



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICA



Instituciones:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Ingenieros:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

En caso de que el trabajo que se adjunta no estuviera sometida a visado obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley 2/1974 de Colegios Profesionales, el Colegiado hace constar que ha obtenido el consentimiento previo de su Cliente para proceder al visado.



ansasol

energía fotovoltaica

ANEXO AL PROYECTO DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA “GUILLENA SANTOS” DE 10 MW

T.M. DE GUILLENA (SEVILLA)

Fecha: Diciembre 2019



INDICE

MEMORIA DEL ANEXO	3
1. ANTECEDENTES	3
2. TITULAR	3
3. TÉCNICO REDACTOR	3
4. ALCANCE Y OBJETO DEL ANEXO	3
5. TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA.....	5
6. ORGANISMOS AFECTADOS	5
7. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS.....	5
8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	10
8.1 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	10
8.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	14
ANEXO I CÁLCULOS LÍNEA AÉREA	16
PRESUPUESTO	56
PLANOS.....	60
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	62



MEMORIA



MEMORIA DEL ANEXO

1. ANTECEDENTES

Se presenta el siguiente anexo complementario al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica 'Guillena Santos' de 10 MW en Guillena (Sevilla), el cual fue visado por el Ingeniero Industrial Agustín Tonda Hita, colegiado nº 2133 en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental, con número de visado EGR1900884 en fecha 22/07/2019.

2. TITULAR

El titular de la instalación es "MAMA QUILLA S.L." con CIF B93621423.

3. TÉCNICO REDACTOR

El presente anexo complementario al proyecto es redactado por Agustín Tonda Hita, Ingeniero Industrial, colegiado número 2133 en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

4. ALCANCE Y OBJETO DEL ANEXO

El alcance del presente anexo es la modificación de prácticamente todo el trazado de la línea aérea proyectada especialmente en su tramo intermedio debido a que según indicaciones del Ayuntamiento de Guillena el trazado inicialmente proyectado discurría por una zona a urbanizar en un futuro próximo.

La longitud total finalmente proyectada en el presente anexo que modifica el proyecto original es para el tramo aéreo de 2.215 m en lugar de 2.239 m proyectados inicialmente. Aún así ha sido necesario proyectar un apoyo más, 17 nuevos apoyos en lugar de los 16 apoyos proyectados inicialmente.

Por su parte el trazado en subterráneo pasa de un total de 76 m proyectados inicialmente a 51 m finalmente, según queda reflejado en el presente anexo.

El presupuesto total se ve levemente modificado, de una cantidad en el proyecto original de 144.309,68 € a una cantidad final en el presente anexo (ver apartado presupuesto) de 145.053,36 €.



Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

Así mismo se presenta una nueva relación de bienes y derechos afectados (RBD) así como un nuevo estudio de gestión de residuos debido a estas modificaciones.

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN:

Línea Aérea de Media tensión:

1. Tipo	Línea Aérea de media tensión
2. Finalidad	Evacuación Instalación Fotovoltaica Guillena Santos
3. Origen	Apoyo 1
4. Final	Apoyo 17
5. T.M. afectados	Guillena (Sevilla)
6. Tensión	15 (20) kV
7. Longitud Total	2.215 m
8. Número de circuitos	Un circuito
9. Número de cables	Tres por circuito
10. Material conductor	Aluminio
11. Conductor	LA-180 (147-AL1/34-ST1A)

Línea Subterránea de Media tensión:

1. Tipo	Línea subterránea de media tensión
2. Finalidad	Evacuación Instalación Fotovoltaica Guillena Santos
3. Tramo 1	
Origen	Centro de Seccionamiento
Final	Apoyo conversión nº 1
4. Tramo 2	
Origen	Apoyo conversión nº 17
Final	Subestación Ruta de la Plata
5. T.M. afectados	Guillena (Sevilla)
6. Tensión	15 (20) kV
7. Longitud	
Tramo 1	10 m
Tramo 2	41 m
8. Número de circuitos	Un circuito
9. Número de cables	Tres por circuito
10. Material conductor	Aluminio
11. Conductor	RHZ1-OL 18/30kV 400mm2

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1900884. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: f5iydfcqc632020221105815



Centro de Seccionamiento (no se ve modificado en el presente anexo)

1. Ubicación	Parcela 9 Polígono 11
2. Tipo	Prefabricado tipo PFU-4
3. Nº de celdas de línea	3 de Línea, 1 de medida, 1 Protección Interruptor Automático, 1 de Remonte.
4. Puesta a tierra	Protección: anillo

5. TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA

Al tratarse de una instalación de evacuación, se tramitará según el Título VII del RD 1955/2000, es decir, con información pública, Autorización Administrativa y Aprobación de Proyecto.

6. ORGANISMOS AFECTADOS

- ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
- DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEVILLA (CRUCE CON CTRA. SE-3411 km 3)
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA – OCUPACIÓN DE VÍA PECUARIA Y MONTE PÚBLICO
- EXCMO. AYUNTAMIENTO DE GUILLENA
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

7. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

Queda pendiente de confirmación la titularidad de la relación de fincas afectadas por parte de la Delegación Territorial de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo en Sevilla.

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

TÉRMINO MUNICIPAL DE GUILLENA (SEVILLA)										
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS. LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
PROPIETARIO	DATOS CATASTRALES			AFECCIÓN LÍNEA AÉREA						USO PRINCIPAL
	REF. CATASTRAL	POLIG.	PARC.	APOYOS			VUELO			
				Nº	SUP. (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)	LONG (m)	SERVIDUMBRE (m²)	ZONA SEGURIDAD (m²)	
	41049A011000090000WJ	11	9	1, 2 y 3	20,44	2.223,12	229,49	1.151,74	2.301,54	AGRARIO
Carretera SE-3411	41049A011090290000WR	11	9029	-	-	-	5,78	47,64	57,26	AGRARIO
	41049A017090070000WL	17	9007	-	-	-	5,78	49,54	57,36	AGRARIO
	41049A017000380000WA	17	38	4, 5 y 6	6,02	4.848,16	289,22	1.686,32	2.959,54	AGRARIO
	41049A017000370000WW	17	37	-	-	-	98,95	780,40	1.036,64	AGRARIO
	41049A017000360000WH	17	36	7, 8, 9 y 10	7,22	6.179,52	573,47	4.038,25	5.652,15	AGRARIO
	41049A017000340000WZ	17	34	11	2,46	2.122,64	204,35	1.377,68	1.978,90	AGRARIO
Arroyo Galapagar	41049A017090080000WT	17	9008	-	-	-	10,08	87,14	111,18	AGRARIO
	41049A016090040000WM	16	9004	-	-	-	11,11	94,74	107,36	AGRARIO
	41049A016000160000WD	16	16	12	1,72	1.519,76	179,73	1.206,60	1.703,34	AGRARIO
	41049A016000150000WR	16	15	13, 14 y 15	8,04	3.868,48	423,88	2.686,28	4.258,54	AGRARIO
	41049A016000140000WK	16	14	-	-	-	57,34	464,48	591,16	AGRARIO
	41049A016000130000WO	16	13	16 y 17	17,35	1.419,28	126,14	608,68	1.377,94	AGRARIO

TÉRMINO MUNICIPAL DE GUILLENA (SEVILLA)

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS. LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA

PROPIETARIO	DATOS CATASTRALES			AFECCIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA						CULTIVO
				ZONA DE SERVIDUMBRE			ZONA ADICIONAL DE SEGURIDAD		TOTAL SUPERFICIE (m ²)	
	REF. CATASTRAL	POLIG.	PARC.	LONG. (m)	ANCHURA (m)	SERVIDUMBRE (m ²)	ANCHURA (m)	SUPERFICIE (m ²)		
	41049A016000130000WO	16	13	40,70	0,50	20,35	0,50	20,35	40,70	AGRARIO
	41049A011000090000WJ	11	9	10,16	0,50	5,08	0,50	5,08	10,16	AGRARIO

TÉRMINO MUNICIPAL DE GUILLENA (SEVILLA)

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

PROPIETARIO	DATOS CATASTRALES			AFECCIÓN CENTRO DE SECCIONAMIENTO				CULTIVO
				ZONA DE SERVIDUMBRE			OCUPACIÓN TEMPORAL (m ²)	
	REF. CATASTRAL	POLIG.	PARC.	LONG. (m)	ANCHURA (m)	SERVIDUMBRE (m ²)		
	41049A011000090000WJ	11	9	9,18	6,61	60,68	121,36	AGRARIO



Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

TÉRMINO MUNICIPAL DE GUILLENA (SEVILLA)							
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS. CAMINOS							
PROPIETARIO	DATOS CATASTRALES			CÓDIGO DE ACCESO	SERVIDUMBRE (m ²)	TIPO DE ACCESO	CULTIVO
	REF. CATASTRAL	POLIG.	PARC.				
	41049A011000090000WJ	11	9	Ap-1.0	240	Campo a través	AGRARIO
				Ap-2.0	486,68	Campo a través	AGRARIO
				Ap-3.0	191,24	Campo a través	AGRARIO
	41049A017000380000WA	17	38	Ap-4.0	348,64	Campo a través	AGRARIO
				Ap-5.0	237,12	Campo a través	AGRARIO
				Ap-6.0	475,36	Campo a través	AGRARIO
				Ap-7.0	13,16	Campo a través	AGRARIO
	41049A017000370000WW	17	37	Ap-7.0	395,8	Campo a través	AGRARIO
	41049A017000360000WH	17	36	Ap-7.0	259,52	Campo a través	AGRARIO
				Ap-8.0	659,48	Campo a través	AGRARIO
				Ap-9.0	664,04	Campo a través	AGRARIO
				Ap-10.0	678,44	Campo a través	AGRARIO
				Ap-11.0	32,36	Campo a través	AGRARIO
	41049A017000340000WZ	17	34	Ap-11.0	605,72	Campo a través	AGRARIO
	41049A016000160000WD	16	16	Ap-12.0	374,64	Campo a través	AGRARIO



Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

	41049A016000150000WR	16	15	Ap-12.0	193,2	Campo a través	AGRARIO
				Ap-13.0	553,56	Campo a través	AGRARIO
				Ap-14.0	683,04	Campo a través	AGRARIO
				Ap-15.0	305,68	Campo a través	AGRARIO
	41049A016000140000WK	16	14	Ap-15.0	229,4	Campo a través	AGRARIO
	41049A016000130000WO	16	13	Ap-15.0	96,94	Campo a través	AGRARIO
				Ap-16.0	95,8	Campo a través	AGRARIO
				Ap-17.0	95,92	Campo a través	AGRARIO



8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.1 LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES

La línea aérea proyectada estará constituida por un circuito trifásico con conductor desnudo LA-180 (147-AL1/34-ST1A).

A efecto de sobrecarga y según la clasificación especificada en el Art. 17 del R.L.A.T., el trazado de esta línea discurre por:

Zona A: Situada a menos de 500 m de altitud sobre el nivel del mar.

Las coordenadas de los apoyos cambian en su mayoría respecto al proyecto original:

Núm. Apoyo	Denominación	Función	Coordenadas UTM (ETRS-89)			Vano Posterior
			Huso	X	Y	
1	C-7000-14	FL	30	228756,24	4162014,19	60,00
2	C-7000-16	AN-ANC	30	228702,25	4161988,02	121,67
3	C-3000-16	AN-ANC	30	228671,34	4161870,33	167,20
4	C-4500-24	AN-ANC	30	228586,91	4161726,01	59,28
5	C-3000-22	AN-ANC	30	228534,87	4161697,62	118,84
6	C-1000-22	AL-AM	30	228461,02	4161604,51	167,12
7	C-1000-22	AL-AM	30	228357,17	4161473,58	164,88
8	C-1000-18	AL-AM	30	228254,71	4161344,40	166,01
9	C-1000-22	AL-AM	30	228151,55	4161214,33	169,61
10	C-3000-26	AN-ANC	30	228046,15	4161081,44	159,52
11	C-3000-26	AN-ANC	30	227906,13	4161005,01	160,20
12	C-1000-22	AL-AM	30	227745,93	4161004,63	141,97
13	C-3000-24	AN-ANC	30	227603,95	4161004,29	138,39
14	C-3000-16	AN-ANC	30	227468,35	4160976,68	160,77
15	C-7000-20	AL-ANC	30	227318,78	4160917,73	158,00
16	C-3000-16	AN-ANC	30	227263,54	4160769,70	101,93
17	C-7000-14	FL	30	227267,82	4160667,87	-



CONVERSIONES AÉREAS SUBTERRÁNEAS.

Se realizará una conversión aérea-subterránea para la conexión de los cables subterráneos de media tensión con el que quedará equipado el apoyo nº1 y nº17.

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, cumpliendo con esto en lo prescrito en el capítulo V apartado 7.7 de las normas particulares de Endesa, junto con el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 7:

- La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable, quedando el seccionador a menos de 50 m de la conexión aérea-subterránea.
- En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE EN50102. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.
- Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

CONEXIÓN DE LOS APOYOS A TIERRA

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT 07 del nuevo R.L.A.T.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

En todos los apoyos, la unión a tierra se hará de forma específica, de manera que pueda garantizar una resistencia de difusión mínima y de larga permanencia.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior en inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, para lo cual el paso del cable de tierra a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento del hormigonado. El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

Las tomas de tierra se realizarán con picas: se dispondrán tantas picas como sean necesarias para obtener una resistencia máxima de 20 ohm, conectadas entre sí y al apoyo, y separadas

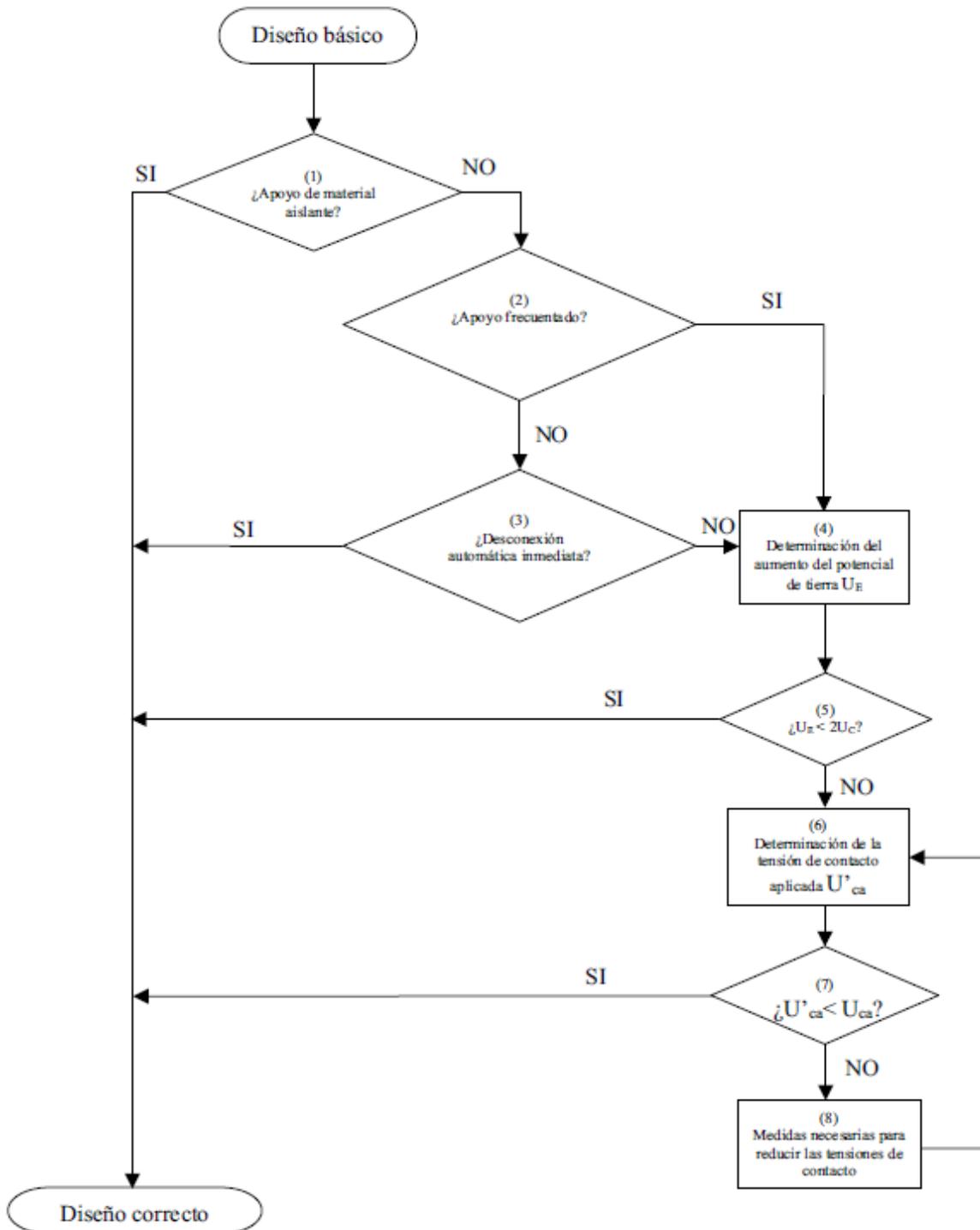


como mínimo 3 m. El extremo superior de la pica, quedará como mínimo a 0,5 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas y el apoyo. La pica estará constituida por un electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, provisto de una punta forjada, para facilitar su penetración en el terreno.

