

**ANEXO VI: INFORME DE POTENCIAL
PALEONTOLÓGICO**

Proyecto:

INFORME DE POTENCIAL PALEONTOLÓGICO DEL PROYECTO DEL PARQUE FOTOVOLTAICO “SIERRA PLANA I” Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN EN LOS TTMM DE JACA, SABIÑÁNIGO Y BIESCAS (HUESCA).

Documento:

INFORME DE POTENCIAL PALEONTOLÓGICO

Titular:

MESETA Y SOL, S.L.U.

Autor:



Junio 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	4
3. MARCO GEOLÓGICO	5
3.1. GEOLOGÍA REGIONAL	5
3.2. ESTRATIGRAFÍA.....	6
3.3. PALEONTOLOGÍA.....	8
3.4. BIBLIOGRAFÍA.....	9
4. CONCLUSIONES	9
ANEXO I PLANIMETRÍA.....	11

1. INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto de prospecciones paleontológicas es un Parque Fotovoltaico proyectado por la promotora MESETA Y SOL, S.L.U., C/Goya 6 2ª Planta, 28001 Madrid, CIF: B-88259791, y desarrollado por la consultora COMPÁS CONSULTORES, SERVICIOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y MEDIOAMBIENTE S.L. con CIF B-86317047 y domicilio fiscal en el paseo de la Independencia, nº19 piso 4º, ofi. 4ª, CP 50001, Zaragoza.

El objetivo del promotor es desarrollar éste y otros proyectos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón con el objeto de mejorar el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables de esta región, utilizando las más recientes tecnologías que hacen cada vez más eficientes este tipo de instalaciones, y desde criterios de máximo respeto al entorno y al medio ambiente.

En cuanto a la regulación en la que se enmarcan, el presente proyecto corresponde que sea tramitado conforme a la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, el R.D. 1955/2000 y el Decreto-Ley 2/2016, de 30 de agosto, de medidas urgentes para la ejecución de las sentencias dictadas en relación con los concursos convocados en el marco del Decreto 124/2010, de 22 de junio, y el impulso de la producción de energía eléctrica a partir de la energía fotovoltaica en la Comunidad Autónoma de Aragón.

La empresa MESETA Y SOL, S.L.U., contrata la adjudicación de los trabajos paleontológicos a la empresa PALEOYMAS, Actuaciones Museísticas y Paleontológicas S.L.

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El promotor MESETA Y SOL, S.L.U. ha proyectado el parque fotovoltaico Sierra Plana I al norte del núcleo urbano de Sabiñánigo y su línea de evacuación tanto hacia Jaca para conectar con el PFV Sierra Plana II como hacia el norte por la margen este de la carretera N-260^a. Además, desde la SET parte la línea de evacuación hasta la SET de REE coincidiendo hasta el PFV Sierra Plana I con su propia línea de evacuación individual y de ahí hasta Biescas paralelamente a la N-260^a por su margen este.

Las poligonales que engloban las áreas de instalación de los paneles solares se han proyectado sobre campos de labor y laderas de escasa inclinación y gran extensión.

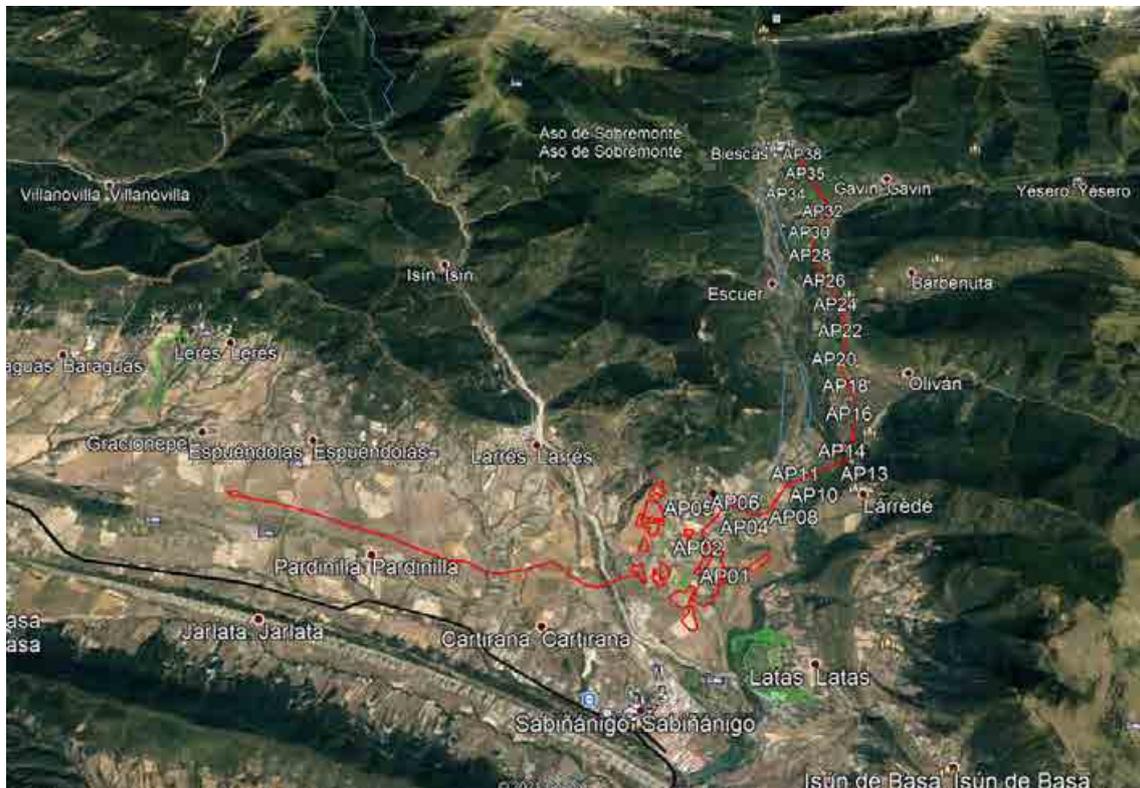


Figura 1: Situación geográfica del PFV Sierra Plana I y su línea de evacuación.

3. MARCO GEOLÓGICO

3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Las rocas que afloran en los alrededores del parque fotovoltaico corresponden en su totalidad a rocas sedimentarias que abarcan la mayor parte del Eoceno, formando parte de las Sierras Interiores del Prepirineo oscense (Muñoz et al., 1983).

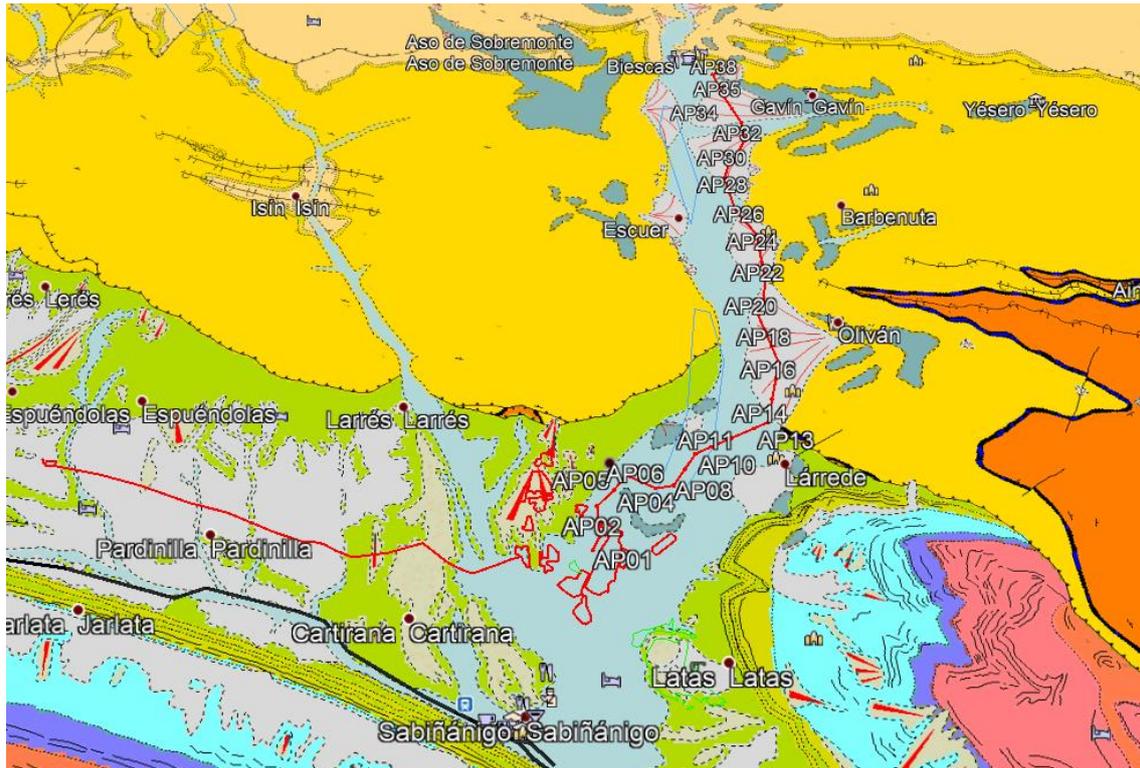


Figura 2: Mapa geológico del entorno del área de implantación del PFV Sierra Plana I y su línea de evacuación.

Los materiales rocosos del Eoceno inferior y medio consisten en areniscas tabulares y margas alternantes de color gris y origen turbidítico correspondientes con el Grupo Hecho, unidad que forma los relieves montañosos más suaves hasta la Depresión Media. Entre las series turbidíticas del Grupo Hecho destacan en el paisaje, tanto por su espesor excepcional como por el contraste litológico, los niveles calcáreos de color blanco constituidos por brechas de materiales predominantemente calcáreos, calcarenitas y margas, que consisten en elementos de la plataforma resedimentados en el surco turbidítico. Estos niveles, denominados megacapas, constituyen referencias litoestratigráficas a lo largo de todo el surco turbidítico (Grupo Hecho) de la cuenca de Jaca-Pamplona.

En el entorno también aflora un conjunto de margas grises del Eoceno medio que constituyen facies marinas profundas de talud. Estas margas se engloban dentro de la Fm. Larrés, la cual presenta a techo intercalaciones de areniscas con glauconita que constituyen la Fm. Arenisca de Sabiñánigo (techo del Eoceno medio). Por encima de esta última, vuelven a aparecer niveles de margas grises o azuladas, las cuales presentan intercalaciones de calizas arrecifales y se corresponden con la Fm. Arguís-Pamplona (base del Eoceno superior). Finalmente y sobre ellas, entre los relieves montañosos de Santa Orosia y Peña Oroel, afloran materiales del Eoceno superior y Oligoceno, constituidos por conglomerados, areniscas y lutitas de color rojo, depositados en medios continentales. El espesor total de estas unidades sobrepasa los 6000 m (IGME, 1990).

3.2. ESTRATIGRAFÍA

Según lo visto sobre el mapa geológico, se han distinguido varias unidades sedimentarias en el área que abarca el parque fotovoltaico y su línea de evacuación, pero solamente la Fm. Margas de Larrés presenta una edad eocena, ya que las demás unidades se corresponden con niveles de glaciares, terrazas y rellenos de valles glaciares de edad cuaternaria.

A continuación, se describen detalladamente las diferentes unidades afectadas por el proyecto según la nomenclatura de la hoja MAGNA nº 177:

Unidad 16: Margas grises de la Fm. Margas de Larrés. Luteciense superior-Bartoniense inferior

Su límite inferior lo constituyen las turbiditas del Grupo Hecho mientras que su límite superior lo constituye la arenisca de Sabiñánigo. Ambos límites son transicionales, si bien, la unidad se interdigita con la Fm. areniscas de Sabiñánigo y, por lo menos en su parte superior, son equivalente lateral de esta formación. En esta formación son frecuentes y características las concreciones dolomíticas. La edad de las margas de Larrés es, según Canudo y Molina, 1988, de Luteciense superior (biozona de *M. lehneri* de foraminíferos planctónicos) en la base, a Bartoniense inferior (biozona de *Truncorotaloides rohri*) en su parte superior.

LEYENDA

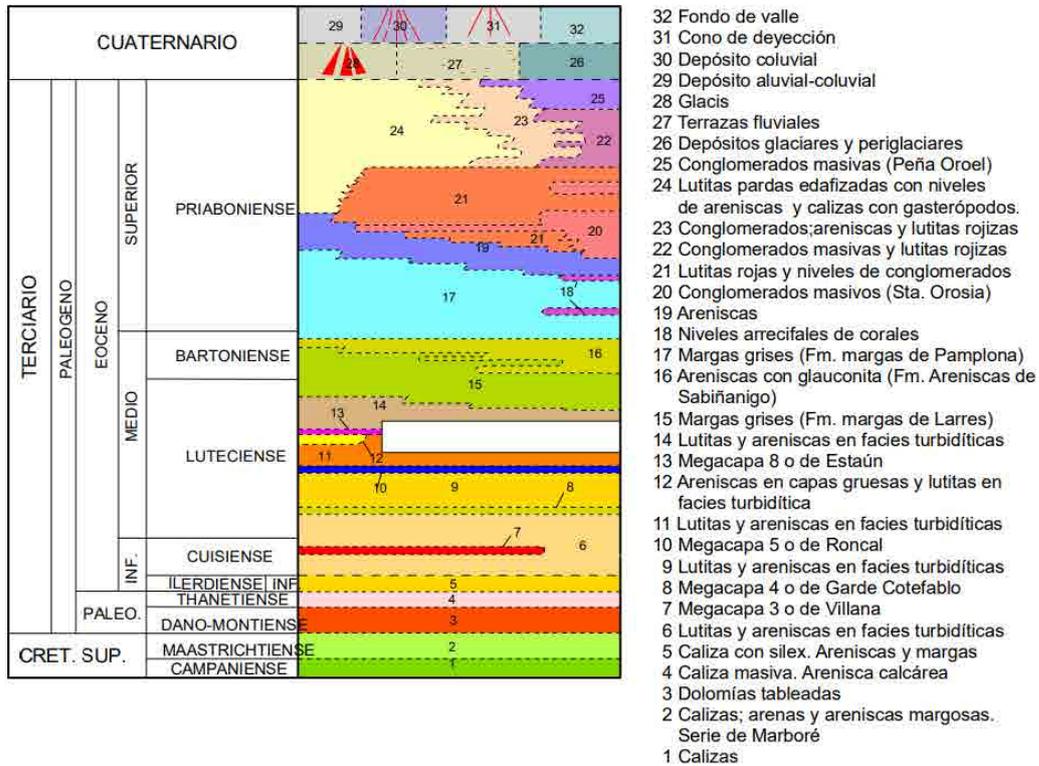


Figura 3: Leyenda del mapa geológico del entorno del área de implantación del PFV Sierra Plana I y su línea de evacuación.

Unidad 27: Depósitos de origen glaciar

Los depósitos de origen glaciar constituyen gran parte del recorrido de la línea de evacuación. Están constituidos por lutitas y gravas en los rellenos de fondos de valle y por bloques de tamaño decimétrico en zonas de morrenas.

Unidades 28, 29 y 30: Glacis y Terrazas

Existen varias generaciones de glacis-terrazas, cuya morfología y depósitos convergen en las zonas cercanas a los cursos fluviales, siendo a veces difícil separar ambas formaciones, ya que es habitual que las terrazas estén fosilizadas por glacis y conos de procedencia lateral. Algunos de los glacis presentan rampas que adquieren un alta pendiente en su raíz, pasando a verdaderas “vertientes de empalme” o “glacis-vertiente”.

Unidad 32: Conos de deyección

Además de glacis y terrazas se hace necesaria una referencia a los conos de deyección. En buena parte de la línea de evacuación del parque hay presencia de grandes abanicos

aluviales, casi conectados entre sí lateralmente, formados por algunos de los afluentes más importantes del Gállego a su paso por el flysch eoceno.

Unidad 33: Depósitos aluviales de fondo de valle

Dentro de este epígrafe se han incluido los materiales correspondientes a la llanura de inundación del cauce actual y a las terrazas más abajas topográficamente. Algunas de ellas, especialmente en el curso del río Gállego, pueden ser relativamente antiguas, y ser resultado de la deglaciación post- máximo glaciario del Pleistoceno Superior. Los materiales corresponden mayoritariamente a gravas de cantos procedentes de la migración de barras en los períodos de crecida y a la destrucción de los depósitos de origen glaciario del curso del Gállego.

3.3. PALEONTOLOGÍA

En base la información disponible sobre yacimientos paleontológicos consultada, tanto en las bases documentales de organismos oficiales (Instituto Geológico y Minero de España, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, Ayuntamiento de Sabiñánigo...) como en la bibliografía, actualmente no se conocen yacimientos paleontológicos en la zona concreta de localización del proyecto.

En cuanto al entorno comarcal, según la información existente, en la región circundante aparecen hasta 5 yacimientos paleontológicos localizados todos en niveles de margas eocenas de la Fm. Arguís. De todos estos, por su proximidad únicamente quedan cercanos dos, el “Yacimiento de Isún” y “San Román de Basa”.

El yacimiento de Isún se localiza cerca del núcleo de Isún de Basa, a unos 2,5 km al este del ámbito territorial atravesado por el trazado, por lo que no estará afectado. Se trata de un yacimiento de gasterópodos del Paleógeno.

El yacimiento de “San Román de Basa” se localiza en el entorno de la localidad del mismo nombre, situada a unos 3,5 km al este del ámbito territorial atravesado por el trazado, por lo que tampoco se verá afectado por este. Se trata de un yacimiento de gasterópodos y bivalvos del Paleógeno (Villalta, 1956).

Además, en las margas eocenas de la cuenca de Jaca se han registrado hallazgos de macrovertebrados fósiles pertenecientes al grupo de los sirénidos (Díaz Berenguer, 2013). Se han registrado en la localidad de Castejón de Sobrarbe, a unos 77 km de la zona del proyecto y en niveles margosos de la Fm. Sobrarbe los cuales se han datado como Luteciense. Pese a la similitud de edad y facies con la Fm. Margas de Larrés, que es la afectada por el proyecto, en esta última no se tiene constancia de ningún hallazgo paleontológico a excepción de foraminíferos planctónicos.

3.4. BIBLIOGRAFÍA

DÍAZ BERENGUER, E. (2013). “Primera aproximación paleobiológica de los sirenios (Mammalia) del Eoceno Medio (Luteciense) de Castejón de Sobrarbe, Huesca, España”. VI Ciclo de Conferencias y Seminarios de Investigación en Doctorado en Geología, Curso 2013/2014, 29-31.

CANUDO, J. I. y MOLINA, E. (1988): “Biocronología con foraminíferos planctónicos de la secuencia deposicional de Jaca (Pirineo aragonés): Eoceno medio y superior”, Congr. Geol. De España, Comunicaciones, 1, pp. 273-276.

I.G.M.E. (1990): Hoja geológica 1:50.000 de Sabiñánigo (Nº.177) y Memoria, Instituto Geológico y Minero de España (2ª Serie), Ministerio de Industria, Madrid.

MUÑOZ, J. A., PUIGDEFÁBREGAS, C. y FONTBOTÉ, J. M. (1983): “El ciclo Alpino y la Estructura Tectónica del Pirineo”, Geología de España, Libro Jubilar J. M. Ríos, t-2: pp. 185-205, I.G.M.E., Madrid.

VILLALTA, J. F. (1956): “Moluscos fósiles del Eoceno Pirenaico”, Boletín del Instituto Geológico y Minero de España, 67, pp. 119-235.

4. CONCLUSIONES

Vistos los anteriores apartados, se concluye que la formación eocena afectada, la Fm. Margas de Larrés, no presenta un elevado potencial paleontológico debido a su depósito en zonas marinas profundas de talud y a la ausencia de hallazgos de interés en la

bibliografía consultada. Así mismo, las demás unidades afectadas constituyen unidades de glaciares, glaciares y terrazas cuaternarios, por lo que en ellas cabe esperar una total ausencia de contenido fósil.

El presente informe ha sido realizado por PALEOYMAS S.L., Actuaciones Museísticas y Paleontológicas S.L. bajo la dirección técnica de D. Raúl Casinos Gómez, con DNI 18459019R, y D. Alejandro Ciria Ballabriga, con DNI 18057830R.

Para que conste, se firma la presente en Zaragoza a 18 de junio de 2021.



Fdo.: D. Raúl Casinos Gómez



Fdo.: D. Alejandro Ciria Ballabriga

ANEXO I PLANIMETRÍA

**ANEXO VII: ESTUDIO HIDROLÓGICO-
HIDRÁULICO**

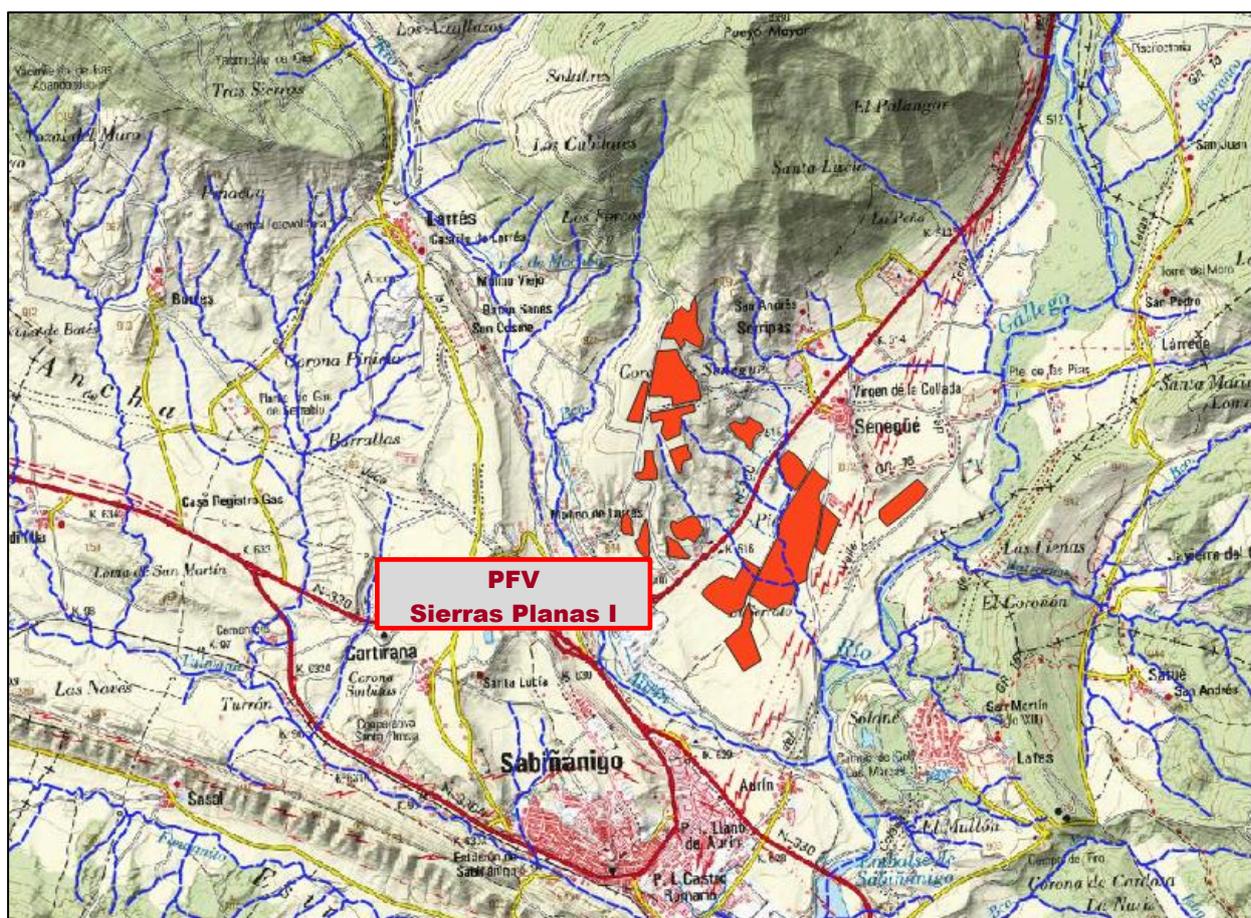
Índice

0 – INTRODUCCIÓN.....	1
1 – ESTUDIO HIDROLÓGICO	3
1.1 – HIDROGRAFÍA.....	3
1.2 – MÉTODO RACIONAL.....	4
1.2.1 – INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	4
1.2.1.1 – Intensidad media diaria de precipitación corregida	4
1.2.1.2 – Máxima precipitación diaria	5
1.2.1.3 – Factor de intensidad	10
1.2.1.4 – Determinación de $I(T,t)$	11
1.3 – COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	12
1.3.1 – UMBRAL DE ESCORRENTÍA	12
1.3.1.1 - Variación espacial del umbral de escorrentía.....	12
1.3.1.2 - Coeficiente corrector del umbral de escorrentía	15
1.3.1.3 – Determinación de C	15
1.4 – CAUDAL MÁXIMO.....	19
2 – ESTUDIO HIDRÁULICO	20
2.1 - INTRODUCCIÓN.....	20
2.2 – TERRENO NATURAL	20
2.3 – RUGOSIDAD	21
2.4 – MODELO HIDRÁULICO	22
2.4.1 – ÁREAS DE FLUJO 2D	24
2.4.2 – CONDICIONES DE CONTORNO.....	25
2.4.3 – MÉTODO DE COMPUTACIÓN.....	25
2.5 – AFECCIONES AL D.P.H.	25
2.6 – ZONA DE FLUJO PREFERENTE	25
2.6.1 – VÍA DE INTENSO DESAGÜE.....	25
2.6.2 – ZONAS DE RIESGO.....	29
3 – RESUMEN Y CONCLUSIONES	30
APÉNDICE - AFECCIONES AL D.P.H.	31

0 – INTRODUCCIÓN

Se realiza el estudio de las condiciones hidrológicas e hidráulicas concurrentes en la zona donde se proyecta la planta fotovoltaica “Sierras Planas I”, en el término municipal de Sabiñánigo (provincia de Huesca).

