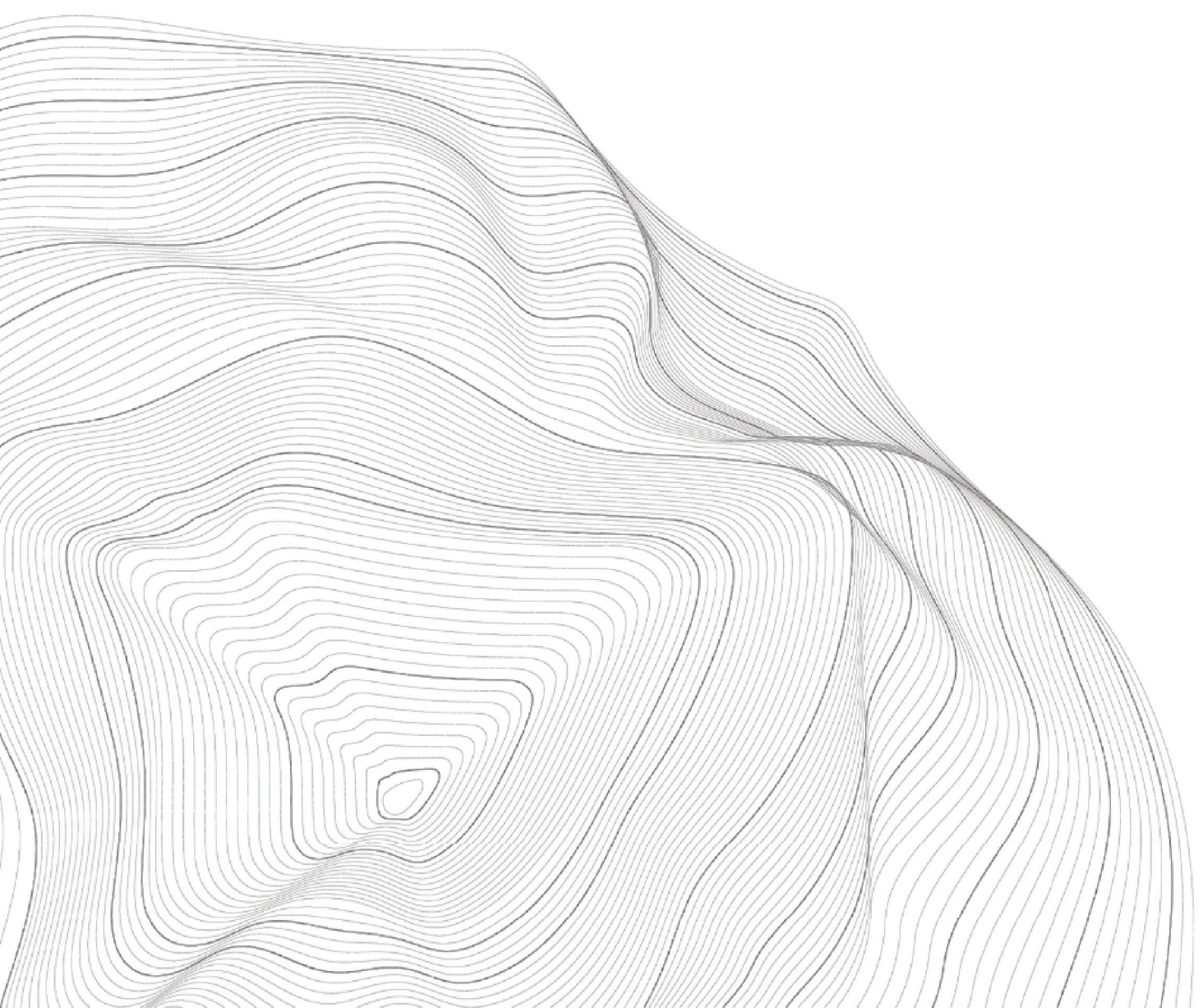


Anexo III: Estudio hidrológico



**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO CON RIESGOS DE AVENIDA
SEGÚN INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE INTERÉS. ALCANCE 1 DE LA
ZONA SUR, EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.**

CAUCES PÚBLICOS

FECHA: ABRIL 2025



FERRANDIZ48
Grupo de Ingeniería Ambiental
www.ferrandiz48gla.es
ferrandiz48gla@ferrandiz48gla.es

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	MOTIVO DEL CAMBIO	ELABORADO	REVISADO
V1	11/04/2025	INFORME INICIAL	FERRÁNDIZ (LGP)	

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	BIBLIOGRAFÍA	1
2.	MARCO LEGAL.....	2
3.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO	5
4.	DATOS PLUVIOMÉTRICOS.....	7
4.1.	METODOLOGÍA APLICADA PARA LOS DATOS PLUVIOMÉTRICOS DIARIOS EN LA GUÍA.	7
5.	TOPOGRÁFICO Y ORTOFOTOGRAFÍA.....	10
6.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LOS CAUCES PÚBLICOS	12
6.1.	CAUCES PÚBLICOS	12
6.2.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	13
6.2.1.	HIDROGRAMAS PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO EN RÉGIMEN NO PERMANENTE	14
6.3.	ESTUDIO HIDRÁULICO DE CAUCES PÚBLICOS	16
6.3.1.	MODELO HIDRÁULICO.....	16
6.3.2.	TOPOGRAFÍA	17
6.3.3.	EL MODELO IBER.....	18
6.3.4.	MODELIZACIÓN HIDRÁULICA CON IBER	18
6.3.5.	ASIGNACIÓN DE LAS RUGOSIDADES (NÚMERO DE MANNING)	20
6.3.6.	GENERACIÓN DE LA MALLA DE CÁLCULO.....	21
6.3.7.	DATOS DE CÁLCULO	23
6.3.8.	RESULTADOS EN PLANTA	24
6.4.	DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO, ZONA DE SERVIDUMBRE, ZONA DE POLICÍA. 27	
6.5.	ZONA INUNDABLE O ANEGABLE.	28
6.6.	AFECCIONES	29
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES RELATIVAS A CAUCES PÚBLICOS	29
8.	EQUIPO REDACTOR.....	31

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Ubicación de la PSFV sobre mapa topográfico nacional.	5
Ilustración 2.	Zonas de estudio de la PSFV sobre ortofoto.	6
Ilustración 3.	Precipitaciones máximas diarias relativas a los periodos de retorno de 25, 50, 100, 250 y 500 años.	9
Ilustración 4.	Topografía de proyecto.	10
Ilustración 5.	Ortofotografía.	11
Ilustración 6.	Cauces públicos en el ámbito de PSFV. Fuente: IDECanarias Planes Hidrológicos 2º Ciclo (vigentes).	12
Ilustración 7.	Topografía para el modelo hidráulico del Barranco de las Lajas.	17
Ilustración 8.	Geometría y fuentes de entrada de caudal.	19
Ilustración 9.	Mapa de rugosidades.	21
Ilustración 10.	Opciones generales de cálculo seleccionadas.	24
Ilustración 11.	Mapa de calados 100 años. Alcance 1.	25
Ilustración 12.	Mapa de calados 500 años. Alcance 1.	26
	26	
Ilustración 13.	Zonas de DPH, zona de servidumbre (punteado verde) y zona de policía (trazo negro continuo).	27
Ilustración 14.	Zona inundable 500 años.	28

ANEXOS

- HOJAS DE CÁLCULO DE CAUDAL

- ANEXO DE PLANOS:

1. PLANO RÁSTER DE LOCALIZACIÓN.
2. LOCALIZACIÓN SOBRE ORTOFOTO.
3. TOPOGRAFÍA.
4. CAUCES PÚBLICOS. ZONA DE INUNDACIÓN 100 AÑOS, ZONA DE SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA.
5. CAUCES PÚBLICOS. DELIMITACIÓN DE ZONA INUNDABLES 500 AÑOS.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

1.1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente estudio con el fin de caracterizar la hidrología del ámbito de actuación del Alcance 1, y de su línea de evacuación, de la Zona Sur del proyecto geotérmico profundo ubicado en la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

El objeto es la evaluación de las afecciones de los cauces públicos, junto sus zonas de protección establecidas en la legislación, y la evaluación de los riesgos derivados de la inundación en eventos extraordinarios.

El estudio se ha desarrollado en varias partes diferenciadas:

- a. Estudio y caracterización de la zona de estudio.
- b. Análisis pluviométrico.
- c. Estudio hidrológico e hidráulico de los cauces públicos.

1.2. BIBLIOGRAFÍA

La documentación y cartografía utilizada para el estudio es la siguiente:

- Norma 5.2–IC “drenaje superficial” de la Instrucción de Carreteras aprobada por Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero.
- Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m. Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Mapa de hidrografía en formato digital de las Comunidad Autónoma. Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo a partir del Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE) 2014. Escala 1:25.000.
- Mapa de Usos del Suelo CORINE Land Cover de 2018. Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Cartografía LIDAR del Instituto Geográfico Nacional. Densidad de 0,5 puntos/m y precisión altimétrica menor a 20 cm. Vuelo de 2014.
- Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000.

- Guía técnica de apoyo a la aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en las limitaciones a los usos del suelo en las zonas inundables de origen fluvial de 2017. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Herramienta de modelización hidráulica bidimensional Iber. Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Mapa de caudales máximos en régimen natural (CEDEX).
- Guía metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife.

2. MARCO LEGAL

El marco normativo que se ha seguido para la redacción del presente estudio es el siguiente:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Decreto 86/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico de Canarias.
- DECRETO 168/2018, de 26 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife.

En relación con la anterior normativa autonómica se definen los siguientes conceptos:

Dominio Público Hidráulico (DPH)

El artículo 7 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico de Canarias (RDPHC) enumera los bienes que constituyen el Dominio Público Hidráulico con las salvedades expresamente establecidas en la Ley de Aguas del Estado.