El diseño del sistema de Puesta a Tierra deberá cumplir:

- a) Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- b) Que resista la T provocada por la I de falta más elevada.
- c) Que garantice la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Que proteja las propiedades y equipos y garantice la fiabilidad de la línea.

Para este efecto se clasificarán los apoyos como frecuentados o no frecuentados y se diseñará la red de puesta a tierra siguiendo el siguiente esquema:





CIMENTACIONES

Se construirá la cimentación del apoyo con hormigón en masa, calidad HM-20, y deberá cumplir lo especificado en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de obras de Hormigón en masa o armado EHE-08.

Se proyectará la cimentación de acuerdo con la naturaleza del terreno, cuyas características, caso de no realizar los ensayos adecuados, vendrán definidas por los valores reflejados en los documentos a continuación relacionados, de acuerdo con el tipo de cimentación y el método de cálculo empleado. La cimentación será monobloque, constituida por un único bloque de hormigón en la que se empotrará la parte inferior del apoyo.

El método de cálculo seguido es el de Sulzbelger, que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno. Los valores de los coeficientes empleados en éste método son los indicados en la Tabla 10 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T.

Se comprobará el coeficiente de seguridad teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en los puntos 3.6 y 5.3 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T., especialmente en lo referente al incremento del 25 % de los coeficientes de seguridad.

8.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

PASO A SUBTERRÁNEO

Para el paso a subterráneo se instalarán en los nuevos apoyos de conversión, seccionadores unipolares de 24 KV 400 A y autoválvulas de 20 KV 10 KA.

El cable subterráneo, en el tramo de subida a la línea aérea, irá protegido mecánicamente. Esta protección será de acero galvanizado y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo al menos 2,5 metros por encima del nivel del terreno. El diámetro de la protección será como mínimo 1'5 veces el diámetro aparente del grupo de cables unipolares.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES Y SU INSTALACIÓN.

Los conductores a emplear serán unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (R), con pantalla semiconductor sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica asociada; según norma particular de Endesa GE DND001. La tensión nominal de los conductores será de 18/30 kV y la sección de 400 mm².

El aislamiento está constituido por un diámetro seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.



Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo unipolar de tensión nominal de 18/30 kV, cuya denominación es:

RHZ1-OL 18/30 KV 3x1x400mm² Al

Restantes características:

- Tipo: unipolar
- Sección: 400 mm²
- Naturaleza: Aluminio
- Diámetro mínimo de la cuerda: 22,9 mm.
- Diámetro máximo de la cuerda: 24,5 mm.
- Resistencia máxima del conductor a 20 C: 0,078 Ω /Km
- Aislamiento: XLPE
- Temperatura máxima asignada al conductor:
 - Servicio normal 90 °C.
 - Cortocircuito 5 seg. 250 °C .
- Espesor nominal aislamiento XLPE: 8 mm.
- Espesor nominal de la cubierta: 2 mm.
- Proceso de fabricación: Triple extrusión simultánea.
- Tensión nominal: 18/30 KV
- Intensidad máxima admisible en servicio permanente en instalación enterrada a una temperatura de 25 °C: 415 A
- Intensidad máxima de cortocircuito admisible:
 - 1 seg 37,2 KA
- Radio mínimo de curvatura: 680 mm
- Capacidad por Km.: 0,277 mF/Km
- Reactancia por Km.: 0,106 Ω/Km

ANEXO I Cálculos Línea Aérea

CÁLCULOS MECÁNICOS:

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 del porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

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)

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:

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

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

- a_r : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- T_0 : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- θ_0 : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).
- P_0 : 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:

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

FLECHA MÁXIMA

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

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

- 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 **7 metros**.



DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Aunque la línea se explotará inicialmente a la tensión de 15 kV, en previsión de un posible cambio a la tensión de 20 kV, se realizarán los cálculos usando el valor de tensión de 20 kV.

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:

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

Al valor de tensión de 20 kV le corresponde una D_{el} de 0,22 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de: $D_{add} + D_{el} = 5,52$ metros.

- $D_{add} + D_{el}$: Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

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.

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 D_{el} .

- D_{el} : 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 nuestro caso:

$$D_{el} = 0,22 \text{ metros.}$$

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

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:

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

- γ : Ángulo de desviación.
- E_c : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).
- P_c : Peso de cada cadena (kg).
- a_1 y a_2 : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).
- h_1 y h_2 : Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- $T_{-t+\frac{v}{2}}$: 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).

- K_v : Presión mitad del viento (kg/m^2).

APOYOS

Criterios de cálculo

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)

Acciones consideradas

Cargas verticales:

- Carga vertical permanente (Pvp):

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

Siendo:

- a_1 y a_2 : Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- P_{cond} : Peso propio del conductor.
- P_{cad} : Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n : Número de conductores.
- h_1 y h_2 : Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- Sobrecarga por hielo (Sh):

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

- P_h : Sobrecarga de hielo. En zona B = $0,18 \cdot \sqrt{d}$ (Kg/m); en zona C = $0,36 \cdot \sqrt{d}$ (kg/m).

Siendo d el diámetro del conductor (mm).

Cargas horizontales:

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

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

- q : Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²).

Siendo

$$q = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 \quad \text{kg/m}^2 \text{ cuando } d \leq 16 \text{ mm y}$$

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 \quad \text{kg/m}^2 \text{ cuando } d \geq 16 \text{ mm}$$

- d : diámetro del conductor en mm.
- Resultante de ángulo (R_a):

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

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

- Desequilibrio de tracciones (D_t):

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 (R_c):

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.



CIMENTACIONES

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:

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

- 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:

$$M_r = M_1 + M_2$$

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

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:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

AISLAMIENTO Y HERRAJES

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:

$$U70BS ; C.S. = 7000 / 1825 = 3,84 .$$



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.

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.



CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

Resistencia eléctrica de la línea:

La resistencia de la línea será:

$$R_L = [L(Km) \cdot R(\Omega / Km)] / n^\circ$$

Donde:

- L (Km) = Longitud de la línea.
- R (Ω / Km) = Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura.
- RL (Ω) = Resistencia total de la línea.
- n° = Número de conductores por fase.

Por lo tanto:

$$RL = [2,21539 (Km) * 0,1962 (\Omega / Km)] / 1 = 0,4347 (\Omega)$$

Reactancia del conductor:

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\mu}{2 \cdot n} \cdot f^2 \cdot (4,605 \cdot \log(D/r)) \cdot 10^{-4} \Omega / Km.$$

- 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) la calculamos como:

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

Por lo tanto:

$$X = 0,3845 \Omega / Km$$



Densidad 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 ITC07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-180 (147-AL1/34-ST1A), de 181,6 mm² de sección y configuración 30+7 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D \text{ máx. admi.} = 2,3401 \text{ A/mm}^2.$$

Intensidad máxima admisible:

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-180 (147-AL1/34-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 181,6 mm², es de:

$$I_{\text{máx}} = D_{\text{máx adm.}} * S * n^{\circ} \text{conductores/fase}$$

Siendo:

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

Entonces:

$$I_{\text{máx}} = 2,3401 \text{ A/mm} * 181,6 \text{ mm} * 1 = 424,9585 \text{ A}$$

Potencia máxima a transportar:

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

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * V * \cos \varphi * I_{\text{máx}}$$

Siendo:

- P = Potencia en kW.
- V = tensión en kV.
- cosφ = Factor de potencia .

Entonces:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * 0,91 * 15 \text{ kV} * 424,9585 \text{ A} = 10047 \text{ kW}$$

Caída de tensión:



La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R \cdot \cos\theta + X \cdot \sen\theta)$$

Siendo:

e = Caída de tensión (V.).

L = Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión:

$$e = 632,1570 \text{ V}$$

Pérdida de potencia:

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la expresión:

$$P_p = 3 * R * I^2 * L$$

Por lo tanto la potencia perdida es de:

$$P_p = 3 * 0,2 (\Omega/\text{Km}) * 424,95852 (\text{A})^2 * 2,22 (\text{Km}) = 235,4851 \text{ kW}$$

Capacidad media de la línea:

Viene dado por la expresión:

$$\beta = 0,0242 / \log(D/r)$$

- r = Radio equivalente del conductor en milímetros.

- D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$\beta = 0,0095 (\mu\text{F}/\text{Km})$$

Efecto corona:

La tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 29,8 / \sqrt{2} * m_c * m_t * 298 / (273 + \theta) * \text{Exp}(-h/8150) * r * n^{\circ} \text{conductores/fase} * \ln(D/r_{eq})$$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- m_c = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)
- θ = Temperatura máxima del tendido
- h = Cota máxima del terreno en metros.
- r = Radio del conductor en milímetros.
- r_{eq} = Radio equivalente del conductor en milímetros.

- mt = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)
 - D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.
- $U_c = 67$ (kV)

CONEXIÓN A TIERRA DE LOS APOYOS

Consideraciones generales

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT 07 del nuevo R.L.A.T.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

En todos los apoyos, la unión a tierra se hará de forma específica, de manera que pueda garantizar una resistencia de difusión mínima y de larga permanencia.

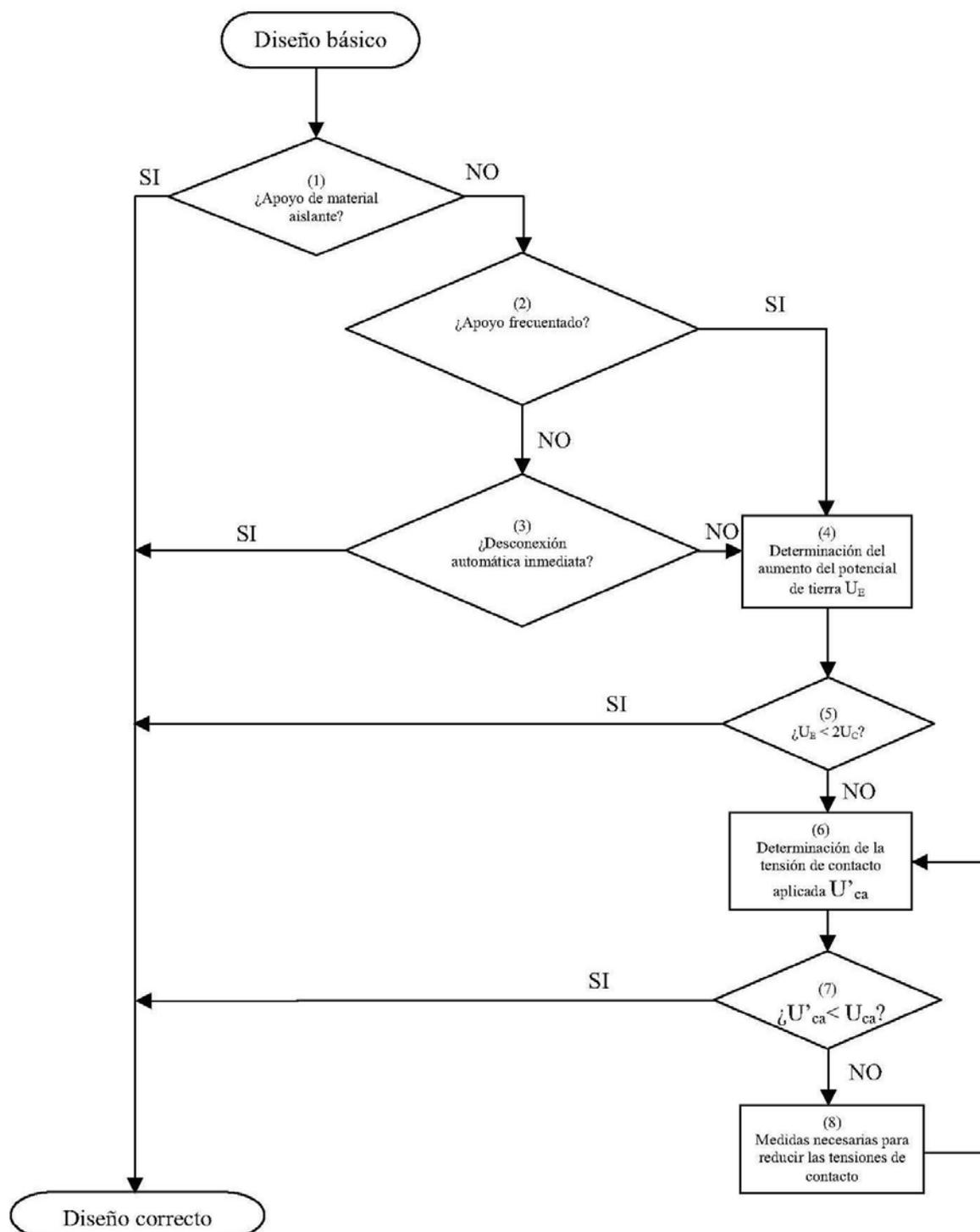
Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, para lo cual el paso del cable de tierra a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento del hormigonado. El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

Diseño del sistema de puesta a tierra

El diseño del sistema de Puesta a Tierra deberá cumplir:

- a) Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión
- b) Que resista la T provocada por la I de falta más elevada
- c) Que garantice la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Que proteja las propiedades y equipos y garantice la fiabilidad de la línea.

Para este efecto se clasificarán los apoyos como frecuentados o no frecuentados y se diseñará la red de puesta a tierra siguiendo el siguiente esquema:



En nuestro proyecto, a los nuevos apoyos n°1 y n°17, se le instalará una conversión aérea-subterránea y se les considerarán como frecuentados.

Se diseñará el sistema de puesta a tierra mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica, en concreto por el Método de Cálculo de Tierras de UNESA.



Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará éste apoyo, se determina una resistividad media superficial de 200 Ω m.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

o Intensidad máxima de defecto, $I_{Fm\acute{a}x}$ (A): 300.