La zona de estudio se sitúa al norte del casco urbano, en el área entre los ríos Gállego y Aurín y próximo a su afluencia. Es una zona llana con una importante red de drenaje en sentido NO-SE hacia el río Gállego.



El objeto de esta documentación es determinar las afecciones al Dominio Público Hidráulico y a los respectivos regímenes de corriente que ocasiona la implantación de dicha Planta en los cauces públicos.

Inicialmente se determinan por métodos hidrometeorológicos los caudales de los barrancos afectados por la instalación para los periodos de retorno de 5, 100 y 500 años. Este estudio se realiza mediante la aplicación del MÉTODO RACIONAL definido en la Instrucción de Carreteras, Norma 5.2-IC (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero).

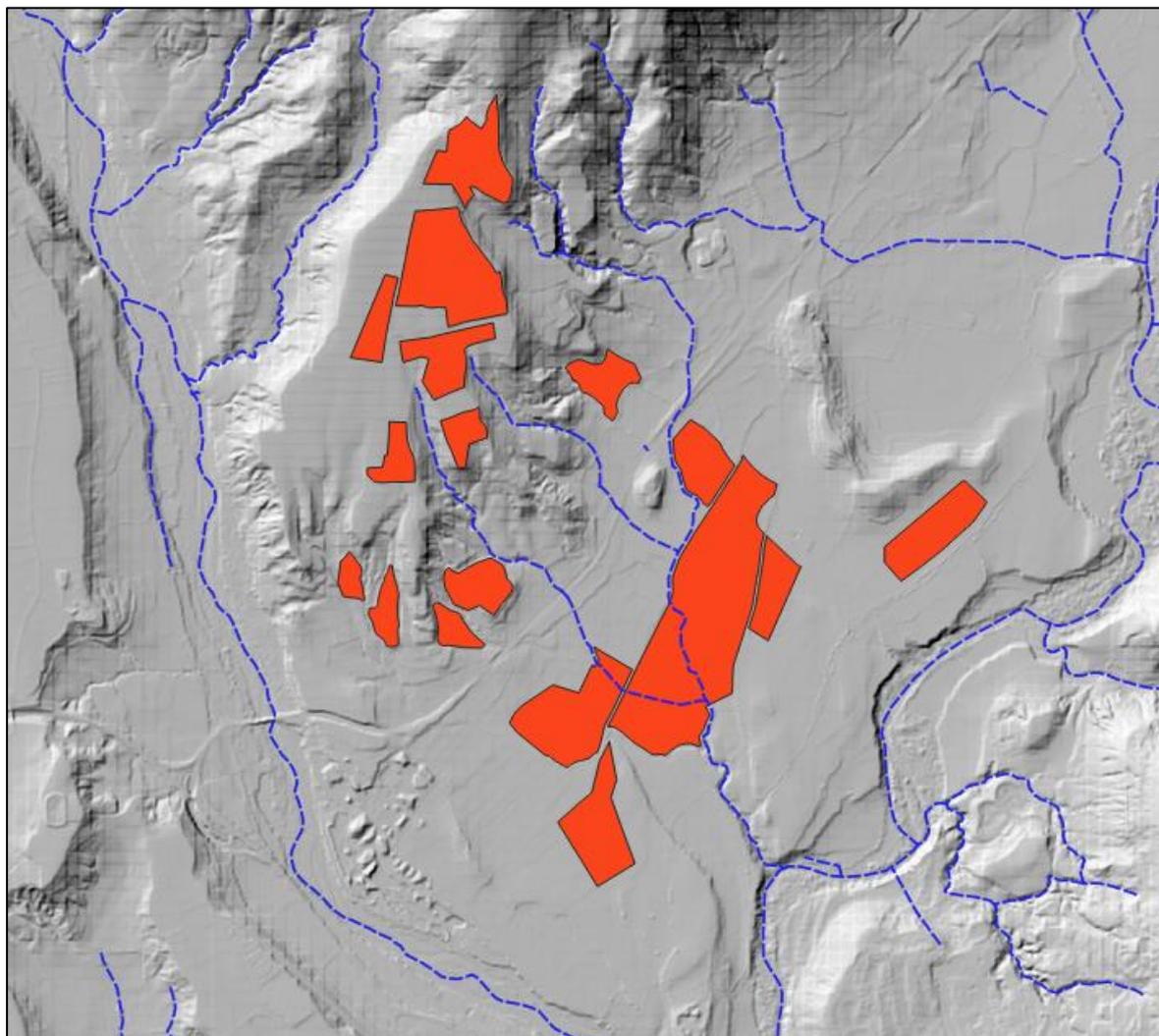
Para el estudio hidrológico se ha empleado el Mapa LIDAR de 1ª Cobertura (2008-2015) obtenido por descarga del IGN. Las hojas empleadas han sido:

Nombre	Fecha de modificación	Tipo
 PNOA_2010_LOTE1_ARA-NORTE_716-4714_ORT-CLA-COL.laz	10/05/2021 13:17	Archivo LAZ
 PNOA_2010_LOTE1_ARA-NORTE_716-4716_ORT-CLA-COL.laz	10/05/2021 13:17	Archivo LAZ

De estos ficheros .laz, mediante la aplicación LAsTools desde QGIS, se ha obtenido el ráster de elevación del terreno

Con esta información, mediante el conjunto de aplicaciones SAGA en entorno QGIS se ha realizado la delimitación de las cuencas de aporte de los cauces públicos. Asimismo se han generado curvas de nivel con equidistancia 1,00 m para la determinación de las características geométricas de las cuencas.

Su representación en mapa de sombras, incluyendo la red de cauces públicos es:



Y posteriormente se ejecuta el análisis hidráulico de los cauces para los periodos de retorno de estudiados, con obtención de las zonas relativas a la afección en el enclave citado. Se realiza con la aplicación informática HEC-RAS 6.0.Beta.

La superficie natural del terreno utilizada para la simulación del flujo procede del levantamiento topográfico de la zona realizado para el proyecto de la planta fotovoltaica, exportada a formato ASC para su importación directa y empleo en Ras Mapper

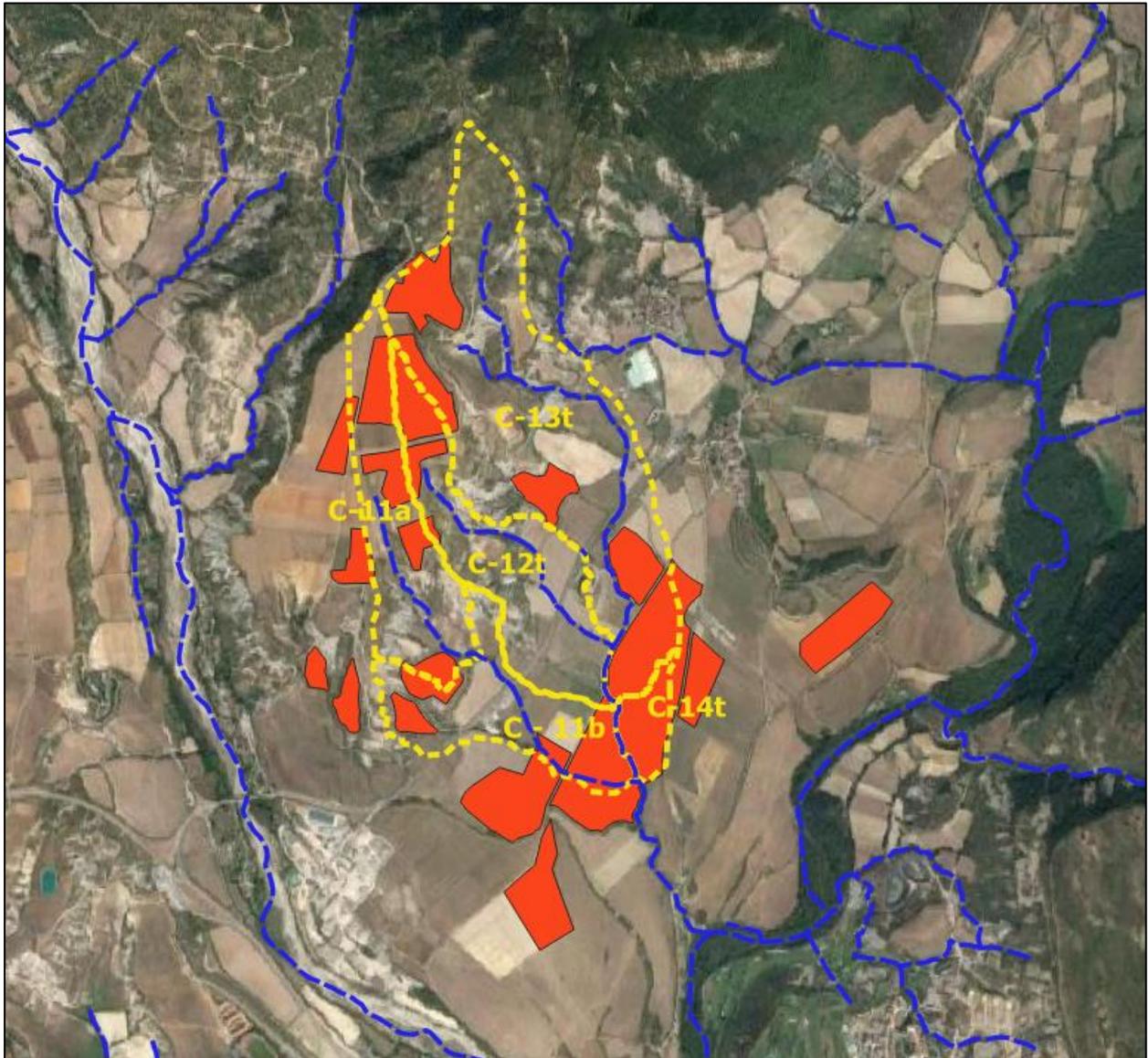
Los resultados vectoriales obtenidos para su tratamiento con aplicaciones CAD proceden de la exportación de los correspondientes *.shp desde Ras Mapper.

La base ortofotográfica de los planos y croquis de planta es de Google Satélite (Web Imagery Layer).

1 – ESTUDIO HIDROLÓGICO

1.1 – HIDROGRAFÍA

Para la definición de las cuencas hidrográficas de los barrancos en estudio se ha utilizado el conjunto de herramientas SAGA desde QGIS. Su representación gráfica, con la situación del perímetro de los módulos de generación es:



Sus características físicas son:

Cuenca	A (km ²)	Zsup	zinf	L (km)	h (m)	j (m/m)
11a	0,333	970,0	817,0	1,6	153,0	0,0973
11b	0,301	875,0	796,0	0,8	79,0	0,0936
12t	0,384	952,0	801,0	1,6	151,0	0,0956
13t	0,961	1.125,0	801,0	2,4	324,0	0,1375
14t	0,064	808,0	796,0	0,5	12,0	0,0229

1.2 – MÉTODO RACIONAL

Para el cálculo del caudal aportado a la zona de estudio se sigue el procedimiento descrito en la Instrucción de Carreteras, Norma 5.2-IC/2.016.

El método racional supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo sobre toda su superficie. No se tiene en cuenta:

- Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
- Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase.
- Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
- Caudales que afloran en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

El caudal máximo anual Q_T correspondiente a un periodo de retorno T se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A}{3,6}$$

siendo:

Q_T : Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca; en m^3/s

$I(T, t_c)$: Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración; en mm/h

C : Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

A : Área de la cuenca o superficie considerada; en km^2

1.2.1 – INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un periodo de retorno T , y a una duración del aguacero t , se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

siendo:

$I(T, t)$: Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t ; en mm/h

I_d : Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T ; en mm/h

F_{int} : Factor de intensidad

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el periodo de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$) de dicha cuenca.

1.2.1.1 – Intensidad media diaria de precipitación corregida

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente a un determinado periodo de

retorno T se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

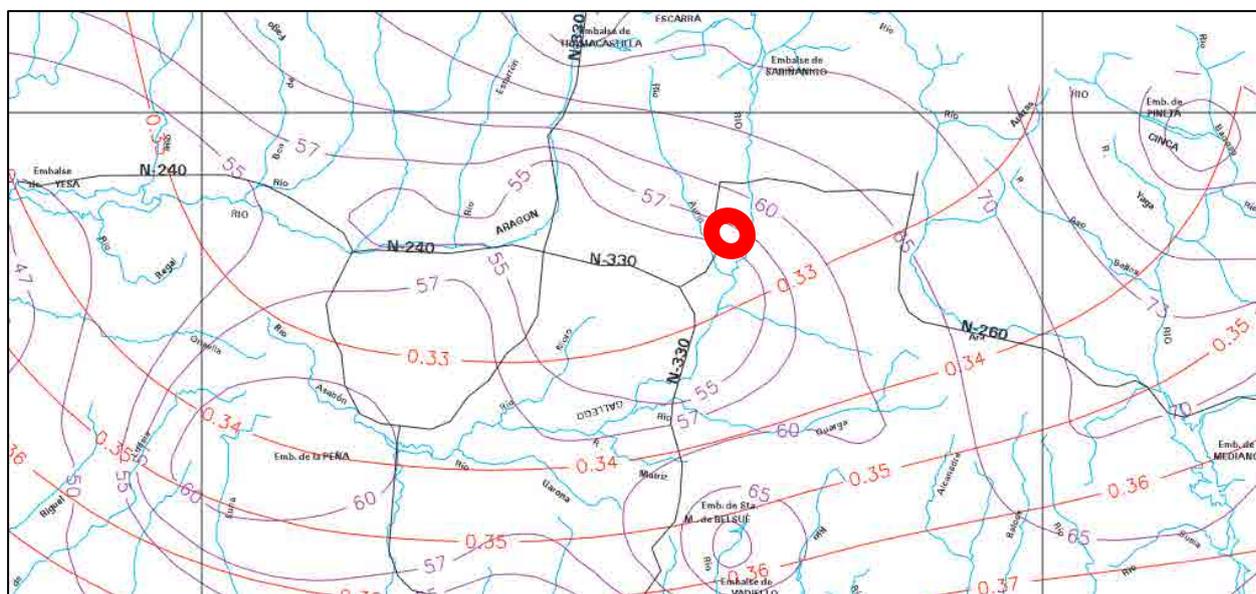
donde:

- Id: Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T
- Pd: Precipitación diaria correspondiente al periodo T
- KA: Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

1.2.1.2 – Máxima precipitación diaria

La máxima precipitación diaria se obtiene por comparación de los siguientes métodos:

1 - Según la Publicación de fecha 1.999 “MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR”, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (Gráfico adjunto).



Se ha realizado el cálculo mediante la aplicación informática que acompaña a la publicación una vez corregido el CRS del punto central de las cuencas.

Cuenca E

DATOS DE ENTRADA				DATOS DE SALIDA					
X	Y	HUSO	T	longitud	latitud	Pm	Cv	Pt	
717250	4713640	H30	T2	-2115	423237	53	0.3290	49	
717250	4713640	H30	T5	-2115	423237	53	0.3290	64	
717250	4713640	H30	T10	-2115	423237	53	0.3290	75	
717250	4713640	H30	T25	-2115	423237	53	0.3290	90	
717250	4713640	H30	T50	-2115	423237	53	0.3290	101	
717250	4713640	H30	T100	-2115	423237	53	0.3290	113	
717250	4713640	H30	T200	-2115	423237	53	0.3290	113	
717250	4713640	H30	T200	-2115	423237	53	0.3290	126	
717250	4713640	H30	T500	-2115	423237	53	0.3290	144	

2 - Ajuste mediante las funciones de distribución Gumbel y SQRT ET-max de las precipitaciones máximas diarias registradas en las estaciones pluviométricas correspondientes

La asignación de datos se realiza mediante polígonos de Thiessen



La totalidad de las cuencas se sitúan en el área de influencia de la estación meteorológica 9460 “Sabiñanigo”.

La serie histórica de precipitación suministrada por AEMET es:

Id	NOMBRE	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Máx
9460	SABIÑANIGO	1950	7.3	14.4	17.1	18.6	33.2	4.2	12.5	20.4	3.2	4.2	8.4	31	33.2
9460	SABIÑANIGO	1951	16.8	29.8	21.8	13.4	29	19	15.4	38	17.6	8.6	24.5	39.2	39.2
9460	SABIÑANIGO	1952	19.7	11.4	31.6	33.2	9.3	19.4	55.6	52.8	9.4	17.4	28	23.4	55.6
9460	SABIÑANIGO	1953	23	19.6	13.8	24.6	16	27.6	4.2	11.6	7	18.5	4	21.2	27.6
9460	SABIÑANIGO	1954	18	14.6	25	8	26.4	19.4	16.5	0.6	22.5	11.5	28.7	14.5	28.7
9460	SABIÑANIGO	1955	25.5	34	12.6	15.2	11	48	8	14	24	33.4	10.4	32.4	48
9460	SABIÑANIGO	1956	13.6	3.4	20.6	20	19.3	21	13.6	22.2	28	15.8	14.5	12	28
9460	SABIÑANIGO	1957	1.2	26	30	27.4	23.6	22.5	6.7	21	9.5	24	7	18	30
9460	SABIÑANIGO	1958	17.4	10	14.7	17	40.3	17.4	14.4	22.5	16.2	12	1.6	22	40.3
9460	SABIÑANIGO	1959	18	9	43.6	21.2	19.2	10.2	17.2	29.2	49	15	13.4	19	49
9460	SABIÑANIGO	1960	25.2	26.4	19	5	31.6	65.6	9.2	11	29	45	15.6	43	65.6
9460	SABIÑANIGO	1961	21.6	13.5	5	22.5	38.4	18.6	10	36.3	31	18	60	19	60
9460	SABIÑANIGO	1962	29	11	34	22	19.4	7.6	9.5	4.8	15	39	19	19	39
9460	SABIÑANIGO	1963	40.5	45.2	21	15.8	11.4	22	27.5	39	12.6	36	22	46	46
9460	SABIÑANIGO	1964	3	22	15	23.6	22	24	16.8	69	85.5	28	35	43	85.5
9460	SABIÑANIGO	1965	37.4	16.4	29.5	4.2	10	11.4	22.5	6.8	47	63	27.4	19.6	63
9460	SABIÑANIGO	1966	37	26	0.5	20.4	31.3	26.4	12.6	18.8	26.6	48	48	7	48
9460	SABIÑANIGO	1967	12	15	19.4	15.6	11	3	9	27	19	19.5	35.7	22	35.7
9460	SABIÑANIGO	1968	3.4	24	11	17	19	14	10	33	11.4	7	29	33	33
9460	SABIÑANIGO	1969	22	14	39.5	27.5	16	36.4	12.5	20.5	49.5	14.2	16	15	49.5
9460	SABIÑANIGO	1970	25	11	14.5	3	31	16.5	14	38	4	36.5	27.4	17	38
9460	SABIÑANIGO	1971	17	24.6	18	54	29.6	47	28.4	37	63.4	15.6	27.3	11.4	63.4
9460	SABIÑANIGO	1972	11.2	28.6	17.6	15.4	29.4	27.4	8.4	27.2	35.8	19.2	25.4	41.5	41.5
9460	SABIÑANIGO	1973	20.4	8.4	19.2	21.6	27.2	34.6	19	27.6	25	22	23.4	32.4	34.6