Así, los referidos cuerpos legales determinan que el **Dominio Público Hidráulico está constituido por los siguientes bienes:**

1. Las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables con independencia del tiempo de renovación.
2. Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.
3. Los lechos de los lagos y lagunas y de los embalses superficiales en cauce público.
4. Los acuíferos, a los efectos de los actos de disposición o de la afección de los recursos hidráulicos.
5. Las aguas procedentes de la desalación de agua del mar una vez que fuera de la planta de producción, se incorporen a cualquiera de los elementos señalados en los apartados anteriores.

Según Artículo 8 del RDPHC se definen los *cauces el álveo o corriente natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias.*

2. Se entenderá como máxima crecida ordinaria a aquella de tan probable o frecuente ocurrencia estimada como para que los terrenos por ella inundados resulten inaprovechables como consecuencia del riesgo que para personas y bienes representa su anegamiento y con arreglo a las señales de las aguas al-tas en las márgenes y su vegetación.

3. Los Consejos Insulares de Aguas podrán aprobar ordenanzas que establezcan los procedimientos técnicos de estimación general de los caudales de las máximas crecidas ordinarias y extraordinarias.

Asimismo, el Plan Hidrológico de Tenerife en su art. 13 sobre Normas generales en relación con los cauces y márgenes, se considerará la avenida ordinaria como el terreno cubierto por las aguas en las avenidas de 100 años.

Zona de servidumbre

El Reglamento de Dominio Público Hidráulico aprobado por Decreto 86/2002, de 2 de julio, en su Art. 12. establece la Zona de Servidumbre:

1. Los terrenos lindantes con los cauces públicos constituyen sus márgenes, las cuales estarán sujetas, con carácter general, y en toda su extensión longitudinal, a una zona de servidumbre para uso público de cinco metros de anchura.

Zona de Policía

El Reglamento de Dominio Público Hidráulico aprobado por Decreto 86/2002, de 2 de julio, en su Art. 13. establece la Zona de Policía:

*1. Las márgenes de los cauces públicos estarán sujetas a una zona de policía con una anchura máxima de **25 metros** contados a partir del extremo de la zona de dominio público, siempre que no se supere el borde de la zona anegable a que se refiere el artículo 16.1 de este Reglamento.*

2. En esta zona, con el fin de proteger y vigilar el dominio público hidráulico, será preceptiva la previa autorización del Consejo Insular de Aguas para la realización de las siguientes actividades o usos del suelo:

a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.

b) Los movimientos de tierras, las extracciones de áridos y la apertura de canteras.

c) Las construcciones de todo tipo, excepto en suelo urbano, tengan carácter definitivo o provisional.

d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda causar degradación o deterioro del dominio público hidráulico.

3. Esta autorización será independiente de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las Administraciones Públicas.

Zonas inundables o anegables.

El Reglamento de Dominio Público Hidráulico aprobado por Decreto 86/2002, de 2 de julio, en su Art. 16. establece las Zonas Anegables o Inundables:

1. Se podrán considerar como zonas anegables las cubiertas por las aguas de las avenidas con período estimado de recurrencia no superior a quinientos años.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO

La zona de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Santa Cruz de Tenerife. El área total de la zona de estudio hidráulico tiene un total de 20.81 Ha. El ámbito pertenece al “ALCANCE 1” de la “Zona Sur” del proyecto.

Las coordenadas centrales, en sistema referencial ETRS89 zona 28, son:

Zona	X	Y
“ALCANCE 1” de la “Zona Sur”	337.153	3.113.701

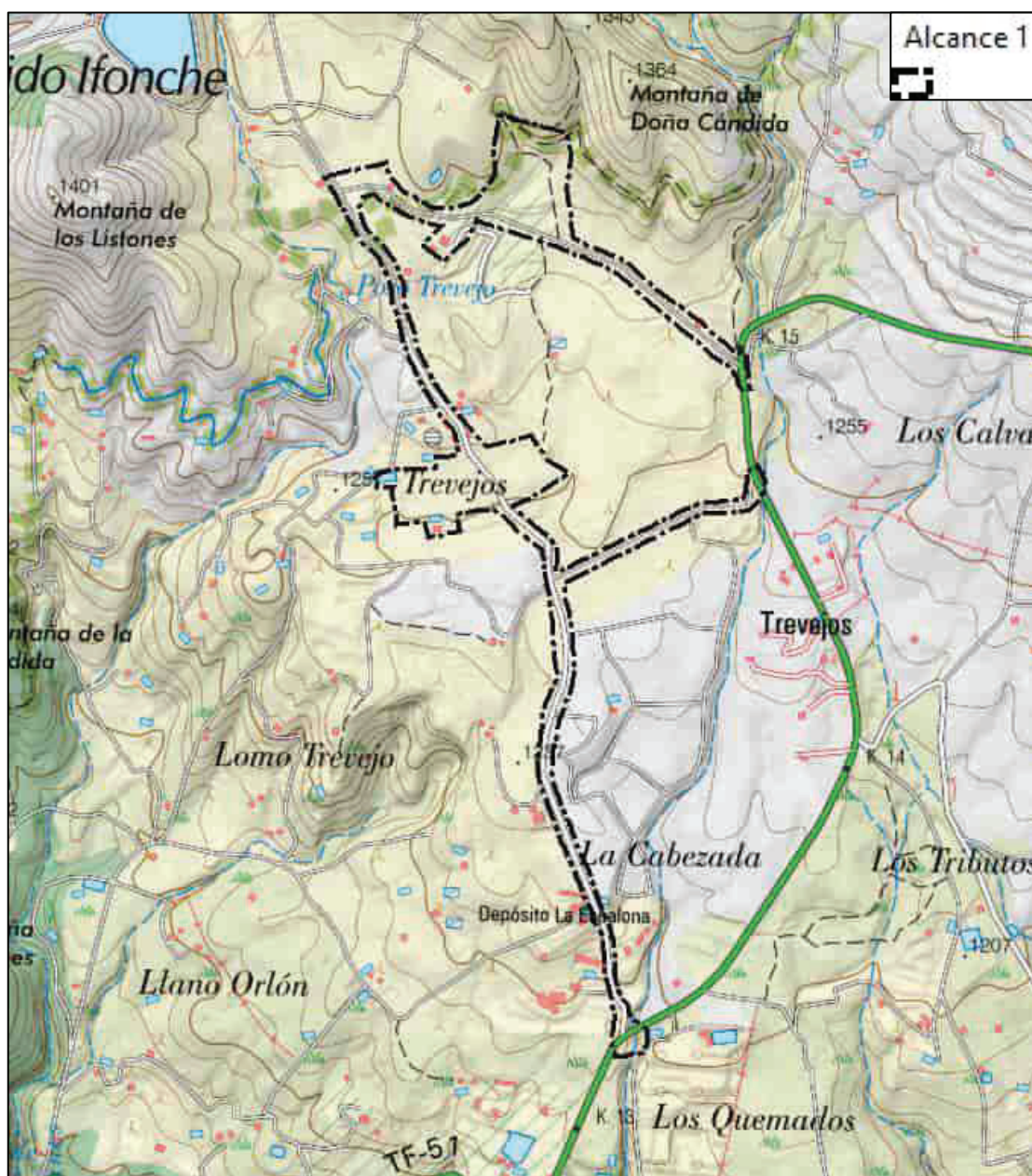


Ilustración 1. Ubicación de la PSFV sobre mapa topográfico nacional.



Ilustración 2. Zonas de estudio de la PSFV sobre ortofoto.

La gestión del dominio público hidráulico en el ámbito es competencia del Consejo Insular de Aguas de Tenerife.

4. DATOS PLUVIOMÉTRICOS

Estos datos se han obtenido de la GUIA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA EN LA ISLA DE TENERIFE.

En la Guía publicada por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife con el apoyo de la consultora INCLAM están publicadas las precipitaciones relativas a los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 233, 250, 500, 1000 y 5000 años.

La Guía se ha incorporado al Plan Hidrológico de la Isla de Tenerife, por ello se consideran oficiales los valores de precipitación extraídos de la misma.

4.1. METODOLOGÍA APLICADA PARA LOS DATOS PLUVIOMÉTRICOS DIARIOS EN LA GUÍA.

Se caracterizaron 382 estaciones pluviométricas. Las estaciones pertenecen a las redes de AEMET, ICIA y de AgroCabildo.