Desconexión inicial.

o Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 1.

o Tiempo máximo de disparo de la protección de sobreintensidad de subestación: $t_s = 1$ s.

o Resistencia de P.A.T. del transformador de subestación: $R_{ts} = 40 \Omega$.

Consideraciones generales.

Se conectarán al sistema de puesta de tierra las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, carcasa del seccionador, etc.

Para la puesta a tierra se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección que formará un anillo de 4x4 m.

La conexión desde el apoyo hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV e irá hasta una profundidad mínima de 500 mm bajo tubo PVC con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

El electrodo seleccionado para este caso tiene las siguientes propiedades:

o Configuración seleccionada: 40-40/5/42

o Geometría: Anillo.

o Dimensiones (m): 4x4

o Profundidad del electrodo (m): 0,5

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

- o Número de picas: 4
- o Longitud de las picas (m): 2

Los parámetros característicos del electrodo son:

- o De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega m) = 0,092$.
- o De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega m)A)) = 0,0210$.
- o De la tensión de contacto exterior, $K_c = K_p(\text{acc}) (V/((\Omega m)A)) = 0,0461$

Resistencia de puesta a tierra

El valor de la resistencia de puesta a tierra R_t será:

$$R_P = K_r \cdot \rho_s (\Omega) = 0.092 \cdot 200 = 18,4 \text{ Ohmios}$$

Corriente de defecto a tierra

Según la compañía Endesa Distribución S.L.U., en su distribución a la tensión normalizada de 20 kV, tiene conectados los neutros de los transformadores de las Subestaciones que alimentan preferentemente líneas aéreas, mediante resistencias de 40 ohmios.

$$R_N = 40 \text{ Ohmios}$$

El valor de la intensidad de defecto a tierra en el apoyo vendrá dada por:

$$I_d = \frac{c \cdot U_s / \sqrt{3}}{\sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta.
- Id: Corriente de defecto en la línea.
- Rn: Resistencia de puesta a tierra del neutro en la subestación.
- Xn: Reactancia de puesta a tierra del neutro en la subestación.
- Us: Tensión de servicio.
- c: Factor de tensión .

Resultando:

$$I_d = \frac{c \cdot U_s / \sqrt{3}}{\sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}} = \frac{1,1 \cdot 20000 / \sqrt{3}}{\sqrt{0 + (40 + 18,4)^2}} = 217,75 \text{ A}$$



Determinación de tiempo de duración de la falta.

Para la determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones) en el caso de apoyos frecuentados, de cara a la mayor seguridad para las personas, se ha considerado una característica de actuación de las protecciones aún más restrictiva que la indicada anteriormente para apoyos frecuentados, que cumple con la relación siguiente:

$$t = 400 / I_d$$

Siendo:

t Tiempo de operación de la protección (s)
Id Intensidad de defecto máximo (A)

Por tanto:

$$t = 400 / I_d = 400 / 217,75 = 1,83 \text{ s}$$

En nuestro caso, a efectos de la limitación de las tensiones admisibles aplicadas al cuerpo humano para apoyos frecuentados, se considerará que en este caso la duración máxima del defecto aplicada sobre el cuerpo humano es de $t = 1,83 \text{ s}$, cantidad a la cual ha de sumarse el tiempo correspondiente a la segunda desconexión $t'_{\text{max}} = 0,5 \text{ s}$, resultando un total de $2,33 \text{ s}$.

Determinación del aumento del potencial de tierra

A efectos de cálculo en el proyecto y según el esquema adjunto en el apartado Diseño de Puesta a Tierra, se deberá comprobar que el aumento del potencial de tierra, U_E , es inferior a dos veces la tensión de contacto máxima admisible en la línea, U_c , que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales.

Siendo:

$$U_E = I_T \cdot R_t$$

donde:

$I_T = I_E = I_F$; Para el caso de línea aérea sin cable de tierra.
Sustituyendo tenemos que el aumento de potencial de tierra

$$U_E = 217,75 \cdot 18,4 = 4006,6 \text{ V}$$

Comprobación de valor admisible de la elevación de potencial del terreno Para comprobar si es admisible la elevación de potencial del terreno, se deberá cumplir según se indica en el esquema que aparece en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T. que $U_E < 2 U_c$.

Y por otra parte:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{Ra_1 + Ra_2}{Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{Ra_1 / 2 + 1,5 \rho_s}{1000} \right]$$

Dónde:

- Uca Tensión de contacto máxima admisible.
- ZB Impedancia del cuerpo humano.
- IB Corriente que fluye a través del cuerpo.
- Ra Resistencia adicional (Ra = Ra1 + Ra2).
- Ra1 Resistencia correspondiente a calzado cuya suela sea aislante (Ra1=2000 Ω).
- Ra2 Resistencia a tierra del punto de contacto del terreno.
- ρ Resistividad del terreno en la superficie (Ωm).

En nuestro caso, para el tiempo correspondiente a la duración de la corriente de falta, 2,33 segundos, la tensión de contacto aplicada admisible es: Uca = 89,01 V reflejada en la Figura 1 o Tabla 18 del apartado 7.3.4.1. de la ITC-LAT 07 del nuevo R.L.A.T. Sustituyendo:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{Ra_1 / 2 + Ra_2}{Z_B} \right] = 89,01 \cdot \left[1 + \frac{2000 / 2 + 1,5 \cdot 200}{1000} \right] = 205 \text{ V}$$

Se deberá cumplir que

$$U_E > 2 \cdot U_c$$

Sustituyendo:

$$U_E (4006,6 \text{ V}) > (2 \cdot 205 = 410 \text{ V}) U_c$$

Por tanto, no se cumple dicha condición inicial, luego deberemos comprobar el siguiente paso del algoritmo de diseño de sistema de puesta a tierra que se indica en el esquema anteriormente reflejado en el punto 7.2.4 de la ITCLAT 07 del R.L.A.T.

Determinación de tensión de contacto aplicada

A continuación, se realizará la comprobación de que los valores de tensión de contacto aplicada, U'ca, no superen los valores admisibles indicados en el aptdo. 7.3.4.1. de la instrucción anteriormente citada (Uca = 89,01 V).

Sustituyendo los valores reflejados en apartados anteriores tenemos que:



$$U_{c'} = K_c \cdot \rho \cdot I_E = 0,0461 \cdot 200 \cdot 217,75 = 2007,65 \text{ V}$$

$$U_{c'} = U_{ca'} \left[1 + \frac{Ra_1 / 2 + Ra_2}{Z_B} \right] \rightarrow U_{ca'} = \frac{U_{c'}}{2,3}$$

luego

$$U_{ca'} = \frac{U_{c'}}{2,3} = 2007,65 / 2,3 = 872,89 \text{ V}$$

Como se puede comprobar no se verifica que $U'_{ca} < U_{ca}$ ($872,89 < 89,01$); por tanto se tomarán medidas adicionales de seguridad que impidan el contacto con partes metálicas puestas a tierra, como así se indica en el aptdo. 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T .

Medidas adicionales de seguridad.

Para evitar el peligro de la tensión de contacto, se recurrirá a medidas adicionales de seguridad que consistirán en, para los apoyos frecuentados, la instalación de sistema antiescalo de fábrica de ladrillo hasta 3 m de altura, e instalación de una losa de hormigón de espesor total 15 cm, como mínimo y que sobresalga 1,2 m del borde de la base de la columna o poste, dispuesta con un mallazo equipotencial.

Dentro de esta losa (plataforma del operador) y hasta 1 m del borde de la base de la columna o poste se embeberá un mallazo electrosoldado de 4 mm de diámetro como mínimo formando una retícula de 0,30x0,30 m. Este mallazo debe conectarse a dos puntos opuestos de la puesta a tierra. El mallazo tendrá por encima al menos 10 cm. de hormigón. Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior por lo que no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Todas estas medidas, están encaminadas a hacer inaccesibles las partes metálicas, susceptibles de quedar en tensión por defecto o avería (sistema antiescalo), o haciendo muy difícil la aparición de tensiones de contacto (mallazo equipotencial y aislamiento de apoyo mediante fábrica de ladrillo), consecuentemente no será necesario calcular la tensión de contacto aplicada, aunque deberá cumplir los valores máximos admisibles de la tensión de paso aplicada tomando como referencia lo establecido en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Determinación de tensiones de paso con medidas adicionales.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

La resistencia a tierra vendrá condicionada por el electrodo escogido anteriormente cuyas características se recogen en apartados anteriores.

Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_F = 0,0210 \cdot 200 \cdot 217,75 = 914,55 \text{ V}$$

Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

La existencia de revestimiento de fábrica de ladrillo y una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que por una parte, sea prácticamente nula la posibilidad de contacto con partes metálicas de la instalación en el acceso y desaparezca la tensión de paso interior y por otra, que la elevación de la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior, de forma que un pie estaría a la tensión de puesta a tierra del apoyo y el otro pie sobre el terreno a 1 m de distancia de la acera.

$$U'_p(\text{acc}) = K_{p(\text{ext})} \cdot \rho \cdot I_F = 0,0461 \cdot 200 \cdot 217,75 = 2007,65 \text{ V}$$

Determinación de tensiones de paso admisibles aplicadas al cuerpo humano.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

Tensión de paso admisible en la instalación con los dos pies en el terreno:

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2 \cdot Ra_1 + 2 \cdot Ra_2}{Z_B} \right] = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot Ra_1 + 6\rho}{Z_B} \right]$$

Tensión de paso admisible en la instalación con un pie en el terreno y el otro sobre la plataforma de hormigón:

$$U_p(\text{acc}) = U_{pa} \left[1 + \frac{2 \cdot Ra_1 + 3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho^*_s}{Z_B} \right]$$

Siendo:

Uca	Tensión de contacto aplicada admisible.
Upa	Tensión de paso aplicada admisible, en voltios (Upa= 10.Uca).
ZB	Impedancia del cuerpo humano.
IB	Corriente que fluye a través del cuerpo.
Up	Tensión de paso máxima admisible en la instalación, en voltios.
Upa (acceso)	Tensión en el acceso admisible, en voltios.

Ra1	Resistencia correspondiente a calzado cuya suela sea aislante (Ra1=2000 Ω).
Ra2	Resistencia a tierra del punto de contacto del terreno.
ρ	Resistividad del terreno, en Ωm.
ρs'	Resistividad de la capa superficial, en Ωm.

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno, en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de resistividad elevada, se multiplicara el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, normalmente hormigón, por un coeficiente reductor.

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left[\frac{1 - (\rho / \rho_h)}{2h_s + 0,106} \right]$$

$$\rho_s^* = C_s \cdot \rho_h$$

Donde

Cs	Coficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
hs	espesor de la capa superficial, en metros
ρh	Resistividad del hormigón, 3000 Ωm
ρs'	Resistividad de la capa superficial, en Ωm

Cálculo de las tensiones máximas aplicables.

Como se expresa en apartados anteriores, para el tiempo correspondiente a la duración de la corriente de falta, 2,33 segundos, la tensión de contacto aplicada admisible es: Uca = 89,01 V reflejada en la Figura 1 o Tabla 18 del apartado 7.3.4.1 de la ITC-LAT 07 del nuevo R.L.A.T.:

Tensión de paso admisible en la instalación con los dos pies en el terreno:

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2 \cdot Ra_1 + 2 \cdot Ra_2}{Z_B} \right] = 10 \cdot 89,01 \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 200}{1000} \right] = 5518,62 \text{ V}$$

Tensión de paso admisible en la instalación con un pie en el terreno y el otro sobre la plataforma de hormigón:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left[\frac{1 - (\rho / \rho_h)}{2h_s + 0,106} \right] = 1 - 0,106 \cdot \left[\frac{1 - (200 / 3000)}{2 \cdot 0,1 + 0,106} \right] = 0,6767$$

$$\rho_s^* = C_s \cdot \rho_h = 0,6767 \cdot 3000 = 2030,1 \text{ Ωm}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:
Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.



Concepto	Valor calculado (V)	Condición	Condición Valor admisible (V)
Tensión de paso en el exterior	$U'p = 914,55$	<	$Up = 5518,62$
Tensión de paso en el acceso	$U'p(acc) = 2007,65$	<	$Up(acc) = 10405,54$

Resultando, según el reglamento, para tiempos menores 3 segundos, los valores de las tensiones de paso no superan en dichas condiciones a las máximas admisibles por el cuerpo humano en ninguna zona del terreno afectada por la instalación a tierra. Por tanto, el electrodo considerado, cumple con el requisito reglamentario.

Dimensionamiento para la protección contra los efectos del rayo.

Por otra parte, se comprueba que para los sistemas elegidos, la longitud de la pica (2 m) no supera la longitud crítica desde el punto de vista del criterio de coordinación de aislamiento del aptdo.7.3.5. de la ITC-07 del RALT. Por tanto, la impedancia de onda será prácticamente igual que la resistencia de tierra.

$$L_c = \sqrt{\rho/f} = 14,14 \text{ m}$$

Dónde:

$$\begin{array}{ll} \rho & 200 \Omega\text{m} \\ f & 1 \text{ MHz} \end{array}$$

Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante inserción de compuestos para la mejora de la conductividad eléctrica mediante líquido compuesto activador perdurable para las tomas de tierra y/o sales minerales o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



TABLAS RESUMEN CÁLCULOS



DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase
TENSIÓN (Kv)	15
CONDUCTOR	LA-180 (147-AL1/34-ST1A)
NÚMERO FASES	3
NÚMERO COND/FASE	1
LONGITUD CADENA SUSP. (m)	0,51
LONGITUD CADENA AMARRE (m)	0,51
ALTURA DEL PUENTE (m)	0,51
TEMP. MAX. TENDIDO (°C)	50
VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	120

CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

Cálculos eléctricos	Valores
TENSIÓN DE LA LÍNEA (kv)	15
RESISTENCIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,4347
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA (Ohmios/Km)	0,3845
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,8519
CAPACIDAD MEDIA (µF/Km).	0,0095
TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA A 50°C Y AMBIENTE HÚMEDO (kv)	67
DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A/mm2)	2,3401
INTENSIDAD MÁXIMA (A)	424,9585
POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR (kW)	8833
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (V)	632,1570
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (%)	4,2144
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (kW)	235,4851
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (%)	2,6661
RENDIMIENTO DE LA LÍNEA (%)	97,3339



DATOS DEL CONDUCTOR (LA-180)

Datos del conductor	Fase
DIÁMETRO (mm)	17,5
PESO (Kg/m)	0,676
CARGA DE ROTURA (Kg)	6520
SECCIÓN (mm ²)	181,6
COEF. DE DILATACIÓN (°C)	1,78E-5
MOD. ELASTICIDAD (Kg/mm ²)	8200
EDS Max. (%) Zona A	20
EDS Max. (%) Zona B	22
EDS Max. (%) Zona C	22
SOBR. VIENTO 120 Km/h (Kg/m)	0,892
SOBR. VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,446
ÁNGULO OSCILACIÓN 120Km/h (°)	52,84
PESO VIENTO 120Km/h (Kg/m)	1,119
PESO VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,810
PESO HIELO ZONA B (Kg/m)	1,444
PESO HIELO ZONA C (Kg/m)	2,211
COMPOSICIÓN NÚM. HILOS ALUMINIO+ACERO	30+7
RESISTENCIA A 20°C (Ohmios/Km)	0,1962