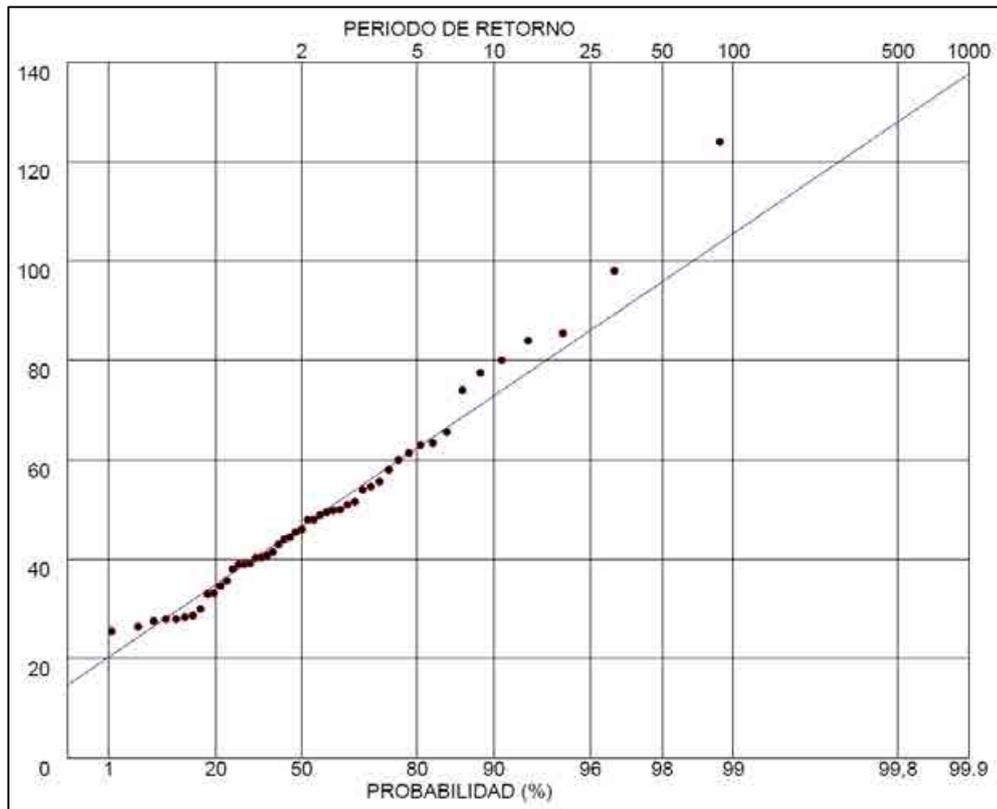
9460	SABIÑANIGO	1974	25.6	15.7	43.8	20.2	26	48	14	51.6	35.8	8.4	26	16.4	51.6
9460	SABIÑANIGO	1975	23.5	10.6	17	14	26	13.4	5.8	28.4	25	6.8	13.2	15.4	28.4
9460	SABIÑANIGO	1976	11.7	14	27	23.4	24	8.6	16.2	14.8	19	35.6	49.8	29	49.8
9460	SABIÑANIGO	1977	20.6	9	6.5	16	19.2	36.4	17	29.6	8.4	45.5	9.2	14.6	45.5
9460	SABIÑANIGO	1978	26.5	24.3	19.4	22.4	24.8	16.7	14.5	25.2	13.2	1.4	0.4	18.9	26.5
9460	SABIÑANIGO	1979	37	33.6	10	10.3	124	12.6	11.6	11.6	26.6	25.1	9.8	14.6	124
9460	SABIÑANIGO	1980	18.6	13.4	14.5	9.6	30.4	19.2	13.8	11.8	54	24	38.6	16	54
9460	SABIÑANIGO	1981	3.3	26.2	14.6	20.4	26.6	32.5	27.4	19.8	18	10.5	0	54.6	54.6
9460	SABIÑANIGO	1982	13	19.5	14.8	9	25	26	16	41	32.5	77.5	33.4	19	77.5
9460	SABIÑANIGO	1983	0	24.6	9	25.5	9	17	5.3	16.2	1.2	7.4	24	23	25.5
9460	SABIÑANIGO	1984	14	14	32.4	24	15	19.5	12.5	31.2	10	19.3	40.4	6	40.4
9460	SABIÑANIGO	1985	16	19.5	14	19.6	26	9.4	14.7	0.4	5	28	24.6	21.6	28
9460	SABIÑANIGO	1986	34.5	23.2	13	41	19	20	14		33.2	17.2	60	20	
9460	SABIÑANIGO	1987	13.5	7.8	11.8	26	10.8	9	20.5	16.8	8.7	61.4	4.8	27.4	61.4
9460	SABIÑANIGO	1988	40.8	19.5	6.8	25.4	13	40	6.2	12	8	38	9.8	5.4	40.8
9460	SABIÑANIGO	1989	14	43	8	15.6	18	26	24	27.4	23	8.5	20.5	12.5	43
9460	SABIÑANIGO	1990	11.8	26	4.2	15	30.4	33.6	39	17	80	58	32.2	21.5	80
9460	SABIÑANIGO	1991	8	14	23	16	3	19	27.5	31.2	44	25	28	12.8	44
9460	SABIÑANIGO	1992	7.2	14.2	14	37.6	19.5	25.4	74	62	42	26.4	9.2	36	74
9460	SABIÑANIGO	1993	0	1.5	19	43.4	14	24	3	26.8	84	26	18	53	84
9460	SABIÑANIGO	1994	19.4	34	11.5	12.5	23.5	5	6.8	4	98	83	31	23	98
9460	SABIÑANIGO	1995	25	14		17	22	6	14	13	28	8.5	42	45	
9460	SABIÑANIGO	1996	50	26.4	15.6	20	24	12.4	22	57		2.6	26.4		
9460	SABIÑANIGO	1997		14.4	0			30.2	15.4	25.6	25.6	21	36.8	51.6	
9460	SABIÑANIGO	1998	35.6	7	7.2	24.5	27.6	15.6	7.2	44.4	16.6	8.6	14.6	18.5	44.4
9460	SABIÑANIGO	1999	27	4	23	32.6	31.2	17	32	24.6	28.8		51.5	13	
9460	SABIÑANIGO	2000	0	3	19.6	44	41.3	67.5	12	23.5	25.5	26	57		
9460	SABIÑANIGO	2001	37	13	51	43	40	14	27	16	40	46	41	7	51
9460	SABIÑANIGO	2002	10	19	15	20	21	26.5	18.5	22	25	39	25.5	30	39
9460	SABIÑANIGO	2003		26	19		31.5	21		10	34	38	26.5	10.5	
9460	SABIÑANIGO	2004	19	9.5	28	25	29	12.5	31	24	31	39	7	16	39
9460	SABIÑANIGO	2005	2	2	18	12	22	27	19	4.5	20	50	9.5	30.5	50
9460	SABIÑANIGO	2006	11			17		34	22	16	33	21	37	16	
9460	SABIÑANIGO	2007	13	34	41	36	25	14		14	8	15	13.5	6.5	
9460	SABIÑANIGO	2008	19	9	23.5	31		28		9	23.5	24		19	
9460	SABIÑANIGO	2009	58	12	18	46	16	12	15	52	29	21	51	20	58
9460	SABIÑANIGO	2010	28	17	22	26		28	15						
9460	SABIÑANIGO	2015										21.7			

Estación 9460

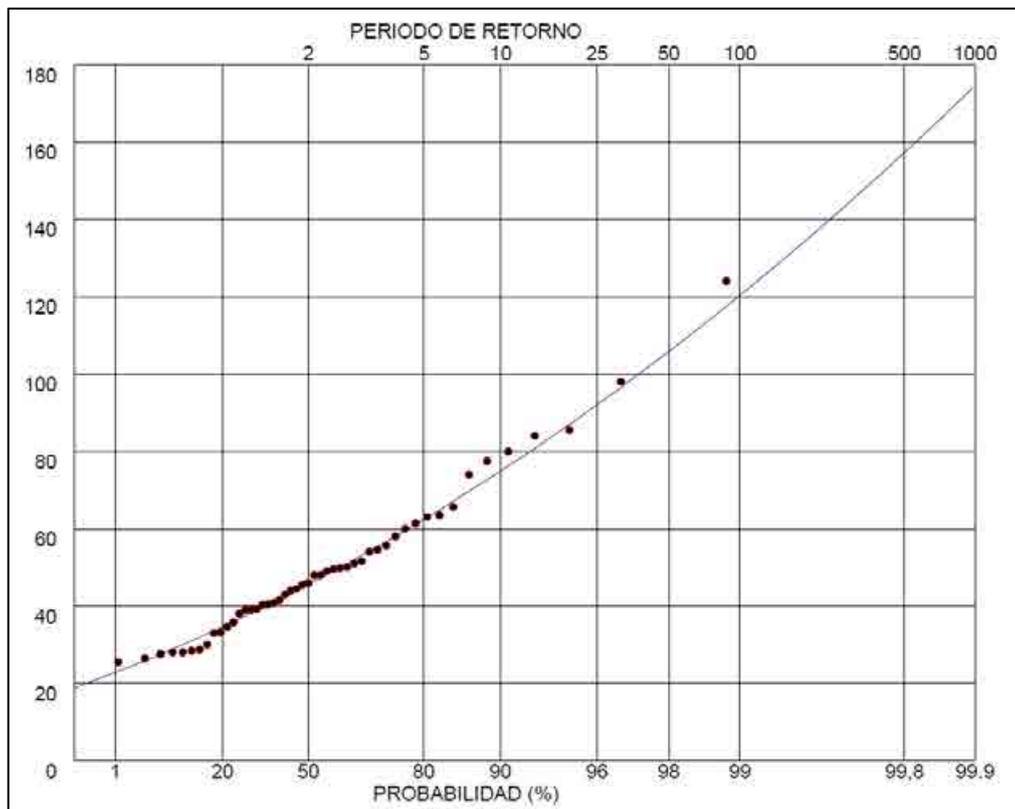
DATOS	ORDENADO	PROBABILIDAD	DATOS	ORDENADO	PROBABILIDAD
33	26	0.0114	28	46	0.5000
39	27	0.0318	50	48	0.5204
56	28	0.0521	46	48	0.5407
28	28	0.0725	27	49	0.5611
29	28	0.0928	124	50	0.5814
48	28	0.1132	54	50	0.6018
28	29	0.1336	55	50	0.6221
30	30	0.1539	78	51	0.6425
40	33	0.1743	26	52	0.6629
49	33	0.1946	40	54	0.6832
66	35	0.2150	28	55	0.7036
60	36	0.2353	61	56	0.7239
46	38	0.2557	41	58	0.7443
86	39	0.2761	43	60	0.7647
63	39	0.2964	80	61	0.7850
48	39	0.3168	44	63	0.8054
36	40	0.3371	74	63	0.8257
33	40	0.3575	84	66	0.8461
50	41	0.3779	98	74	0.8664
38	42	0.3982	44	78	0.8868
63	43	0.4186	51	80	0.9072
42	44	0.4389	39	84	0.9275
35	44	0.4593	39	86	0.9479
52	46	0.4796	50	98	0.9682
			58	124	0.9886

FUNCIÓN	T (años)	PROBABILIDAD	Pd (mm)	FUNCIÓN	T (años)	PROBABILIDAD	Pd (mm)
Gumbel $X_0 = 41,57$ $\alpha = 13,914$	2	0,50000	47	SQRT-Etmáx $\lambda = 142,90$ $\beta = 1,224$	2	0,50000	46
	5	0,80000	62		5	0,80000	63
	10	0,90000	73		10	0,90000	75
	25	0,96000	86		25	0,96000	92
	50	0,98000	96		50	0,98000	106
	100	0,99000	106		100	0,99000	121
	200	0,99500	115		200	0,99500	136
	500	0,99800	128		500	0,99800	157
	1000	0,99900	138		1000	0,99900	174
	2000	0,99950	147		2000	0,99950	192
	5000	0,99980	160		5000	0,99980	218
	10000	0,99990	170		10000	0,99990	237
20000	0,99995	179	20000	0,99995	260		

9460 – Función Gumbel- Máxima verosimilitud



9460 – Función SQRT-ETmáx – Máxima verosimilitud



Los resultados, para los periodos de retorno analizados, son:

Periodo de ret. (años)	Est 9200 Gumbel	Est 9200 SQRT	Maxplu	Máx
2	47	46	49	49
5	62	63	64	64
10	73	75	75	75
25	76	92	90	92
50	96	106	101	106
100	106	121	113	121
200	115	136	126	136
500	128	157	144	157

Factor reductor de la precipitación

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie, y su valor es:

$$\begin{aligned} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 \\ \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \end{aligned}$$

Siendo A el área de cada cuenca en km^2 .

Cálculo de I_d

El valor de la intensidad media diaria de precipitación corregida, en cada cuenca, es:

Cuenca	A (km^2)	K_A	I_d (mm/h)		
			T = 5 años	T = 100 años	T = 500 años
11a	0,333	1,000	2,667	5,042	6,542
11b	0,301	1,000	2,667	5,042	6,542
12t	0,384	1,000	2,667	5,042	6,542
13t	0,961	1,000	2,667	5,042	6,542
14t	0,064	1,000	2,667	5,042	6,542

1.2.1.3 – Factor de intensidad

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio. En nuestro caso se obtiene según la expresión:

$$F_{int} = F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 \cdot t^{0,1}}$$

Siendo:

Fa: Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d).

I1/Id: Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina según la figura 2.4 – MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (I1/Id) de la Norma 5.2-IC.

En nuestro caso se tiene

$$\left(\frac{I_1}{I_d}\right) = 10$$

Tiempo de concentración

Es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe.

Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, según:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Siendo: Tc: Tiempo de concentración en horas
 Lc: Longitud del cauce en km
 Jc: Pendiente media del cauce, en m/m

Cuenca	A (km ²)	Zsup	zinf	L (km)	h (m)	j (m/m)	tc (horas)
11a	0,333	970,0	817,0	1,6	153,0	0,0973	0,667
11b	0,301	875,0	796,0	0,8	79,0	0,0936	0,414
12t	0,384	952,0	801,0	1,6	151,0	0,0956	0,663
13t	0,961	1.125,0	801,0	2,4	324,0	0,1375	0,839
14t	0,064	808,0	796,0	0,5	12,0	0,0229	0,376

1.2.1.4 – Determinación de I(T,t)

Aplicando los valores calculados se obtiene la intensidad de precipitación para periodo de retorno.

Cuenca	tc (horas)	Fint = Fa	Id (mm/h)		
			T = 5 años	T = 100 años	T = 500 años
11a	0,667	12,603	33,608	63,541	82,446
11b	0,414	16,356	43,615	82,460	106,993
12t	0,663	12,641	33,709	63,732	82,693
13t	0,839	11,067	29,513	55,798	72,399
14t	0,376	17,215	45,908	86,795	112,618

1.3 – COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Es el término que define la parte de la precipitación de intensidad $I(T,t)$ que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

Se obtiene según:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

siendo:

- C: Coeficiente de escorrentía
- Pd: Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T , en mm
- KA: Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
- P0: Umbral de escorrentía, en mm

Asumiendo la variación espacial del coeficiente de escorrentía según el uso del suelo, se realiza el cálculo de este coeficiente teniendo en cuenta las diferentes áreas parciales.

1.3.1 – UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía.

Se obtiene por la fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

- siendo; P_0^i : Valor inicial del umbral de escorrentía, en mm
- β : Coeficiente reductor del umbral de escorrentía

1.3.1.1 - Variación espacial del umbral de escorrentía

Para la determinación de P_0^i se establece correspondencia con los relacionados en la tabla 2.3 de la norma 5.2-IC/2.016, cuyo valor depende de los siguientes criterios referidos al terreno:

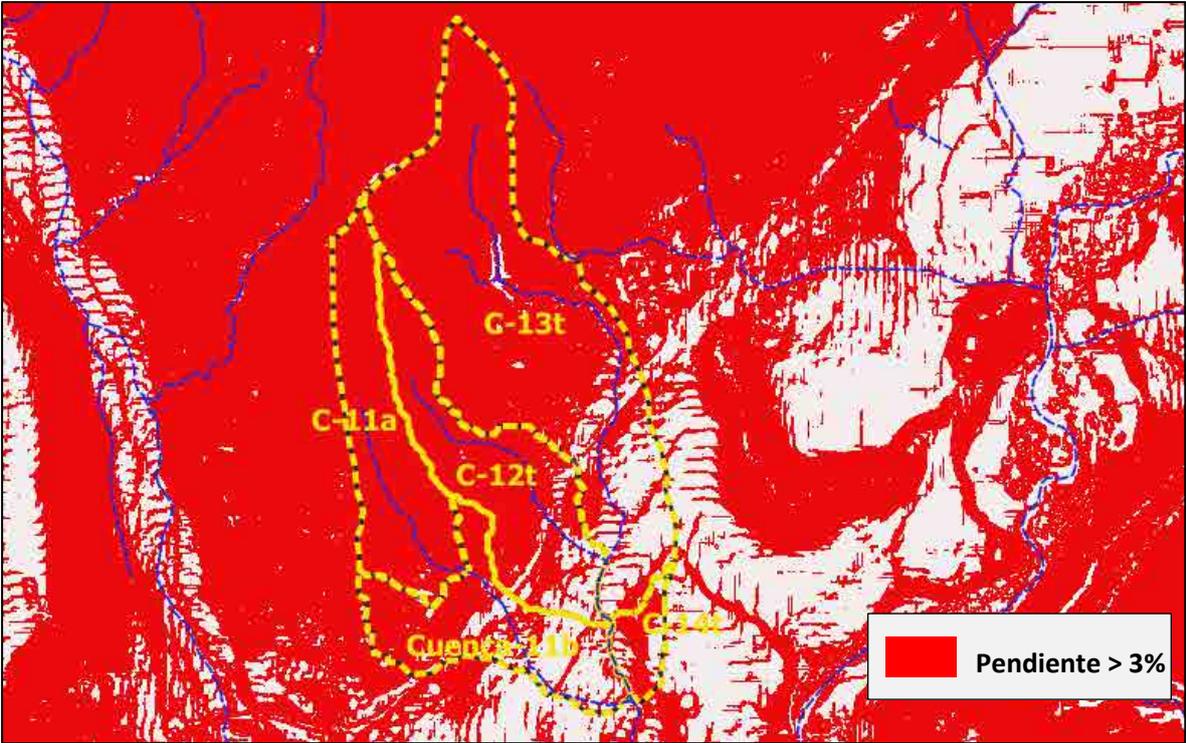
- Pendiente del terreno
- Grupo hidrológico de suelo
- Uso

Pendiente del terreno

La pendiente del terreno natural se obtiene del modelo digital de elevaciones procesado con la herramienta de análisis raster de la aplicación QGIS.

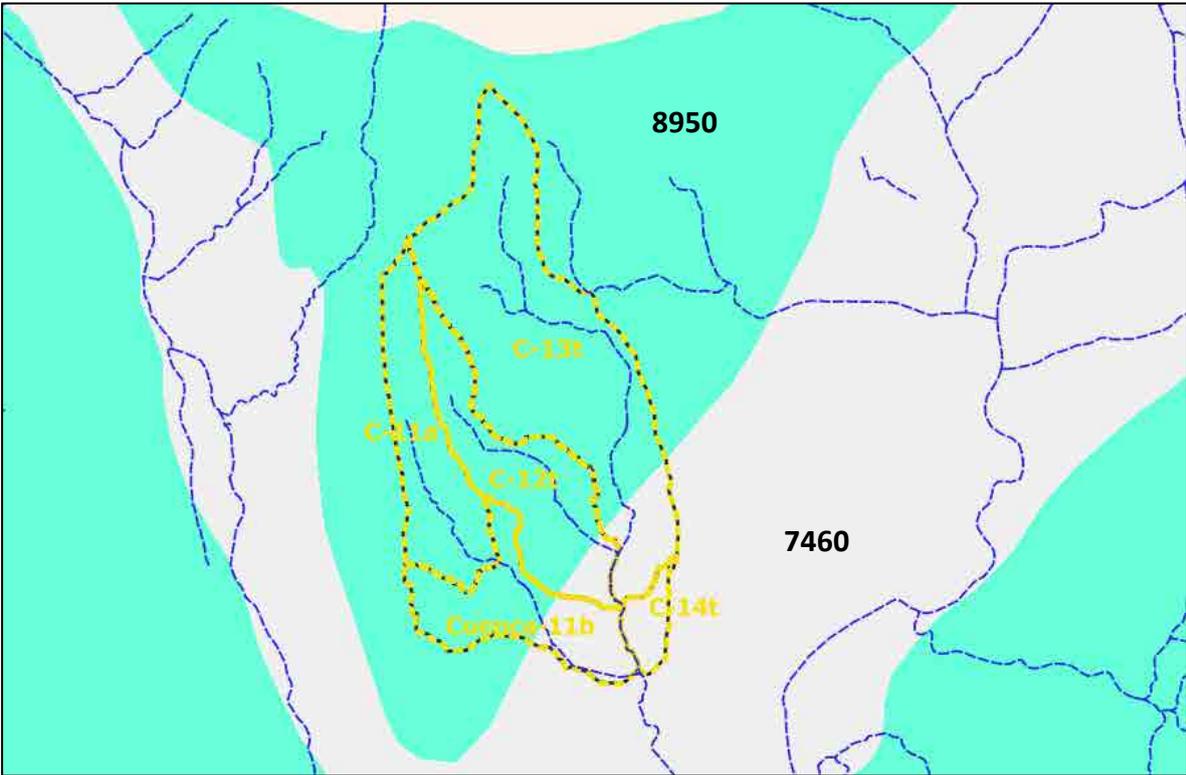
En términos generales, la pendiente del terreno es inferior al 3% en las zonas urbanizadas.

Se representa a continuación la imagen de la cuenca hidrográfica, coloreando en rojo las zonas en que la pendiente es superior al 3%, como dato de entrada en la citada tabla.



Grupo hidrológico de suelo

Se procede a determinar el grupo hidrológico de suelo a partir del Mapa Litoestratigráfico obtenido desde del servicio WMS del IGME.



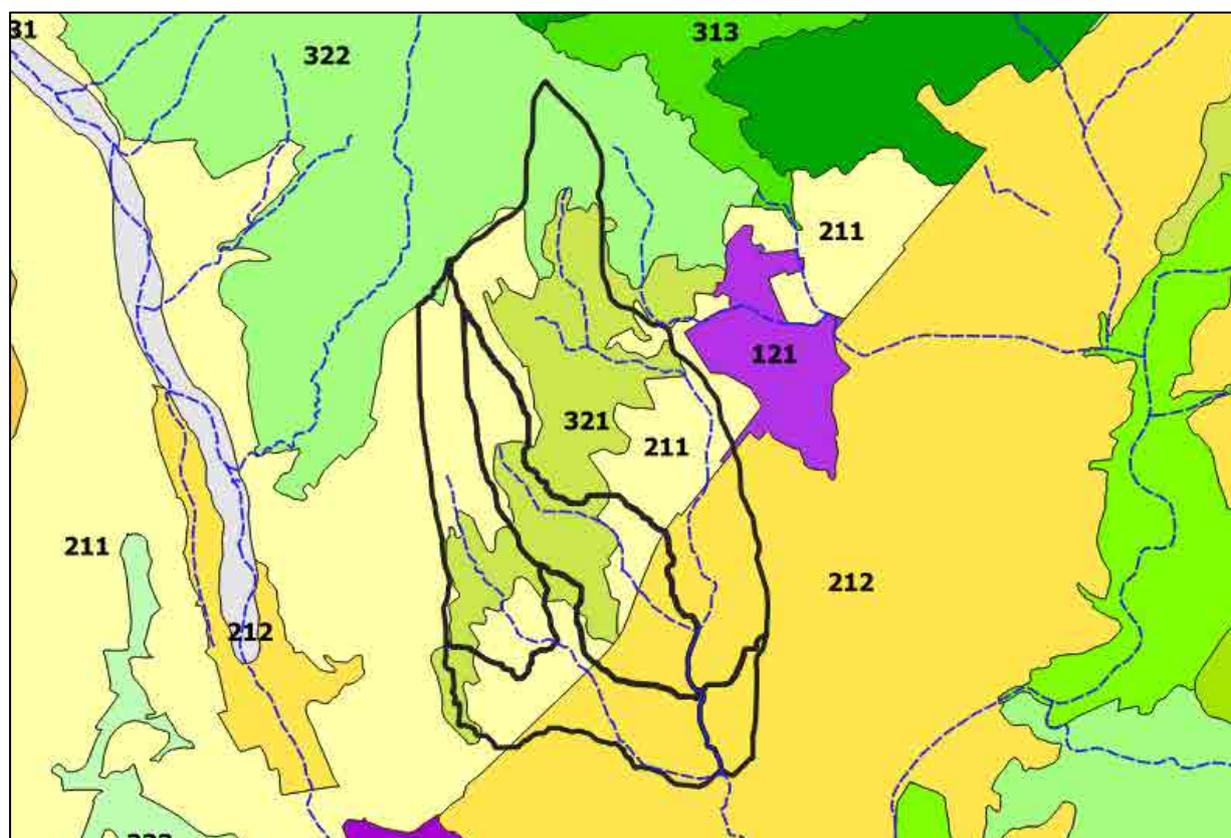
La leyenda correspondiente es:

Id	Descripción litológica	Era	Sistema	Serie	Permeabilidad
8950	Margas y margocalizas	CENOZOICO	PALEÓGENO	EOCENO	BAJA
7460	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.	CENOZOICO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO-Holoceno	MUY ALTA

Se declaran como Grupo Hidrológico de Suelo B a las gravas y arenas (Id 7460) y como Grupo Hidrológico de Suelo C a las margas y margocalizas (Id 8950).