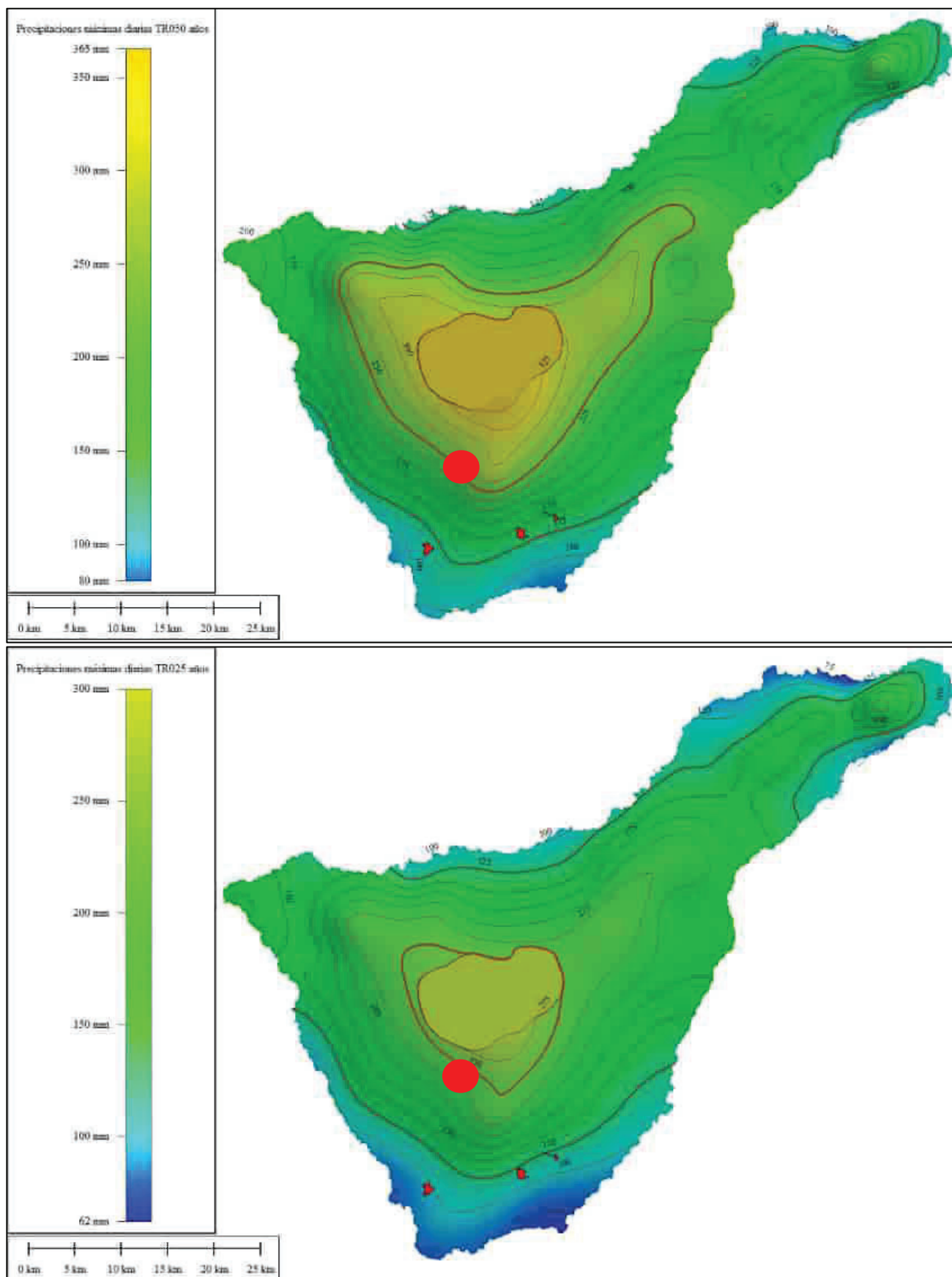
El análisis se ha realizado sobre las series anuales de precipitación máxima diaria, construidas con las máximas observaciones diarias de cada año hidrológico. Los pasos seguidos por fueron los siguientes:

1. Selección de estaciones pluviométricas con más de 20 años de datos.
2. Ajuste de las series anuales de precipitación a distribuciones extremas.
3. Elaboración de los mapas de isolíneas máximas diarias.
4. Conversión de isolíneas máximas diarias a coberturas raster.

Las isohietas utilizadas en la simulación se generaron a partir de los valores deducidos de la función de distribución de frecuencias log-Pearson tipo III.

Las precipitaciones máximas diarias (mm) para los periodos de 25, 50, 100, 250 y 500 años obtenidas de la Guía Metodológica, y extraídos de la zona límite del modelo de lluvias del total de la cuenca, son:

Periodo de retorno	Precipitación, mm
TR 25 AÑOS	246.79
TR 50 AÑOS	303.26
TR 100 AÑOS	365.01
TR 250 AÑOS	456.4
TR 500 AÑOS	528.55



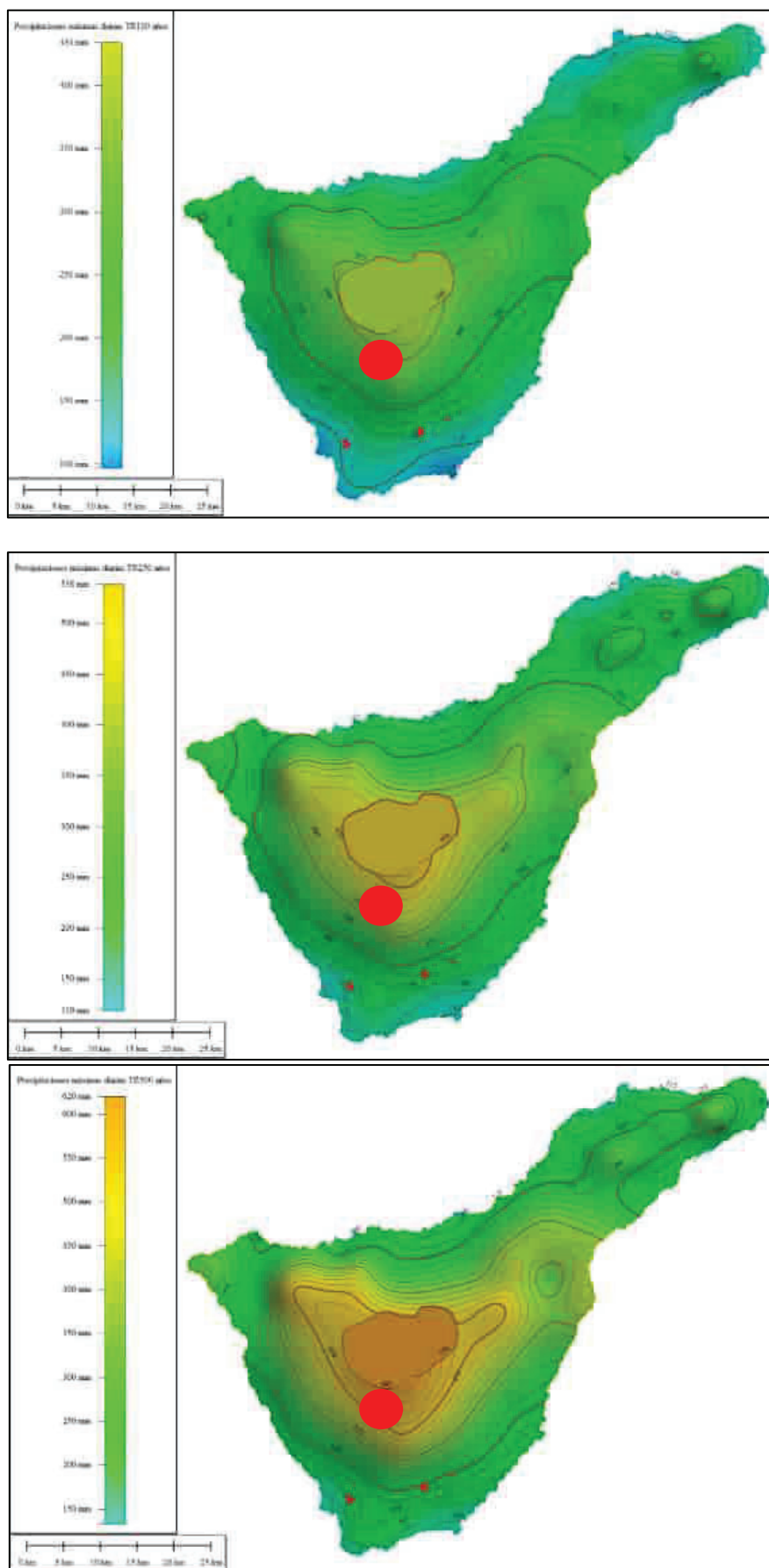


Ilustración 3. Precipitaciones máximas diarias relativas a los periodos de retorno de 25, 50, 100, 250 y 500 años.

5. TOPOGRÁFICO Y ORTOFOTOGRAFÍA

La topografía utilizada para la realización del modelo hidráulico es la topografía proporcionada por el petionario y realizada específicamente para el presente proyecto. Esta topografía fue realizada con fecha de diciembre de 2024 y se ha discretizado en un curvado cada 25 cm de diferencia de cota.

En las zonas fuera del proyecto, y necesarias para la simulación hidráulica, se ha seleccionado el vuelo LIDAR de 2ª cobertura obtenido del Instituto Geográfico Nacional. El año del vuelo es 2016.

La densidad de puntos obtenida por el sensor es de 1 punto cada 1.5 m². Una vez descargados los puntos se han seleccionado únicamente los referentes al terreno, eliminando la vegetación y edificaciones, para realizar una malla raster con pixel cada 1 m².

