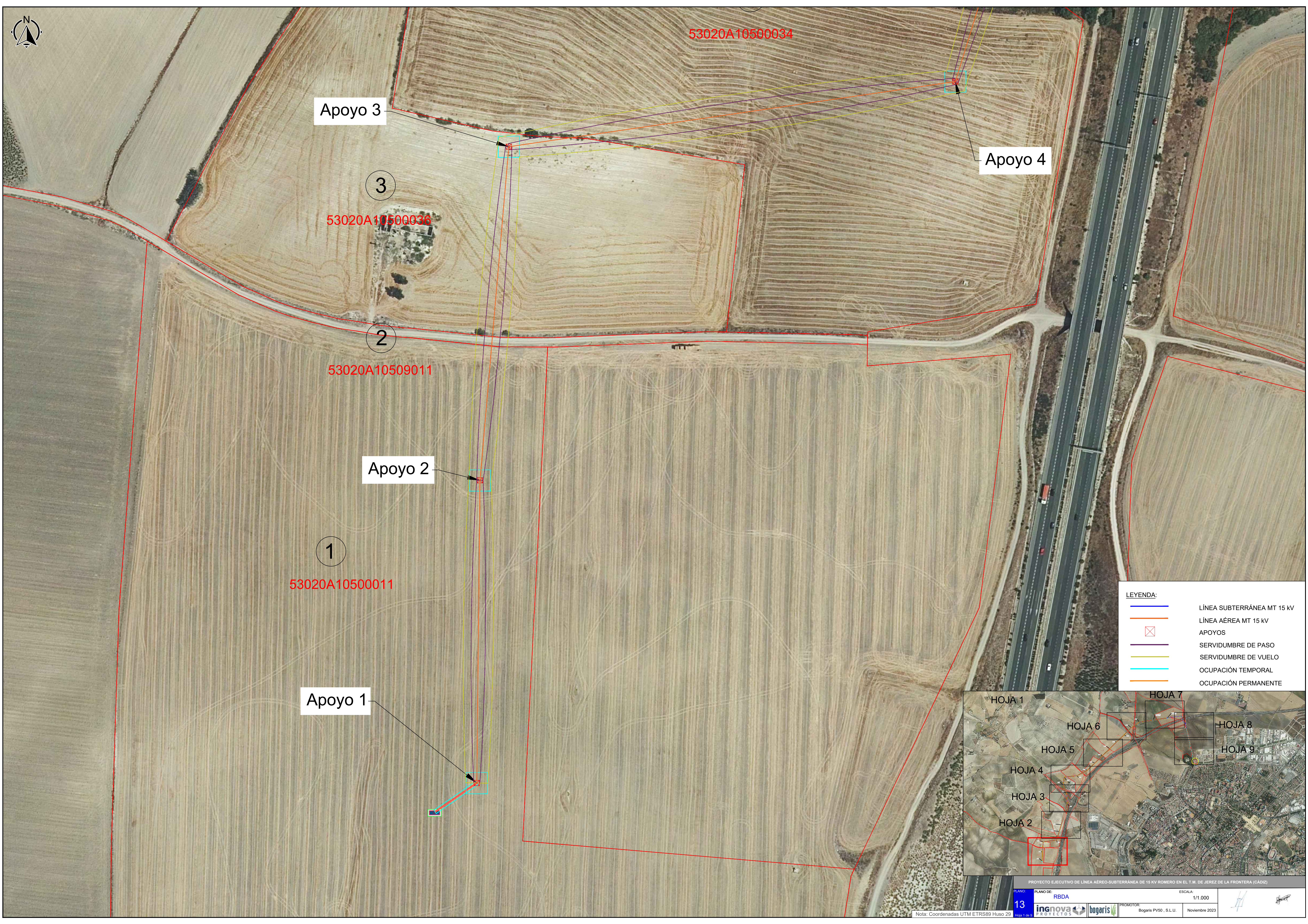


LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	LÍNEA TELEFÓNICA EXISTENTE

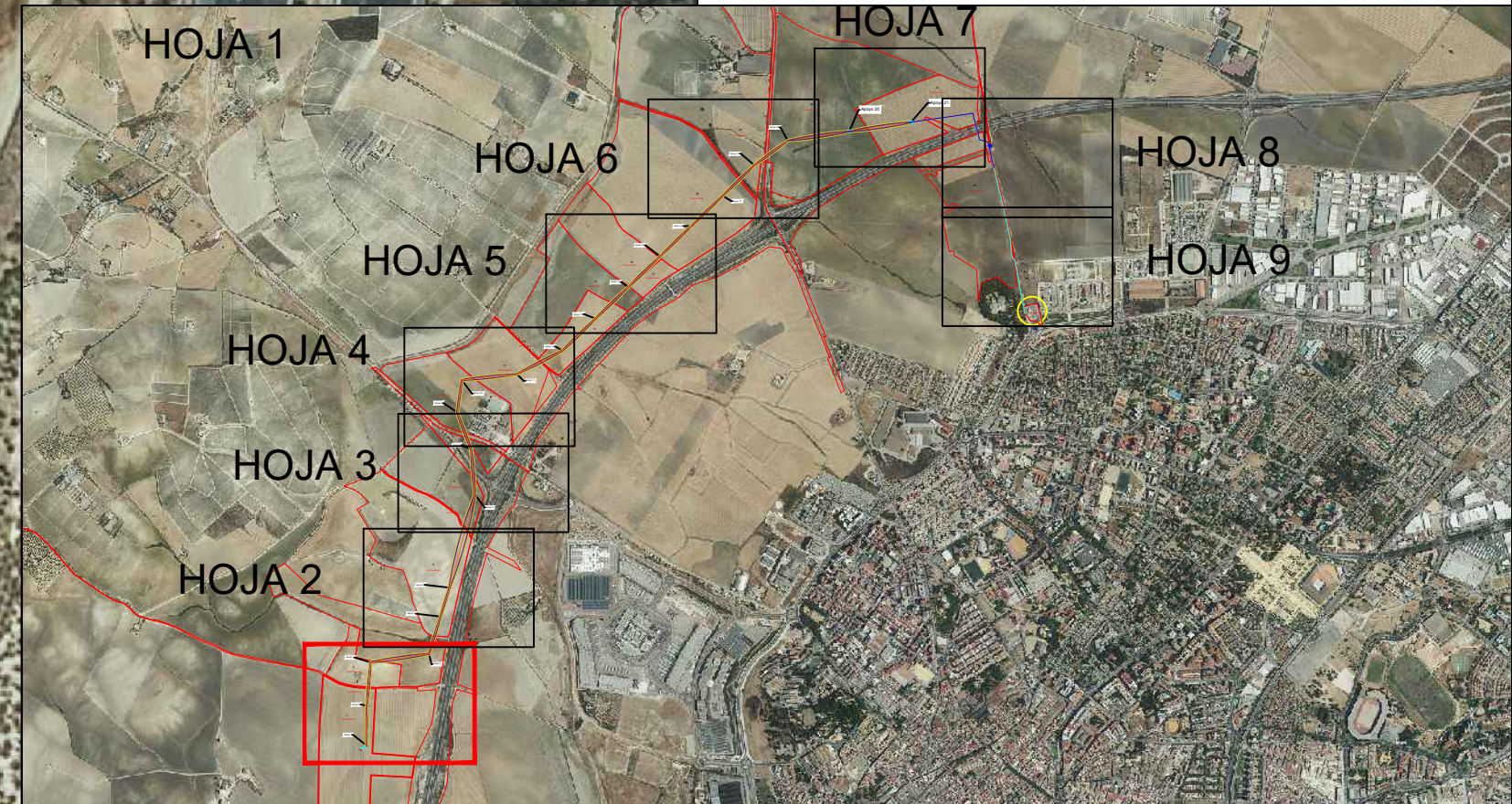


PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)



LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	SERVIDUMBRE DE PASO
	SERVIDUMBRE DE VUELO
	OCUPACIÓN TEMPORAL
	OCUPACIÓN PERMANENTE