Uso del suelo

Los usos de suelo en el interior de las cuencas se han obtenido del mapa de ocupación del suelo Corine Land Cover.



Los usos definidos en la leyenda incluidos en las cuencas hidrográficas son:

- 211 - Tierras de labor en secano
- 212 - Terrenos regados permanentemente
- 321 - Pastizales naturales
- 322 - Landas y matorrales

Se determina el valor inicial del umbral de escorrentía estableciendo la correspondencia con la tabla 2.3 de la Norma 5.2-IC en función de la distribución de uso en cada recinto de los definidos en el mapa CLC,

resultando para cada cuenca:

Cuenca	Cod CLC	Cod 5.2-IC	A (km ²)	j (%)	Grupo	Poi (mm)
11a	211	21100	0,239	> 3	C	12,00
	321	32100	0,090	> 3	C	14,00
	322	32200	0,004		C	22,00
11b	211	21100	0,112	> 3	C	12,00
	212	21200	0,156	< 3	B	25,00
	321	32100	0,033	> 3	C	14,00
12t	211	21100	0,137	> 3	C	12,00
	212	21200	0,104	< 3	B	25,00
	321	32100	0,143	> 3	C	14,00
13t	211	21100	0,295	> 3	C	12,00
	212	21200	0,201	< 3	B	25,00
	321	32100	0,355	> 3	C	14,00
	322	32200	0,110		C	22,00
14t	212	21200	0,064	< 3	B	25,00

1.3.1.2 - Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

siendo: β^{PM} : Coeficiente corrector del umbral de escorrentía
 β_m : Valor medio de la región, del coef corrector del umbral de escorrentía.
 F_T : Factor función del periodo de retorno T

El presente estudio se localiza en la región 92.

Los valores de calibración a aplicar en esta región son:

Región	Valor medio β_m	Periodo de retorno T,(años) / F_T		
		5	100	500
92	1,450	0,940	1,00	1,00

Aplicando los coeficientes se obtiene el valor del umbral de escorrentía en los usos de cada cuenca.

1.3.1.3 – Determinación de C

Se realiza a continuación el cálculo del coeficiente de escorrentía de cada uso y el ponderado de cada cuenca para los periodos de retorno de 5, 100 y 500 años.

Periodo de retorno T = 5 años

Cuenca 11a						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,239	1,000	12,000	16,356	0,353	0,084
32100	0,090	1,000	14,000	19,082	0,301	0,027
32200	0,004	1,000	22,000	29,986	0,165	0,001
Cenca 11a – T = 5 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,112		0,333		0,336	

Cuenca 11b						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,112	1,000	12,000	16,356	0,353	0,039
21200	0,156	1,000	25,000	34,075	0,132	0,021
32100	0,033	1,000	14,000	19,082	0,301	0,010
Cenca 11b – T = 5 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,070		0,301		0,232	

Cuenca 12t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,137	1,000	12,000	16,356	0,353	0,048
21200	0,104	1,000	25,000	34,075	0,132	0,014
32100	0,143	1,000	14,000	19,082	0,301	0,043
Cenca 12t – T = 5 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,105		0,384		0,274	

Cuenca 13t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,295	1,000	12,000	16,356	0,353	0,104
21200	0,201	1,000	25,000	34,075	0,132	0,026
32100	0,355	1,000	14,000	19,082	0,301	0,107
32200	0,110	1,000	22,000	29,986	0,165	0,018
Cenca 13t – T = 5 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,256		0,961		0,266	

Cuenca 14t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21200	0,064	1,000	25,000	34,075	0,132	0,008
Cenca 14t – T = 5 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,008		0,064		0,132	

Periodo de retorno T = 100 años

Cuenca 11a						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,239	1,000	12,000	16,356	0,575	0,137
32100	0,090	1,000	14,000	19,082	0,521	0,047
32200	0,004	1,000	22,000	29,986	0,363	0,001
Cenca 11a – T = 100 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,186		0,333		0,5580	

Cuenca 11b						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,112	1,000	12,000	16,356	0,575	0,064
21200	0,156	1,000	25,000	34,075	0,320	0,050
32100	0,033	1,000	14,000	19,082	0,521	0,017
Cenca 11b – T = 100 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,131		0,301		0,437	

Cuenca 12t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,137	1,000	12,000	16,356	0,575	0,079
21200	0,104	1,000	25,000	34,075	0,320	0,033
32100	0,143	1,000	14,000	19,082	0,521	0,075
Cenca 12t – T = 100 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,187		0,384		0,486	

Cuenca 13t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,295	1,000	12,000	16,356	0,575	0,169
21200	0,201	1,000	25,000	34,075	0,320	0,064
32100	0,355	1,000	14,000	19,082	0,521	0,185
32200	0,110	1,000	22,000	29,986	0,363	0,040
Cenca 13t – T = 100 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,459		0,961		0,477	

Cuenca 14t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21200	0,064	1,000	25,000	34,075	0,320	0,020
Cenca 14t – T = 100 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,020		0,064		0,032	

Periodo de retorno T = 500 años

Cuenca 11a						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,239	1,000	12,000	16,356	0,661	0,158
32100	0,090	1,000	14,000	19,082	0,610	0,055
32200	0,004	1,000	22,000	29,986	0,454	0,002
Cenca 11a – T = 500 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,215		0,333		0,645	

Cuenca 11b						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,112	1,000	12,000	16,356	0,661	0,074
21200	0,156	1,000	25,000	34,075	0,409	0,064
32100	0,033	1,000	14,000	19,082	0,610	0,020
Cenca 11b – T = 500 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,158		0,301		0,525	

Cuenca 12t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,137	1,000	12,000	16,356	0,661	0,091
21200	0,104	1,000	25,000	34,075	0,409	0,043
32100	0,143	1,000	14,000	19,082	0,610	0,087
Cenca 12t – T = 500 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,220		0,384		0,574	

Cuenca 13t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21100	0,295	1,000	12,000	16,356	0,661	0,195
21200	0,201	1,000	25,000	34,075	0,409	0,082
32100	0,355	1,000	14,000	19,082	0,610	0,217
32200	0,110	1,000	22,000	29,986	0,454	0,050
Cenca 13t – T = 500 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,544		0,961		0,566	

Cuenca 14t						
Código	A (km ²)	KA	Poi	Po	C	Ci x Ai
21200	0,064	1,000	25,000	34,075	0,409	0,026
Cenca 14t – T = 500 años	$\sum Ci \times Ai$		A (km ²)		C	
	0,026		0,064		0,409	

1.4 – CAUDAL MÁXIMO

La hipótesis descrita para el cálculo de caudal sólo es aceptable en cuencas que sean suficientemente homogéneas, tanto respecto de la variación espacial de la precipitación como del coeficiente de escorrentía.

En el caso de cuencas de pequeño tamaño, la causa de heterogeneidad se debe a la variación espacial del coeficiente de escorrentía.

Por otra parte, la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación se resuelve en el Método Racional mediante la incorporación del coeficiente K_t , que se expresa:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

siendo:

K_t : Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

T_c : Tiempo de concentración de la cuenca, en horas

Por tanto, la expresión del Método Racional a aplicar es:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot K_t}{3,6} \cdot \sum [C_i \cdot A_i]$$

Los caudales de cálculo para cada periodo de retorno son:

Periodo de ret.	CUENCA	A (km ²)	K_t	I (T,t) (mm/h)	$\sum C_i \times A_i$	Q (m ³ /s)
T = 5 AÑOS	11a	0,333	1,041	33,608	0,112	1,089
	11b	0,301	1,023	43,615	0,070	0,867
	12t	0,384	1,041	33,709	0,105	1,024
	13t	0,961	1,054	29,513	0,256	2,209
	14t	0,064	1,021	45,908	0,008	0,110

Periodo de ret,	CUENCA	A (km ²)	K_t	I (T,t) (mm/h)	$\sum C_i \times A_i$	Q (m ³ /s)
T = 100 AÑOS	11a	0,333	1,041	63,541	0,186	3,412
	11b	0,301	1,023	82,460	0,131	3,081
	12t	0,384	1,041	63,732	0,187	3,437
	13t	0,961	1,054	55,798	0,459	7,496
	14t	0,064	1,021	86,795	0,020	0,504

Periodo de ret,	CUENCA	A (km ²)	K_t	I (T,t) (mm/h)	$\sum C_i \times A_i$	Q (m ³ /s)
T = 500 AÑOS	11a	0,333	1,041	82,446	0,215	5,119
	11b	0,301	1,023	106,993	0,158	4,802
	12t	0,384	1,041	82,693	0,220	5,268
	13t	0,961	1,054	72,399	0,544	11,527
	14t	0,064	1,021	112,618	0,026	0,835

2 – ESTUDIO HIDRÁULICO

2.1 - INTRODUCCIÓN

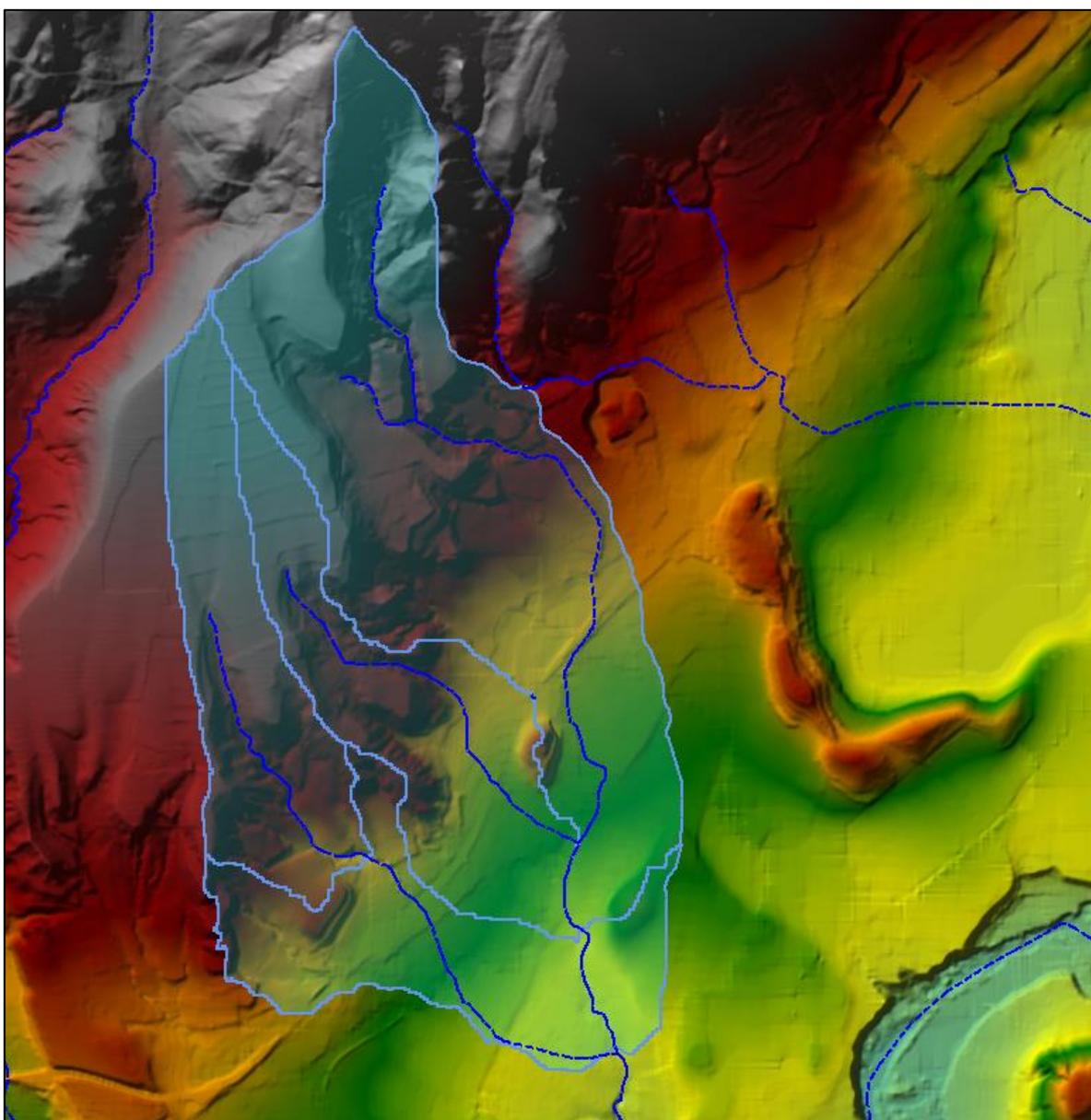
Se realiza el análisis la zona afectada con obtención de las llanuras de inundación para los periodos de retorno de 5, 100 y 500 años.

El análisis se realiza por simulación bidimensional de los cauces mediante la aplicación informática HEC-RAS 6.0 Beta.

Como terreno en la simulación hidráulica (RasMapper Terrain) se ha empleado un fichero ráster procedente de levantamiento topográfico de la zona.

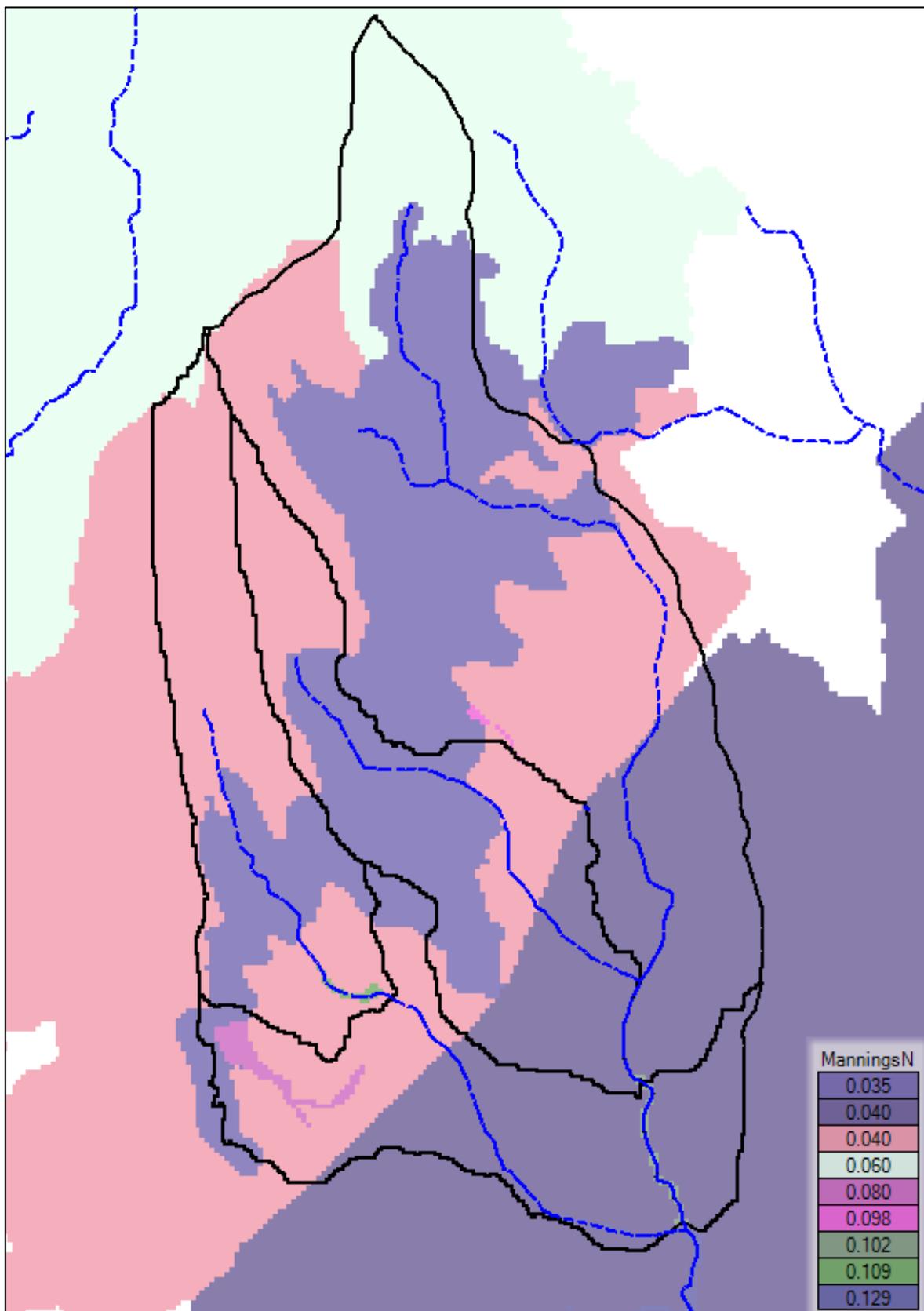
2.2 – TERRENO NATURAL

Se representa a continuación el modelo de terreno importado a RasMapper desde QGIS, con la red de cauces públicos.



2.3 – RUGOSIDAD

Se han definido las distintas regiones de rugosidad, incluidas en RasMapper y asociadas a la geometría de la simulación. Su representación es:



La rugosidad de los cauces se ha calculado según el método de Cowan:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m$$

Donde n es el coeficiente de rugosidad de Manning

n_0 es la rugosidad debida a las paredes

n_1 es la rugosidad debida al grado de irregularidad

n_2 es la rugosidad debida a las variaciones de la sección transversal

n_3 es la rugosidad debida al efecto de las obstrucciones

n_4 es la rugosidad debida a la presencia de vegetación

m es la rugosidad debida a la sinuosidad.

Los valores aplicados, en función de sus características físicas (Tabla 1 del Anexo VI de la Guía metodológica para el desarrollo del SNCZI). son:

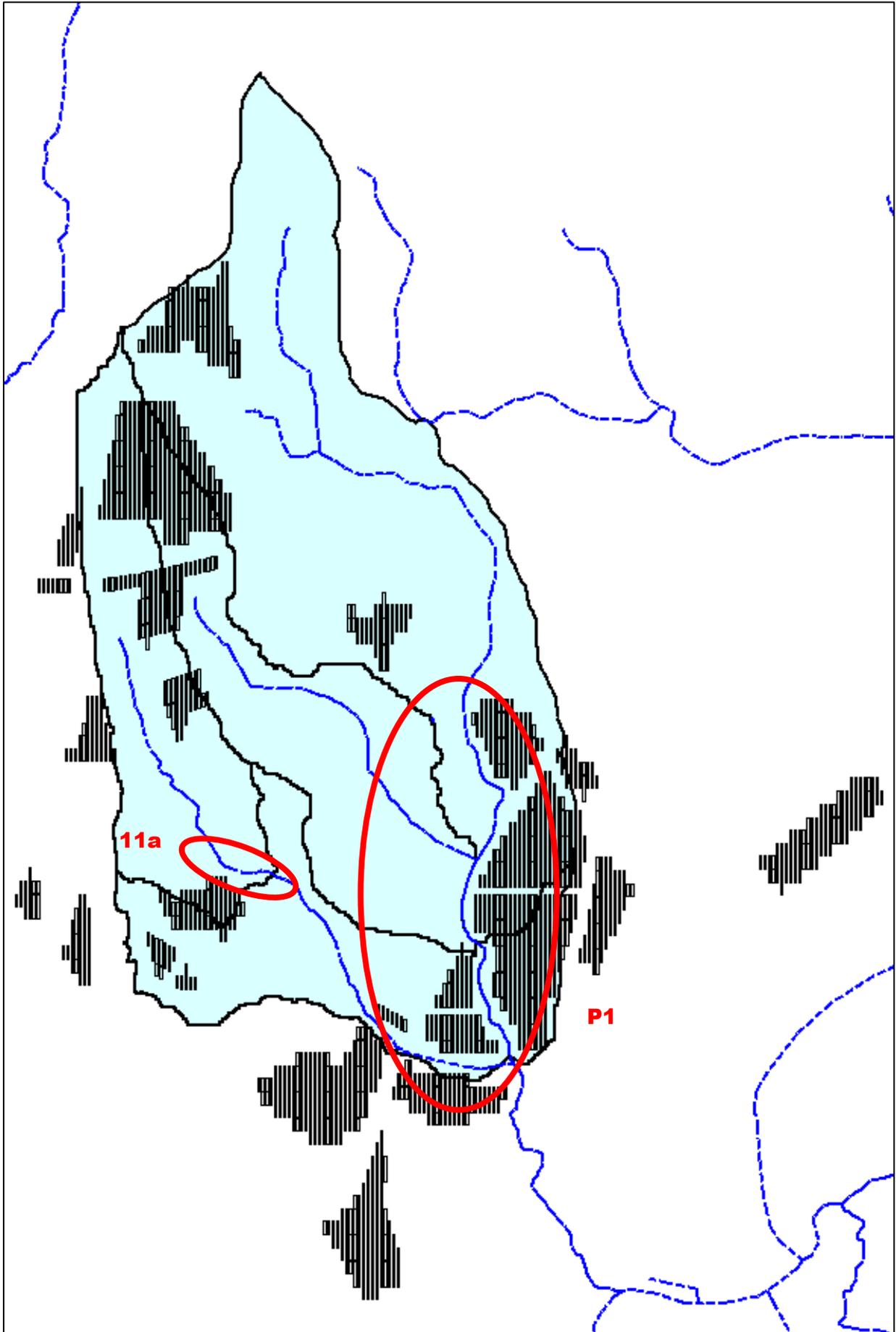
Cauce	n0	n1	n2	n3	n4	m	n
11a	0.020	0.015	0.015	0.010	0.020	1.000	0.080
11b	0.020	0.020	0.012	0.030	0.030	1.150	0.129
12a	0.020	0.015	0.010	0.020	0.030	1.150	0.109
14a	0.020	0.015	0.010	0.020	0.020	1.150	0.098
14c	0.020	0.020	0.010	0.015	0.020	1.200	0.102

En márgenes se ha adoptado el valor indicado en la Tabla 1 del Anexo V de la citada publicación:

Código CLC	Uso	Cof de Manning (n)
322	Landas y matorrales	0.06
321	Pastizales naturales	0.035
212	Terrenos regados permanentemente	0.04
211	Tierras de labor en secano	0.04