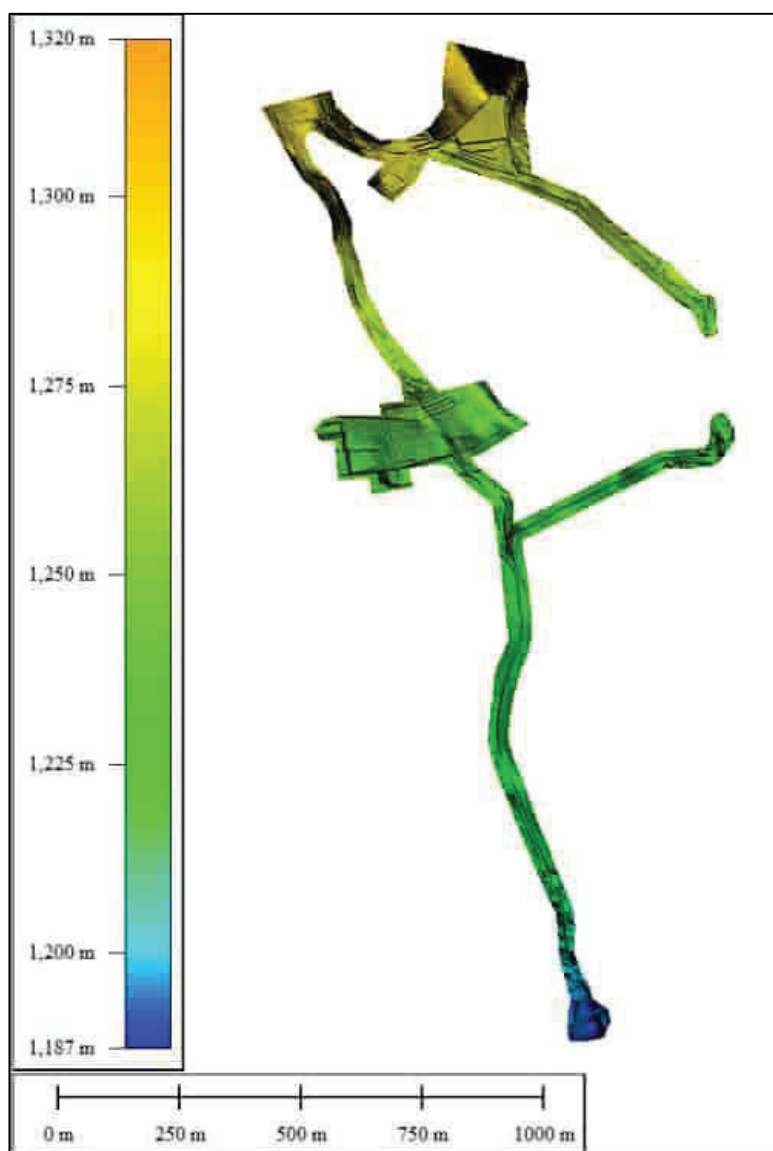


Ilustración 4. Topografía de proyecto.

La ortofotografía es específica para el proyecto, realizada junto con el vuelo relativo a la topografía. Le mallado de la ortofotografía es de 2.5 cm por pixel. En la planimetría se ha completado las zonas exteriores con la ortofoto “Máxima Actualidad” del Instituto Geográfico Nacional.



Ilustración 5. Ortofotografía

6. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LOS CAUCES PÚBLICOS

En este apartado se analizan los cauces públicos, definidos en el art. 2 del RDPH, y sus zonas de protección que pudieran afectar a la instalación.

6.1. CAUCES PÚBLICOS

Una vez revisada la documentación gráfica, mapa topográfico nacional y red hidrográfica del 2º Plan Hidrológico, y en la visita de campo se ha comprobado como la delimitación inicial del proyecto interseca con los siguientes cauces públicos:

- Barranco de las Lajas

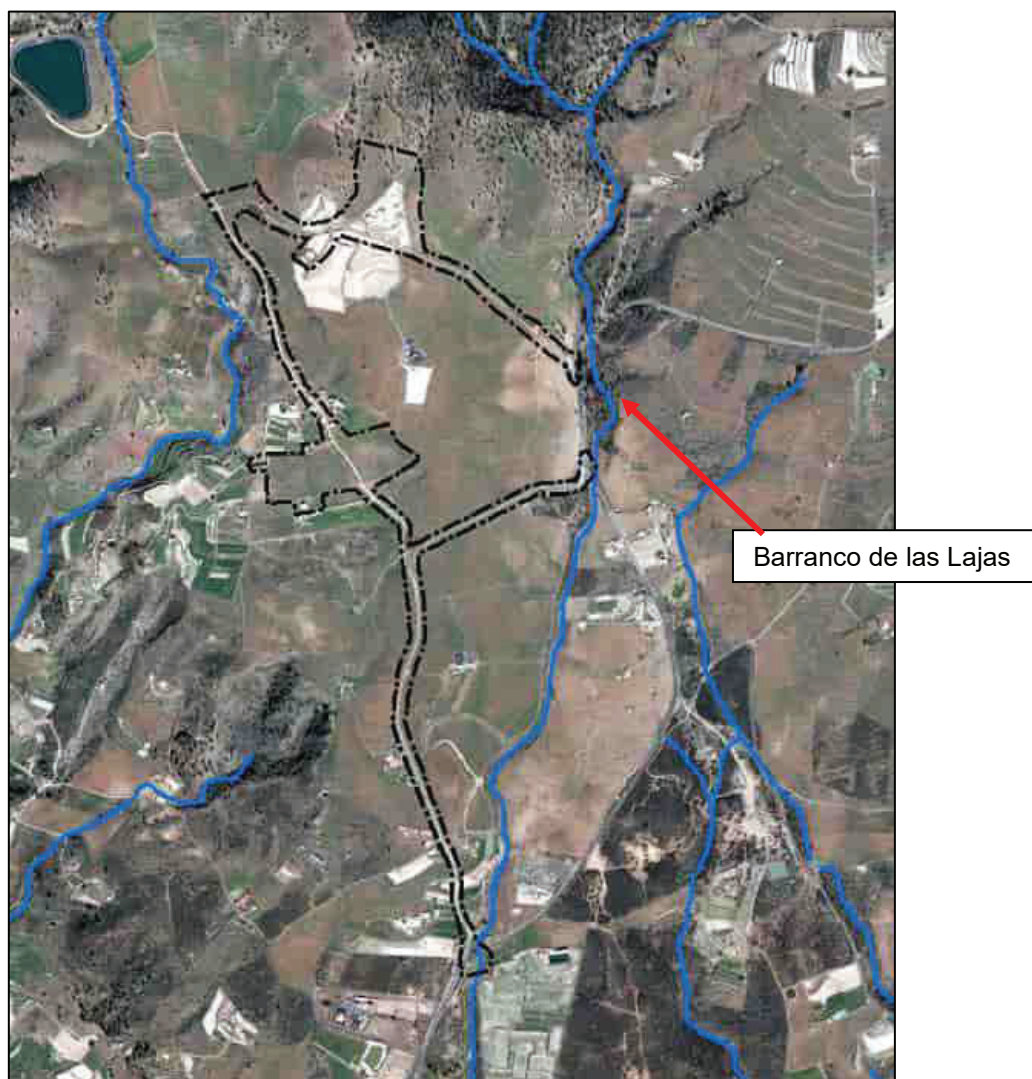


Ilustración 6. Cauces públicos en el ámbito de PSFV. Fuente: IDECanarias Planes Hidrológicos 2º Ciclo (vigentes)

Se ha comprobado en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables como ninguno de los cauces dispone de delimitación oficial ni está deslindado en el tramo de interés.

Por ello se realizará en el presente estudio una propuesta de delimitación del dominio público probable y sus zonas de protección para la correcta ubicación del proyecto.

6.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El objeto del presente apartado es la obtención de los caudales de cada uno de los cauces públicos, que posteriormente servirán para la modelización hidráulica.

En la isla de Tenerife está disponible la Guía Metodológica para el Cálculo de Caudales de Avenida en la Isla de Tenerife v.2018. La Guía se ha incorporado al Plan Hidrológico de la Isla de Tenerife, por ello se consideran oficiales los valores extraídos de la misma.



Los métodos de cálculo, en función de la superficie de la cuenca, son los siguientes:

- Cuenca inferior a 1 Km²: Método Racional.
- Cuenca entre 1 y 3 Km²: Media ponderada entre el Método Racional y el Hidrograma unitario.
- Cuenca superior a 3 Km²: Hidrograma unitario. En estas cuencas se proporcionan Hidrogramas.

Se han considerado necesarios para la posterior modelización hidráulica los caudales, para los periodos de retorno de 100 y 500 años, en los siguientes puntos relativos a cauces públicos. En el anexo de Caudales se muestran las salidas del software.

Cuenca	Área (Km ²)	Longitud (m)	Cota min (m)	Cota max (m)	TC, horas	Nº curva (AMCII)	TR años	Prec, mm	Caudal m ³ /seg
Barranco de las Lajas	4.61	7.844	1188	2180	2.13	66	100	330	66.4
							500	482	113.9

6.2.1. HIDROGRAMAS PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO EN RÉGIMEN NO PERMANENTE

Para cada uno de los caudales máximos, y con vistas de la simulación hidráulica, se han obtenido los hidrogramas para el cálculo en régimen no estacionario de los caudales obtenidos para los cauces públicos. Se ha aplicado el Método del Hidrograma Adimensional. Los parámetros de aplicación son los siguientes:

Tiempo de punta = 0.6 · Tiempo de concentración.

Tiempo de Base = 2.67 · Tiempo de punta.

Los Hidrogramas obtenidos de esta forma para los periodos de retorno de 100 y 500 años, son los siguientes:

Tabla 1. Hidrogramas de los cauces públicos

BARRANCO DE LAS LAJAS					
TIEMPO, seg	100 AÑOS	500 AÑOS	TIEMPO, seg	100 AÑOS	500 AÑOS
	CAUDAL, m3/seg	CAUDAL, m3/seg		CAUDAL, m3/seg	CAUDAL, m3/seg
0	0	0	18360	16.43	46.73
180	0	0	18540	15.8	44.94
360	0	0	18720	15.2	43.22
540	0	0	18900	14.61	41.56
720	0	0	19080	14.05	39.97
900	0	0.01	19260	13.52	38.44
1080	0	0.04	19440	13	36.97
1260	0	0.1	19620	12.5	35.55
1440	0	0.23	19800	12.02	34.19
1620	0.02	0.44	19980	11.56	32.88
1800	0.05	0.77	20160	11.12	31.62
1980	0.1	1.24	20340	10.69	30.41
2160	0.19	1.89	20520	10.28	29.24
2340	0.32	2.73	20700	9.89	28.12
2520	0.51	3.79	20880	9.51	27.04
2700	0.76	5.11	21060	9.14	26.01
2880	1.09	6.71	21240	8.79	25.01
3060	1.51	8.6	21420	8.46	24.05
3240	2.02	10.8	21600	8.13	23.13
3420	2.63	13.34	21780	7.82	22.25
3600	3.36	16.22	21960	7.52	21.39
3780	4.2	19.46	22140	7.23	20.57