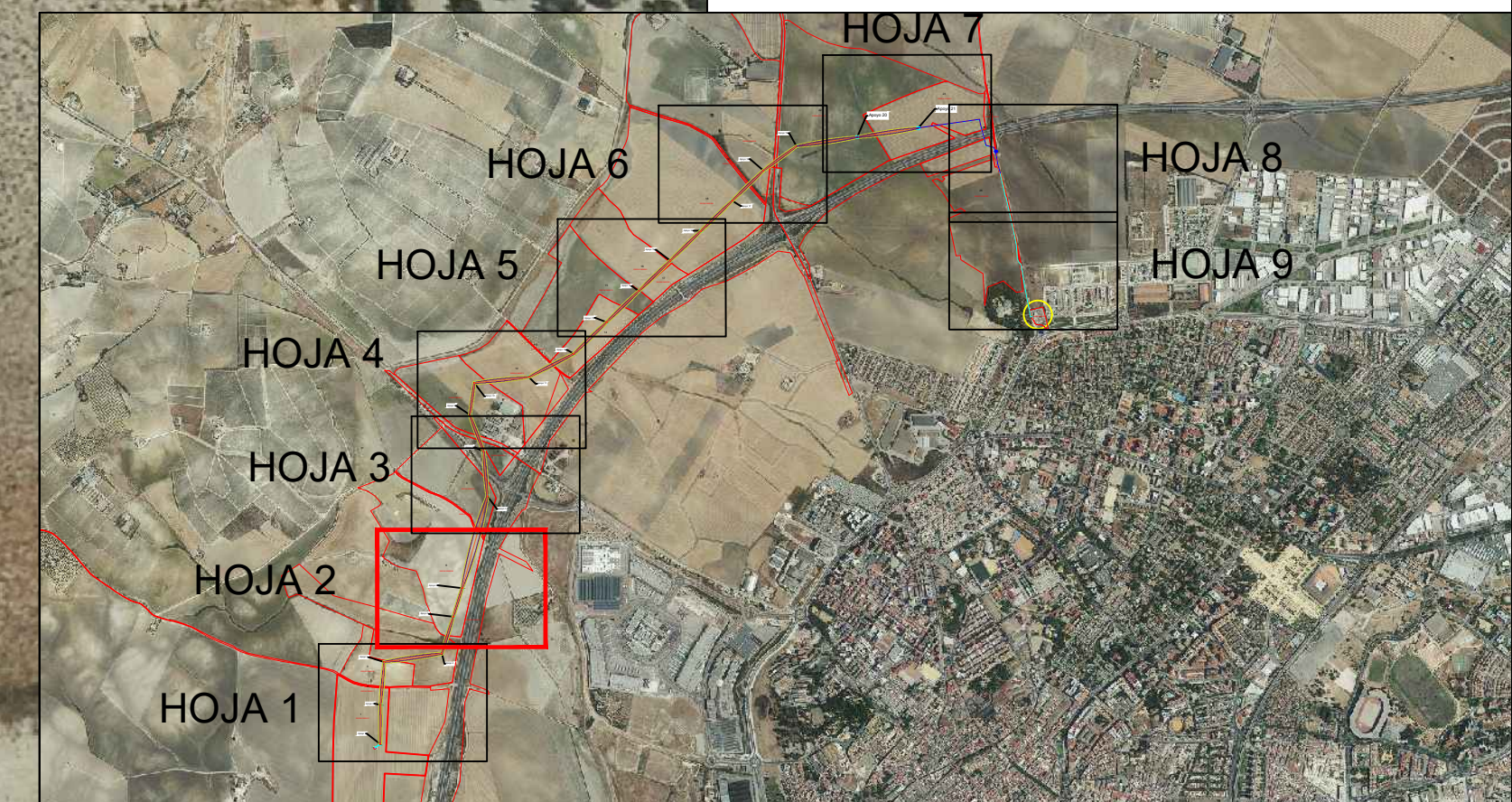


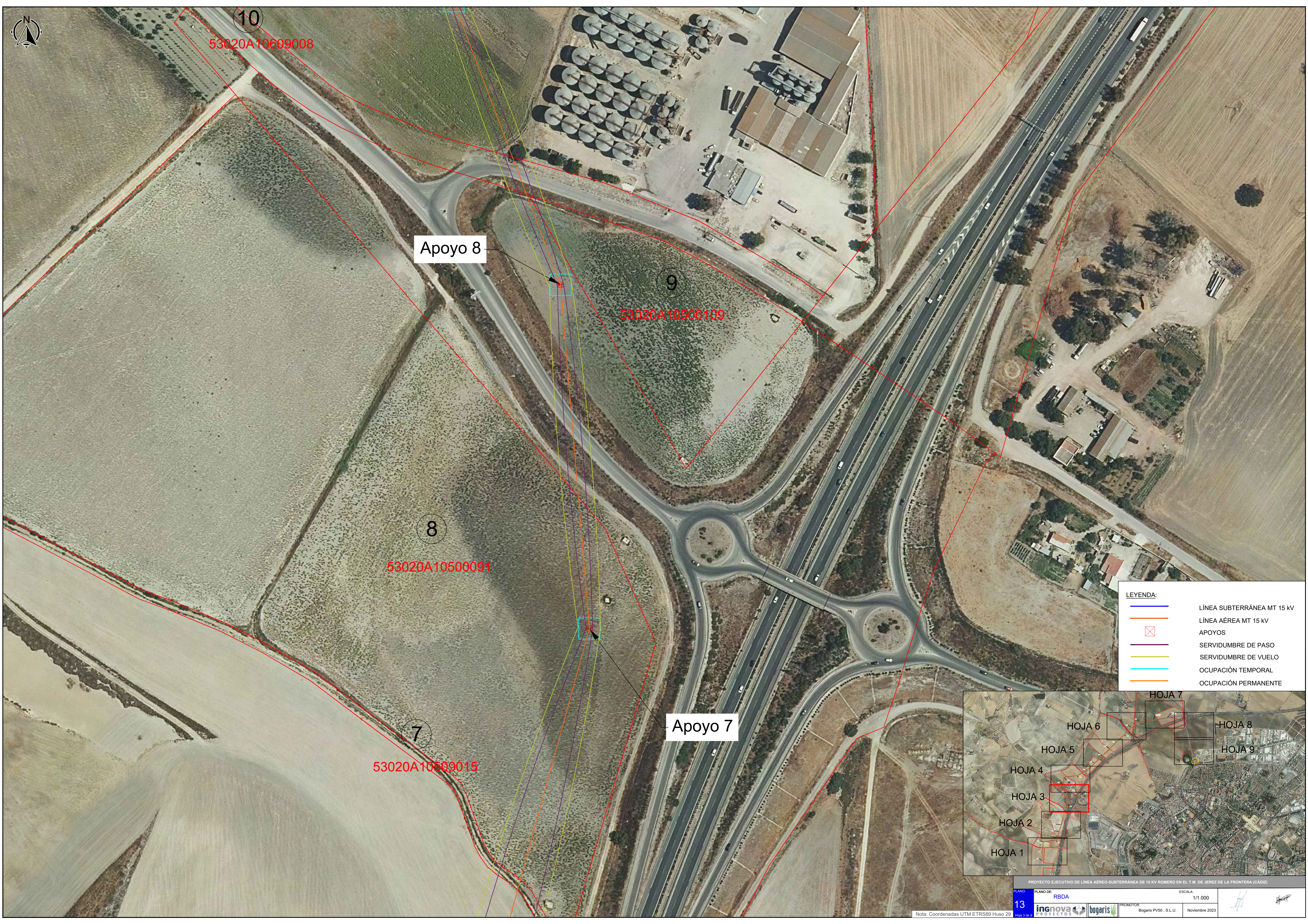
PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29