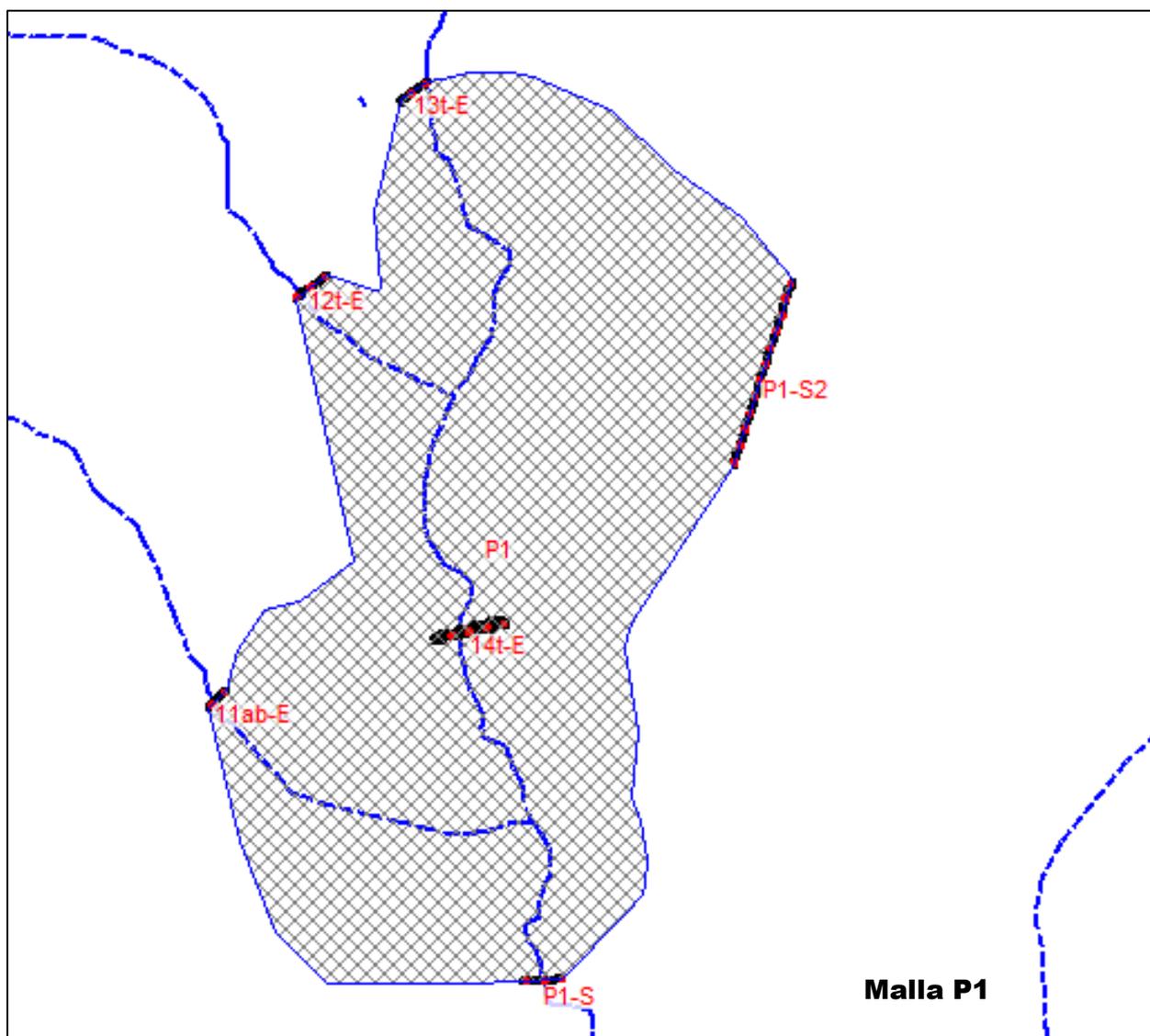
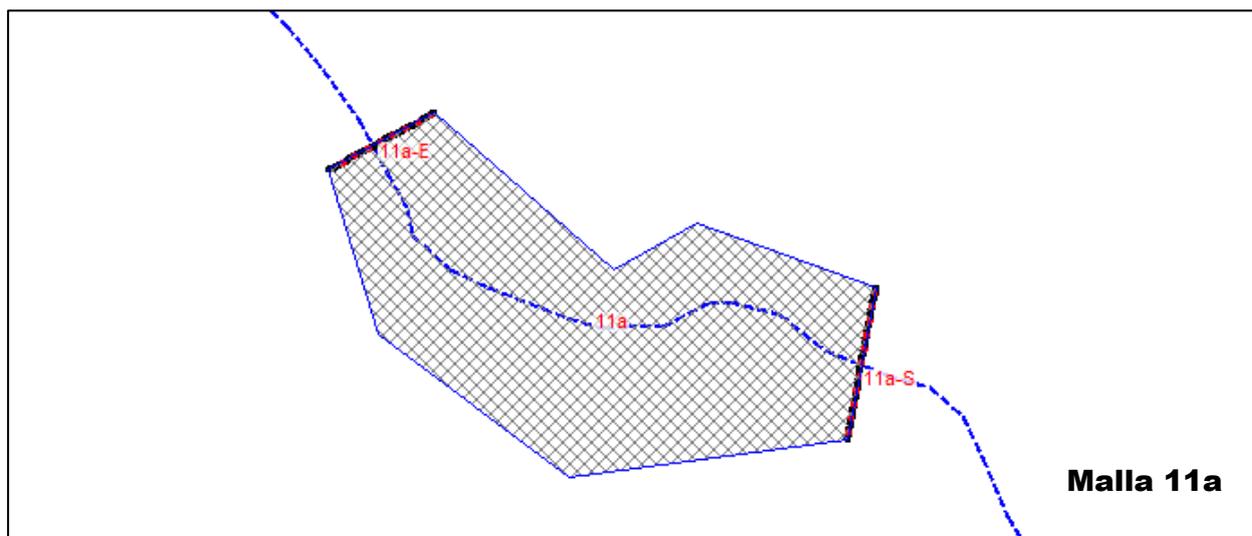
2.4 – MODELO HIDRÁULICO

Se realiza la simulación fluvial de los cauces públicos en los tramos adyacentes a la implantación de placas proyectada. Su representación esquemática es:



2.4.1 – ÁREAS DE FLUJO 2D

Se establecen dos mallas estructuradas en cada simulación con las siguientes características:



Malla	Área (m ²)	Perímetro (m)	Celdas (m x m)	Celdas (ud)	Salida (m/m)
11a	13.964,0	525,4	5 x 2	3.660	0,006
P1	496.592,4	3.119,0	5 x 5	20.280	P1-S = 0,005 P1-S2 = 0,009

2.4.2 – CONDICIONES DE CONTORNO

Como condiciones de contorno en cada simulación se establecen las siguientes:

- Entrada de caudal – Hidrograma SCS, obtenido a partir del tiempo de concentración y el caudal pico calculado.
- Salida de caudal – Calado normal con la pendiente indicada

En el Apéndice “AFECCIONES AL D.P.H.” se realiza la representación de esos hidrogramas de entrada.

2.4.3 – MÉTODO DE COMPUTACIÓN

La configuración del Plan de análisis bidimensional en régimen variable para todas las simulaciones realizadas es:

- Método: Conjunto de ecuaciones de onda difusiva
- Intervalo de computación $\Delta T = 1$ segundo
- Intervalo de salida de mapeo = 1 minuto
- Intervalo de salida de hidrograma = 10 minutos

2.5 – AFECCIONES AL D.P.H.

Ejecutadas las simulaciones hidráulicas con las características indicadas, en el Apéndice “AFECCIONES AL D.P.H.” se realiza la representación de las llanuras de inundación de los tramos en estudio, con expresión los límites para los periodos de retorno de 5, 100 y 500 años.

Asimismo, en el mismo Apéndice, se presentan la información necesaria para determinar la incidencia en el régimen de corrientes de la planta proyectada sobre los tramos de cauce público analizados.

Es decir, de su relación con las respectivas zonas de flujo preferente.

2.6 – ZONA DE FLUJO PREFERENTE

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

2.6.1 – VÍA DE INTENSO DESAGÜE

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el

incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

Se analizan los tramos en que alguno de los criterios de delimitación de la zona de flujo preferente resulta afectado por la instalación proyectada.

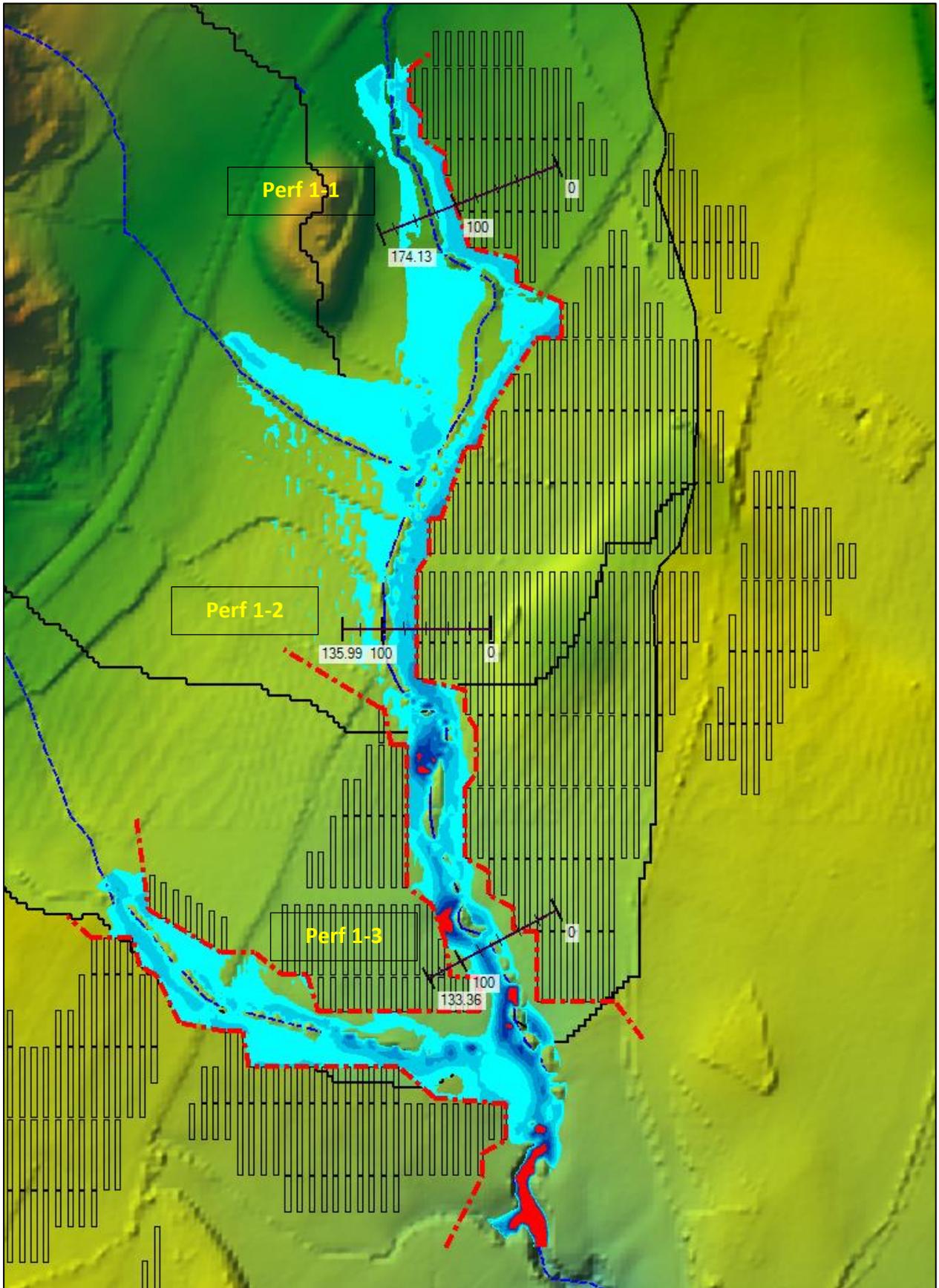
De la observación de las imágenes presentadas en el Apéndice, se extrae que la afección al tramo 11a es exterior a la llanura de inundación de la avenida de 100 años.

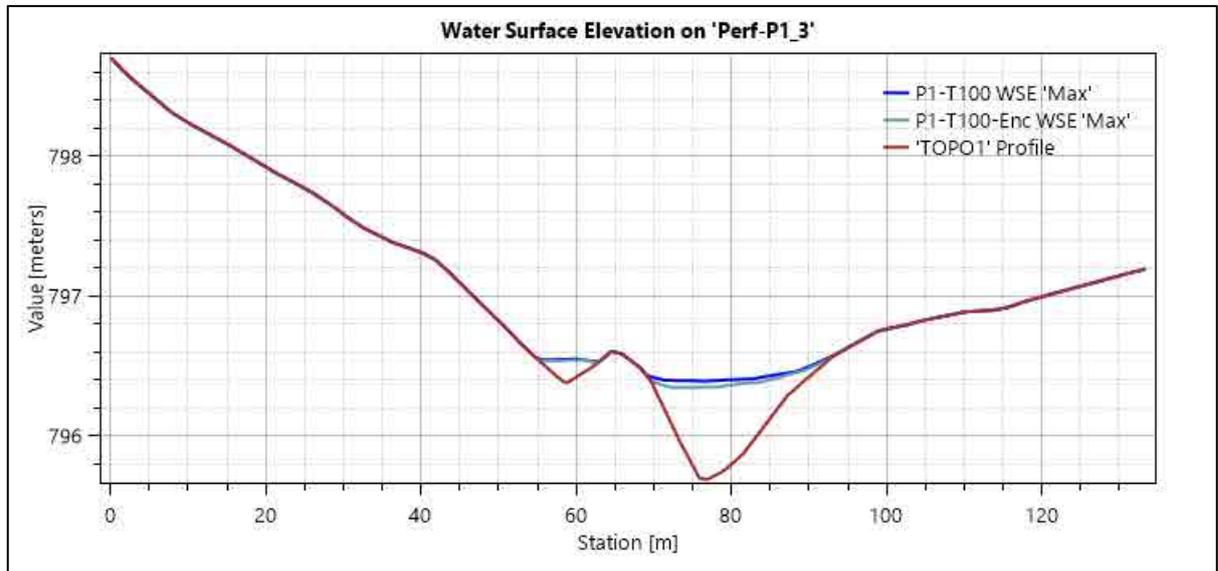
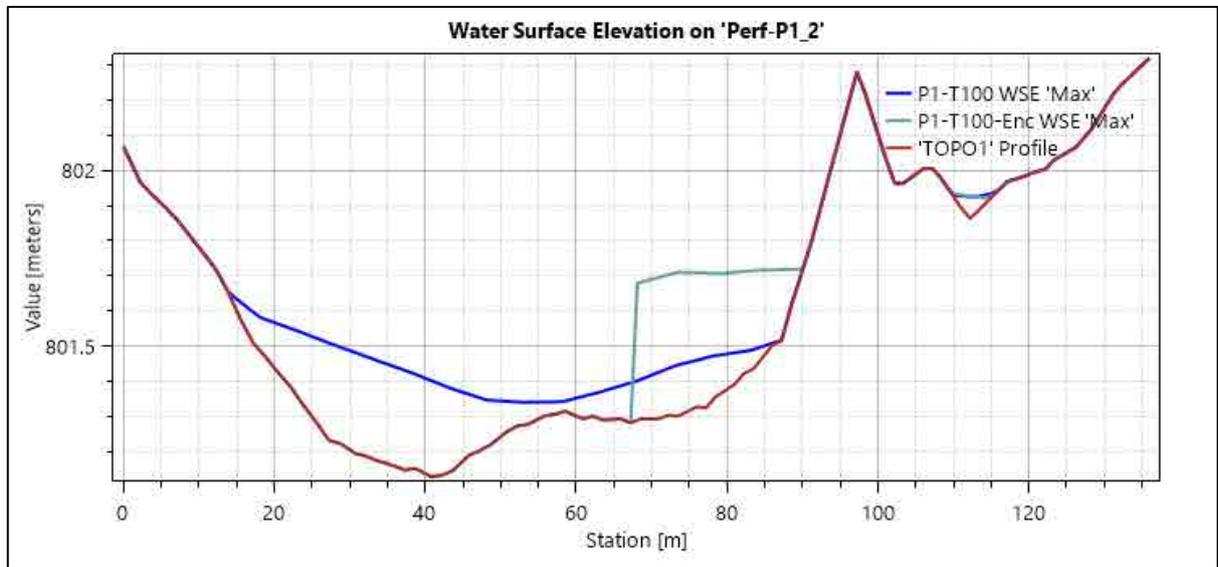
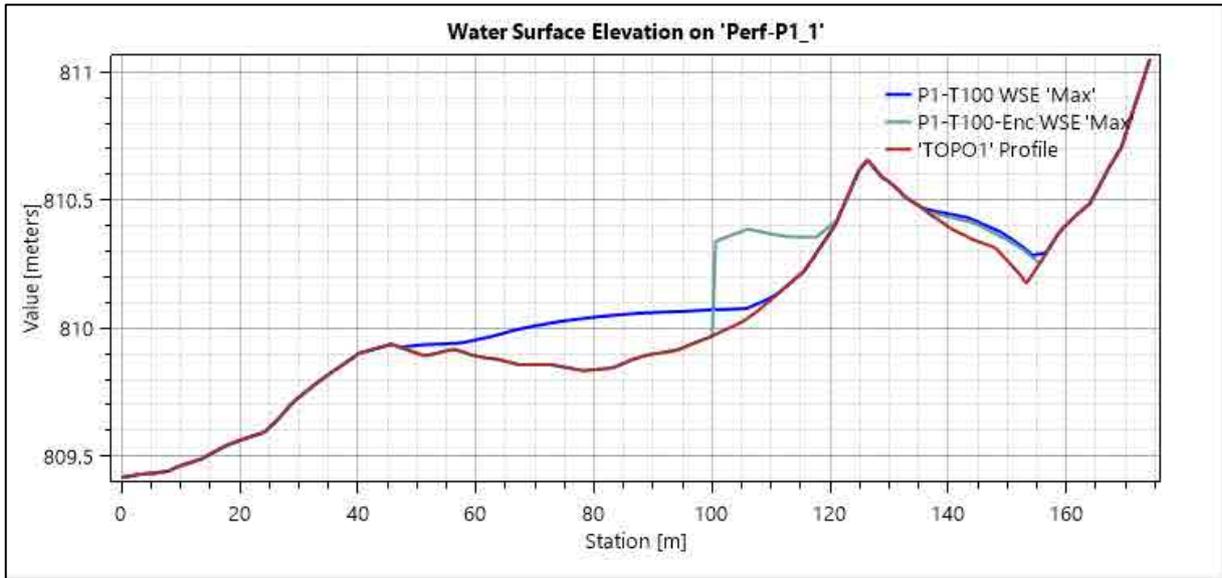
Se procede, pues, a determinar si la instalación proyectada afecta a la vía de intenso desagüe del tramo P1.

Para ello se establecen una serie de límites de invasión del cauce (encroachment), definidos por el perímetro de las placas, y se realiza la simulación de estos tramos con la nueva geometría del cauce invadido.

Y mediante de una serie de perfiles transversales a los cauces, con indicación de la superficie del agua en la situación de terreno natural y tras el encroachment, se analiza la diferencia de la superficie del flujo en la avenida de 100 años para ambas situaciones.

Tramo P1 – T = 100 años





2.6.2 – ZONAS DE RIESGO

A efectos de la delimitación de la zona de flujo preferente se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

Para determinar la ZFP de los tramos analizados, en el Apéndice “AFEECIONES AL D.P.H se presentan las imágenes ráster del flujo para la avenida de 100 años en las que superpone la planta proyectada con los modelos de calado, velocidad y producto de calado por velocidad, categorizados según los umbrales que definen los límites.

3 – RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se realiza el ESTUDIO HIDROLÓGICO de los tramos de cauce público afectados por la instalación de la planta fotovoltaica Sierras Planas I, en la provincia de Huesca.

La zona de estudio se sitúa en el margen norte de la carretera N-300, entre las localidades de Jaca y Sabiñánigo, y es atravesada en sentido norte-sur por un cierto número de barrancos tributarios del río Gállego.

Se estudian un total de 5 tramos de cauce, realizándose el cálculo del caudal máximo para los periodos de retorno de 5, 100 y 500 años por métodos hidrometeorológicos, para lo que se emplea el Método Racional según el procedimiento descrito en la Instrucción de Carreteras, Norma 5.2-IC.

El ESTUDIO HIDRÁULICO subsiguiente consiste en el análisis de la escorrentía para los periodos de retorno indicados, desarrollados con el programa HEC-RAS 6.0 Beta a partir de los máximos caudales calculados y resto de condiciones de contorno que se describen en los epígrafes correspondientes.

Como resultado del estudio se extrae la siguiente afección a los tramos estudiados:

- Tramos 11a

La instalación de placas se proyecta exterior a la llanura de inundación de la avenida de 100 años.

- Tramo P1

Es el correspondiente a las cuencas denominadas 11b, 12t, 13t y 14t.

En este caso, se produce afección a la zona de flujo preferente por el criterio de velocidad superior a 1 metro/segundo.

Esta afección al criterio de velocidad se produce en tramos de desbordamiento del cauce, por lo que se supone que con un adecuado programa de limpieza se eliminaría la afección.

Realizado el estudio de invasión del cauce, se comprueba que también es exterior a la vía de intenso desagüe.

oo0oo

De lo expuesto se concluye que no existe afección al Dominio Público Hidráulico.

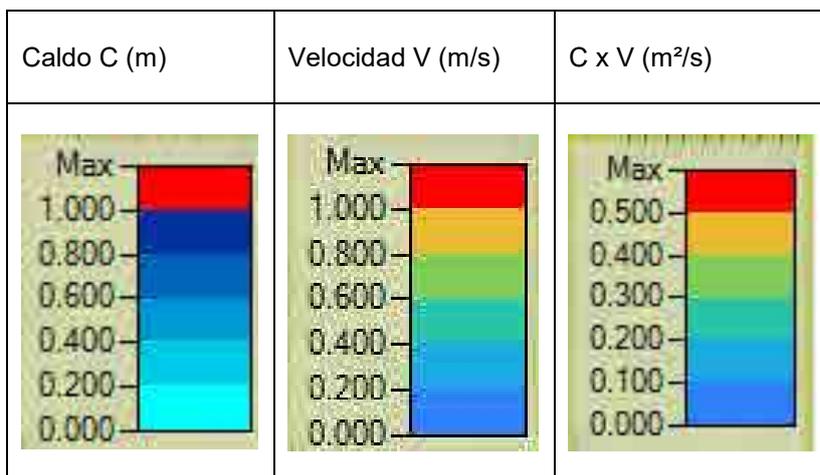
APÉNDICE
AFECCIONES AL D.P.H.

Apéndice – Afecciones al D.P.H.

Se representan a continuación los hidrogramas de entrada aplicados como condiciones de contorno de los tramos analizados con los respectivos caudales de avenida.

Asimismo, los resultados de las simulaciones realizadas, consistentes en imágenes ráster de calado, velocidad y producto de calado por velocidad, de cada una para el periodo de retorno de 100 años.