BARRANCO DE LAS LAJAS					
TIEMPO, seg	100 AÑOS	500 AÑOS	TIEMPO, seg	100 AÑOS	500 AÑOS
	CAUDAL, m3/seg	CAUDAL, m3/seg		CAUDAL, m3/seg	CAUDAL, m3/seg
3960	5.16	23.05	22320	6.96	19.79
4140	6.25	27.01	22500	6.69	19.03
4320	7.46	31.34	22680	6.43	18.3
4500	8.81	36.02	22860	6.19	17.6
4680	10.28	41.07	23040	5.95	16.92
4860	11.89	46.46	23220	5.72	16.27
5040	13.61	52.19	23400	5.5	15.65
5220	15.46	58.22	23580	5.29	15.05
5400	17.43	64.54	23760	5.09	14.47
5580	19.5	71.1	23940	4.89	13.92
5760	21.67	77.89	24120	4.71	13.39
5940	23.93	84.85	24300	4.53	12.87
6120	26.26	91.96	24480	4.35	12.38
6300	28.65	99.15	24660	4.19	11.91
6480	31.08	106.39	24840	4.03	11.45
6660	33.54	113.64	25020	3.87	11.01
6840	36.02	120.84	25200	3.72	10.59
7020	38.49	127.95	25380	3.58	10.18
7200	40.94	134.92	25560	3.44	9.79
7380	43.35	141.72	25740	3.31	9.42
7560	45.72	148.3	25920	3.18	9.06
7740	48.02	154.63	26100	3.06	8.71
7920	50.25	160.67	26280	2.95	8.38
8100	52.38	166.38	26460	2.83	8.06
8280	54.41	171.72	26640	2.72	7.75
8460	56.32	176.64	26820	2.62	7.45
8640	58.1	181.11	27000	2.52	7.16
8820	59.74	185.1	27180	2.42	6.89
9000	61.22	188.56	27360	2.33	6.63
9180	62.53	191.49	27540	2.24	6.37
9360	63.67	193.86	27720	2.15	6.13
9540	64.61	195.66	27900	2.07	5.89
9720	65.37	196.9	28080	1.99	5.67
9900	65.93	197.57	28260	1.92	5.45
10080	66.29	197.68	28440	1.84	5.24
10260	66.45	197.26	28620	1.77	5.04
10440	66.42	196.32	28800	1.7	4.85
10620	66.2	194.88	28980	1.64	4.66
10800	65.81	192.98	29160	1.58	4.48
10980	65.24	190.64	29340	1.52	4.31
11160	64.52	187.9	29520	1.46	4.13
11340	63.64	184.8	29700	1.4	3.96
11520	62.63	181.36	29880	1.35	3.78
11700	61.5	177.64	30060	1.29	3.6
11880	60.25	173.66	30240	1.23	3.41
12060	58.92	169.46	30420	1.18	3.23
12240	57.5	165.08	30600	1.12	3.04
12420	56.01	160.56	30780	1.06	2.86
12600	54.47	155.94	30960	0.99	2.67
12780	52.9	151.24	31140	0.93	2.49

BARRANCO DE LAS LAJAS					
TIEMPO, seg	100 AÑOS	500 AÑOS	TIEMPO, seg	100 AÑOS	500 AÑOS
	CAUDAL, m3/seg	CAUDAL, m3/seg		CAUDAL, m3/seg	CAUDAL, m3/seg
12960	51.29	146.5	31320	0.87	2.31
13140	49.67	141.75	31500	0.81	2.13
13320	48.05	137.01	31680	0.75	1.96
13500	46.43	132.32	31860	0.69	1.79
13680	44.82	127.68	32040	0.63	1.63
13860	43.24	123.13	32220	0.57	1.47
14040	41.69	118.67	32400	0.52	1.33
14220	40.17	114.32	32580	0.46	1.18
14400	38.69	110.08	32760	0.41	1.05
14580	37.25	105.97	32940	0.36	0.93
14760	35.85	101.98	33120	0.32	0.81
14940	34.5	98.12	33300	0.28	0.7
15120	33.19	94.39	33480	0.24	0.6
15300	31.92	90.79	33660	0.2	0.51
15480	30.7	87.31	33840	0.17	0.43
15660	29.52	83.97	34020	0.14	0.36
15840	28.39	80.75	34200	0.12	0.29
16020	27.3	77.66	34380	0.09	0.24
16200	26.26	74.68	34560	0.08	0.19
16380	25.25	71.82	34740	0.06	0.15
16560	24.28	69.07	34920	0.05	0.12
16740	23.35	66.42	35100	0.04	0.09
16920	22.46	63.88	35280	0.03	0.07
17100	21.6	61.43	35460	0.02	0.05
17280	20.77	59.08	35640	0.02	0.04
17460	19.98	56.81	35820	0.01	0.03
17640	19.21	54.64	36000	0.01	0.02
17820	18.47	52.54	36180	0	0.01

6.3. ESTUDIO HIDRÁULICO DE CAUCES PÚBLICOS

Una vez determinados los caudales se procede a la realización de un modelo hidráulico que nos permita conocer la inundación que se produce para cada uno de los periodos de retorno.

De esta forma tendremos la información para poder proponer una delimitación inicial del dominio público, las zonas de protección, y la zona inundable para el periodo de retorno de 500 años.

6.3.1. MODELO HIDRÁULICO

Se ha seleccionado un modelo bidimensional para la realización del estudio. El software de simulación hidráulica seleccionado es el IBER en su versión 3.1.

6.3.2. TOPOGRAFÍA

La topografía utilizada para la realización del modelo hidráulico es la topografía proporcionada por el petionario y realizada específicamente para el presente proyecto. Esta topografía fue realizada con fecha de diciembre de 2024 y se ha discretizado en un curvado cada 25 cm de diferencia de cota.

En las zonas fuera del proyecto, y necesarias para la simulación hidráulica, se ha seleccionado el vuelo LIDAR de 2ª cobertura obtenido del Instituto Geográfico Nacional. El año del vuelo es 2016.

La densidad de puntos obtenida por el sensor es de 1 punto cada 1.5 m². Una vez descargados los puntos se han seleccionado únicamente los referentes al terreno, eliminando la vegetación y edificaciones, para realizar una malla raster con pixel cada 1 m².



Ilustración 7. Topografía para el modelo hidráulico del Barranco de las Lajas.

6.3.3. EL MODELO IBER

El modelo IBER permite realizar la modelización bidimensional del flujo en lámina libre en aguas poco profundas. IBER consta de un módulo hidrodinámico que permite la simulación bidimensional de cauces (y en consecuencia posibilita la definición de zonas inundables, la delimitación de vías de intenso desagüe o en general la zonificación del Dominio Público Hidráulico), un módulo de turbulencia y un módulo de transporte sólido por arrastre de fondo y en suspensión para la cuantificación de procesos de erosión y sedimentación.

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad, también conocidas como 2D Shallow Water Equations (2D-SWE) o ecuaciones de Saint Venant bidimensionales.

En la actualidad, los modelos numéricos basados en las ecuaciones de aguas someras bidimensionales son los más utilizados en estudios de dinámica fluvial y litoral, evaluación de zonas inundables, y cálculo de transporte de sedimentos y contaminantes.

Se han modelizado los siguientes escenarios:

- a. Caudal periodo de retorno 100 años.
- b. Caudal periodo de retorno 500 años.

6.3.4. MODELIZACIÓN HIDRÁULICA CON IBER

Los pasos necesarios para la realización del cálculo son los siguientes:

1. Creación o importación de la geometría.
2. Asignación de las condiciones de contorno e iniciales.
3. Asignar los parámetros de entrada.
4. Opciones generales de cálculo.
5. Construcción de la malla de cálculo.
6. Introducción de las obras de paso.
7. Calcular.

Los pasos enumerados quedan recogidos dentro del denominado pre-proceso.

6.3.4.1. GENERACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Lo primero que se ha realizado es la definición de un ámbito de estudio. Esto se realiza atendiendo a la morfología del terreno, para que el flujo no alcance nunca el límite de la geometría (antes de llegar al límite de la simulación), y dando unas distancias a la entrada y salida lo suficientemente grandes para que, al alcanzar la inundación la zona de interés, las condiciones de borde no tengan una influencia relevante sobre la misma.

El tamaño dado a los lados de los elementos triangulares que componen la malla de cálculo es de 1 metro para todo el modelo.



Ilustración 8. Geometría y fuentes de entrada de caudal.

6.3.4.2. ASIGNACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO, CONDICIONES INICIALES Y OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Condiciones de contorno de salida: Se ha asignado salida al contorno de menor cota ubicado al sur en cada zona de estudio. El régimen considerado es Crítico / Subcrítico.

Entradas de caudal: Se han asignado mediante fuentes en los puntos altos de cada uno de los tramos modelados. Los caudales introducidos son los mostrados en el apartado 6.2.

Condiciones iniciales: Se deben asignar a todo el dominio. En nuestro caso se ha asignado un calado de cero a toda la geometría, que se corresponde con el estado seco inicial.

Obras de drenaje transversal: Las obras de drenaje que se han inventariado se ha optado por deprimirlas, de esta forma estamos más cerca de la obtención del dominio público hidráulico con la topografía natural.

6.3.5. ASIGNACIÓN DE LAS RUGOSIDADES (NÚMERO DE MANNING)

Los usos del suelo se han realizado sobre la ortofoto PNOA “Máxima actualidad”.