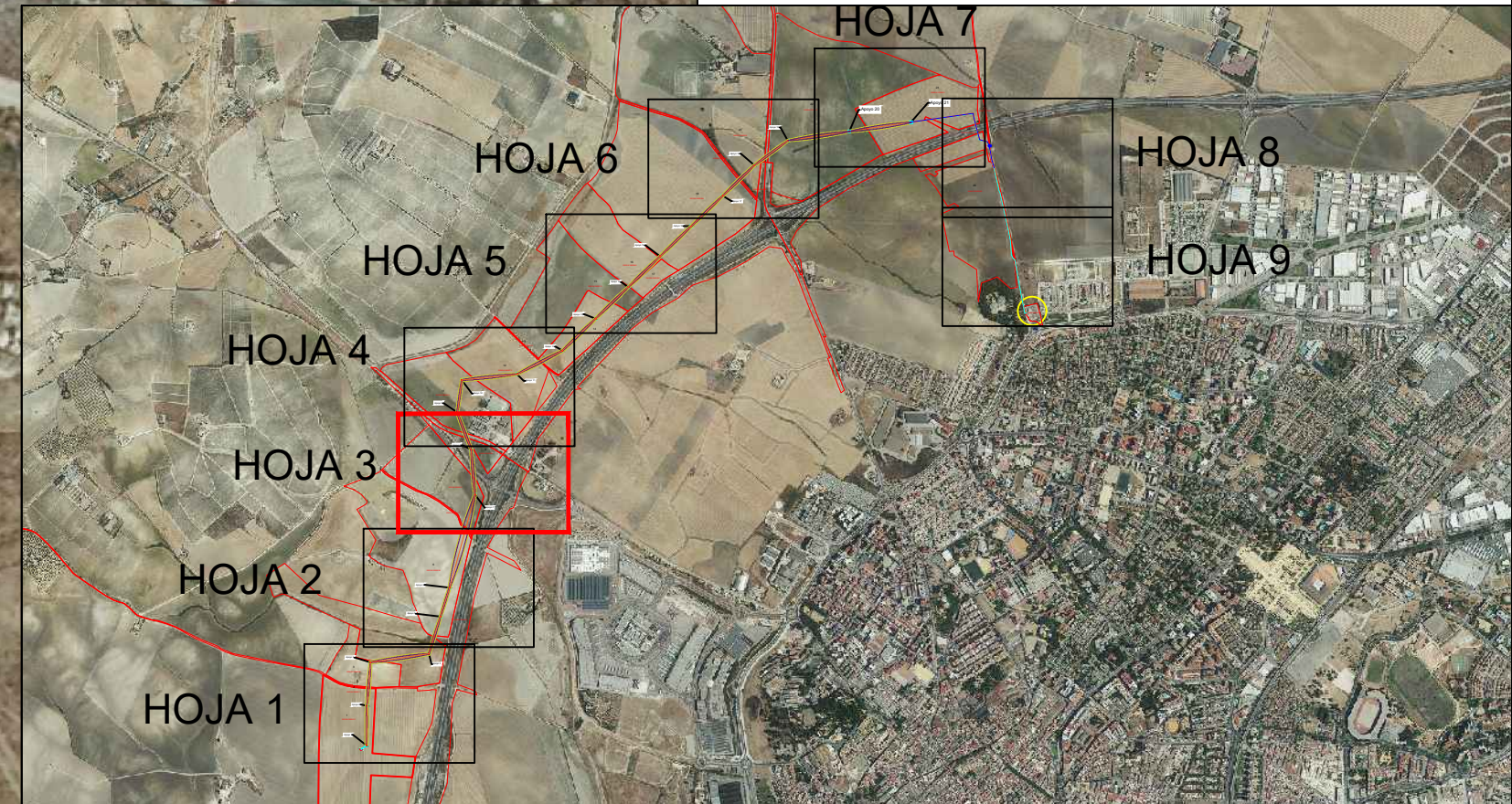
LEYENDA:	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	SERVIDUMBRE DE PASO
	SERVIDUMBRE DE VUELO
	OCUPACIÓN TEMPORAL
	OCUPACIÓN PERMANENTE





LEYENDA:

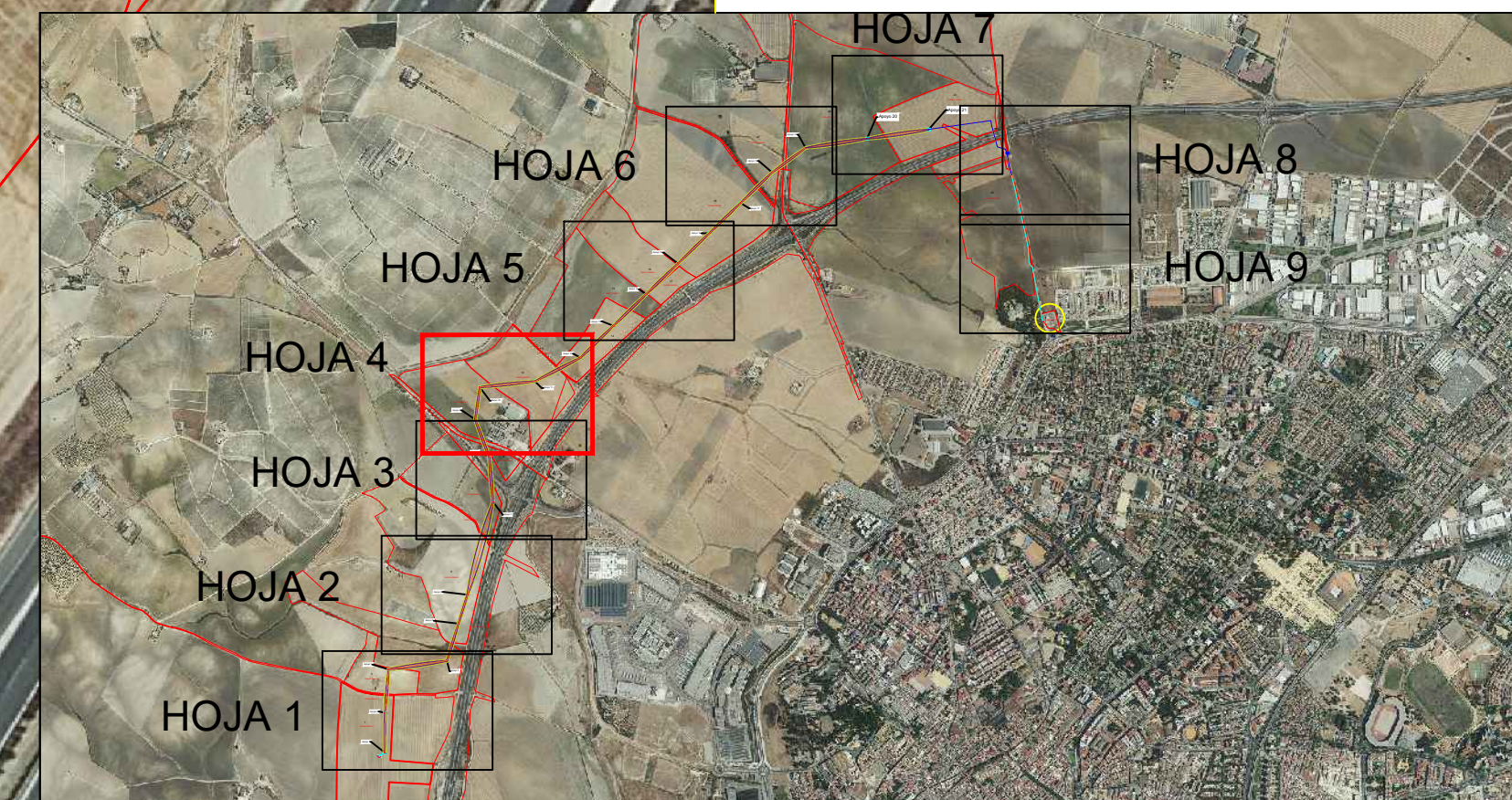
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	SERVIDUMBRE DE PASO
	SERVIDUMBRE DE VUELO
	OCUPACIÓN TEMPORAL
	OCUPACIÓN PERMANENTE