La simbología empleada es:

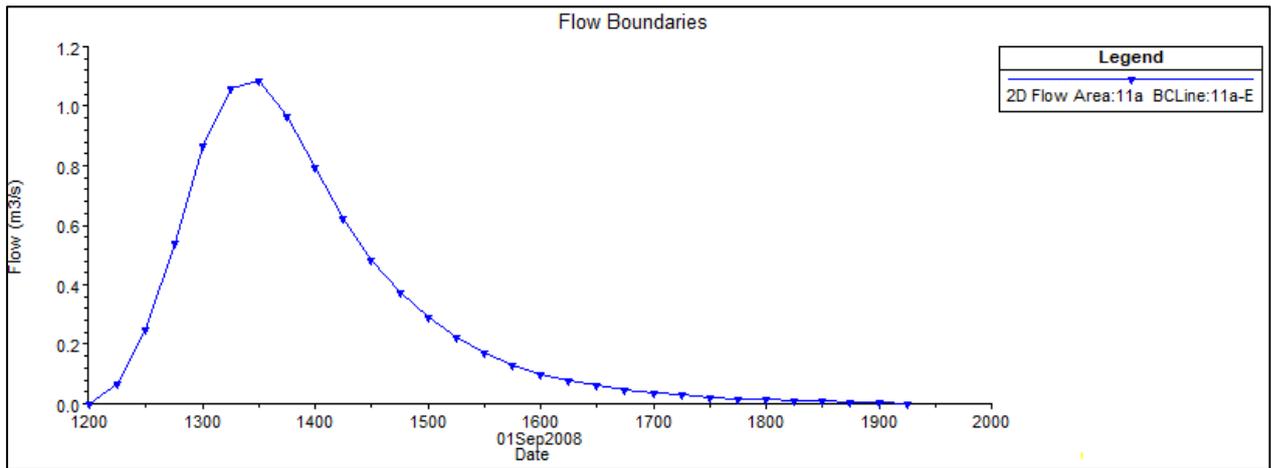


En el ráster de calado, además, se realiza la representación de las llanuras de inundación con el siguiente código de colores en los límites;

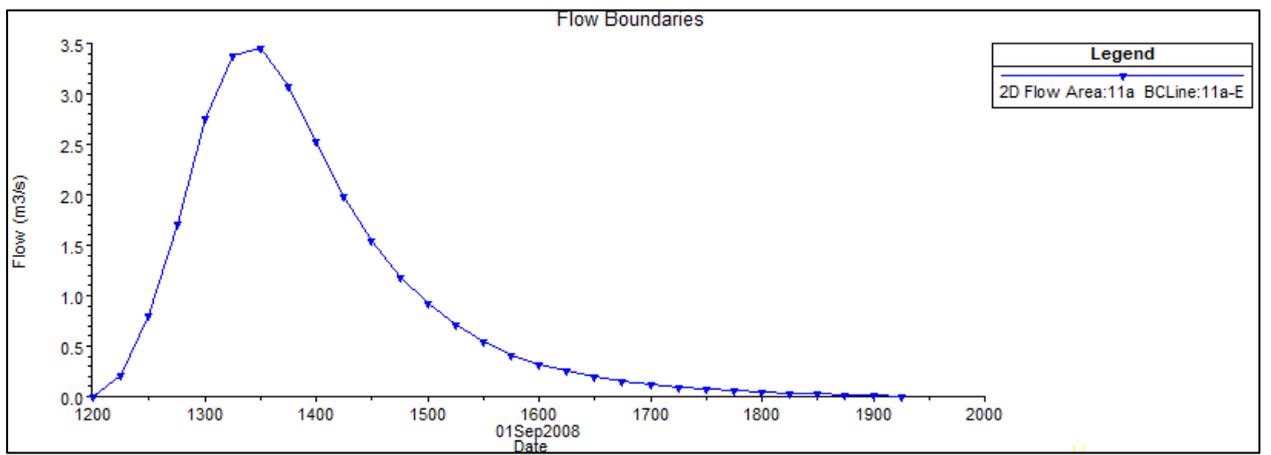
- Verde – T = 5 años
- Azul – T = 100 años
- Rojo – T = 500 años

Tramo 11a

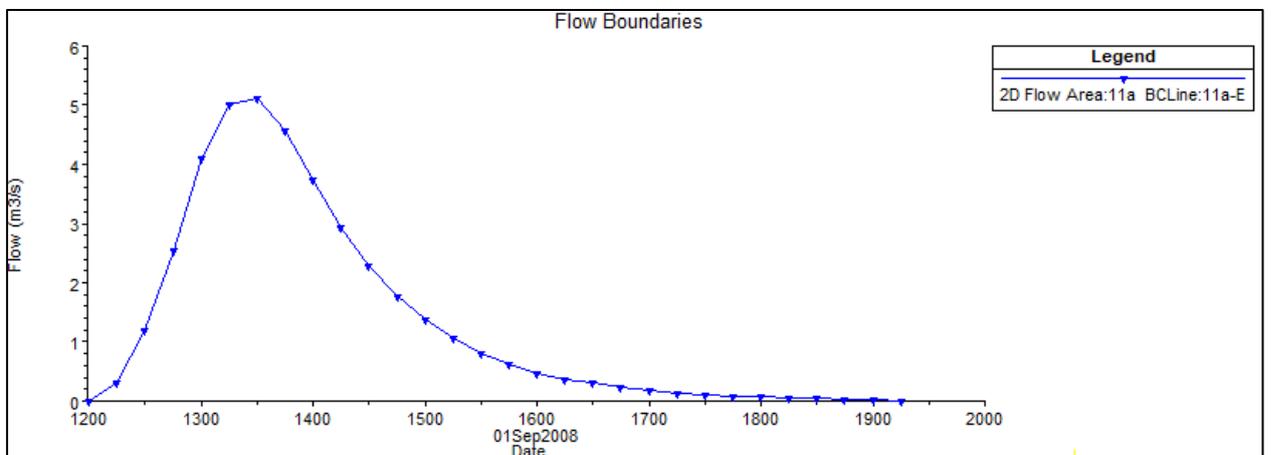
T = 5 años



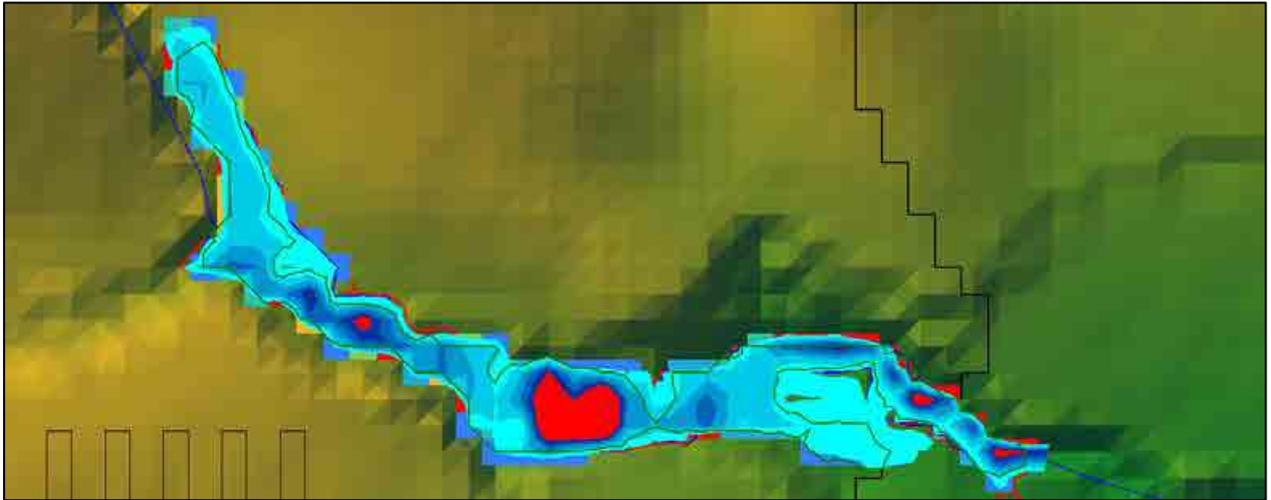
T = 100 años



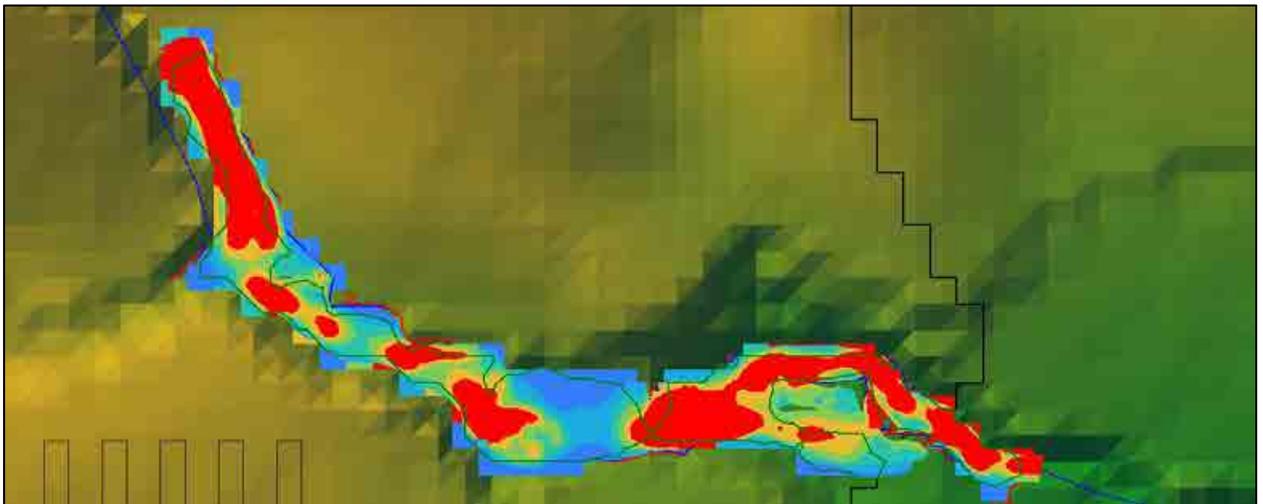
T = 500 años



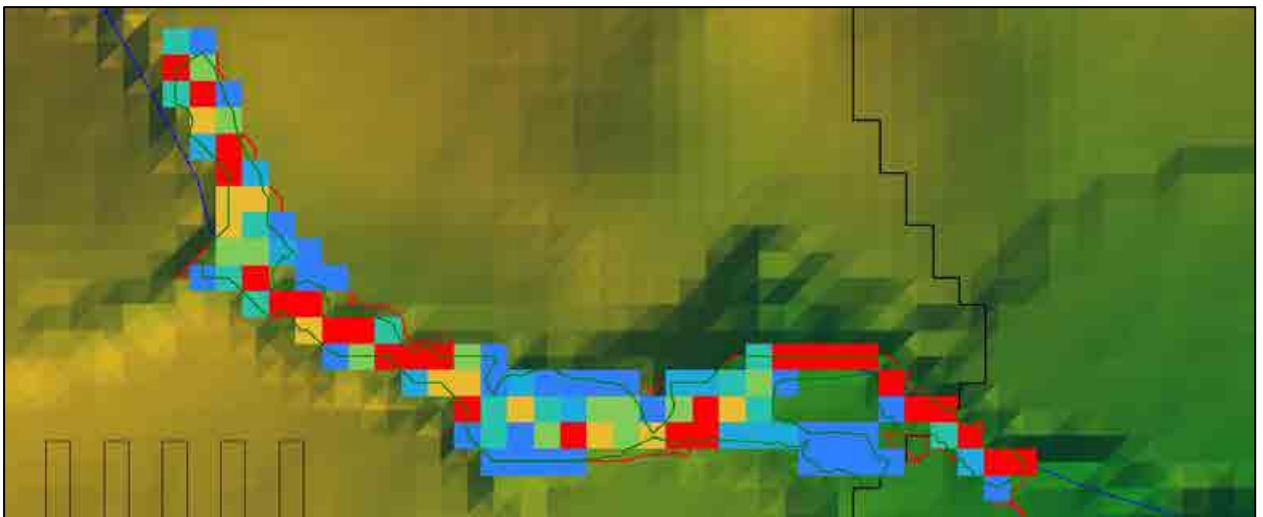
11a - CALADO (m)



11a - VELOCIDAD (m/s)

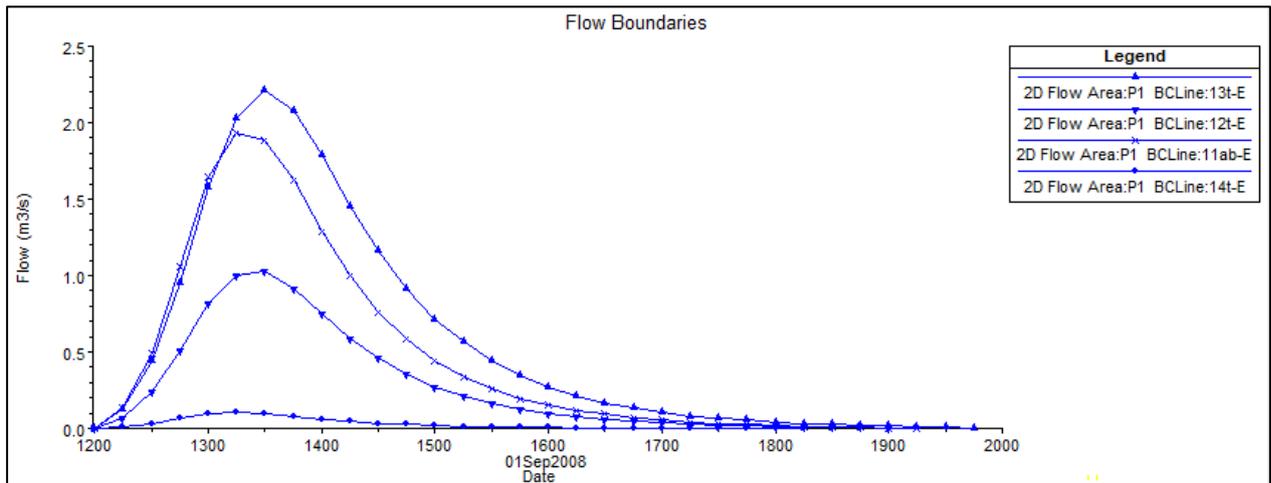


11a - CALADO x VELOCIDAD (m²/s)