Los valores de rugosidad Manning han sido extraídos del Anexo V “Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo SIOSE y CLC2000” del documento denominado “**Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables**” editado por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Se han definido los siguientes usos para la zona de estudio:

Uso		Número de Manning
	Cítricos	0.06
	Matorral	0.055
	Roquedo	0.03
	Pastizal	0.035
	Combinación de cultivos	0.04
	Invernadero	0.015
	Combinación de cultivos y vegetación	0.05

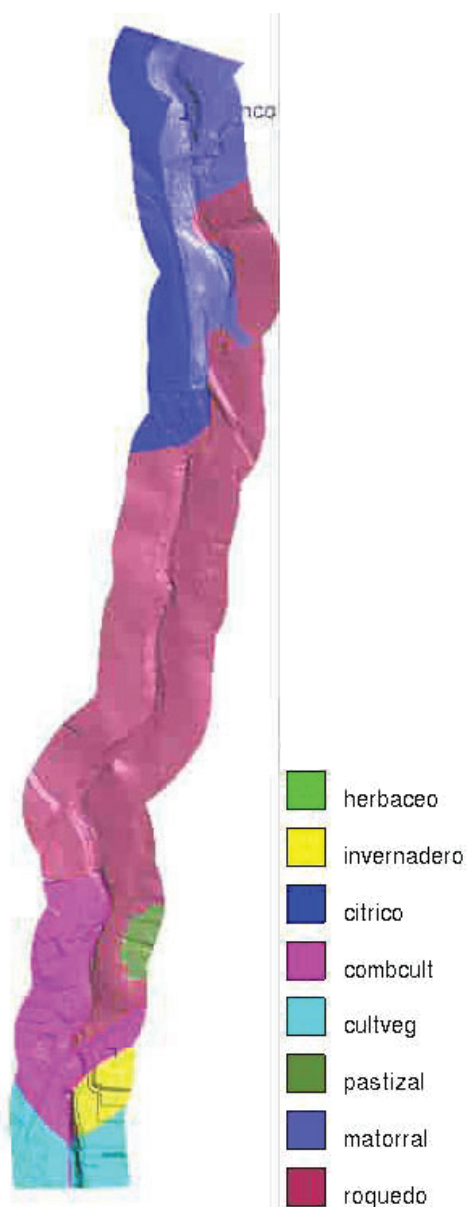


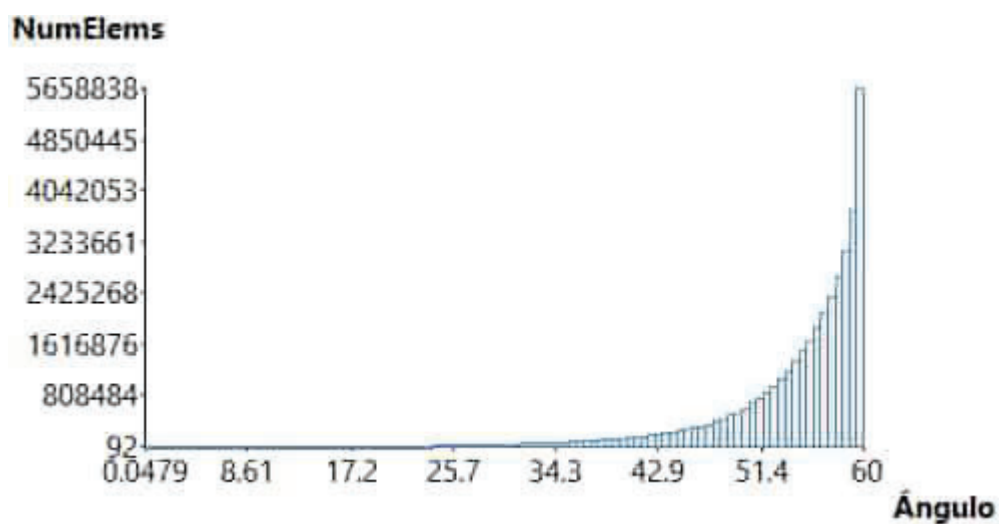
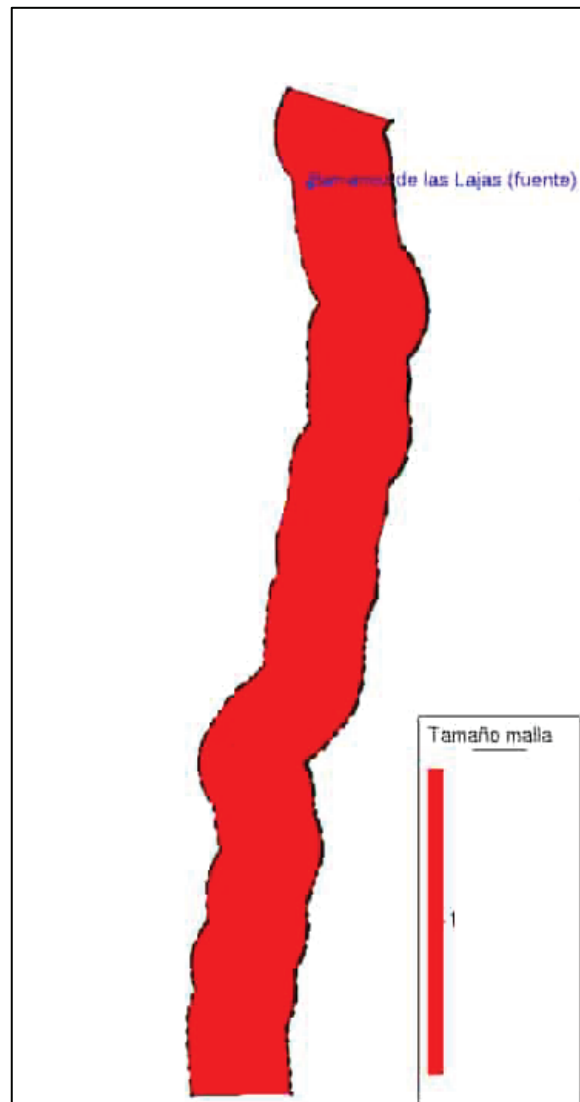
Ilustración 9. Mapa de rugosidades.

6.3.6. GENERACIÓN DE LA MALLA DE CÁLCULO

Los módulos de IBER trabajan sobre una malla de volúmenes finitos formada por elementos triangulares y/o cuadriláteros. La malla de cálculo es un elemento fundamental para conseguir buenos resultados. IBER dispone de multitud de maneras de obtener una buena malla de cálculo, y en función de las características del problema un tipo de malla será mejor que otro.

IBER puede trabajar tanto con elementos triangulares como con cuadriláteros, o con mallas mixtas de triángulos y cuadriláteros. Las mallas de cálculo pueden ser a su vez regulares o irregulares, así como estructuradas o no estructuradas.

En nuestro caso se ha creado una malla no estructurada con valores de malla de 1 metro todo el modelo. El número de elementos es de 5.658.838.



6.3.7. DATOS DE CÁLCULO

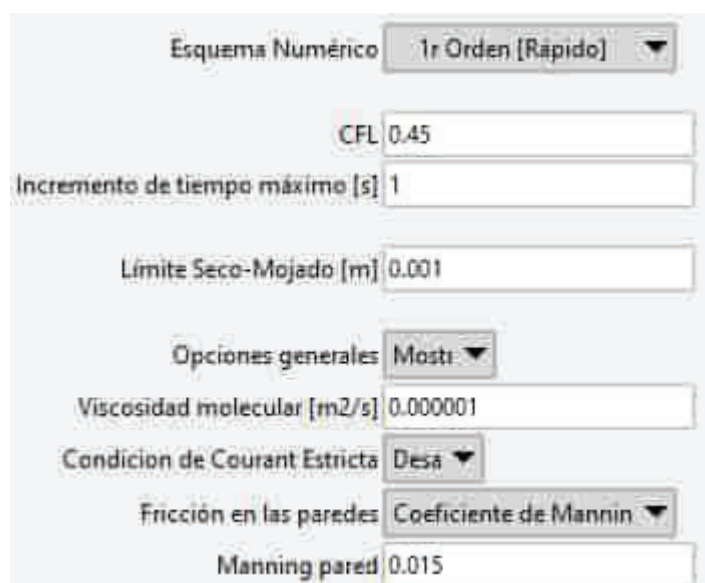
Los parámetros que controlamos son los siguientes:

- Parámetros de tiempo:
 - Incremento de tiempo máximo: Incremento de cálculo para satisfacer la condición de Courant.
 - Instante inicial: Valor del instante de tiempo de inicio del cálculo.
 - Tiempo máximo de simulación: Valor del instante de tiempo final del cálculo.
 - Intervalo de resultados: Fija el incremento de tiempo entre instantes de escritura de resultados.
- General:
 - Número de procesadores.
 - Esquema numérico: Se puede elegir entre esquemas numéricos de orden 1 ó 2 para realizar la discretización espacial.
 - CFL: Implica que el valor máximo del paso de tiempo utilizado para la integración temporal de las ecuaciones está limitado por la siguiente relación:

$$\Delta t_{CFL} = CFL \frac{\Delta x}{U + \sqrt{g \cdot h}} \text{ con } CFL \leq 1$$

Siendo Δx el tamaño de la malla de cálculo, U la velocidad del agua, g la aceleración de la gravedad, h el calado y CFL un parámetro que debe ser inferior o igual a 1.

- Límite Seco – mojado: fija el umbral del calado a partir del cual se considera que un elemento está seco.
- Método de secado: hace referencia al algoritmo utilizado cuando un elemento para de tener un valor de calado superior al límite seco-mojado a un valor inferior.
- Condición de Courant estricta: Regula la forma de definir el tamaño de un elemento incremental de x utilizando la ecuación CFL. Se recomienda utilizar en el caso de mallas con elementos muy irregulares, por ejemplo, cuando utilizamos una TIN.
- Fricción de las paredes: Controlamos cómo se considera la fricción que los contornos cerrados del modelo (paredes) ejercen sobre el agua. Dicha fricción será mayor cuanto más rugoso sea el contorno y cuanto mayor sea la velocidad del agua en las proximidades del contorno.