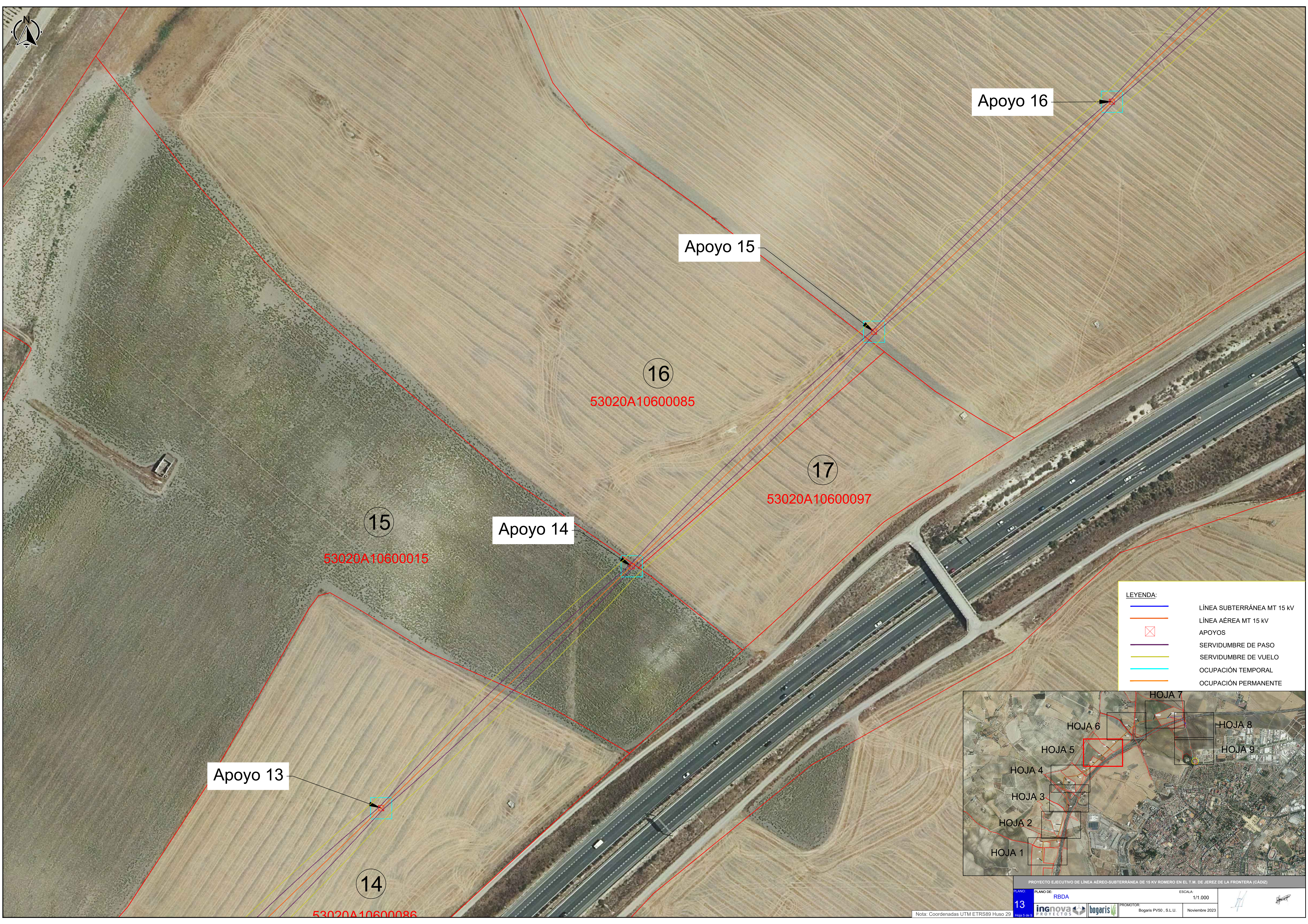


PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉRO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

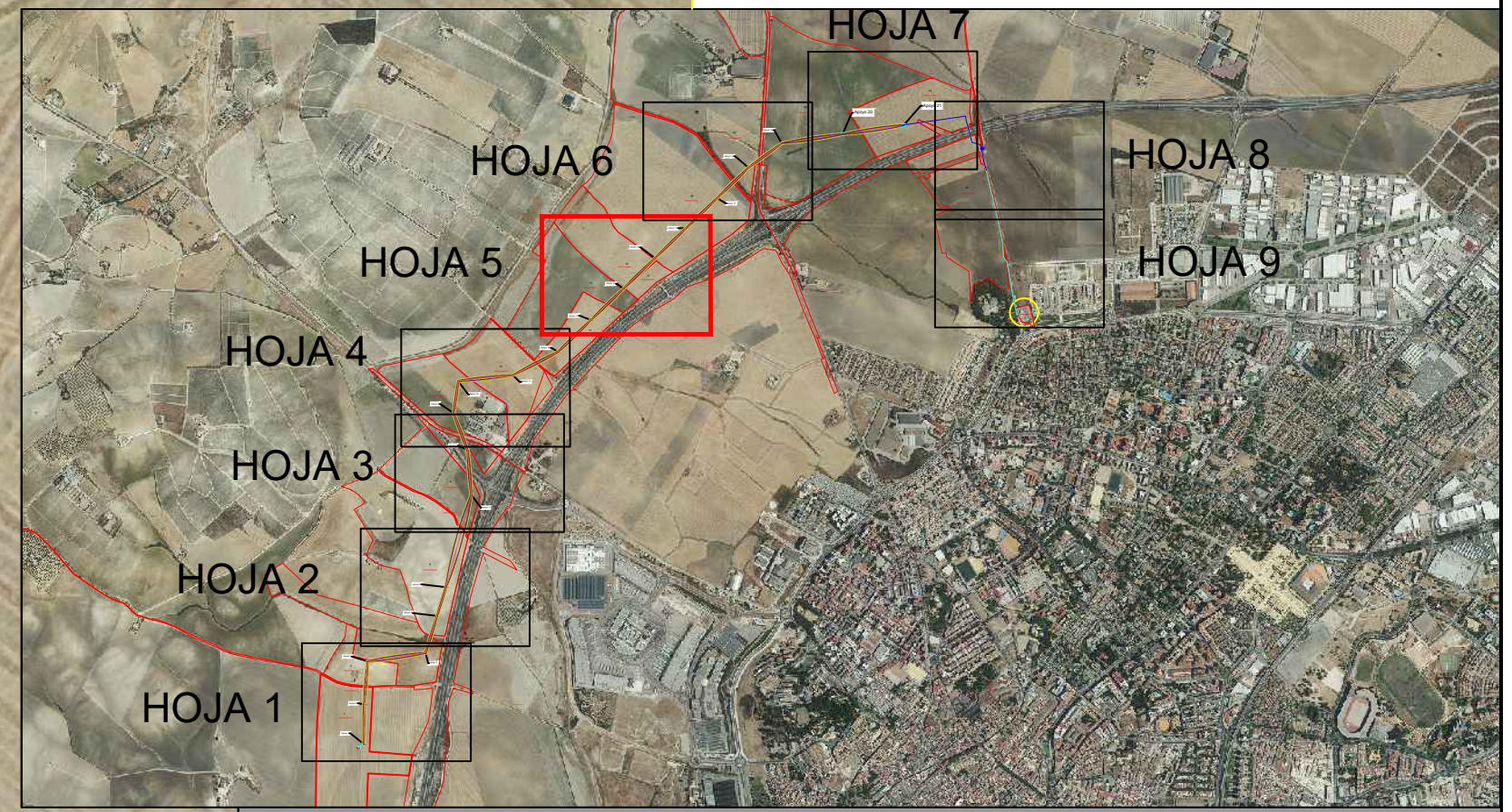


LEYENDA:	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	SERVIDUMBRE DE PASO
	SERVIDUMBRE DE VUELO
	OCUPACIÓN TEMPORAL
	OCUPACIÓN PERMANENTE





- LEYENDA:
- LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
 - LÍNEA AÉREA MT 15 kV
 - APOYOS
 - SERVIDUMBRE DE PASO
 - SERVIDUMBRE DE VUELO
 - OCUPACIÓN TEMPORAL
 - OCUPACIÓN PERMANENTE