DATOS TOPOGRÁFICOS

APOYOS		L. VANO (m)		TENSE MÁX (Kg)		COTA DEL TERRENO (m)	ÁNGULO INT (Cent.)	ZONA	TIPO TERRENO
Nº	FUNCIÓN	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR				
1	FL	0	60	0	1100	88,9		A	Normal
2	AN-ANC	60	121,67	1100	1100	86,34	145,09	A	Normal
3	AN-ANC	121,67	167,2	1100	1100	90,9	182,66	A	Normal
4	AN-ANC	167,2	59,28	1100	1100	88,82	165,49	A	Normal
5	AN-ANC	59,28	118,84	1100	1100	93,68	174,48	A	Normal
6	AL-AM	118,84	167,12	1100	1100	89,03		A	Normal
7	AL-AM	167,12	164,88	1100	1100	94,23		A	Normal
8	AL-AM	164,88	166,01	1100	1100	92,13		A	Normal
9	AL-AM	166,01	169,61	1100	1100	87,38		A	Normal
10	AN-ANC	169,61	159,52	1100	1100	71,75	174,5	A	Normal
11	AN-ANC	159,52	160,2	1100	1100	71,35	168,35	A	Normal
12	AL-AM	160,2	141,97	1100	1100	71,07		A	Normal
13	AN-ANC	141,97	138,39	1100	1100	68,75	187,37	A	Normal
14	AN-ANC	138,39	160,77	1100	1100	73,82	188,88	A	Normal
15	AN-ANC	160,77	158	1100	1100	80,04	146,64	A	Normal
16	AN-ANC	158	101,93	1100	1100	87,78	174,6	A	Normal
17	FL	101,93	0	1100	0	90,96		A	Normal

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

ESFUERZOS. 1º HIPÓTESIS (Viento 120 km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES		ESFUERZOS HORIZONTALES					
				Fase (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
						Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	C-7000	32	96	45	1375	135	4125	4260	2062
2	AN-ANC	S	C-7000	74	221	1265	14	3794	43	3838	22
3	AN-ANC	S	C-3000	163	489	556	3	1669	10	1679	5
4	AN-ANC	S	C-4500	80	239	881	16	2644	48	2692	24
5	AN-ANC	S	C-3000	187	562	668	7	2004	20	2024	10
6	AL-AM	S	C-1000	100	300	183	0	548	0	548	---
7	AL-AM	S	C-1000	174	522	167	0	500	0	500	---
8	AL-AM	S	C-1000	109	326	166	0	499	0	499	---
9	AL-AM	S	C-1000	226	677	211	0	632	0	632	---
10	AN-ANC	S	C-3000	107	322	750	1	2251	4	2254	2
11	AN-ANC	S	C-3000	145	434	698	0	2094	0	2094	---
12	AL-AM	S	C-1000	107	322	153	0	460	0	460	---
13	AN-ANC	S	C-3000	126	378	361	0	1083	0	1083	---
14	AN-ANC	S	C-3000	69	207	344	1	1031	3	1033	1
15	AN-ANC	S	C-7000	145	435	1044	1	3131	2	3133	1
16	AN-ANC	S	C-3000	124	373	568	5	1705	15	1719	7
17	FL	S	C-7000	51	153	55	1100	164	3300	3464	1650

ESFUERZOS. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES		ESFUERZOS HORIZONTALES				Esfuerzo equivalente (Kg)
				Fase (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Total (Kg)		
						Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	
1	FL	S	C-7000	---	---	---	---	---	---	---
2	AN-ANC	S	C-7000	59	177	690	500	2069	1499	3568
3	AN-ANC	S	C-3000	130	391	224	545	672	1635	2307
4	AN-ANC	S	C-4500	64	191	442	530	1325	1590	2915
5	AN-ANC	S	C-3000	150	450	329	539	986	1617	2602
6	AL-AM	S	C-1000	100	300	0	206	0	619	619
7	AL-AM	S	C-1000	174	522	0	165	0	495	495
8	AL-AM	S	C-1000	109	326	0	165	0	495	495
9	AL-AM	S	C-1000	226	677	0	206	0	619	619
10	AN-ANC	S	C-3000	86	258	328	539	985	1617	2602
11	AN-ANC	S	C-3000	145	434	406	533	1218	1599	2817
12	AL-AM	S	C-1000	107	322	0	165	0	495	495
13	AN-ANC	S	C-3000	126	378	163	547	490	1642	2132
14	AN-ANC	S	C-3000	69	207	144	548	432	1644	2075
15	AN-ANC	S	C-7000	145	435	671	502	2014	1507	3522
16	AN-ANC	S	C-3000	124	373	327	539	981	1617	2598
17	FL	S	C-7000	---	---	---	---	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

NOTA: Se ha prescindido de la consideración de la 4ª hipótesis (excepto apoyos FL y ANC), de acuerdo a lo indicado en el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 07

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES		ESFUERZOS HORIZONTALES								
				Fase (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Total (Kg)		Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
						Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
1	FL	S	C-7000	26	77	0	0	0	1100	0	2200	2200	2200	3300
2	AN-ANC	S	C-7000	59	177	460	999	920	0	2299	999	3298	3298	1499
3	AN-ANC	S	C-3000	130	391	149	1090	299	0	747	1090	1837	1837	1635
4	AN-ANC	S	C-4500	64	191	295	1060	589	0	1473	1060	2532	2532	1590
5	AN-ANC	S	C-3000	150	450	219	1078	438	0	1095	1078	2173	2173	1617
10	AN-ANC	S	C-3000	86	258	219	1078	438	0	1094	1078	2172	2172	1617
11	AN-ANC	S	C-3000	145	434	271	1066	541	0	1353	1066	2419	2419	1599
13	AN-ANC	S	C-3000	126	378	109	1095	218	0	545	1095	1639	1639	1642
14	AN-ANC	S	C-3000	69	207	96	1096	192	0	480	1096	1576	1576	1644
15	AN-ANC	S	C-7000	145	435	448	1005	895	0	2238	1005	3243	3243	1507
16	AN-ANC	S	C-3000	124	373	218	1078	436	0	1090	1078	2168	2168	1617
17	FL	S	C-7000	51	153	0	0	0	1100	0	2200	2200	2200	3300

TABLA DE TENDIDO
Conductor de fase: LA-180

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductor	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	
					T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
1-2	A	60	0,44	60	976	0,31	871	0,35	774	0,39	687	0,44	612	0,5	547	0,56	493	0,62	449	0,68	411	0,74	381	0,8	355	0,86	333	0,91
2-3	A	122	5,09	122	802	1,56	754	1,66	712	1,76	674	1,86	641	1,95	611	2,05	584	2,14	560	2,24	538	2,33	518	2,42	500	2,5	484	2,59
3-4	A	167	3,89	167	742	3,18	716	3,3	692	3,41	670	3,53	650	3,64	631	3,75	614	3,85	597	3,96	582	4,06	568	4,16	555	4,26	542	4,36
4-5	A	59	4,36	59	978	0,3	873	0,34	775	0,38	688	0,43	611	0,49	546	0,55	492	0,61	446	0,67	409	0,73	378	0,79	352	0,85	330	0,9
5-6	A	119	-3,65	119	807	1,48	758	1,58	714	1,67	675	1,77	640	1,87	609	1,96	582	2,05	557	2,15	534	2,23	514	2,32	496	2,41	479	2,49
6-7	A	167	4,2	167	743	3,18	716	3,3	692	3,41	670	3,52	650	3,63	631	3,74	614	3,85	597	3,95	582	4,06	568	4,16	555	4,26	542	4,36
7-8	A	165	-6,11	165	745	3,09	718	3,2	693	3,32	671	3,43	650	3,54	630	3,65	613	3,75	596	3,86	581	3,96	566	4,06	553	4,16	540	4,26
8-9	A	166	-0,25	166	744	3,13	717	3,25	693	3,36	670	3,48	650	3,59	631	3,69	613	3,8	597	3,91	581	4,01	567	4,11	554	4,21	541	4,31
9-10	A	170	-12,13	170	740	3,29	715	3,41	692	3,52	670	3,64	650	3,75	632	3,86	615	3,97	599	4,07	584	4,18	570	4,28	557	4,38	545	4,48
10-11	A	160	-0,4	160	750	2,87	721	2,98	695	3,1	671	3,21	649	3,32	629	3,42	610	3,53	593	3,63	576	3,73	561	3,83	547	3,93	534	4,03
11-12	A	160	-4,28	160	749	2,9	721	3,01	695	3,12	671	3,24	649	3,34	629	3,45	610	3,56	593	3,66	577	3,76	562	3,86	548	3,96	535	4,06
12-13	A	142	-0,57	142	770	2,21	734	2,32	702	2,43	672	2,53	646	2,64	622	2,74	600	2,84	580	2,94	561	3,04	544	3,13	528	3,23	514	3,32
13-14	A	138	-2,78	138	775	2,09	737	2,2	703	2,3	673	2,41	645	2,51	620	2,61	597	2,71	576	2,81	557	2,91	540	3	524	3,09	509	3,18
14-15	A	161	9,51	161	748	2,92	720	3,04	694	3,15	671	3,26	649	3,37	629	3,48	611	3,59	593	3,69	577	3,79	563	3,89	549	3,99	536	4,09
15-16	A	158	5,33	158	751	2,81	722	2,92	695	3,04	671	3,15	649	3,26	628	3,36	609	3,47	592	3,57	575	3,67	560	3,77	546	3,87	533	3,97
16-17	A	102	0,96	102	845	1,04	782	1,12	726	1,21	677	1,3	634	1,38	597	1,47	564	1,56	535	1,64	509	1,73	486	1,81	466	1,89	447	1,96

TENSIONES Y FLECHAS
Conductor de fase: LA-180

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	Tensión max. (kg)	Zona A		Zona A		Tensión (50°C)		Tensión (15°C+V)		Flecha max. (m)
						EDS(15°C) (%)	CHS (%)	Tensión (-5°C +1/2V) (kg)	Tensión (-5°C V)	Tensión (kg)	Flecha (m)	Tensión (kg)	Flecha (m)	
1-2	A	60	0,44	60	1100	9,38	14,97	1012	1100	333	0,91	789	0,64	0,91
2-3	A	122	5,09	122	1100	9,83	12,3	897	1100	484	2,59	935	2,22	2,59
3-4	A	167	3,89	167	1100	9,97	11,39	856	1100	542	4,36	990	3,95	4,36
4-5	A	59	4,36	59	1100	9,37	15,01	1014	1100	330	0,9	786	0,63	0,9
5-6	A	119	-3,65	119	1100	9,82	12,38	901	1100	479	2,49	930	2,13	2,49
6-7	A	167	4,2	167	1100	9,97	11,39	856	1100	542	4,36	990	3,95	4,36
7-8	A	165	-6,11	165	1100	9,97	11,42	858	1100	540	4,26	988	3,85	4,26
8-9	A	166	-0,25	166	1100	9,97	11,4	857	1100	541	4,31	989	3,9	4,31
9-10	A	170	-12,13	170	1100	9,98	11,36	855	1100	545	4,48	992	4,07	4,48
10-11	A	160	-0,4	160	1100	9,95	11,5	861	1100	534	4,03	983	3,62	4,03
11-12	A	160	-4,28	160	1100	9,95	11,49	861	1100	535	4,06	983	3,65	4,06
12-13	A	142	-0,57	142	1100	9,9	11,81	876	1100	514	3,32	963	2,93	3,32
13-14	A	138	-2,78	138	1100	9,89	11,88	879	1100	509	3,18	959	2,8	3,18
14-15	A	161	9,51	161	1100	9,96	11,48	860	1100	536	4,09	984	3,68	4,09
15-16	A	158	5,33	158	1100	9,95	11,52	862	1100	533	3,97	981	3,56	3,97
16-17	A	102	0,96	102	1100	9,73	12,96	926	1100	447	1,96	900	1,62	1,96



DATOS DE LAS CIMENTACIONES
(Caso de terreno normal $K=12 \text{ kg/cm}^3$, en otro caso consultar Ingeniería del Proyecto)

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
1	C-7000-14	Normal	Monobloque	1,55	2,43	5,84	6,32
2	C-7000-16	Normal	Monobloque	1,76	2,43	7,53	8,15
3	C-3000-16	Normal	Monobloque	1,16	2,24	3,01	3,28
4	C-4500-24	Normal	Monobloque	1,53	2,56	5,99	6,46
5	C-3000-22	Normal	Monobloque	1,4	2,32	4,55	4,94
6	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	3,16	3,5
7	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	3,16	3,5
8	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79	2,37	2,63
9	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	3,16	3,5
10	C-3000-26	Normal	Monobloque	1,57	2,36	5,82	6,31
11	C-3000-26	Normal	Monobloque	1,57	2,36	5,82	6,31
12	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	3,16	3,5
13	C-3000-24	Normal	Monobloque	1,47	2,35	5,08	5,51
14	C-3000-16	Normal	Monobloque	1,16	2,24	3,01	3,28
15	C-7000-20	Normal	Monobloque	2,13	2,43	11,02	11,93
16	C-3000-16	Normal	Monobloque	1,16	2,24	3,01	3,28
17	C-7000-14	Normal	Monobloque	1,55	2,43	5,84	6,32

DATOS DE LOS ARMADOS

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Código armado	Peso torre (Kg)
1	FL	S	C-7000	1,2	1,5	1,5	S1330	1459
2	AN-ANC	S	C-7000	1,2	1,5	1,5	S1330	1666
3	AN-ANC	S	C-3000	1,2	1,5	1,5	S1330	895
4	AN-ANC	S	C-4500	1,2	1,5	1,5	S1330	1952
5	AN-ANC	S	C-3000	1,2	1,5	1,5	S1330	1345
6	AL-AM	S	C-1000	1,2	1,5	1,5	S1330	771
7	AL-AM	S	C-1000	1,2	1,5	1,5	S1330	771
8	AL-AM	S	C-1000	1,2	1,5	1,5	S1330	593
9	AL-AM	S	C-1000	1,2	1,5	1,5	S1330	771
10	AN-ANC	S	C-3000	1,2	1,5	1,5	S1330	1688
11	AN-ANC	S	C-3000	1,2	1,5	1,5	S1330	1688
12	AL-AM	S	C-1000	1,2	1,5	1,5	S1330	771
13	AN-ANC	S	C-3000	1,2	1,5	1,5	S1330	1521
14	AN-ANC	S	C-3000	1,2	1,5	1,5	S1330	895
15	AN-ANC	S	C-7000	1,2	1,5	1,5	S1330	2104
16	AN-ANC	S	C-3000	1,2	1,5	1,5	S1330	895
17	FL	S	C-7000	1,2	1,5	1,5	S1330	1459

DISTANCIAS Fines de línea "S"

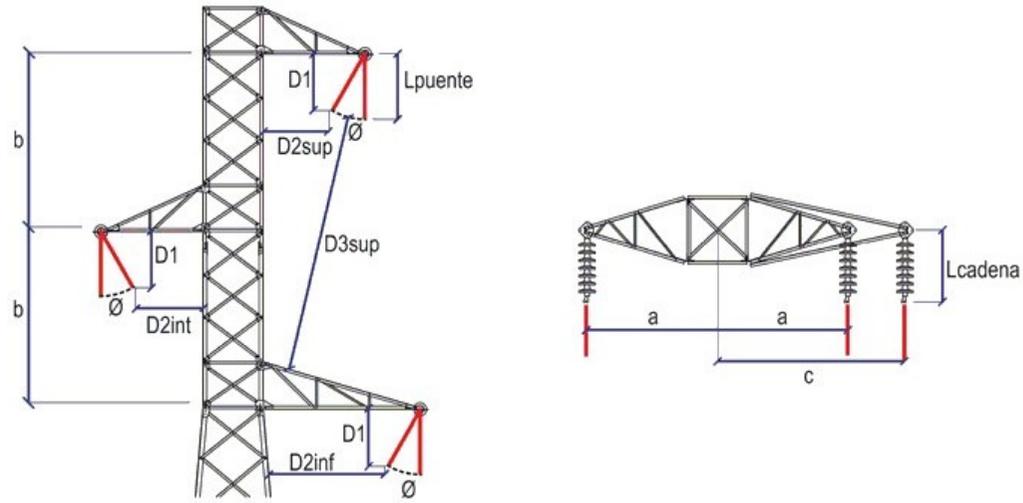
Tensión de la línea [kV]: 15
Configuración Simplex.
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16
Altura puente [m]: 0,51
Oscilación puente [°]: 20