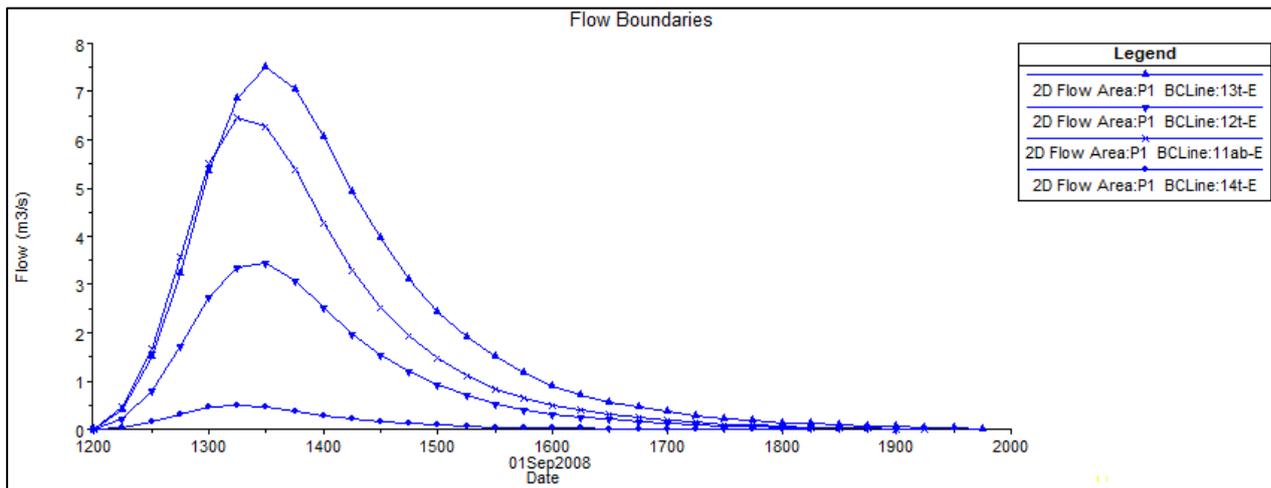


Tramo P1

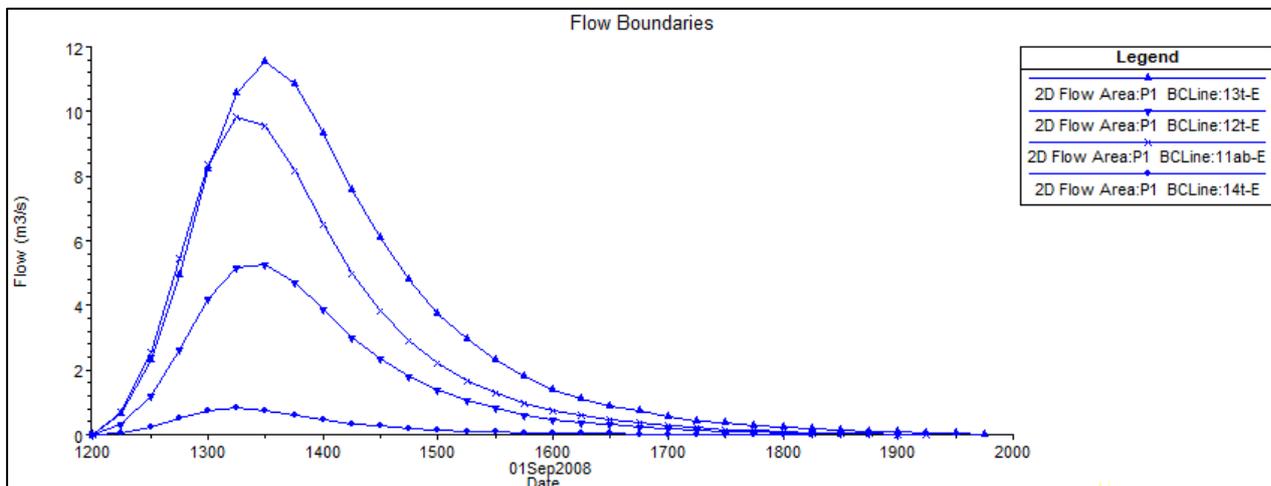
T = 5 años



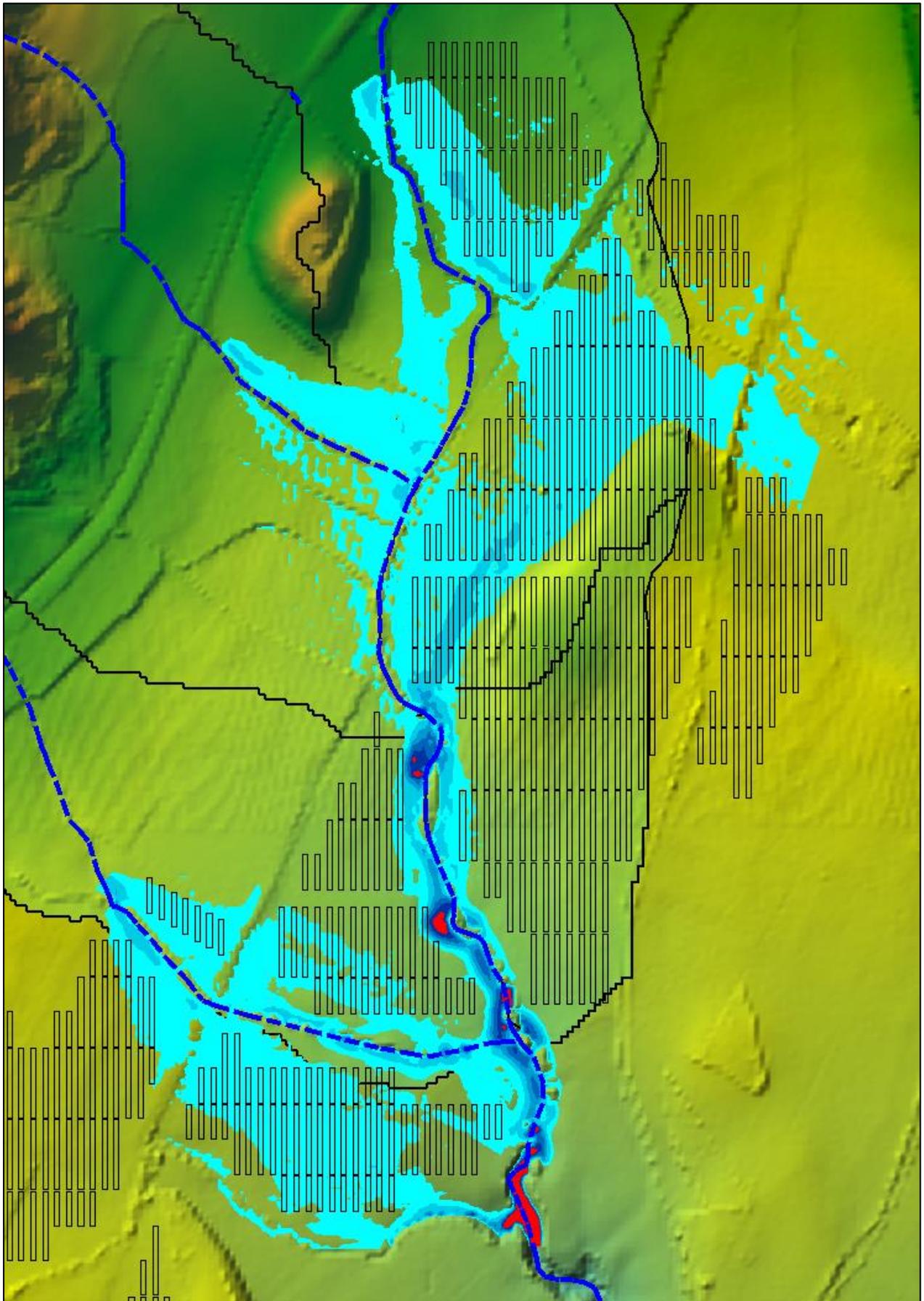
T = 100 años



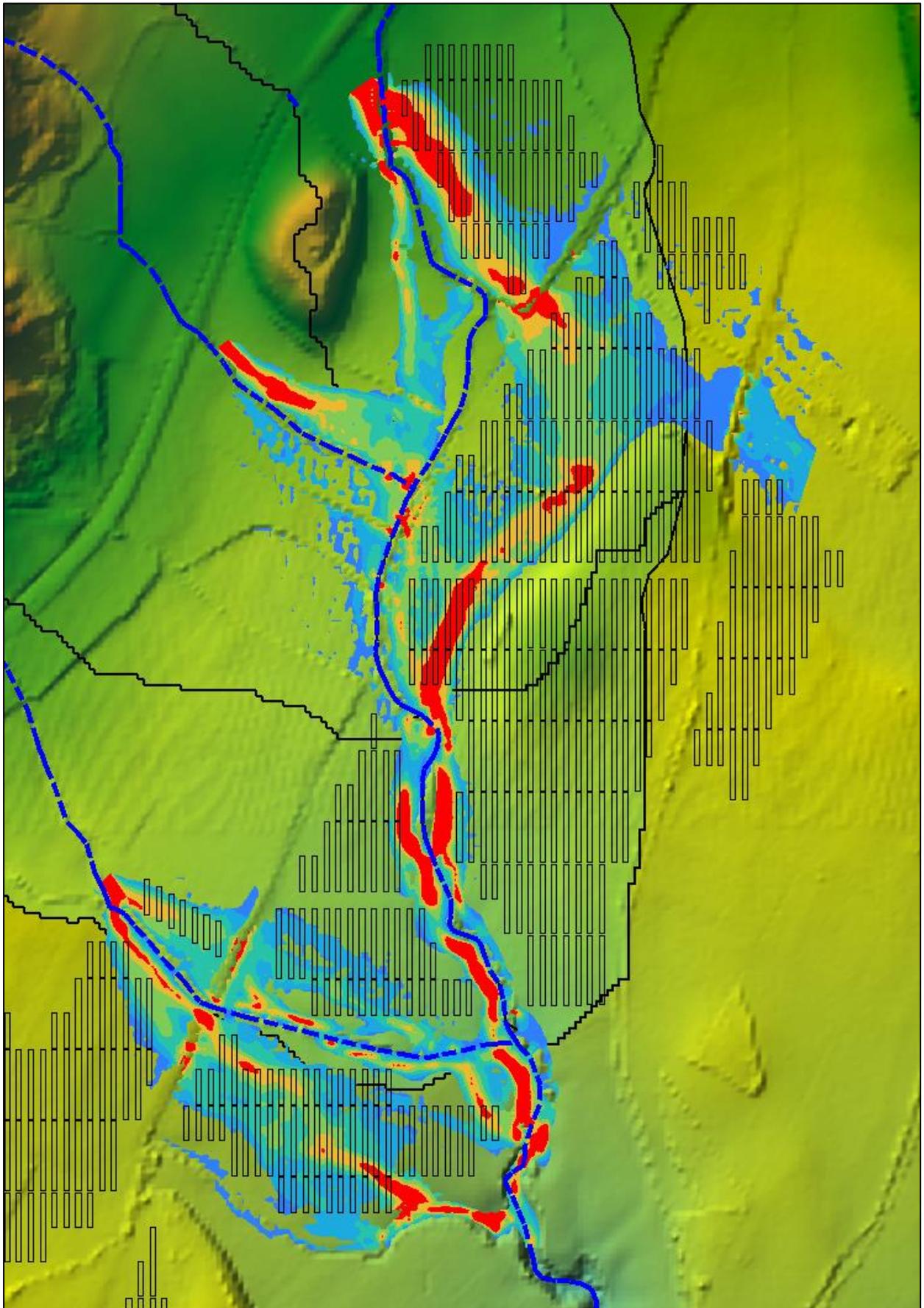
T = 500 años



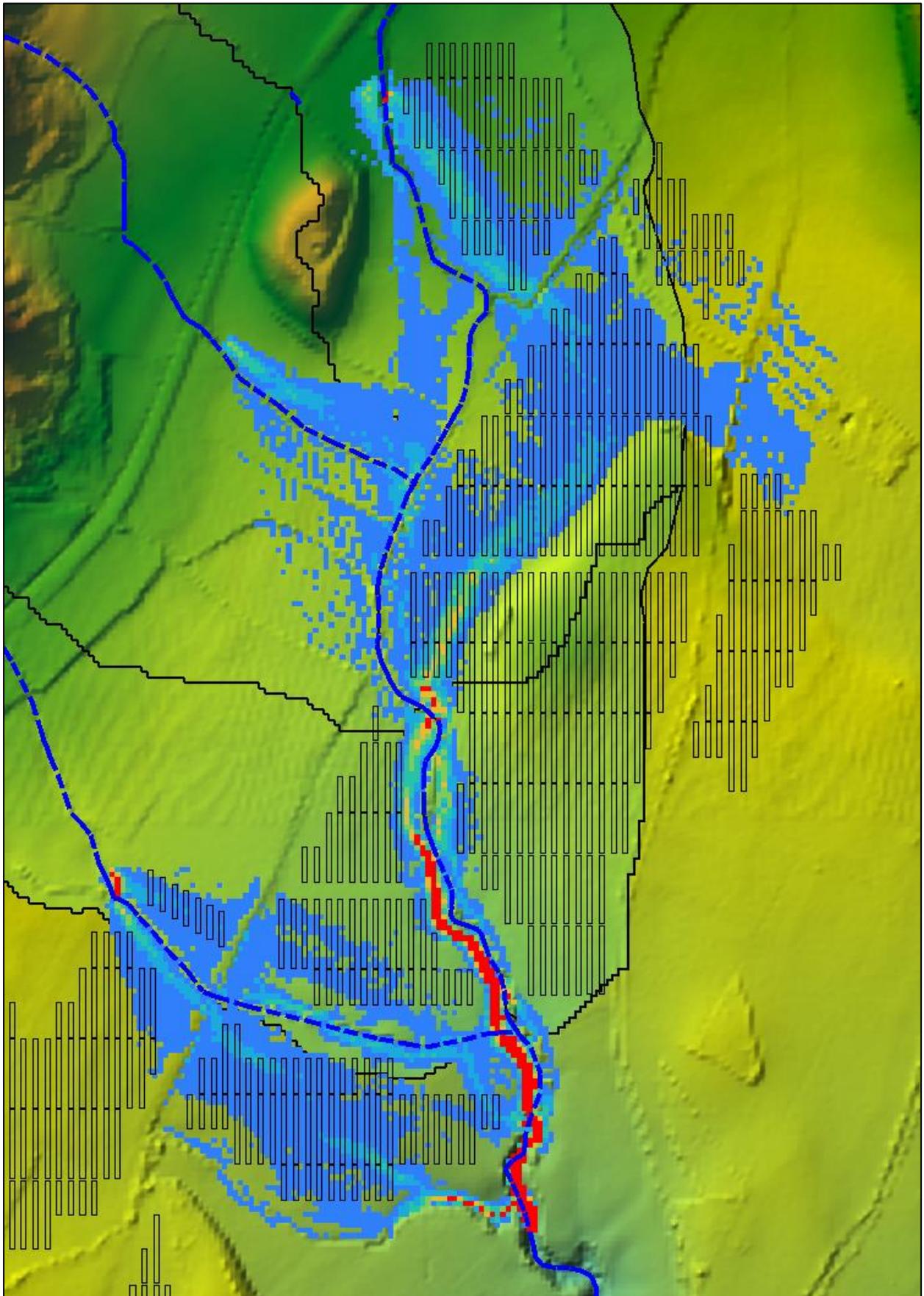
P1- CALADO (m)



32 - VELOCIDAD (m/s)



32 - CALADO x VELOCIDAD (m²/s)



ANEXO VIII: CARTOGRAFÍA

ÍNDICE

- Plano 1:** Situación y emplazamiento
- Plano 2:** Ortofoto. Hoja 1, 2, 3 y 4
- Plano 3:** Espacios protegidos. Hoja 1, 2, 3 y 4
- Plano 4:** Vegetación y usos del suelo. Hoja 1, 2 y 3
- Plano 5:** Hábitats faunísticos. Hoja 1, 2 y 3
- Plano 6:** Visibilidad
- Plano 7:** Puntos escénicos. Hoja 1 y 2
- Plano 8:** Alternativas.
 - 8.1 Servidumbre y afecciones
 - 8.2 Criterios ambientales excluyentes
 - 8.3 Alternativas línea de evacuación
- Plano 9:** Medidas compensatorias. Hoja 1 y 2

Planos extraídos de los documentos de Proyecto

Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV Sierra Plana I":

- 342105301-3303-030.03** ORTOFOTO. VERTICES ZANJA MEDIA TENSIÓN
- 342105301-3303-040** PLANTA GENERAL
- 342105301-3303-042.03** PLANTA CT TIPO 1. DETALLE DE ZANJA Y TIERRAS
- 342105301-3303-042.06** PLANTA CT TIPO 2. DETALLE DE ZANJA Y TIERRAS
- 342105301-3303-042.09** PLANTA CT TIPO 3. DETALLE DE ZANJA Y TIERRAS
- 342105301-3303-042.12** DETALLE DE ZANJAS Y TIERRAS
- 342105301-3303-050** PLANTA CATASTRO
- 342105301-3303-114** SECCIONES TIPOS DE CAMINOS
- 342105301-3303-200** EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- 342105301-3303-293** DETALLES DE VALLADO
- 342105301-3303-411** TRAZADO DE ZANJAS DE MT
- 342105301-3303-414** INFRAESTRUCTURA ENTERRADA. ZANJAS- SECCIONES TIPO
- 342105301-3303-440** EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 342105301-3303-471** DETALLES DE ESTRUCTURA
- 342105301-3303-472** HINCADO DE ESTRUCTURA
- 342105302-3303-530** PLANTA GENERAL Y DETALLES PAT

Proyecto Técnico Administrativo SET "Sierra Plana 1 220/30 kV":

342105304-3303-433_IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

342105304-3303-434_PLANTA GENERAL

342105304-3303-435_SECCIONES GENERALES

342105304-3303-436.01_CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES PLANTA

342105304-3303-439_EDIFICIO DE CONTROL SET. DISTRIBUCION DE EQUIPOS

342105304-3303-440_CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS

**Proyecto Técnico Administrativo Línea Aérea Alta Tensión 220 kV SET Sierra Plana 1 – SET Biescas
220 kV:**

342105308-3303-050_CATASTRO

342105308-3303-419_PLANTA ORTOFOTO

342105308-3303-421_PLANTA PERFIL

342105308-3303-422_APOYO Y CIMENTACIÓN

342105308-3303-424_CADENAS AISLADORES Y HERRAJES. DISPOSICIÓN AISLADORES AVIFAUNA.

Proyecto Técnico Administrativo Adecuación Posición TR-2 en la Subestación Biescas 220 kV:

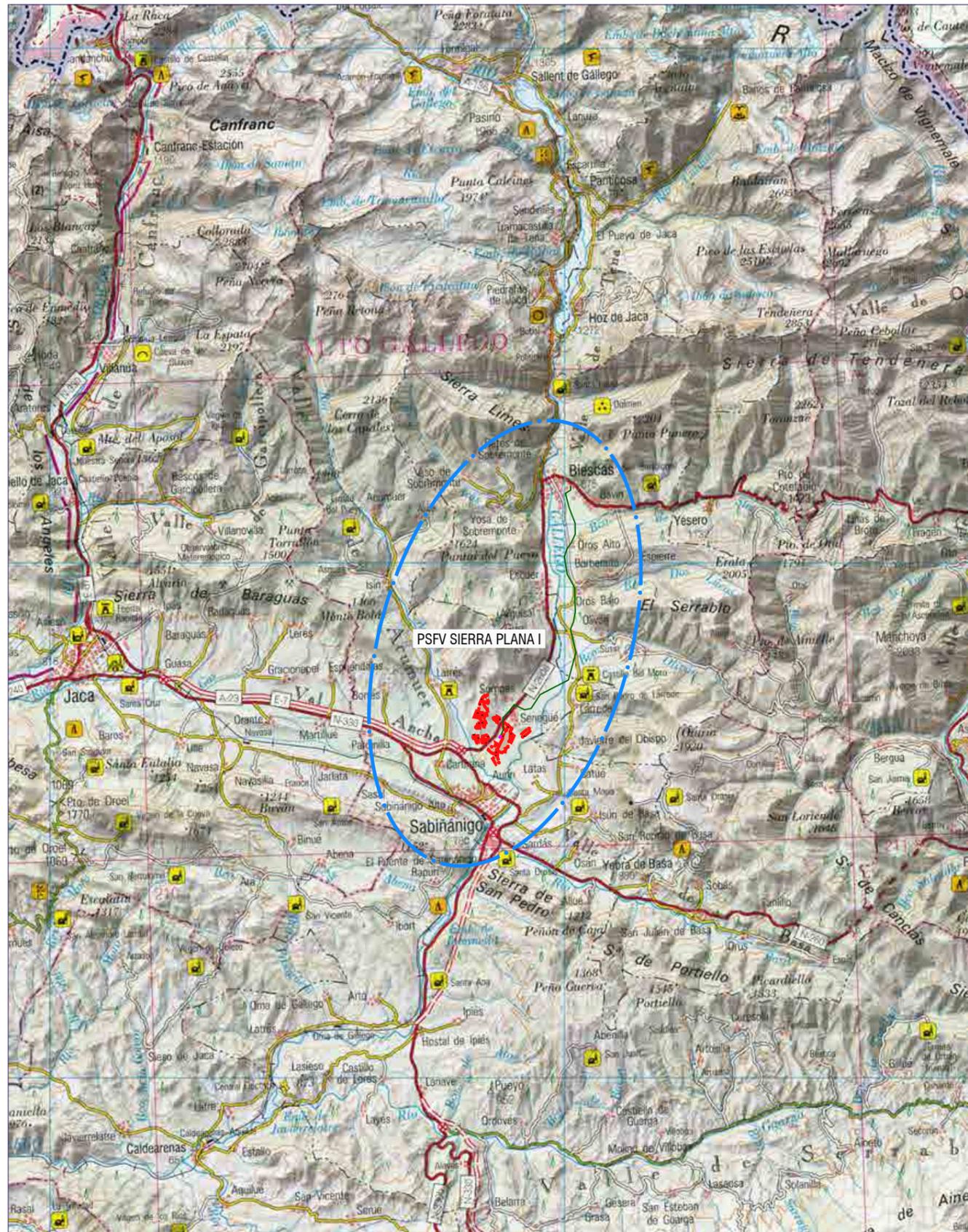
342105306-3303-433_IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

342105306-3303-434_PLANTA GENERAL

342105306-3303-435_SECCIONES GENERALES

342105306-3303-439_EDIFICIO DE CONTROL. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

342105306-3303-440_CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS



SITUACIÓN

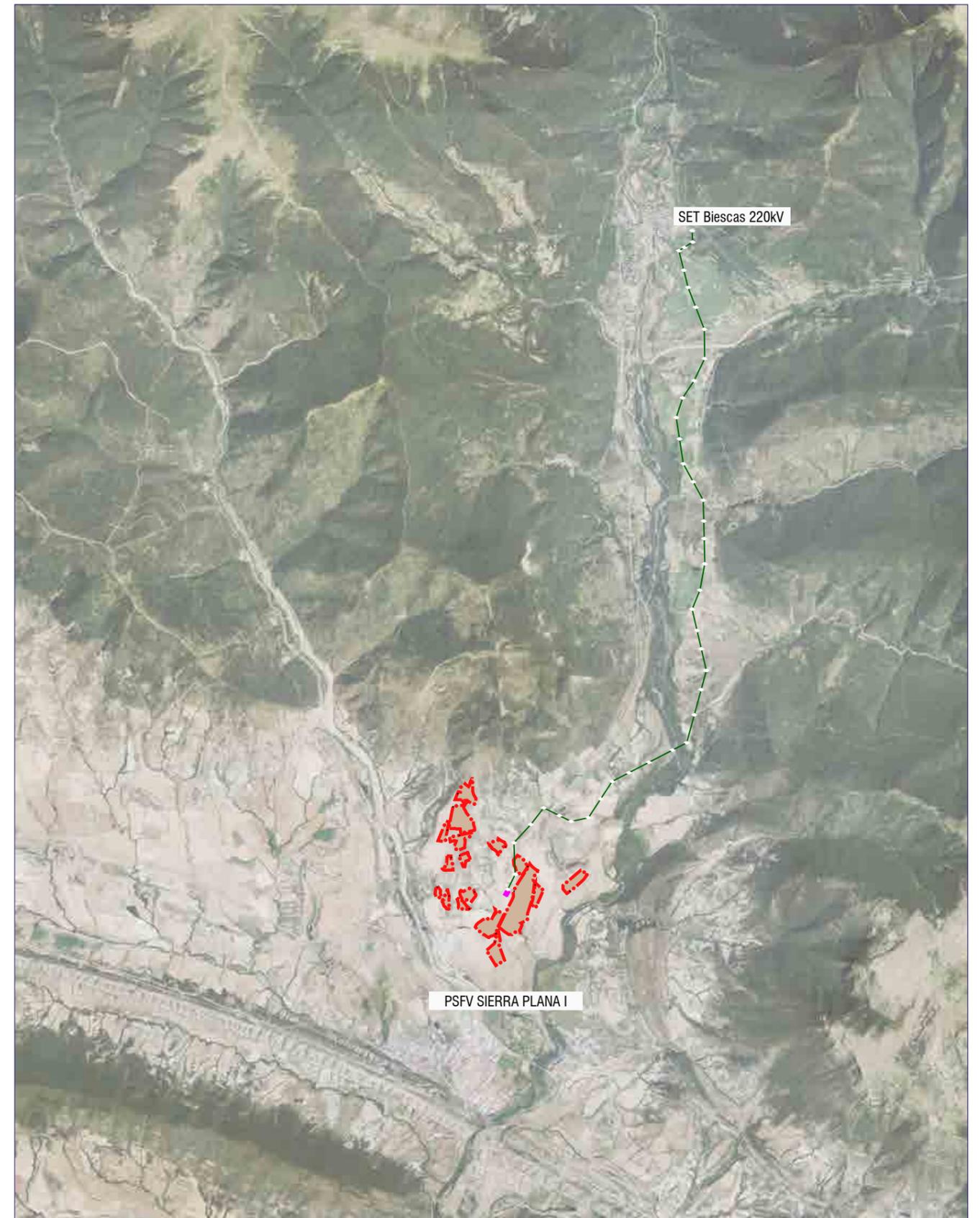
1/200000

- - - Vallado PSFV Sierra Plana I
- Línea de evacuación aérea
- Apoyo línea de evacuación
- SET Sierra Plana I

REDACTOR:
 Carolina Alonso Torcal
 Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBPM

EMPLAZAMIENTO

1/75000



PROPIEDAD:
 MESETA Y SOL, S.L.U.

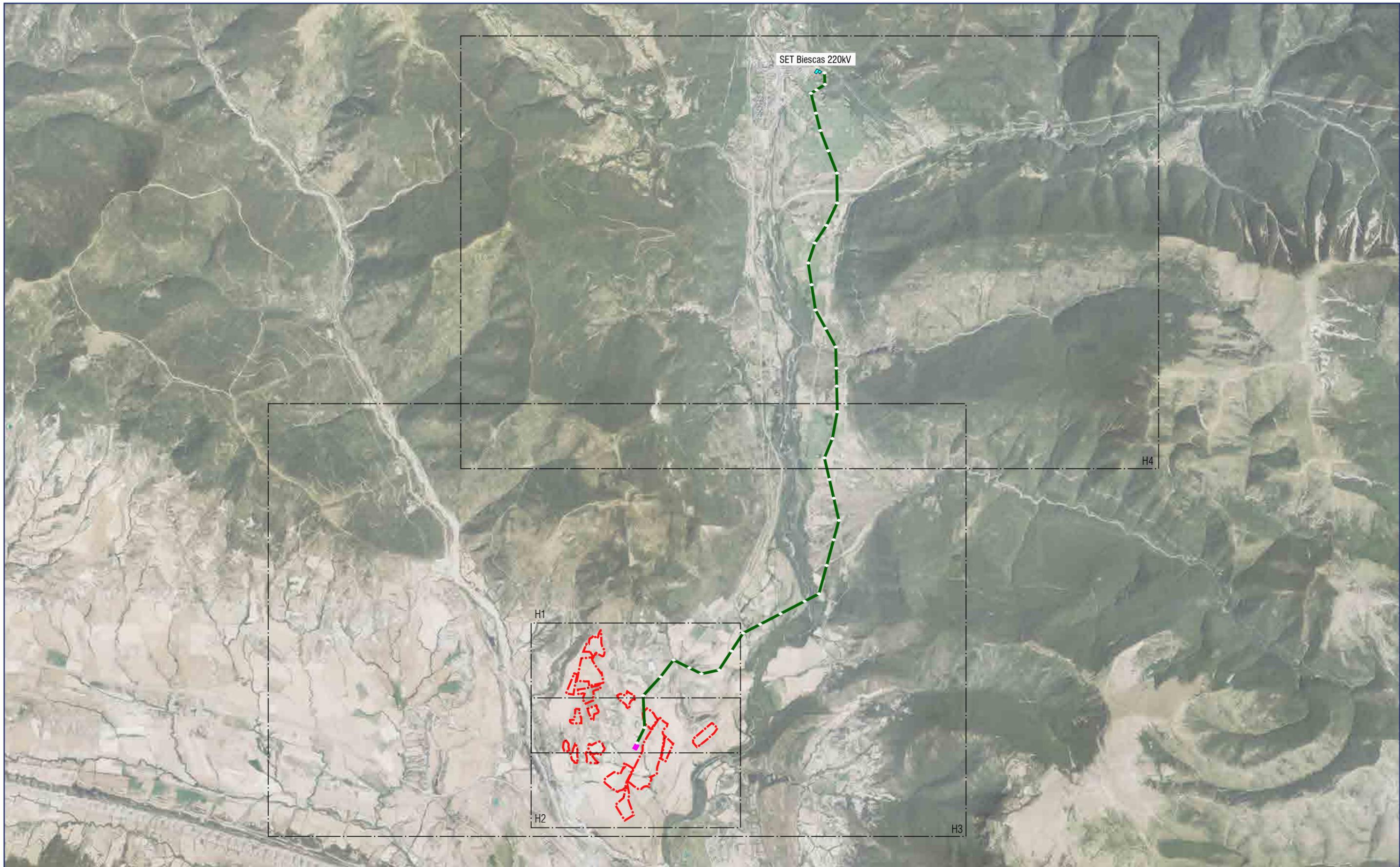


Situación y emplazamiento

1/200000 - 1/75000 (A3)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
 PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
 Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN





- - - Vallado PSFV Sierra Plana I
- - - Línea evacuación aérea
- - - Apoyos línea evacuación
- SET Sierra Plana 1
- SET Biescas 220 kV - Ampliación

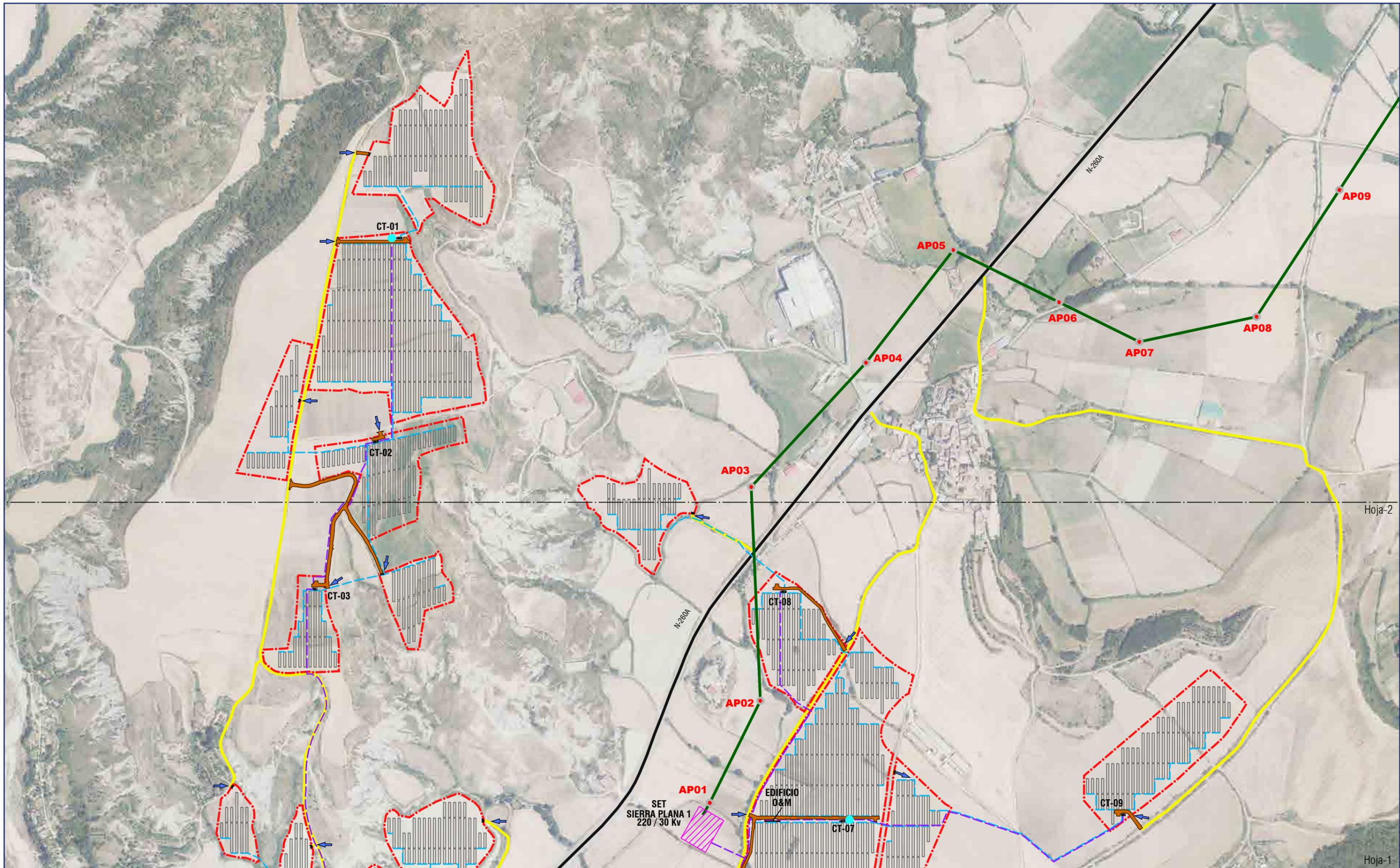
REDACTOR:
 Carolina Alonso Torcal
 Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBCEM

PROPIEDAD:
 MESETA Y SOL, S.L.U.