22

53020A10700011

Apoyo 19

20

53020A10600018

19

Apoyo 18

53020A10609003

21

53020A10609009

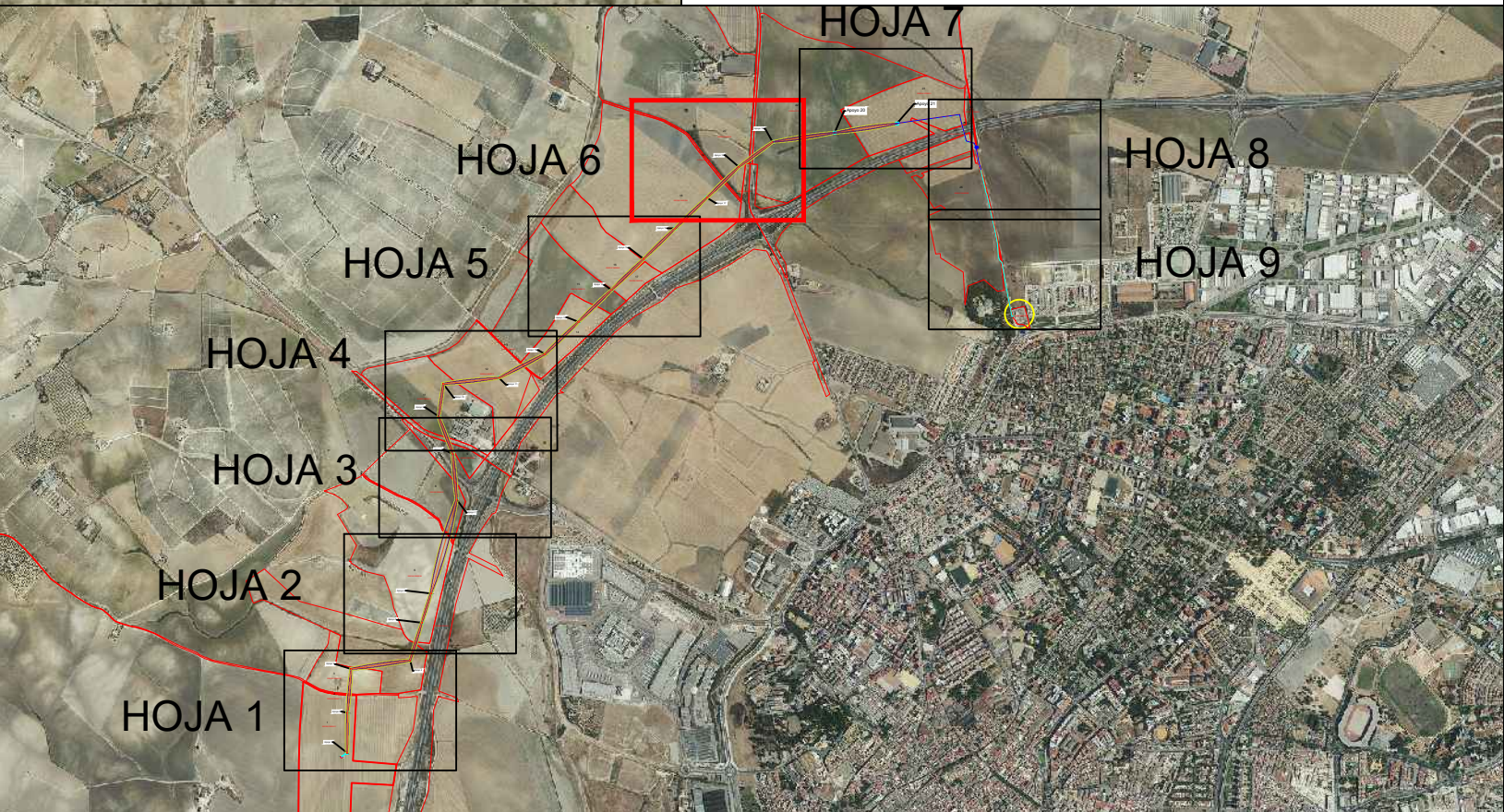
18

53020A10600084

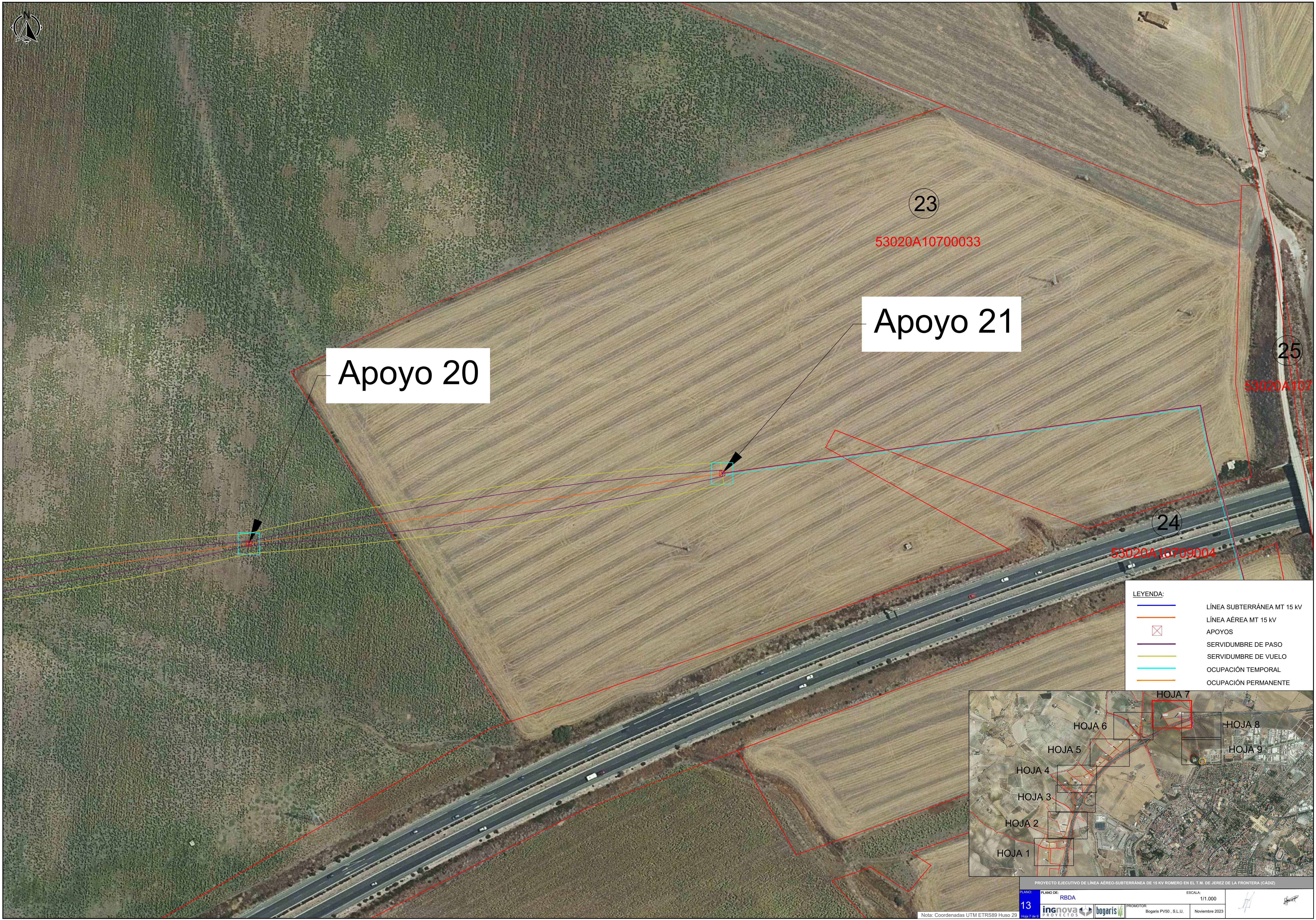
Apoyo 17

LEYENDA:

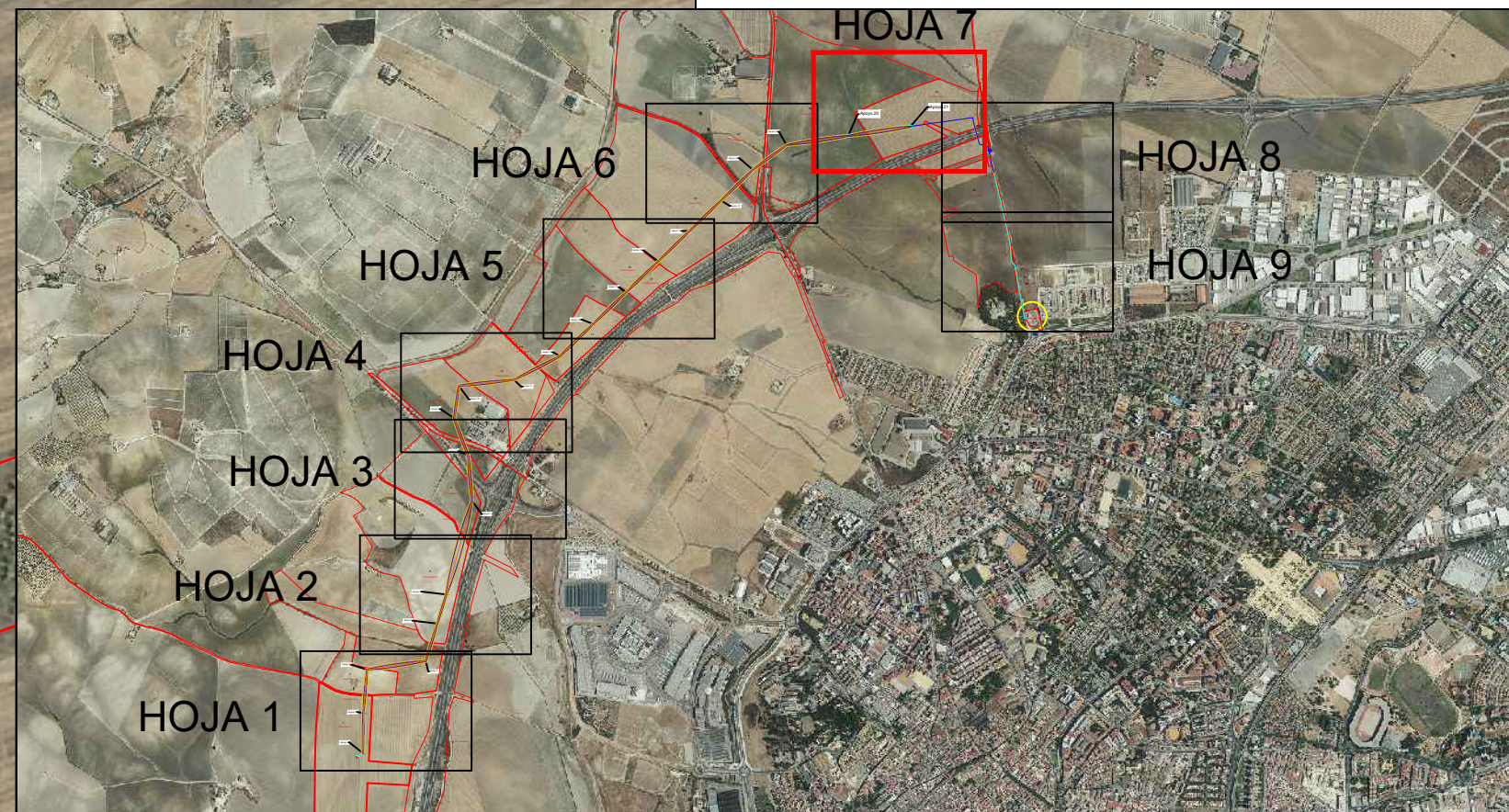
- LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
- LÍNEA AÉREA MT 15 kV
- APOYOS
- SERVIDUMBRE DE PASO
- SERVIDUMBRE DE VUELO
- OCUPACIÓN TEMPORAL
- OCUPACIÓN PERMANENTE



PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)



LEYENDA:	
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	SERVIDUMBRE DE PASO
	SERVIDUMBRE DE VUELO
	OCUPACIÓN TEMPORAL
	OCUPACIÓN PERMANENTE



PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AEREO-SUBTERRÁNEA DE 15 KV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

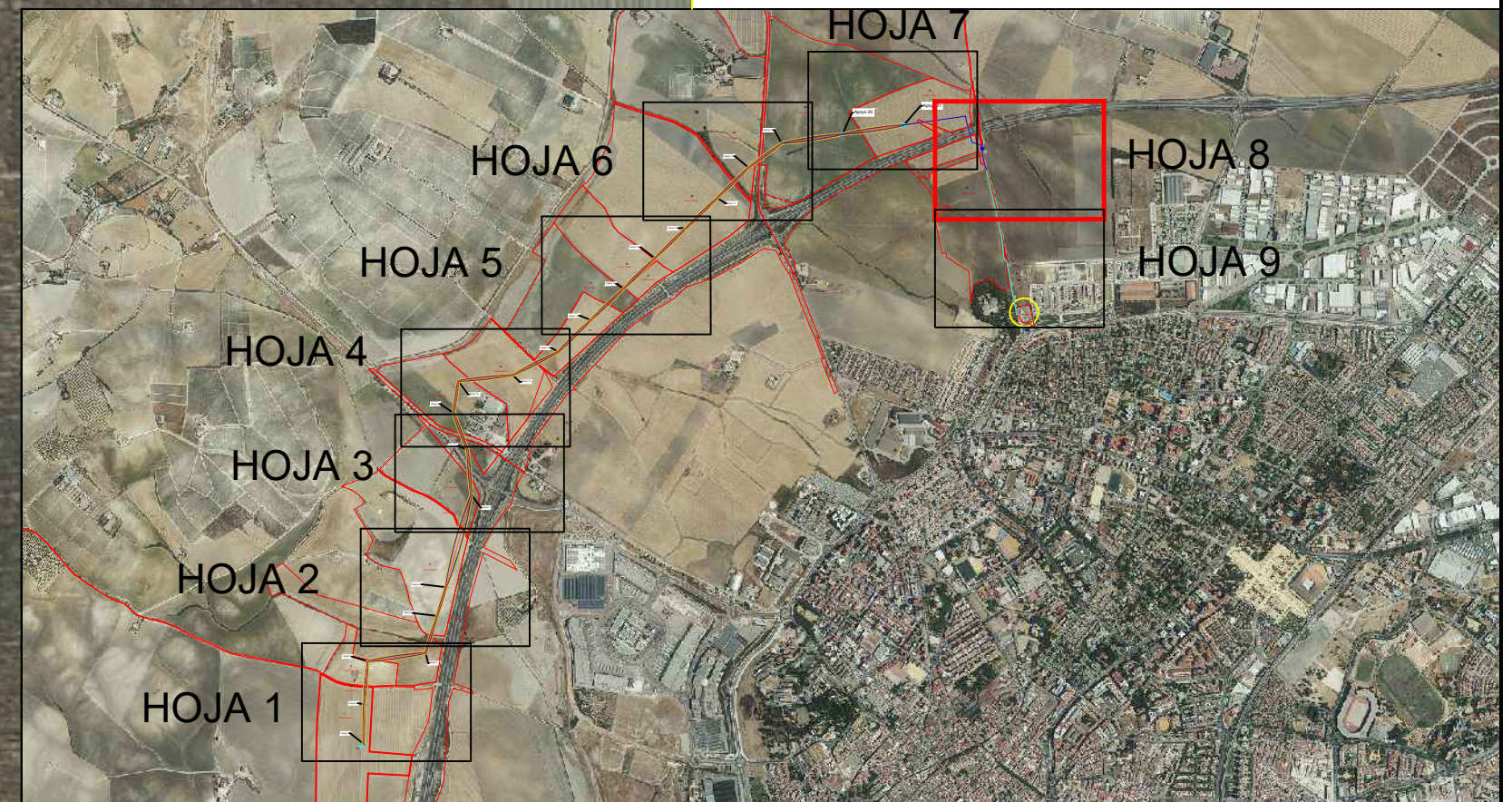
PLANO DE	ESCALA
13 RBDA	1/1.000
ingnova PROYECTOS	bogaris
PROMOTOR:	Noviembre 2023
Bogaris PV50, S.L.U.	