Oscilacion 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	Características del armado (m)			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)		Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)		Comprobación dist. a masa (m)					
					"b"	"a"	"c"	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup
1	FL	C-7000-14	S	8,57	1,2	1,5	1,5	0,68	2,4	---	0,68	0,51	0,48	1,07	1,07	1,05	1,65
17	FL	C-7000-14	S	8,57	1,2	1,5	1,5	0,92	2,4	0,92	---	0,51	0,48	1,07	1,07	1,05	1,65

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)



DISTANCIAS Amarres "S"

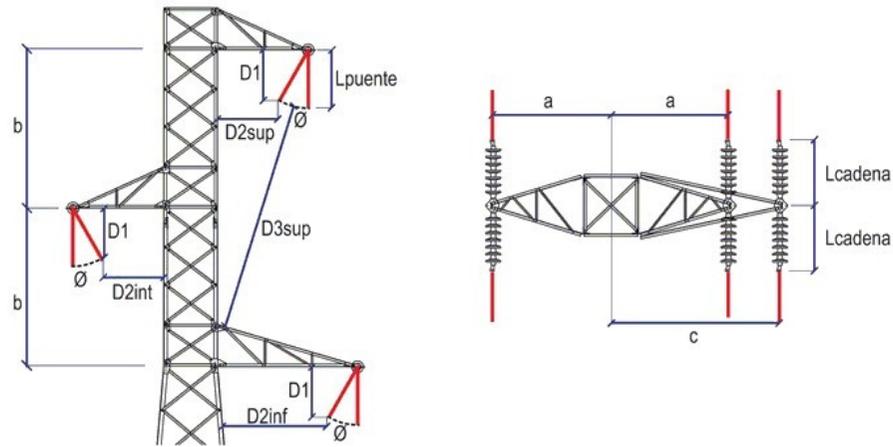
Tensión de la línea [kV]: 15
Configuración Simplex.
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16
Altura puente [m]: 0,51
Oscilación puente [°]: 20

Oscilacion 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 dist. entre conductores en el apoyo (m)		Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)		Comprobación dist. a masa (m)					
						"b"	"a"	"c"	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup
6	AL-AM	C-1000-22	S	17	17,16	1,2	1,5	1,5	1,34	2,4	1,02	1,34	0,51	0,48	1,07	1,07	1,06	1,65
7	AL-AM	C-1000-22	S	16	17,16	1,2	1,5	1,5	1,34	2,4	1,34	1,33	0,51	0,48	1,07	1,07	1,06	1,65
8	AL-AM	C-1000-18	S	12	13,21	1,2	1,5	1,5	1,34	2,4	1,33	1,34	0,51	0,48	1,07	1,07	1,06	1,65
9	AL-AM	C-1000-22	S	16,5	17,16	1,2	1,5	1,5	1,36	2,4	1,34	1,36	0,51	0,48	1,07	1,07	1,06	1,65
12	AL-AM	C-1000-22	S	16	17,16	1,2	1,5	1,5	1,3	2,4	1,3	1,18	0,51	0,48	1,07	1,07	1,06	1,65

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)



Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "Guillena Santos" de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

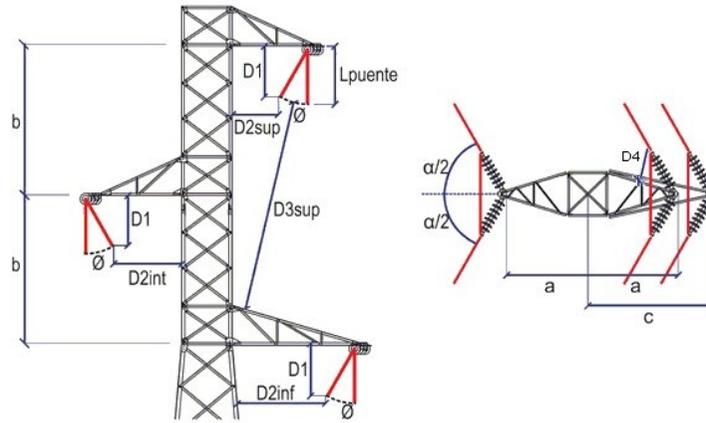
DISTANCIAS Angulos "S"

Tensión de la línea [kV]: 15
Configuración Simplex.
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16
Altura puente [m]: 0,51
Oscilación puente [°]: 20

Oscilacion 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 dist. entre conductores en el apoyo (m)		Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)		Comprobación dist. a masa (m)						
						"b"	"a"	"c"	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D4
2	AN-ANC	C-7000-16	S	10	10,57	1,2	1,5	1,5	1,04	2,4	0,68	1,04	0,51	0,48	0,86	0,86	0,83	1,56	0,41
3	AN-ANC	C-3000-16	S	10,53	10,86	1,2	1,5	1,5	1,34	2,4	1,04	1,34	0,51	0,48	1	1	0,99	1,62	0,48
4	AN-ANC	C-4500-24	S	16,5	18,44	1,2	1,5	1,5	1,34	2,4	1,34	0,67	0,51	0,48	0,93	0,93	0,92	1,6	0,45
5	AN-ANC	C-3000-22	S	16	16,68	1,2	1,5	1,5	1,02	2,4	0,67	1,02	0,51	0,48	0,97	0,97	0,96	1,61	0,47
10	AN-ANC	C-3000-26	S	20	20,72	1,2	1,5	1,5	1,36	2,4	1,36	1,29	0,51	0,48	0,97	0,97	0,96	1,61	0,47
11	AN-ANC	C-3000-26	S	20	20,72	1,2	1,5	1,5	1,3	2,4	1,29	1,3	0,51	0,48	0,95	0,95	0,93	1,6	0,46
13	AN-ANC	C-3000-24	S	17,75	18,65	1,2	1,5	1,5	1,18	2,4	1,18	1,15	0,51	0,48	1,02	1,02	1,01	1,63	0,49
14	AN-ANC	C-3000-16	S	9,9	10,86	1,2	1,5	1,5	1,3	2,4	1,15	1,3	0,51	0,48	1,03	1,03	1,02	1,64	0,49
15	AN-ANC	C-7000-20	S	13,19	14,58	1,2	1,5	1,5	1,3	2,4	1,3	1,28	0,51	0,48	0,86	0,86	0,84	1,56	0,41
16	AN-ANC	C-3000-16	S	10,78	10,86	1,2	1,5	1,5	1,28	2,4	1,28	0,92	0,51	0,48	0,97	0,97	0,96	1,61	0,47





PRESUPUESTO



PRESUPUESTO

LÍNEA AÉREA

Descripción	Ud	Precio Unitario (€)	Cantidad	Importe (€)
C-7000-14	€/Ud	2.334	2,00	4.669
C-7000-16	€/Ud	2.666	1,00	2.666
C-7000-20	€/Ud	3.366	1,00	3.366
C-3000-16	€/Ud	1.432	3,00	4.296
C-4500-24	€/Ud	3.123	1,00	3.123
C-1000-22	€/Ud	1.234	4,00	4.934
C-1000-18	€/Ud	949	1,00	949
C-3000-22	€/Ud	2.152	1,00	2.152
C-3000-26	€/Ud	2.701	2,00	5.402
C-3000-24	€/Ud	1.217	1,00	1.217
Hormigón HM_20	€/m3	50,40	89,00	4.486
Conductor fase LA-180	km	2637,22	6,65	17.537
Aislador U70BS	€/Ud	11,04	288,00	3.180
Electrodo P.A.T apoyo normal	€/Ud	52,00	15,00	780
Electrodo P.A.T apoyo frecuentado (anillo)	€/Ud	236,00	2,00	472
Aislamiento Grapas de amarre y forrado conductor desnudo	€/Ud	76,00	96,00	7.296
Mano de obra Montaje, armado e izado de apoyos	€/kg	0,72	21244,00	15.296
Mano de obra Movimiento de tierra, excavación y hormigonado	€/m3	88,00	89,00	7.832
Mano de obra Tendido, tensado y engrapado del conductor de fase	€/km	1200,00	6,65	7.980
TOTAL LÍNEA AÉREA				97631,89



Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

LÍNEA SUBTERRÁNEA

Descripción	Ud	Precio Unitario (€)	Cantidad	Importe (€)
Suministro y montaje de juego de seccionadores unipolares de 24 kV 400 A, incluyendo el aislamiento de los puentes de conexión, para protección de avifauna.	€/Ud	560,00	2,00	1120,00
Suministro y montaje de juego de autoválvulas de 20 kV 10 kA, incluyendo el aislamiento de los puentes de conexión, para protección de avifauna	€/Ud	420,00	2,00	840,00
Suministro y montaje de subida del cable subterráneo de media tensión en apoyo, para conductor RHZ1 18/30 kV 1x400mm ² Al, incluyendo terminal unipolar exterior de 18/30KV 400 mm ² Al y protección mecánica de acero galvanizado	€/Ud	940,00	2,00	1880,00
Suministro y montaje de arquetas tipo A-2	€/Ud	384,00	5,00	1920,00
Canalización subterránea con 2 tubos de polietileno de 200 mm de diámetro, hormigonados, incluyendo excavación, relleno y compactación	m	48,00	51,00	2448,00
Suministro y tendido de línea trifásica en zanja bajo tubo, con conductor tipo RHZ1 18/30 kV 1x400mm ² Al.	m	40,08	93,45	3745,48
Suministro y montaje de juego de terminales unipolares de interior para cable 18/30 KV 400mm ² Al, para conexión de la línea a las celdas	€/Ud	180,00	1,00	180,00
TOTAL LÍNEA SUBTERRÁNEA				12133,48

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1900884. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: f5iydfcqc632020221105815



CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Descripción	Precio Unitario (€)	Cantidad	Importe (€)
Edificio de Seccionamiento: PFU-4/20 (incluye transporte, montaje y accesorios)	6720,00	1,00	6720,00
Celda CGMCosmos-L (incluye montaje y conexión)	3010,00	3,00	9030,00
Celda Remonte a Protecc. General: CGMCosmos-RC (incluye montaje y conexión)	1080,00	1,00	1080,00
Celda Protección General: CGMCosmos-V (incluye montaje y conexión)	8750,00	1,00	8750,00
Celda de Medida: CGMCosmos-M (incluye montaje y conexión)	4920,00	1,00	4920,00
Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida	2200,00	1,00	2200,00
Tierras Exteriores Prot Seccionamiento: Anillo rectangular 5,0x2,5 m	1028,00	1,00	1028,00
Tierras Interiores Prot Seccionamiento: Instalación interior tierras	740,00	1,00	740,00
Equipos de Iluminación en el edificio de seccionamiento	480,00	1,00	480,00
Maniobra de Seccionamiento: Equipo de seguridad y maniobra	340,00	1,00	340,00
TOTAL CENTRO DE SECCIONAMIENTO			35288,00

TOTAL PRESUPUESTO EUROS.....145.053,36 €





PLANOS



PLANOS

PLANOS DE EMPLAZAMIENTO Y TRAZADO

Se sustituyen los planos 2.1 y 2.2 del proyecto original.

PLANOS DE PERFIL LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.

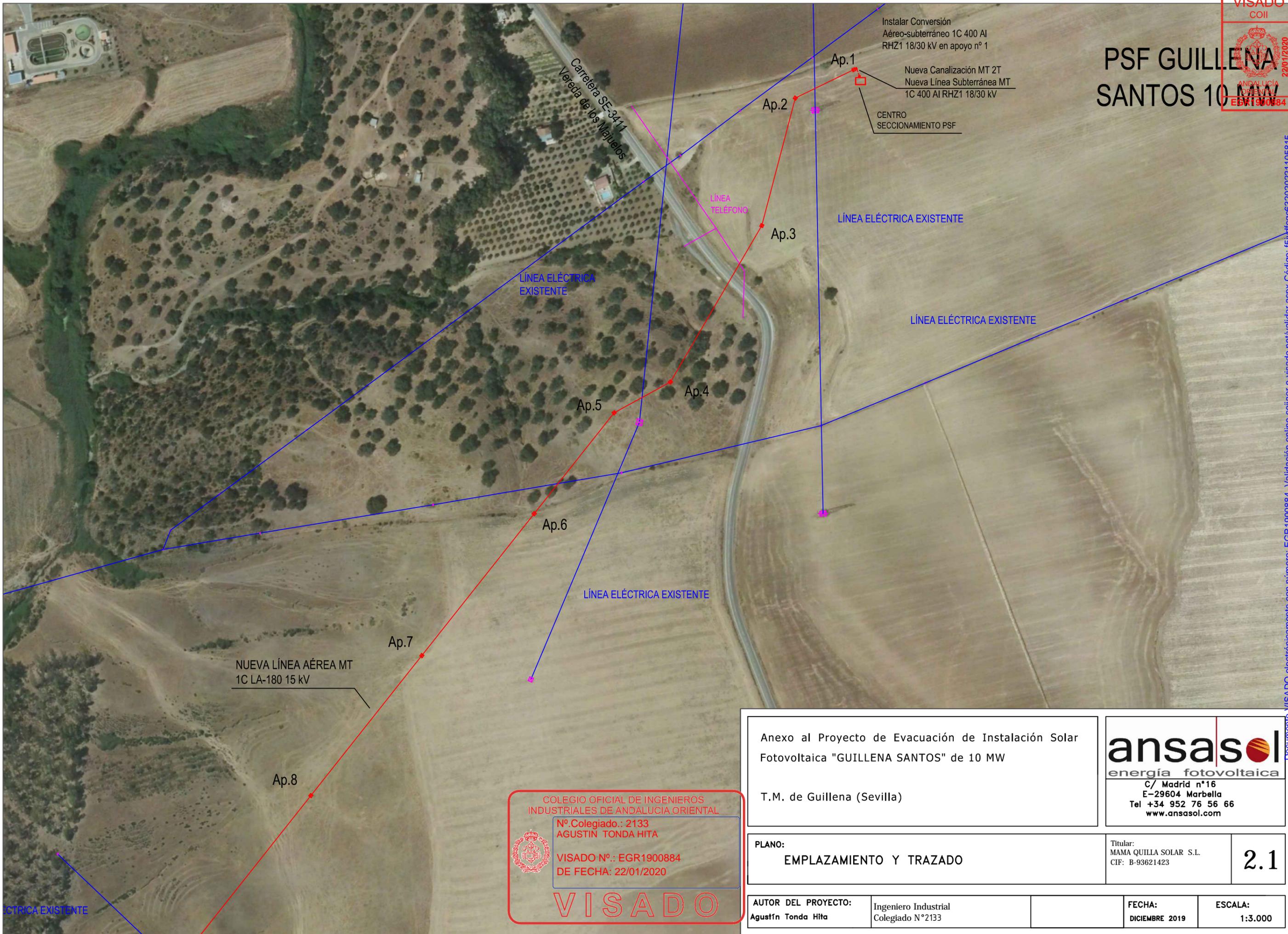
Se sustituyen los planos 3.1, 3.2 y 3.3 del proyecto original.