Esquema Numérico: 1r Orden [Rápido] ▼

CFL: 0.45

Incremento de tiempo máximo [s]: 1

Límite Seco-Mojado [m]: 0.001

Opciones generales: Mosti ▼

Viscosidad molecular [m²/s]: 0.000001

Condición de Courant Estricta: Desi ▼

Fricción en las paredes: Coeficiente de Mannin ▼

Manning pared: 0.015

Ilustración 10. Opciones generales de cálculo seleccionadas.

- Turbulencia: No se ha considerado turbulencia en el modelo.
- Vía de intenso desagüe: No se ha considerado.

6.3.8. RESULTADOS EN PLANTA

Una vez finalizados los cálculos se accede al postproceso para visualizar los resultados. Los resultados, para cada uno de los periodos de retorno, que hemos considerado mostrar por considerarlos más relevantes para la finalidad del estudio son:

- Calado.
- Velocidad.

PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS, ALCANCE 1

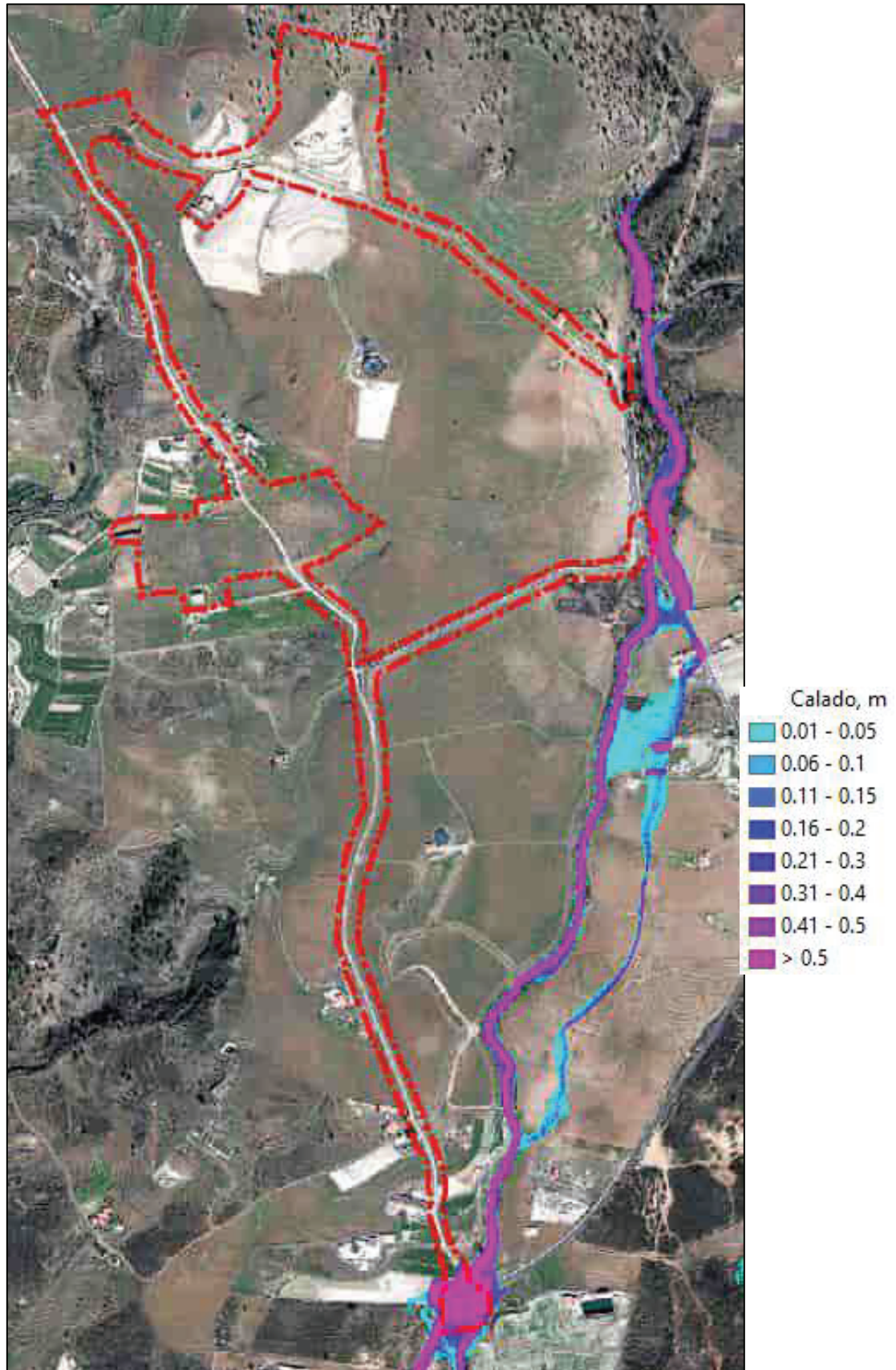


Ilustración 11. Mapa de calados 100 años. Alcance 1.

PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS, ALCANCE 1

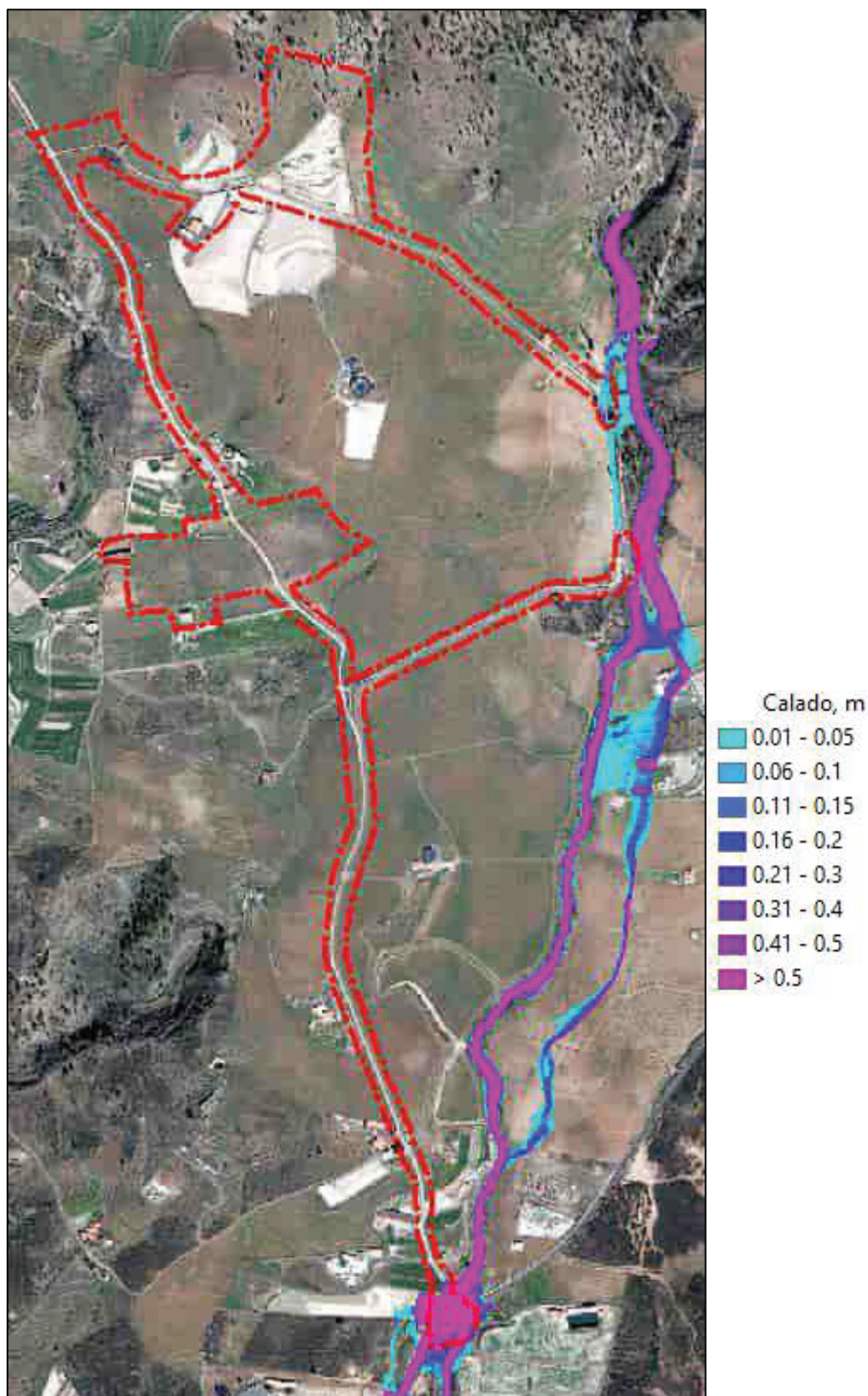


Ilustración 12. Mapa de calados 500 años. Alcance 1.

6.4. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO, ZONA DE SERVIDUMBRE, ZONA DE POLICÍA.

La delimitación del dominio público hidráulico es competencia de las Administraciones públicas. En el presente estudio se realiza una delimitación de ésta en base a la avenida de periodo de retorno de 100 años.

Con este dominio público hidráulico basado en la inundabilidad, a la cual se le han eliminado los desbordes e inundaciones provocadas por las modificaciones antropogénicas, se realiza la delimitación propuesta de la zona de servidumbre (DPH + 5m) y zona de policía (DPH + 25 m).