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29



LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	SERVIDUMBRE DE PASO
	SERVIDUMBRE DE VUELO
	OCUPACIÓN TEMPORAL
	OCUPACIÓN PERMANENTE



PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

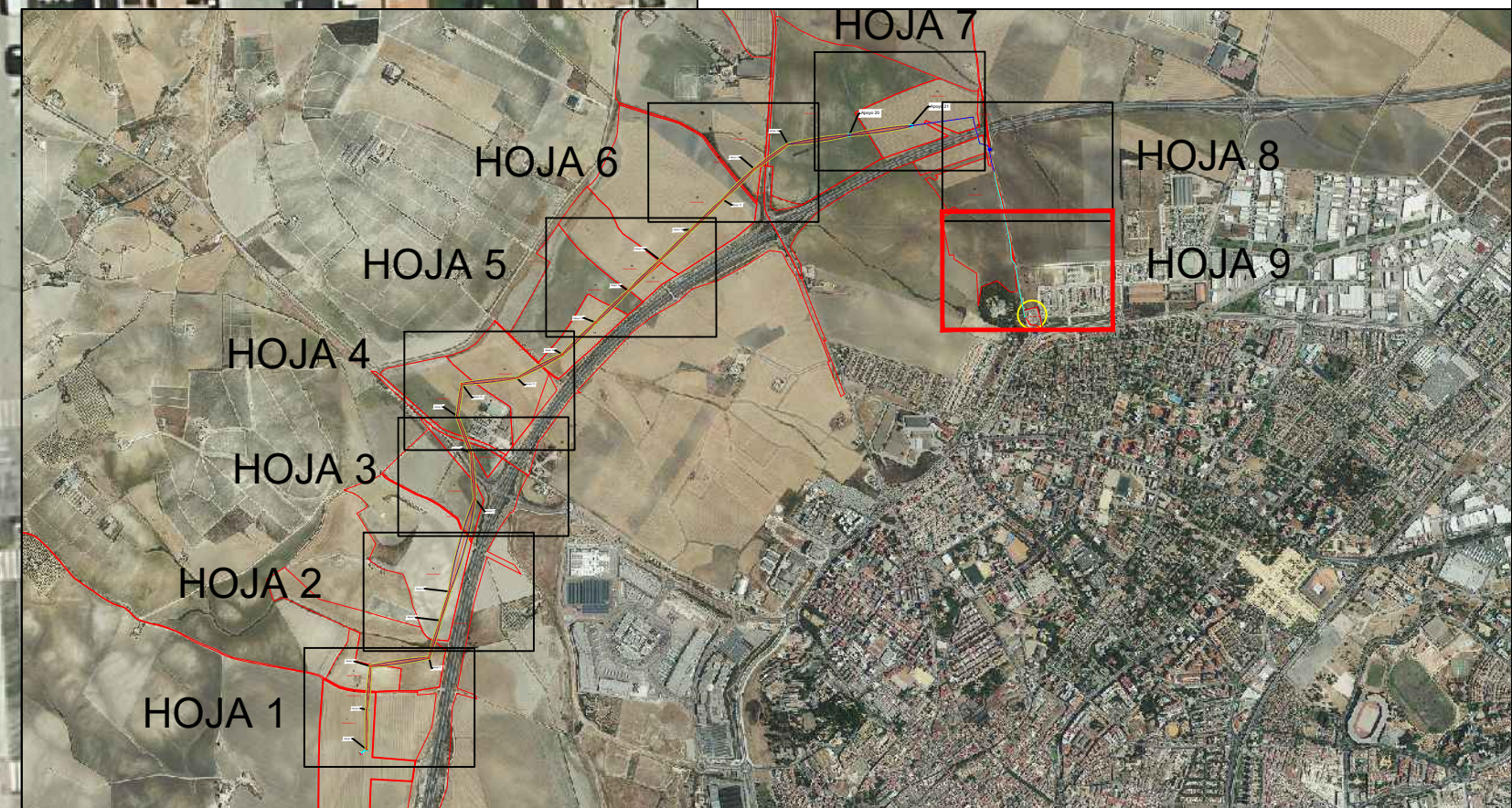
PLANO:	PLANO DE	ESCALA:
13	RBDA	1/1.000
ingnova	PROYECTOS	bogaris
PROYECTOS		
PROMOTOR:		
Bogaris PV50, S.L.U.		Noviembre 2023

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29



LEYENDA:

	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 kV
	LÍNEA AÉREA MT 15 kV
	APOYOS
	SERVIDUMBRE DE PASO
	SERVIDUMBRE DE VUELO
	OCUPACIÓN TEMPORAL
	OCUPACIÓN PERMANENTE



PROYECTO EJECUTIVO DE LÍNEA AÉRO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV ROMERO EN EL T.M. DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

PLANO DE	RBDA	ESCALA	1/1.000
13	ingnova PROYECTOS	bogaris	PROYECTOR: Bogaris PV50, S.L.U. Noviembre 2023

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

Documento nº 4: Presupuesto

Proyecto Ejecutivo de Línea Aéreo-Subterránea de MT 15 kV en el T.M. de Jerez de la Frontera (Cádiz)

IFV “Romero”

Promotor: **Bogaris PV50 S.L.U.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Febrero 2024

ÍNDICE

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	3
2. RESUMEN DE PRESUPUESTO	7

1. Mediciones y presupuesto

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
1	Trabajos previos					10.500,00 €
1.02		Ud	Estudio topográfico Levantamiento topográfico de detalle a escala mínima 1:100.	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
1.03		Ud	Ingeniería de detalle y dirección de obra Ingeniería de detalle y dirección de obra.	1,00	8.000,00 €	8.000,00 €
2	Línea de evacuación					500.130,27 €
2.1	Obra civil					221.969,24 €
2.1.01		m3	Excavación pozos a máquina terreno compacto 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	188,70	110,00 €	20.757,00 €
2.1.02		m3	Cimentaciones apoyos línea aérea - Cuatro Patas Hormigón en masa HA-25/P/20/I, elaborado en central para relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación.	203,54	63,01 €	12.825,06 €
2.1.03		ml	Canalización enterrada para LSMT Tensión BAJO TERRIZO Canalización enterrada para LSMT Tensión, para cables de conexión entre CS y SET.	831,26	55,00 €	45.719,30 €
2.1.04		ml	Canalización enterrada para LSAT Tensión BAJO CAMINO HORMIGONADA Canalización enterrada para LSMT Tensión, para cables de conexión entre CS y SET	545,85	80,00 €	43.668,00 €
2.1.05		ud	Camara de empalme Construcción de camra de empalme no visitable, según plano de detalle, incluyendo excavación, retiro de tierras, relleno y compactado	21,00	4.714,28 €	98.999,88 €
8.2	Suministro y montaje mecánico					100.982,00 €
2.2.01		ud	Apoyo de celosía AGR-14000-20 FL. Apoyo de celosía de 14000 daN de esfuerzo nominal y de 20 m de altura total en montaje. Designación AGR 14000 20 FL UNESA.	1,00	7.842,00 €	7.842,00 €