PLANOS PARCELARIO

Se sustituyen los planos 10.1, 10.2 y 10.3 del proyecto original.



PSF GUILLENA SANTOS 10 MW



Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW
T.M. de Guillena (Sevilla)

ansasol
energía fotovoltaica

C/ Madrid nº16
E-29604 Marbella
Tel +34 952 76 56 66
www.ansasol.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL
Nº Colegiado.: 2133
AGUSTIN TONDA HITTA

VISADO Nº.: EGR1900884
DE FECHA: 22/01/2020

VISADO

PLANO:
EMPLAZAMIENTO Y TRAZADO

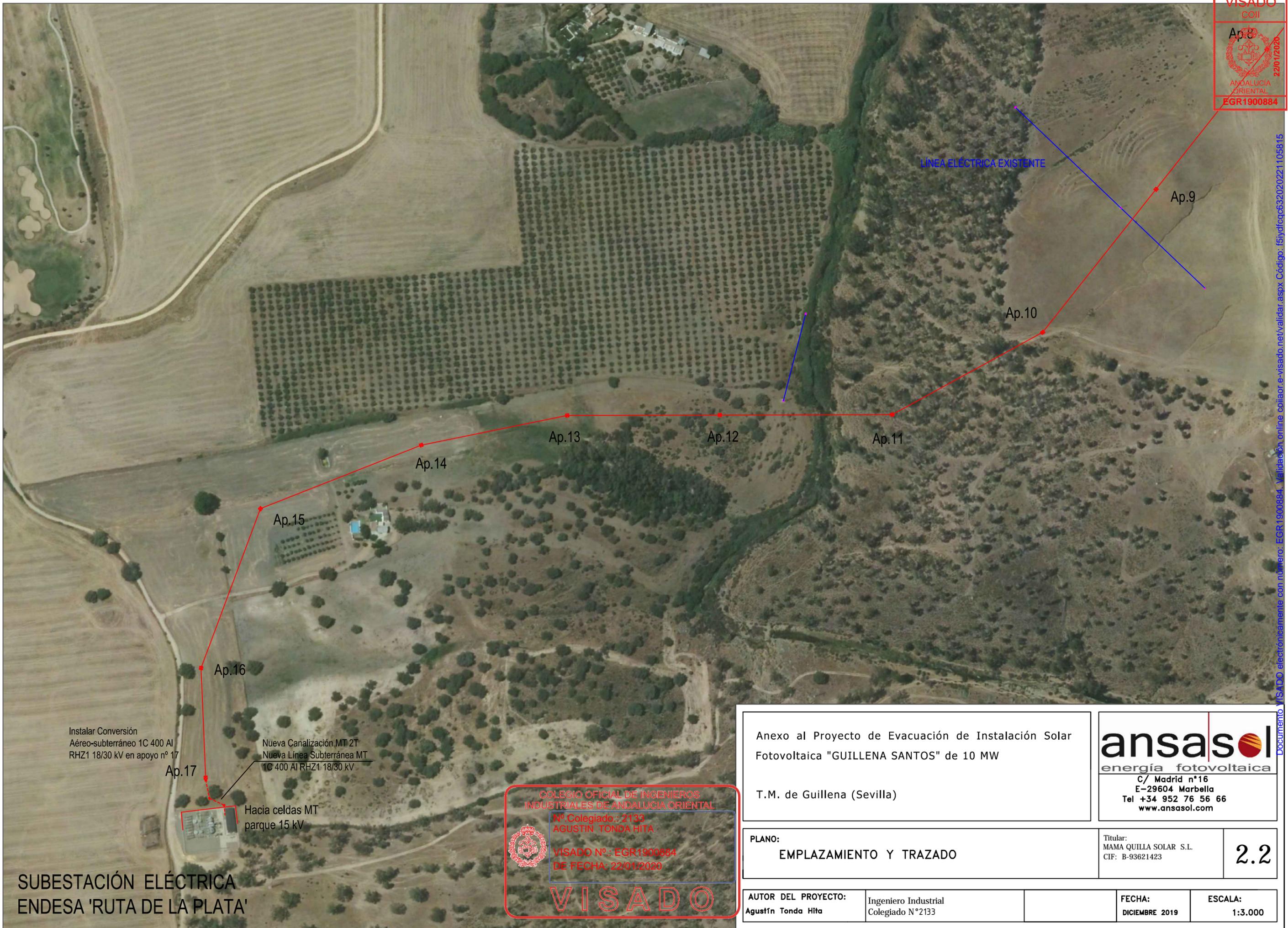
Titular:
MAMA QUILLA SOLAR S.L.
CIF: B-93621423

2.1

AUTOR DEL PROYECTO: Agustín Tonda Hita	Ingeniero Industrial Colegiado N°2133	FECHA: DICIEMBRE 2019	ESCALA: 1:3.000
---	--	--------------------------	--------------------

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1900884. Validación online coiiior.e-visado.net/validar.aspx Código: f51yftq6320221105815

VISADO
COII
Ap.8
22/01/2020
ANDALUCIA
ORIENTAL
EGR1900884



LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE

Ap.9

Ap.10

Ap.13

Ap.12

Ap.11

Ap.14

Ap.15

Ap.16

Ap.17

Instalar Conversión
Aéreo-subterráneo 1C 400 AI
RHZ1 18/30 kV en apoyo nº 17

Nueva Canalización MT 2T
Nueva Línea Subterránea MT
1C 400 AI RHZ1 18/30 kV

Hacia celdas MT
parque 15 kV

**SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENDESA 'RUTA DE LA PLATA'**

**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL**
Nº Colegiado : 2133
AGUSTIN TONDA HITIA
VISADO Nº : EGR1900884
DE FECHA: 22/01/2020
VISADO

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar
Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW

T.M. de Guillena (Sevilla)

ansasol
energía fotovoltaica
C/ Madrid nº16
E-29604 Marbella
Tel +34 952 76 56 66
www.ansasol.com

PLANO:
EMPLAZAMIENTO Y TRAZADO

Titular:
MAMA QUILLA SOLAR S.L.
CIF: B-93621423

2.2

AUTOR DEL PROYECTO: Agustín Tonda Hita	Ingeniero Industrial Colegiado N°2133	FECHA: DICIEMBRE 2019	ESCALA: 1:3.000
---	--	--------------------------	--------------------

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1900884. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: f5jydfcqc632020221105815

Cond F: LA-180
147-AL1/34-ST1A
Apoyo 1 - Apoyo 2

Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	976Kg	0,31m
0°C	871Kg	0,35m
5°C	774Kg	0,38m
10°C	687Kg	0,44m
15°C	612Kg	0,5m
20°C	547Kg	0,56m
25°C	493Kg	0,62m
30°C	449Kg	0,68m
35°C	411Kg	0,74m
40°C	381Kg	0,8m
45°C	355Kg	0,86m
50°C	333Kg	0,91m

Cond F: LA-180
147-AL1/34-ST1A
Apoyo 2 - Apoyo 3

Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	802Kg	1,56m
0°C	754Kg	1,66m
5°C	712Kg	1,76m
10°C	674Kg	1,86m
15°C	641Kg	1,96m
20°C	611Kg	2,05m
25°C	584Kg	2,14m
30°C	560Kg	2,24m
35°C	538Kg	2,33m
40°C	518Kg	2,42m
45°C	500Kg	2,5m
50°C	484Kg	2,59m

Cond F: LA-180
147-AL1/34-ST1A
Apoyo 3 - Apoyo 4

Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	742Kg	3,18m
0°C	716Kg	3,3m
5°C	692Kg	3,41m
10°C	670Kg	3,53m
15°C	650Kg	3,64m
20°C	631Kg	3,75m
25°C	614Kg	3,85m
30°C	597Kg	3,96m
35°C	582Kg	4,06m
40°C	568Kg	4,16m
45°C	555Kg	4,26m
50°C	542Kg	4,36m

Cond F: LA-180
147-AL1/34-ST1A
Apoyo 4 - Apoyo 5

Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	978Kg	0,3m
0°C	873Kg	0,34m
5°C	775Kg	0,38m
10°C	688Kg	0,43m
15°C	611Kg	0,49m
20°C	546Kg	0,55m
25°C	492Kg	0,61m
30°C	446Kg	0,67m
35°C	409Kg	0,73m
40°C	378Kg	0,79m
45°C	352Kg	0,85m
50°C	330Kg	0,9m

Cond F: LA-180
147-AL1/34-ST1A
Apoyo 5 - Apoyo 6

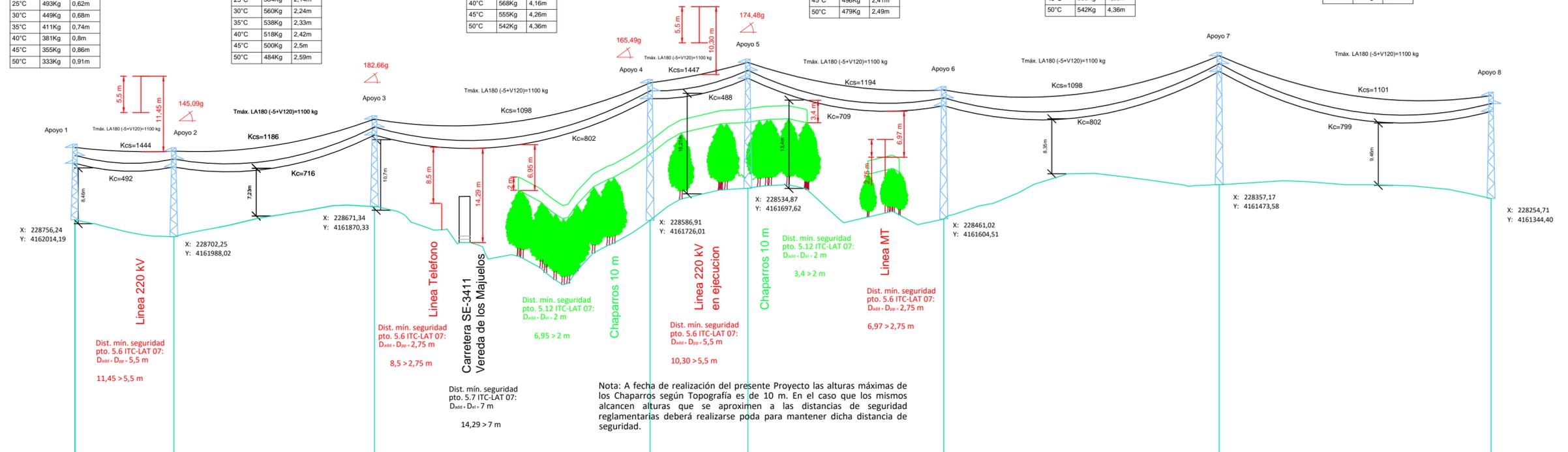
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	807Kg	1,48m
0°C	758Kg	1,58m
5°C	714Kg	1,67m
10°C	675Kg	1,77m
15°C	640Kg	1,87m
20°C	609Kg	1,96m
25°C	582Kg	2,05m
30°C	557Kg	2,15m
35°C	534Kg	2,23m
40°C	514Kg	2,32m
45°C	496Kg	2,41m
50°C	479Kg	2,49m

Cond F: LA-180
147-AL1/34-ST1A
Apoyo 6 - Apoyo 7

Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	743Kg	3,18m
0°C	716Kg	3,3m
5°C	692Kg	3,41m
10°C	670Kg	3,52m
15°C	650Kg	3,63m
20°C	631Kg	3,74m
25°C	614Kg	3,85m
30°C	597Kg	3,95m
35°C	582Kg	4,06m
40°C	568Kg	4,16m
45°C	555Kg	4,26m
50°C	542Kg	4,36m

Cond F: LA-180
147-AL1/34-ST1A
Apoyo 7 - Apoyo 8

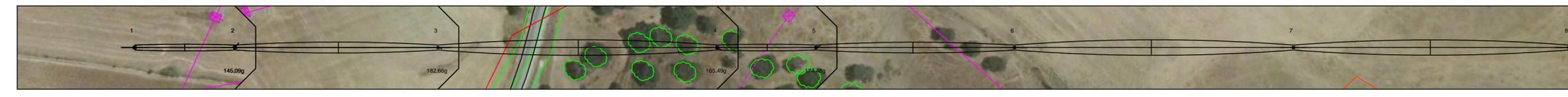
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	745Kg	3,09m
0°C	718Kg	3,2m
5°C	693Kg	3,32m
10°C	671Kg	3,43m
15°C	650Kg	3,54m
20°C	630Kg	3,65m
25°C	613Kg	3,75m
30°C	596Kg	3,86m
35°C	581Kg	3,96m
40°C	566Kg	4,06m
45°C	553Kg	4,16m
50°C	540Kg	4,26m



Nota: A fecha de realización del presente Proyecto las alturas máximas de los Chaparros según Topografía es de 10 m. En el caso que los mismos alcancen alturas que se aproximen a las distancias de seguridad reglamentarias deberá realizarse poda para mantener dicha distancia de seguridad.

P.C: 53.20 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	1	60.00	2	167.20	4	59.28	5	118.84	6	167.12	7	164.88	8
Cota Terreno (m)	88.90	86.34	90.90	88.82	93.68	89.03	94.23	92.13	164.88	167.12	164.88	167.12	164.88
Distancia Parcial (m)	0.00	60.00	121.67	167.20	59.28	118.84	167.12	164.88	167.12	164.88	167.12	164.88	164.88
Distancia Origen (m)	0.00	60.00	181.67	348.87	408.15	526.99	694.11	858.99	694.11	858.99	694.11	858.99	858.99
Función Apoyo	FL	AN_ANC (145,09g)	AN_ANC (182,66g)	AN_ANC (165,49g)	AN_ANC (174,48g)	AL_AM							
Serie Apoyo	C-7000-14	C-7000-16	C-3000-16	C-4500-24	C-3000-22	C-1000-22	C-1000-22	C-1000-18	C-1000-22	C-1000-22	C-1000-22	C-1000-18	C-1000-18
Armado (m)	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	8,57 (Normal/K=12)	10,57 (Normal/K=12)	10,86	18,44	16,68	17,16	17,16	13,21	17,16	17,16	17,16	13,21	13,21
Tipo Cimentación	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque
Datos Cimentación (m)	a=1,55/h=2,43	a=1,76/h=2,43	a=1,16/h=2,24	a=1,53/h=2,56	a=1,4/h=2,32	a=1,31/h=1,84	a=1,31/h=1,84	a=1,15/h=1,79	a=1,31/h=1,84	a=1,31/h=1,84	a=1,31/h=1,84	a=1,15/h=1,79	a=1,15/h=1,79



Línea Eléctrica A.T. 220 kV Línea Telefono Chaparros Línea Eléctrica A.T. 220 kV a construir Línea Eléctrica M.T. 15 kV