Ortofoto. Planta general
 1/50000 (A3)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
 PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
 Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN



Hoja-2

Hoja-1

- | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
| Vallado PSFV Sierra Plana I | Carretera existente | Zanja BT | CT |
| Apoyos línea evacuación | Camino existente | Zanja MT | Estación meteorológica |
| Línea evacuación PSFV Sierra Plana I | Camino nuevo | Puerta acceso en vallado | Edificio O&M |
| SET Sierra Plana 1 | | | |

REDACTOR:
 Carolina Alonso Torcal
 Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBCEM

PROPIEDAD:
 MESETA Y SOL, S.L.U.

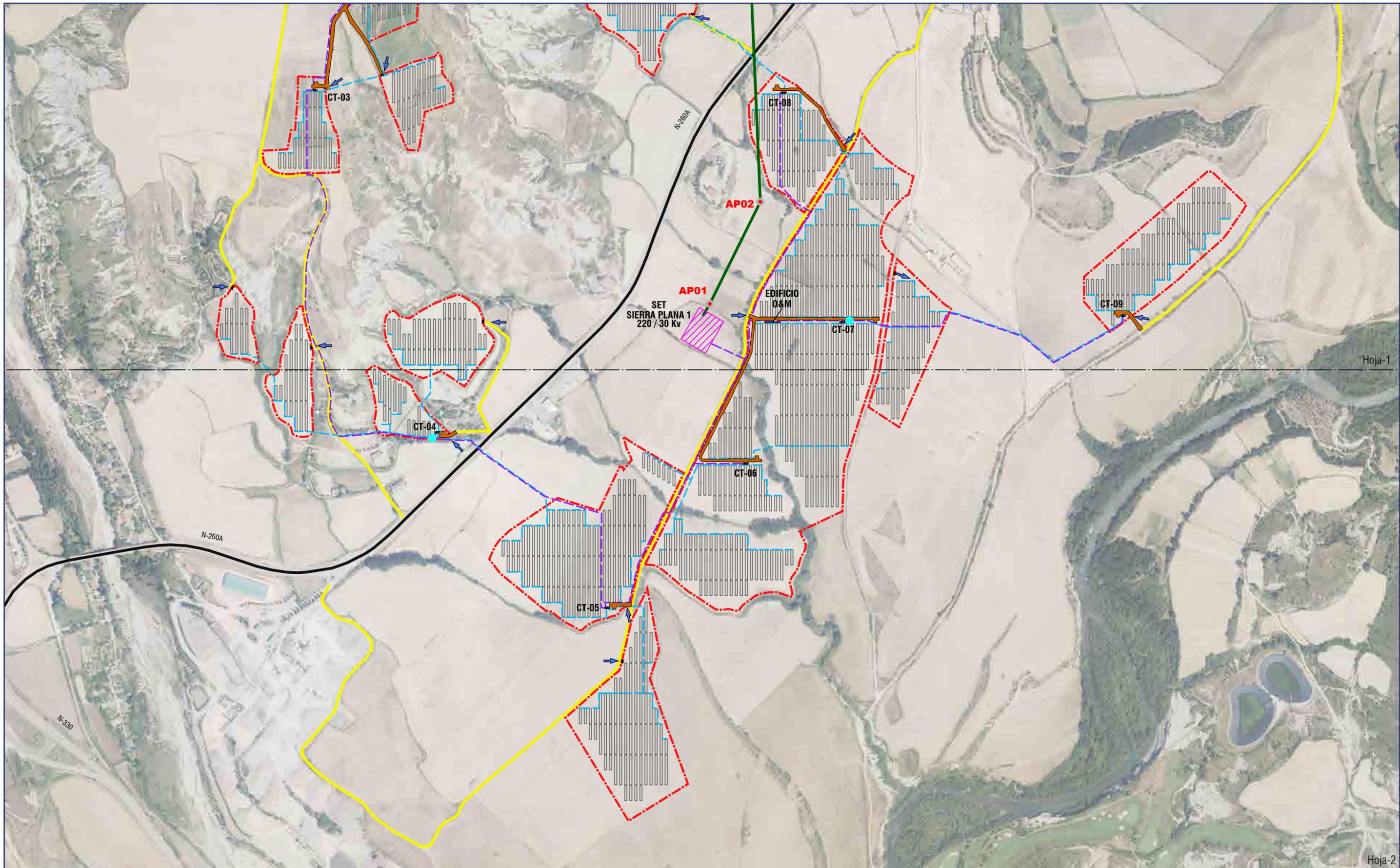


Ortofoto. PSFV Sierra Plana I
 1/7500 (A3)



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
 PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
 Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

02
 HOJA 2 DE 5
 JUNIO 2021
 SABIÑANIGO
 (HUESCA)



- - - Vallado PSFV Sierra Plana I
- Apoyos línea evacuación
- Línea evacuación aérea
- SET Sierra Plana 1

- Carretera existente
- Camino existente
- Camino nuevo

- - - Zanja BT
- - - Zanja MT
- ➔ Puerta acceso en vallado

- CT
- Estación meteorológica
- ▭ Edificio O&M

REDACTOR:
 Carolina Alonso Torcal
 Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBPCM

PROPIEDAD:
 MESETA Y SOL, S.L.U.



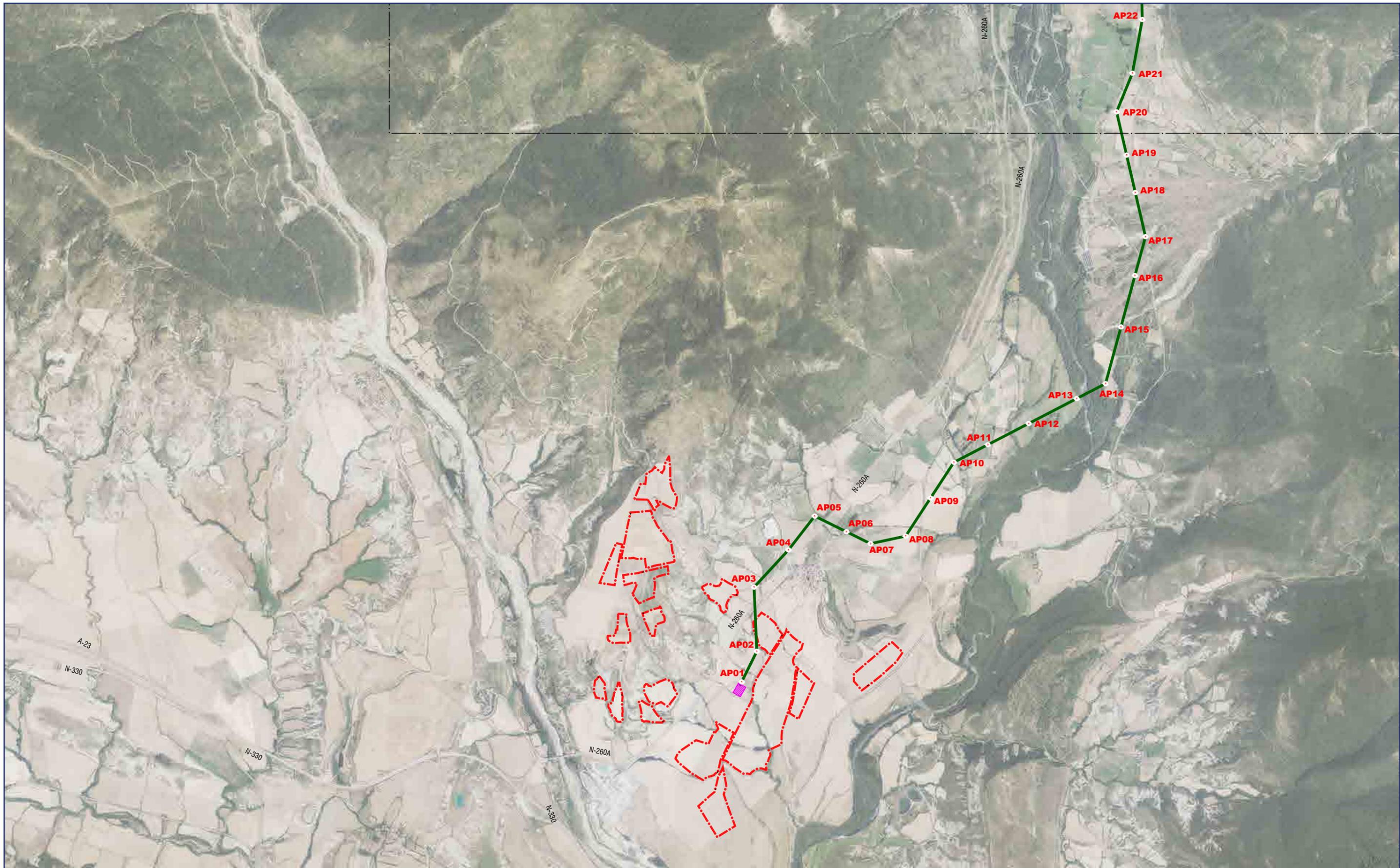
Ortofoto. PSFV Sierra Plana I
 1/7500 (A3)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
 PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
 Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

Hoja-1

Hoja-2

02
 HOJA 3 DE 5
 JUNIO 2021
 SABINANIGO
 (HUESCA)



- - - Vallado PSFV Sierra Plana I
- - - Apoyos línea evacuación
- Línea evacuación aérea
- SET Sierra Plana 1

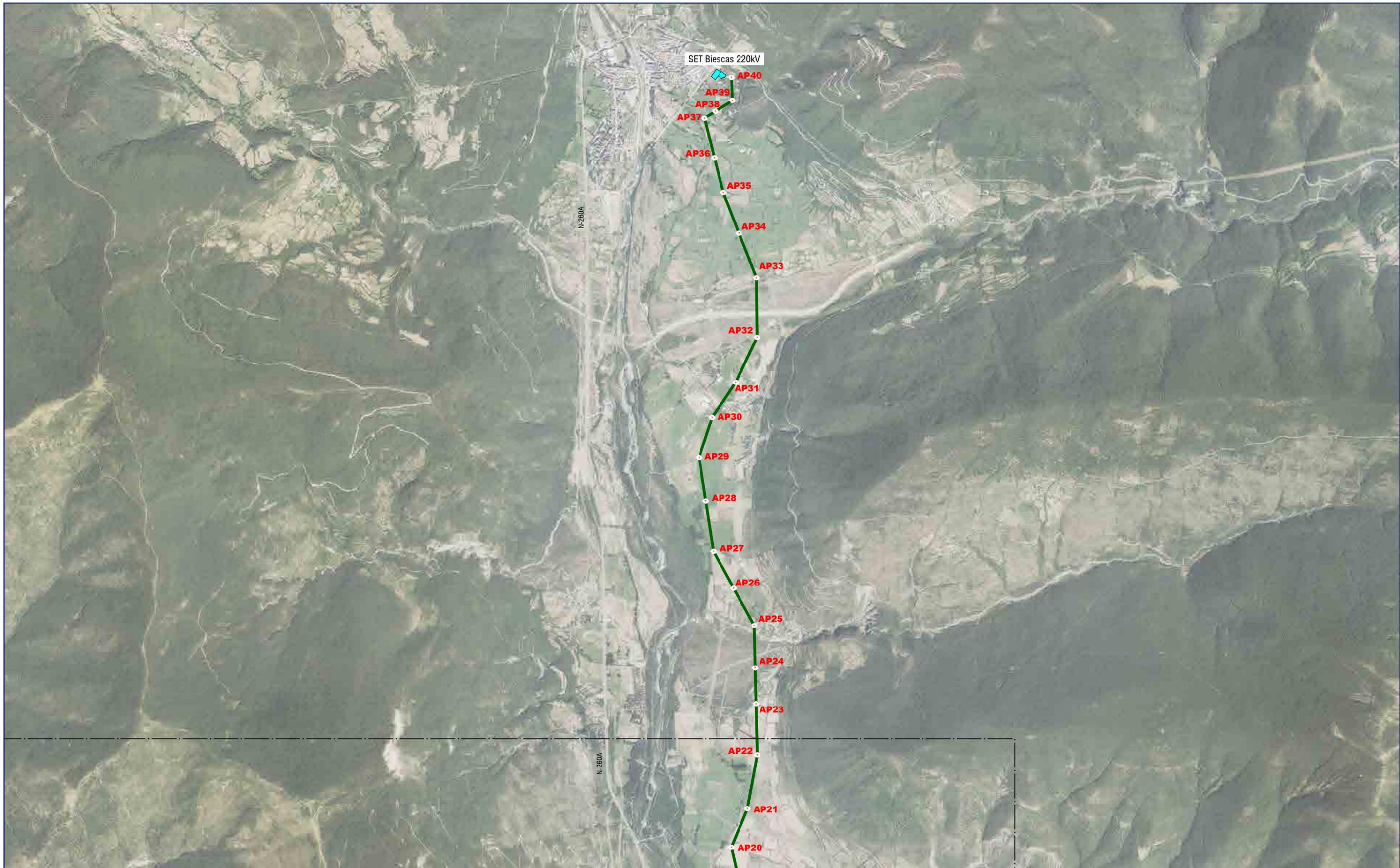
REDACTOR:
 Carolina Alonso Torcal
 Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBPM

PROPIEDAD:
 MESETA Y SOL, S.L.U.



Ortofoto. Línea evacuación
 1/25000 (A3)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
 PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
 Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN



- Línea evacuación aérea
- Apoyos línea evacuación
- SET Biescas 220 kV - Ampliación

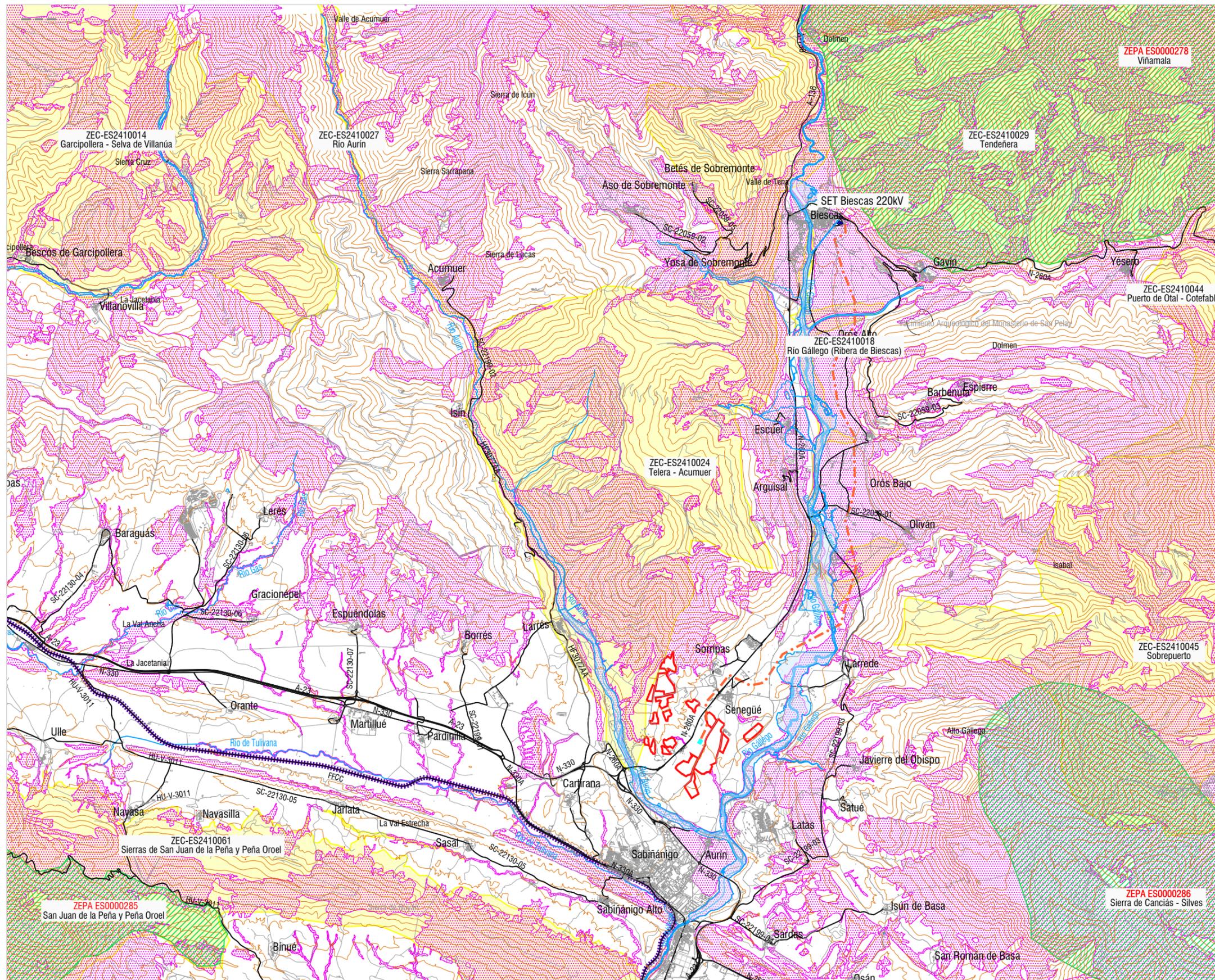
REDACTOR:
 Carolina Alonso Torcal
 Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBPCM

PROPIEDAD:
 MESETA Y SOL, S.L.U.



Ortofoto. Línea evacuación
 1/25000 (A3)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
 PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
 Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN



- Vallado PSFV Sierra Plana I
 - - - Línea evacuación aérea
 - SET Sierra Plana 1
 - SET Biescas 220 kV - Ampliación
-
- Zona de especial conservación (ZEC)
 - Zona de especial protección para las aves (ZEPA)
 - Hábitat de interés comunitario



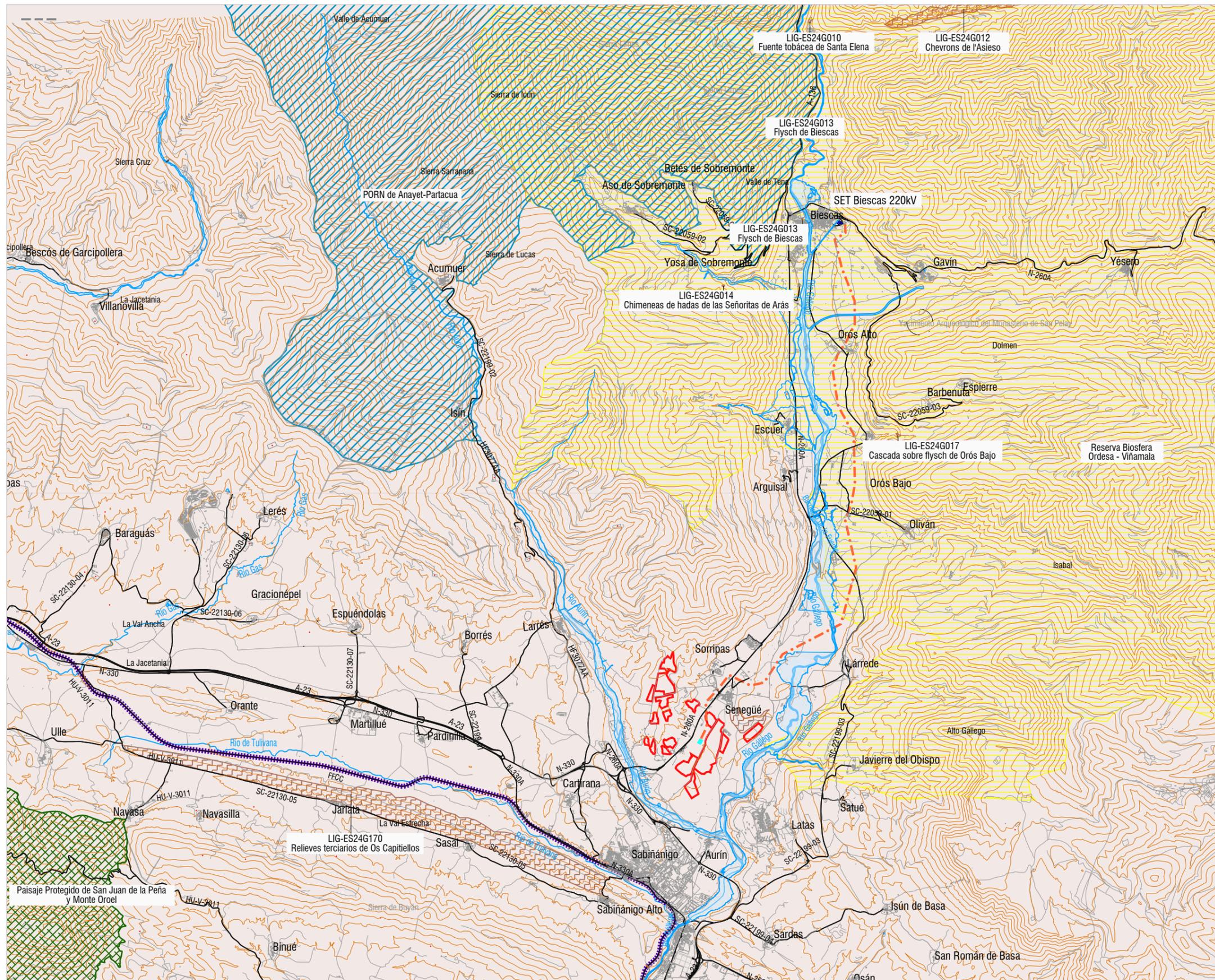
Espacios naturales protegidos y otras figuras
1/75000 (A3)

REDACTOR:
Carolina Alonso Torcal
Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBGM

PROPIEDAD:
MESETA Y SOL, S.L.U.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN



- Vallado PSFV Sierra Plana I
 - - - Línea evacuación aérea
 - SET Sierra Plana 1
 - SET Biescas 220 kV - Ampliación
-
- Espacios naturales protegidos
 - Plan de ordenación de los recursos naturales
 - Reserva de la Biosfera
 - Lugares de interés geológico (LIG)
 - Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)



Espacios naturales protegidos y otras figuras
1/75000 (A3)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA I"
Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

REDACTOR:
Carolina Alonso Torcal
Licenciada en Biología. Colegiado nº 18921-M CSBCEM

PROPIEDAD:
MESETA Y SOL, S.L.U.