2.2.02	ud	Apoyo de celosía AGR-14000-16 FL. Apoyo de celosía de 14000 daN de esfuerzo nominal y de 16 m de altura total en montaje. Designación AGR 14000 16 FL UNESA.	1,00	6.292,00 €	6.292,00 €
2.2.03	ud	Apoyo de celosía AGR-14000-18 AN_AM. Apoyo de celosía de 14000 daN de esfuerzo nominal y de 18 m de altura total en montaje. Designación AGR 14000 18 AN_AM UNESA.	1,00	7.182,00 €	7.182,00 €
2.2.04	ud	Apoyo de celosía AGR-18000-10 AN_AM. Apoyo de celosía de 18000 daN de esfuerzo nominal y de 10 m de altura total en montaje. Designación AGR 18000 10 AN_AM UNESA.	1,00	5.498,00 €	5.498,00 €
2.2.05	ud	Apoyo de celosía AG-12000-12 AN_AM. Apoyo de celosía de 12000 daN de esfuerzo nominal y de 12 m de altura total en montaje. Designación AG 12000 12 AN_AM UNESA.	1,00	4.524,00 €	4.524,00 €
2.2.06	ud	Apoyo de celosía HA 4500-16 AN_AM Apoyo de celosía de HA 4500 daN de esfuerzo nominal y de 16 m de altura total. Designación HA 4500 16 AN_M UNESA.	1,00	3.398,00 €	3.398,00 €
2.2.07	ud	Apoyo de celosía HAR 2500-15 AN_AM Apoyo de celosía de HAR 2500 daN de esfuerzo nominal y de 15 m de altura total. Designación HAR 2500 15 AN_AM UNESA.	1,00	2.852,00 €	2.852,00 €
2.2.08	ud	Apoyo de celosía HAR 2500-24 AN_AM Apoyo de celosía de HAR 2500 daN de esfuerzo nominal y de 24 m de altura total. Designación HAR 2500 24 AN_AM UNESA.	1,00	4.232,00 €	4.232,00 €
2.2.09	ud	Apoyo de celosía HAR 7000-13 AN_AM Apoyo de celosía de HAR 7000 daN de esfuerzo nominal y de 13 m de altura total. Designación HAR 7000 13 AN_AM UNESA.	1,00	3.642,00 €	3.642,00 €
2.2.10	ud	Apoyo de celosía HAR 7000-20 AN_AM Apoyo de celosía de HAR 7000 daN de esfuerzo nominal y de 20 m de altura total. Designación HAR 7000 20 AN_AM UNESA.	2,00	5.096,00 €	10.192,00 €
2.2.11	ud	Apoyo de celosía HAR 5000-20 AN_AM Apoyo de celosía de HAR 5000 daN de esfuerzo nominal y de 20 m de altura total. Designación HAR 5000 20 AN_AM UNESA.	1,00	4.346,00 €	4.346,00 €
2.2.12	ud	Apoyo de celosía C-1000-18 AL_SU Apoyo de celosía de C 1000 daN de esfuerzo nominal y de 18 m de altura total. Designación C 1000 18 AL_SU UNESA.	2,00	1.204,00 €	2.408,00 €
2.2.13	ud	Apoyo de celosía C-1000-20 AL_SU	1,00	1.348,00 €	1.348,00 €

		Apoyo de celosía de C 1000 daN de esfuerzo nominal y de 20 m de altura total. Designación C 1000 20 AL_SU UNESA.			
2.2.14	ud	Apoyo de celosía C-1000-22 AL_SU Apoyo de celosía de C 1000 daN de esfuerzo nominal y de 22 m de altura total. Designación C 1000 22 AL_SU UNESA.	3,00	1.560,00 €	4.680,00 €
2.2.15	ud	Apoyo de celosía C-2000-22 AL_SU Apoyo de celosía de C 2000 daN de esfuerzo nominal y de 30 m de altura total. Designación C 2000 22 AL_SU UNESA.	1,00	2.174,00 €	2.174,00 €
8.2.16	ud	Apoyo de celosía C-7000-22 AN_AM Apoyo de celosía de C 7000 daN de esfuerzo nominal y de 20 m de altura total. Designación C 7000 22 AN_AM UNESA.	1,00	2.327,00 €	2.327,00 €
8.2.17	ud	Apoyo de celosía C-7000-26 AN_AM Apoyo de celosía de C 7000 daN de esfuerzo nominal y de 26 m de altura total. Designación C 7000 26 AN_AM UNESA.	1,00	5.638,00 €	5.638,00 €
2.2.18	ud	Autovalvulas autovalvulas 15 kv incluida tierra y conexión	6,00	360,00 €	2.160,00 €
2.2.19	ud	cadena de Aisladores de 3 elementos U70BS AMARRE Suministro e instalación de cadena de amarre de aisladores de 3 elementos U70 BS con enganche doble para línea duplex aérea de media tensión.	78,00	198,50 €	15.483,00 €
2.2.20	ud	cadena de Aisladores de 3 elementos U70BS SUSPENSIÓN Suministro e instalación de cadena de suspensión de aisladores de 3 elementos U70 BS con enganche doble para línea duplex aérea de media tensión.	24,00	198,50 €	4.764,00 €
2.3 Suministro y montaje eléctrico					177.179,04 €
2.3.01	ml	Cable de media tensión 1x300 mm2 tipo RHZ1-OL-2OL Cable de media tensión 1x300 mm2 tipo RHZ1-OL-2OL o similar, de aluminio y 12/20 kV, para conexión de estación de potencia con centro de seccionamiento. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, soportes auxiliares y pequeño material.	4.012,35	8,54 €	34.290,04 €
2.3.02	km	Conductor fase LA-180 Conductor desnudo de Aluminio - acero tipo LA-180, según UNESA 3403 y especificaciones de Norma UNE 21016, incluyendo transporte a obra de material, tendido y tensado.	13,95	4.500,00 €	62.775,00 €
2.3.03	km	Conductor protección OPGW-48 Conductor de protección OPGW-48, según UNESA 3403 y especificaciones de Norma UNE 21016, incluyendo transporte a obra de material, tendido y tensado.	4,65	5.000,00 €	23.270,00 €

2.3.04	Ud	Caja tripolar puesta a tierra Cross bounding suministro y montaje de caja de conexión trifásica para puesta a tierra para sistema Cross Bounding	2,00	3.040,00 €	6.080,00
2.3.05	Ud	Caja unipolar puesta a tierra con descargadores Suministro y montaje de caja de conexión unipolar puesta a tierra con descargadores	3,00	2.278,00 €	6.834,00
2.3.06	Ud	Caja tripolar puesta a tierra directa Suministro y montaje de caja tripolar de puesta a tierra directa	1,00	2.554,00 €	2.554,00
2.3.07	Ud	Terminales exterior suministro y montaje terminal exterior composite 15 kv	6,00	4.000,00 €	24.000,00
2.3.08	Ud	chasis para empalmes suministro y montaje de chasis para empalmes	6,00	596,00 €	3.576,00
2.3.09	Ud	empalme premoldeado 12/20 kv 300 mm2 AL Suministro y montaje de empalme premoldeado con cruzamiento pantallas de 12/20 Kv para conductor 300 mm2 AL	6,00	2.300,00 €	13.800,00
3	Varios				80.146,74 €
3.01	PA	Seguridad y Salud Partida alzada a justificar por el cumplimiento de la normativa de seguridad y salud en la construcción, tanto a nivel de protecciones individuales como colectivas, según estudio de seguridad y salud	1,00	22.146,74 €	22.146,74 €
3.02	PA	Gestión de residuos Partida alzada a justificar para la correcta gestión de los residuos derivados de la construcción y embalajes, así como su tratamiento en vertederos y/o gestores autorizados, según estudio de gestión de residuos	1,00	6.000,00 €	6.000,00 €
3.03	PA	Control de calidad y puesta en marcha Partida alzada a justificar de control de calidad y puesta en marcha de la instalación.	1,00	52.000,00 €	52.000,00 €
Total Presupuesto Ejecución Material					590.777,01 €

El Presupuesto Material de Ejecución asciende a la cantidad de QUINIENTOS NOVENTA MIL SETECIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON UN CÉNTIMO, I.V.A. no incluido.

2. Resumen de presupuesto

<i>Código</i>	<i>Capítulo</i>	<i>Resumen</i>	<i>Importe</i>
1	Trabajos previos		10.500,00 €
2	Línea de evacuación		500.130,27 €
2.01	Obra Civil		221.969,24 €
2.02	Suministro y Montaje Mecánico		100.982,00 €
2.03	Suministro y Montaje Eléctrico		177.179,04 €
3	Varios		80.146,74 €
3.01	Seguridad y Salud		22.146,74 €
3.02	Gestión de residuos		6.000,00 €
3.03	Control de calidad y puesta en marcha		52.000,00 €
	Total Presupuesto Ejecución Material		590.777,01 €
	Gastos generales (13%)		76.801,01 €
	Beneficio Industrial (6%)		35.446,62 €
	IVA (21%)		147.635,18 €
	TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)		703.024,65 €
	TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)		850.659,82 €

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata de la planta fotovoltaica asciende a la cantidad de OCHOCIENTOS CINCUENTA MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS, I.V.A. incluido.

Jerez de la Frontera, febrero de 2024