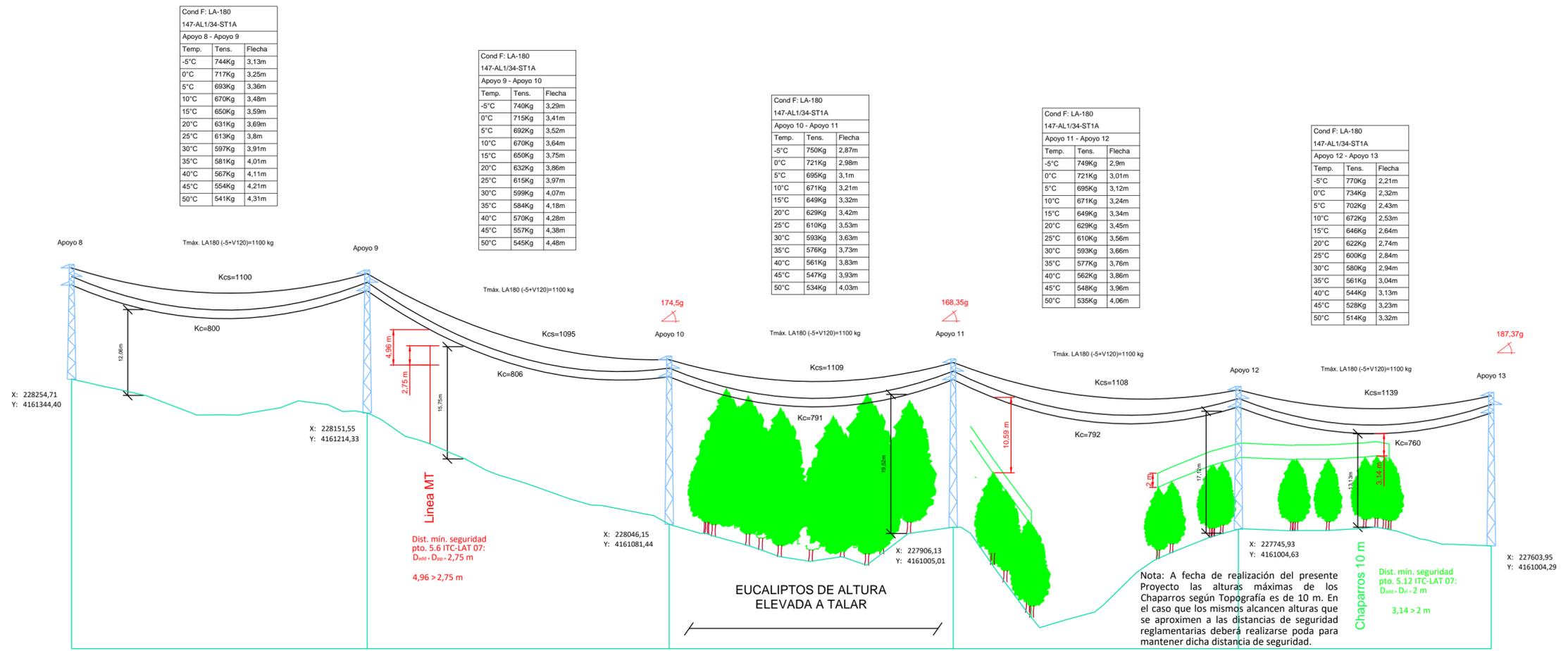
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL
 Nº.Colegiado.: 2133
 AGUSTIN TONDA HITA
 VISADO Nº.: EGR1900884
 DE FECHA: 22/01/2020
VISADO

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW
 T.M. de Guillena (Sevilla)

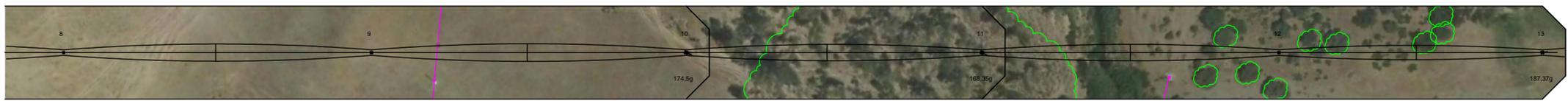
ansasol
 energía fotovoltaica
 C/ Madrid nº16
 E-29604 Marbella
 Tel +34 952 76 56 66
 www.ansasol.com

PLANO: PERFIL LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
 TITULAR: MAMA OULLASOLAR S.L.
 C.I.F. B-93621423 3.1

AUTOR DEL PROYECTO: Ingeniero Industrial Agustín Tonda Hita Colegiado N°2133
 FECHA: DICIEMBRE 2019 ESCALA: EH 1:2000 EV 1:500



P.C:	54.31 m										
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	8	166.01	9	169.61	10	159.52	11	160.20	12	141.97	13
Cota Terreno (m)	92.13		87.38		71.75		71.35		71.07		68.75
Distancia Parcial (m)	164.88		166.01		169.61		159.52		160.20		141.97
Distancia Origen (m)	858.99		1025.00		1194.61		1354.13		1514.33		1656.30
Función Apoyo	AL_AM		AL_AM		AN_ANC (174,5g)		AN_ANC (168,35g)		AL_AM		AN_ANC (187,37g)
Serie Apoyo	C-1000-18		C-1000-22		C-3000-26		C-3000-26		C-1000-22		C-3000-24
Armado (m)	b=1,2/a=1,5/c=1,5		b=1,2/a=1,5/c=1,5								
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	13,21		17,16		20,72		20,72		17,16		18,65
Tipo Cimentación	Monobloque		Monobloque								
Datos Cimentación (m)	a=1,15/h=1,79		a=1,31/h=1,84		a=1,57/h=2,36		a=1,57/h=2,36		a=1,31/h=1,84		a=1,47/h=2,35



Línea Eléctrica M.T. 15 kV

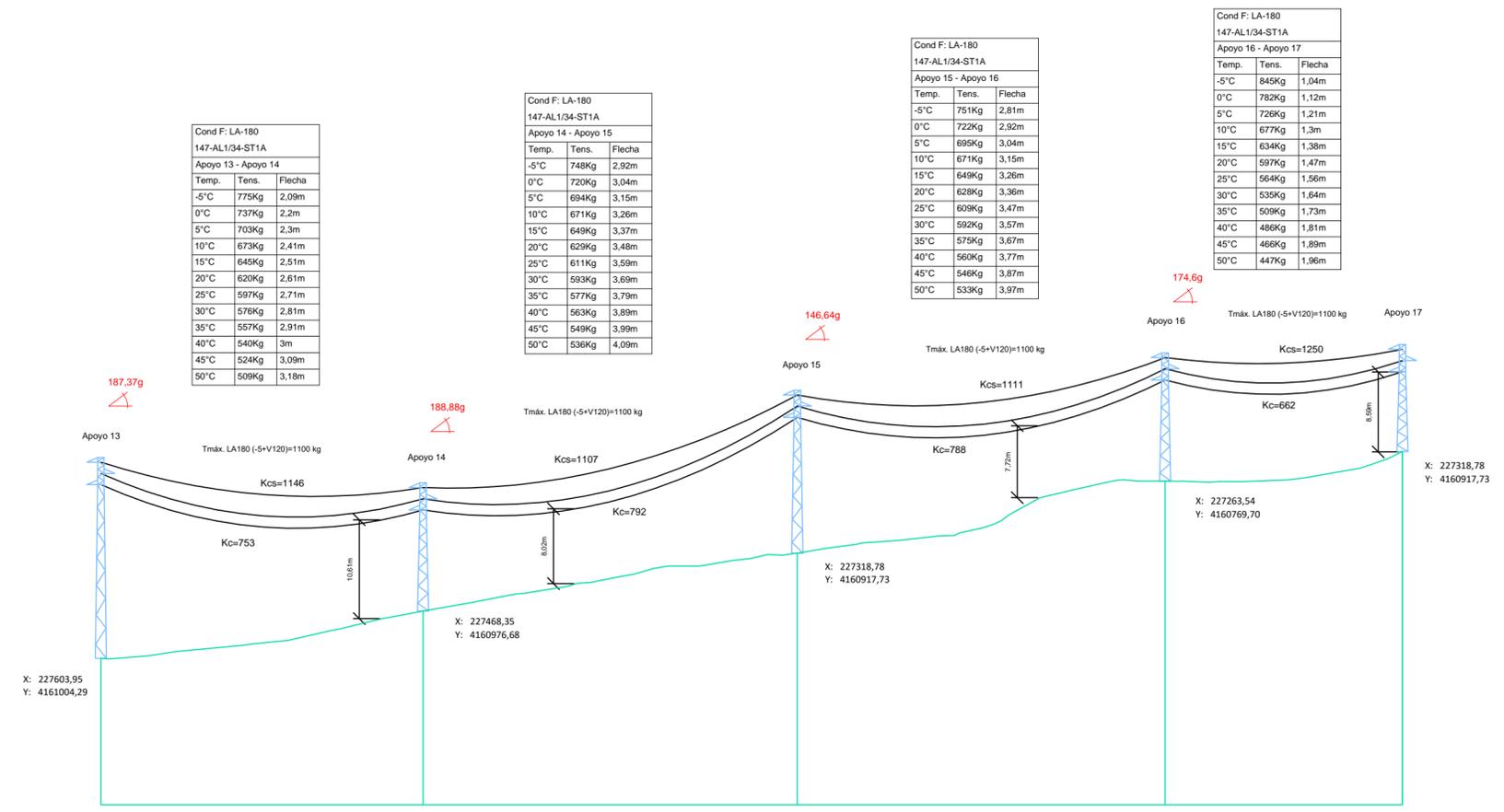
EUCALIPTOS DE ALTURA ELEVADA A TALAR

Arroyo Galapagar

Chaparros

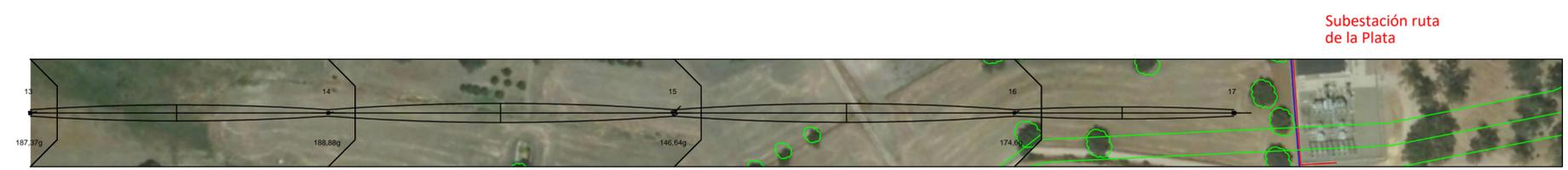
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL
 Nº. Colegiado.: 2133 AGUSTIN TONDA HITA
 VISADO Nº.: EGR1900884 DE FECHA: 22/01/2020
VISADO

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW T.M. de Guillena (Sevilla)		 C/ Madrid nº16 E-29604 Marbella Tel +34 952 76 56 66 www.ansasol.com	
PLANO: PERFIL LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN		Titular: MAMA OJILLA SOLAR S.L. C.I.F. B-93621423	
AUTOR DEL PROYECTO: Agustín Tonda Hita		ESCALA: EH 1:2000 EV 1:500	
Ingeniero Industrial Colegiado N°2133		FECHA: DICIEMBRE 2019	



P.C: 53.00 m

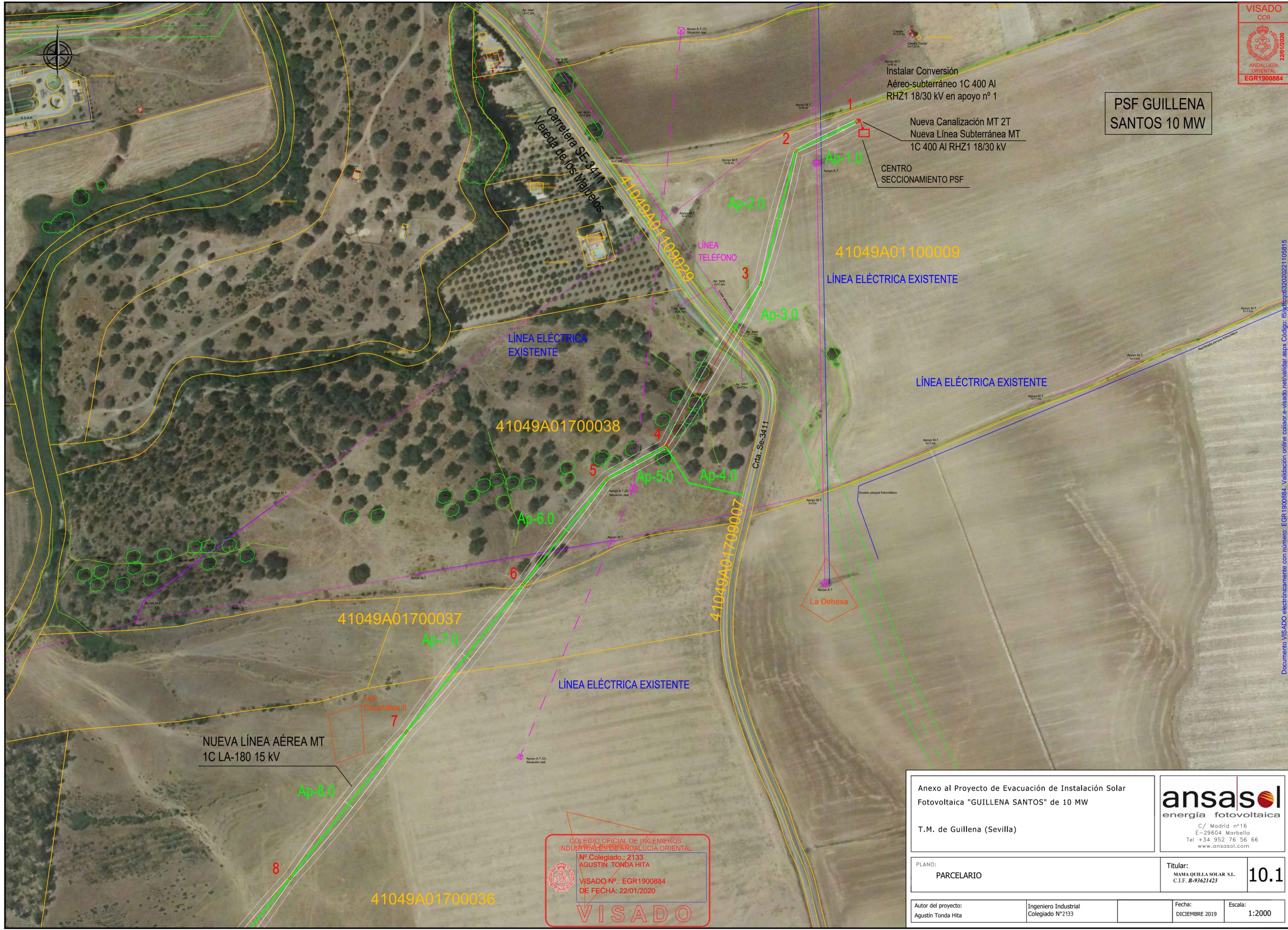
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	13	14	15	16	17
Cota Terreno (m)	68.75	73.82	80.04	87.78	90.96
Distancia Parcial (m)	141.97	138.39	160.77	158.00	101.93
Distancia Origen (m)	1656.30	1794.69	1955.46	2113.46	2215.39
Función Apoyo	AN_ANC (187,37g)	AN_ANC (188,88g)	AN_ANC (146,64g)	AN_ANC (174,6g)	FL
Serie Apoyo	C-3000-24	C-3000-16	C-7000-20	C-3000-16	C-7000-14
Armado (m)	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5	b=1,2/a=1,5/c=1,5
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	18,65	10,86	14,58	10,86	8,57
Tipo Cimentación	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Monobloque
Datos Cimentación (m)	a=1,47/h=2,35	a=1,16/h=2,24	a=2,13/h=2,43	a=1,16/h=2,24	a=1,55/h=2,43



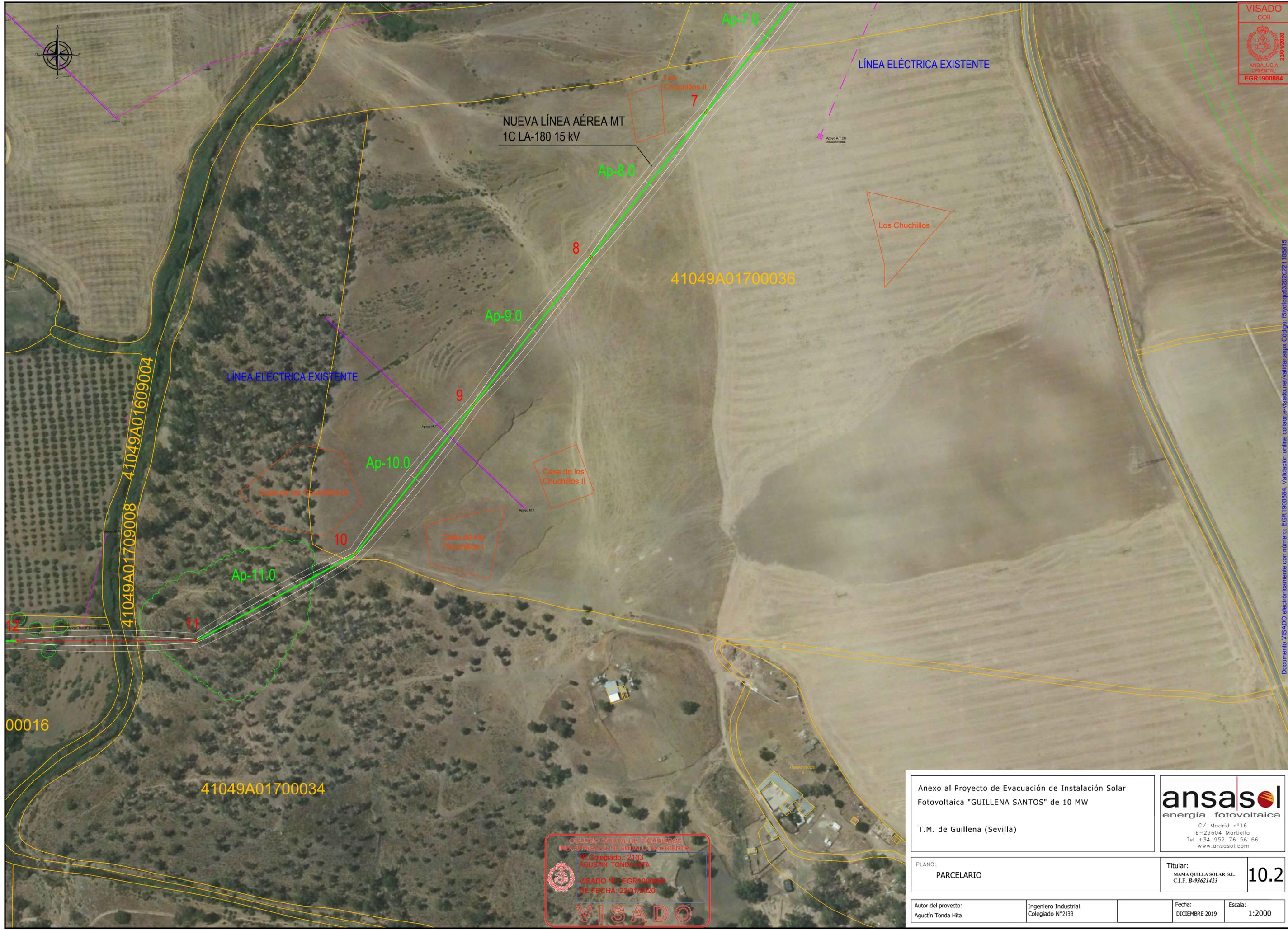
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL
Nº Colegiado.: 2133
AGUSTÍN TONDA HITA
VISADO Nº.: EGR1900884
DE FECHA: 22/01/2020
VISADO

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW		ansasol energía fotovoltaica	
T.M. de Guillena (Sevilla)		C/ Madrid nº16 E-29604 Marbella Tel +34 952 76 56 66 www.ansasol.com	
PLANO:	PERFIL LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	Titular: MAMA OULLA SOLAR S.L. C.I.F. B-93621423	3.3
AUTOR DEL PROYECTO: Agustín Tonda Hita	Ingeniero Industrial Colegiado N°2133	FECHA: DICIEMBRE 2019	ESCALA: EH 1:2000 EV 1:500

PSF GUILLENA
SANTOS 10 MW

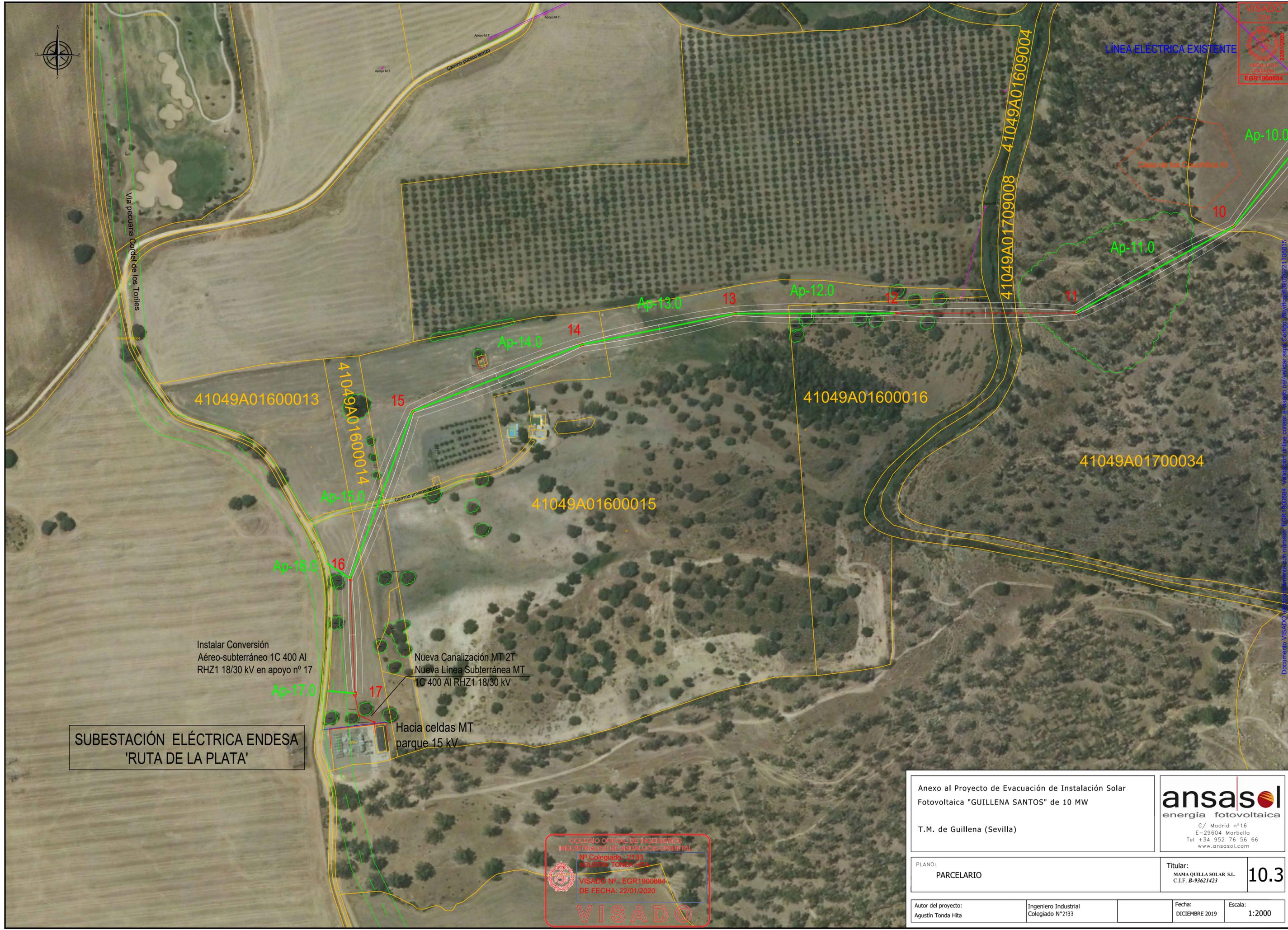


Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW		ansasol energía fotovoltaica	
T.M. de Guillena (Sevilla)		C/ Madrid nº16 E-29604 Marbella Tel +34 952 76 56 66 www.ansasol.com	
PLANO: PARCELARIO	Titular: MAMA QUILLA SOLAR S.L. C.I.F. B-93621423		10.1
Autor del proyecto: Agustín Tonda Hita	Ingeniero Industrial Colegiado Nº2133	Fecha: DICIEMBRE 2019	Escala: 1:2000



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL
Nº Colegiado: 2133
AGUSTÍN TONDA HITA
VISADO Nº: EGR1900884
DE FECHA: 22/01/2020
VISADO

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW T.M. de Guillena (Sevilla)		ansasol energía fotovoltaica C/ Madrid nº16 E-29604 Marbella Tel +34 952 76 56 66 www.ansasol.com	
PLANO: PARCELARIO		Titular: MAMA QUILLA SOLAR S.L. C.I.F. B-93621423	10.2
Autor del proyecto: Agustín Tonda Hita	Ingeniero Industrial Colegiado Nº2133	Fecha: DICIEMBRE 2019	Escala: 1:2000



Instalar Conversión
Aéreo-subterráneo 1C 400 AI
RHZ1 18/30 kV en apoyo nº 17

Nueva Canalización MT 2T
Nueva Línea Subterránea MT
1C 400 AI RHZ1 18/30 kV

Hacia celdas MT
parque 15 kV

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENDESA
'RUTA DE LA PLATA'

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL
Nº Colegiado: 2133
AGUSTÍN TONDA HITA
VISADO Nº: EGR1900884
DE FECHA: 22/01/2020
VISADO

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica "GUILLENA SANTOS" de 10 MW		ansasol energía fotovoltaica C/ Madrid nº16 E-29604 Marbella Tel +34 952 76 56 66 www.ansasol.com	
T.M. de Guillena (Sevilla)		Titular: MAMA QUILLA SOLAR S.L. C.I.F. B-93621423	
PLANO: PARCELARIO	10.3		
Autor del proyecto: Agustín Tonda Hita	Ingeniero Industrial Colegiado N°2133	Fecha: DICIEMBRE 2019	Escala: 1:2000

Documento VISADO. No se permite su reproducción, modificación o uso sin el consentimiento expreso de ANSASOL. EGR1900884. Valoración online colpor-e. asaso.net/wulgar.asp?Codigo=330221109315



ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS



ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS GENERADORES DE RESIDUOS

Los procesos generadores de residuos peligrosos están íntimamente ligados al proceso productivo. Para definirlo, es necesario realizar un análisis del mismo, identificando los residuos peligrosos producidos y los puntos o fases del proceso que los generan.

El Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para minimizar la generación de residuos, segregar y almacenar correctamente los residuos generados y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.

2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE GENERAN

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

- Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
- Residuos de actividades de nueva construcción
- Residuos procedentes de demoliciones

APOYOS	
Volumen total cimentación apoyos	89,00 m ³
Volumen total de residuos	80,10 m ³
Volumen de tierras sobrantes	72,09 m ³
Volumen de Residuos	7,21 m ³

ZANJAS	
Longitud de zanjas	51,00 m
Ancho de zanjas	0,50 m
Profundidad de zanjas	1,40 m
Volumen total de zanjas	35,70 m ²
Volumen total de residuos	7,14 m ³
Volumen de tierras sobrantes	6,43 m ³
Volumen de Residuos	0,71 m ³

ARQUETAS	
Numero de arquetas	5
Ancho de arqueta	0,78 m
Profundidad de arquetas	1,50 m
Volumen total de arquetas	4,56 m ³
Volumen total de residuos	3,65 m ³
Volumen de tierras sobrantes	3,29 m ³
Volumen de Residuos	0,37 m ³

Estimación de residuos en OBRA NUEVA:	NUEVO CD
Longitud de excavación	5,26 m
Ancho de excavación	3,18 m
Profundidad de excavación	0,56 m
Volumen total de excavación	9,37 m ²
Volumen total de residuos	8,43 m ³
Volumen de tierras sobrantes	7,59 m³
Volumen de RCDs Nivel II	0,84 m³

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo la estimación de cantidades es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.



3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

-Tierras de excavación.

Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.

Minimizar, desde la fase de elección del emplazamiento y diseño del proyecto, de los movimientos de tierras a llevar a cabo.

Utilizar de las tierras sobrantes de excavación en la propia obra: rampas de acceso, rellenos, restauraciones etc. (De este modo se reduce el transporte para reutilización en otras zonas o para traslado a vertedero).

En los casos en que sea preciso el aporte de materiales de excavación, ajenos a la zona de la subestación, controlar que los volúmenes aportados sean exclusivamente los precisos para los rellenos.

-Cerámicas mortero y hormigón.

Reutilización, en la medida de lo posible en la propia obra: rellenos

-Medios auxiliares (palets de madera), embases y embalajes.

Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.

No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales

Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido (ej. Botellas de SF6 vacías o medio llenas)

Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible

-Residuos metálicos.

Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado

-Aceites y grasas.

Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.



Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).

Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.

-Tierras contaminadas.

Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:

Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.

Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.

Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.

Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.

Buenas prácticas en los trasiegos.

-Residuos vegetales.

Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.

Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.

4. OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS.

En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón 160 Tm

Anexo al Proyecto de Evacuación de Instalación Solar Fotovoltaica “Guillena Santos” de 10 MW en el T.M. de Guillena (Sevilla)

- | | |
|-------------------------------|--------|
| - Ladrillos, tejas, cerámicos | 80 Tm |
| - Metal | 2 Tm |
| - Madera | 1 Tm |
| - Vidrio | 1 Tm |
| - Plástico | 0,5 Tm |
| - Papel y Cartón | 0,5 Tm |

En nuestro caso, aunque no se superan los supuestos de generación contemplados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, se aplicarán las siguientes medidas propuestas:

- Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
- Segregación en obra nueva.
- Separación “in situ” de los Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD) marcados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, aunque no se superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.

Tipo de RCD	Destino previsto
Excedentes de excavación	Vertedero
RCD de naturaleza pétreo (hormigones, obras de fábrica)	Planta de reciclaje/ Vertedero de RCD
Metales, plásticos, maderas, papel y cartón	Entrega a empresa de reciclaje (Gestor autorizado de residuos no peligrosos)
Potencialmente peligrosos y otros	Entrega a Gestor autorizado de residuos peligrosos
Basuras	Gestión a través de los servicios de recogida municipal

Para una correcta gestión de los RCD generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCD (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

5. RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.



6. ESTIMACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

Tipología de los Residuos de la Construcción y la Demolición	Estimación (m ³)	Precio gestión (€/m ³)	Importe (€)
Tierras y pétreos de la excavación	89,39	8,00	715,11
RCD Naturaleza No Pétreo (metales)	0,17	20,00	3,35
RCD Naturaleza No Pétreo (resto)	1,31	20,00	26,14
RCD Potencialmente peligrosos	1,58	50,00	79,24
Otros costes: alquileres, cubas, transporte			280
COSTE PREVISTO GESTION			1.103,84

Estos costes dependerán del modo de contratación y los precios finales conseguidos.