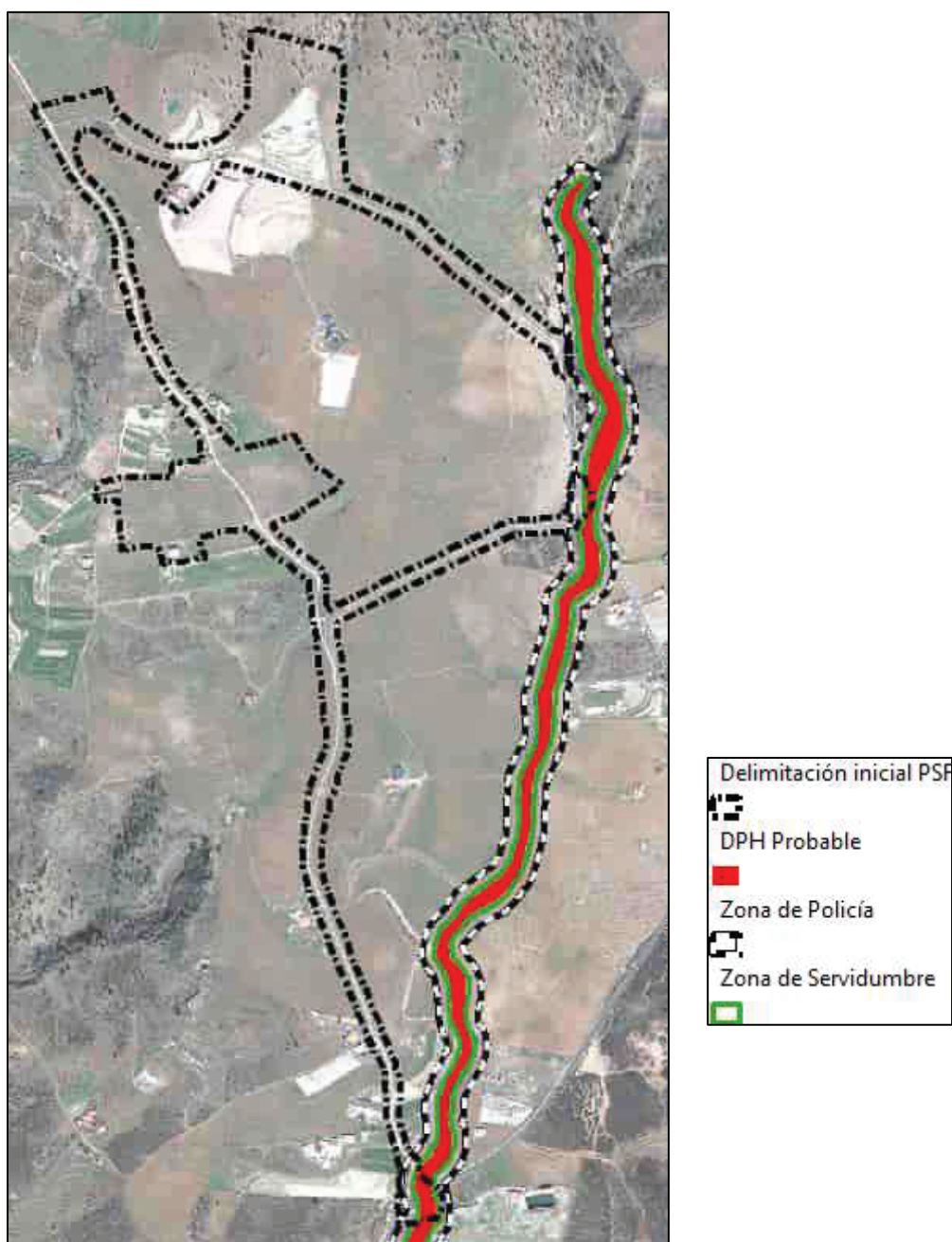


Ilustración 13. Zonas de DPH, zona de servidumbre (punteado verde) y zona de policía (trazo negro continuo).

6.5. ZONA INUNDABLE O ANEGABLE.

La zona de avenidas extraordinarias de periodo de retorno 500 años se muestran en la siguiente imagen:



Ilustración 14. Zona inundable 500 años.

6.6. AFECCIONES

Las superficies del ámbito inicial de estudio afectadas por las diferentes zonas calculadas en apartados anteriores son las siguientes:

	SUPERFICIE AFECTADA, m ²
Dominio público hidráulico MCO probable	2.227,21
Zona de Servidumbre	3.329,12
Zona de policía	8.140,73
Zona inundable	6.898,67

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES RELATIVAS A CAUCES PÚBLICOS

Aplicando las limitaciones aplicables por la legislación la implantación que se proponga deberá respetar las siguientes delimitaciones:

- La zona de Dominio Público Hidráulico y la Zona de Servidumbre deberá quedar fuera de la instalación.
- Las instalaciones de elementos no sensibles frente a las avenidas, fuera de las zonas anteriores, y dentro de la zona inundable de periodo de retorno 500 años no podrán suponer un obstáculo significativo al flujo.
- La zona “Alcance 1” se ubica en zona de policía de cauces públicos, conforme el Reglamento de Dominio Público Hidráulico aprobado por Decreto 86/2002, de 2 de julio, en su Art. 13., para la realización del proyecto se deberá tramitar la Autorización previa del Consejo Insular.

CRUCES SERVICIOS POR DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO:

De acuerdo con lo establecido en el **Plan Hidrológico de Tenerife (Normativa del CIATF) art. 122**, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Se prohíbe la implantación de instalaciones y redes de servicios en los cauces; salvo en aquellos supuestos en que por carecer de alternativas resulte inevitable, priorizando la solución de menor afección posible y siendo autorizadas con carácter previo y excepcional por el CIATF con las medidas correctoras necesarias para minimizar el riesgo de avenida.

2. Cuando se autorice la instalación de una red de servicios en un cauce que se encuentre encauzado, ésta se dispondrá preferentemente en la parte superior de la obra de fábrica.
3. Si en el cauce a atravesar existieran galerías de servicios, se tenderá a realizar el paso de conducciones instalándolas en las mismas, lo cual precisará de autorización administrativa del CIATF.
4. Se recomienda que las instalaciones agrupadas en galerías o corredores de servicios - sean eléctricas, de telecomunicación, hidráulicas o de cualquier otra naturaleza - a las que se asigne una banda de terreno para el transporte aéreo o subterráneo de manera conjunta, se localicen en zonas externas a las de servidumbre de los cauces.
5. No obstante, podrán localizarse en las zonas anexas a los cauces que se encuentren sujetas legalmente a algún tipo de limitación en su uso, siempre y cuando no resulten contrarias a los usos previstos para las mismas en la legislación hidráulica.
6. Las instalaciones y obras que se califiquen como fuera de ordenación hidráulica no consolidarán su situación, a pesar de que se autorice alguna de las obras previstas en el apartado anterior.

BADENES PARA EL CRUCE DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

De acuerdo con lo establecido en el **Plan Hidrológico de Tenerife (Normativa del CIATF) art. 124**, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. La coexistencia de la función hidráulica del cauce con el uso transversal de aquél por el paso de vehículos generando un badén se considera un caso excepcional y sólo será admisible cuando la intensidad media diaria (IMD) de tráfico de la vía sea muy baja, en aras de garantizar el mínimo impacto ambiental de la actuación y la preservación del entorno.
2. Se evitará el uso de badenes en condiciones meteorológicas adversas en cualquier parte de la cuenca.
3. Se recomienda la instalación de señal vertical de advertencia de peligro de badén inundable, siendo en todo caso necesarias en puntos de riego hidráulico.

8. EQUIPO REDACTOR

El equipo redactor del presente ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO CON RIESGOS DE AVENIDA SEGÚN INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE INTERÉS. ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR, EN LA PROVINCIA DE TENERIFE está formado por los siguientes profesionales:

José Enrique Navarro García

- Licenciado en Ciencias Ambientales
- Especialista en Sistemas de Información Geográfica
- Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, especialidad en Seguridad e Higiene Industrial, Ergonomía y Psicosociología.
- Máster en sistemas de gestión de la calidad y medio ambiente. Nuevas tecnologías.

Luis García Ruz

- Licenciado en Geología
- Ingeniero Técnico de Minas
- Diplomado en Ingeniería Ambiental

Luis García Piñol

- Ingeniero Técnico Industrial
- Máster en Energías Renovables

José Antonio Ortiz Godoy

- Graduado en Ciencias Ambientales
- Máster en Usos y Gestión del Agua

En abril 2025

ANEXOS

- HOJAS DE CÁLCULO DE CAUDAL

- ANEXO DE PLANOS:

1. PLANO RÁSTER DE LOCALIZACIÓN.
2. LOCALIZACIÓN SOBRE ORTOFOTO.
3. TOPOGRAFÍA.
4. CAUCES PÚBLICOS. ZONA DE INUNDACIÓN 100 AÑOS, ZONA DE SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA.
5. CAUCES PÚBLICOS. DELIMITACIÓN DE ZONA INUNDABLES 500 AÑOS.

HOJAS DE CÁLCULO DE CAUDAL

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA EN LA ISLA DE TENERIFE



IDENTIFICACIÓN DEL CAUCE:

Código: 4005

Red hidrográfica: Bco. de las Galletas

Topónimo:

Alónimo:

PUNTO DE CÁLCULO:

Coordenadas UTM

X: 337368
Y: 3112496

DATOS DEL CAUCE:

Longitud (m): 7844
Cota mín (m): 1188
Cota max (m): 2180

DATOS DE LA CUENCA:

Superficie (km²): 4.61
Tc (h): 2.13
Nº curva (AMCII): 66

PRECIPITACIÓN DIARIA (Pd):

T (años)	2.33	5	10	25	50	100	250	500	1000	5000
Pd (mm)	70	115	158	221	273	330	415	482	552	738

CAUDAL PUNTA (Qp):

T (años)	2.33	5	10	25	50	100	250	500	1000	5000
Qp (m³/s)	2.27	9.51	18.7	34.8	49.4	66.4	92.6	113.9	136.7	197.7

Versión 2018

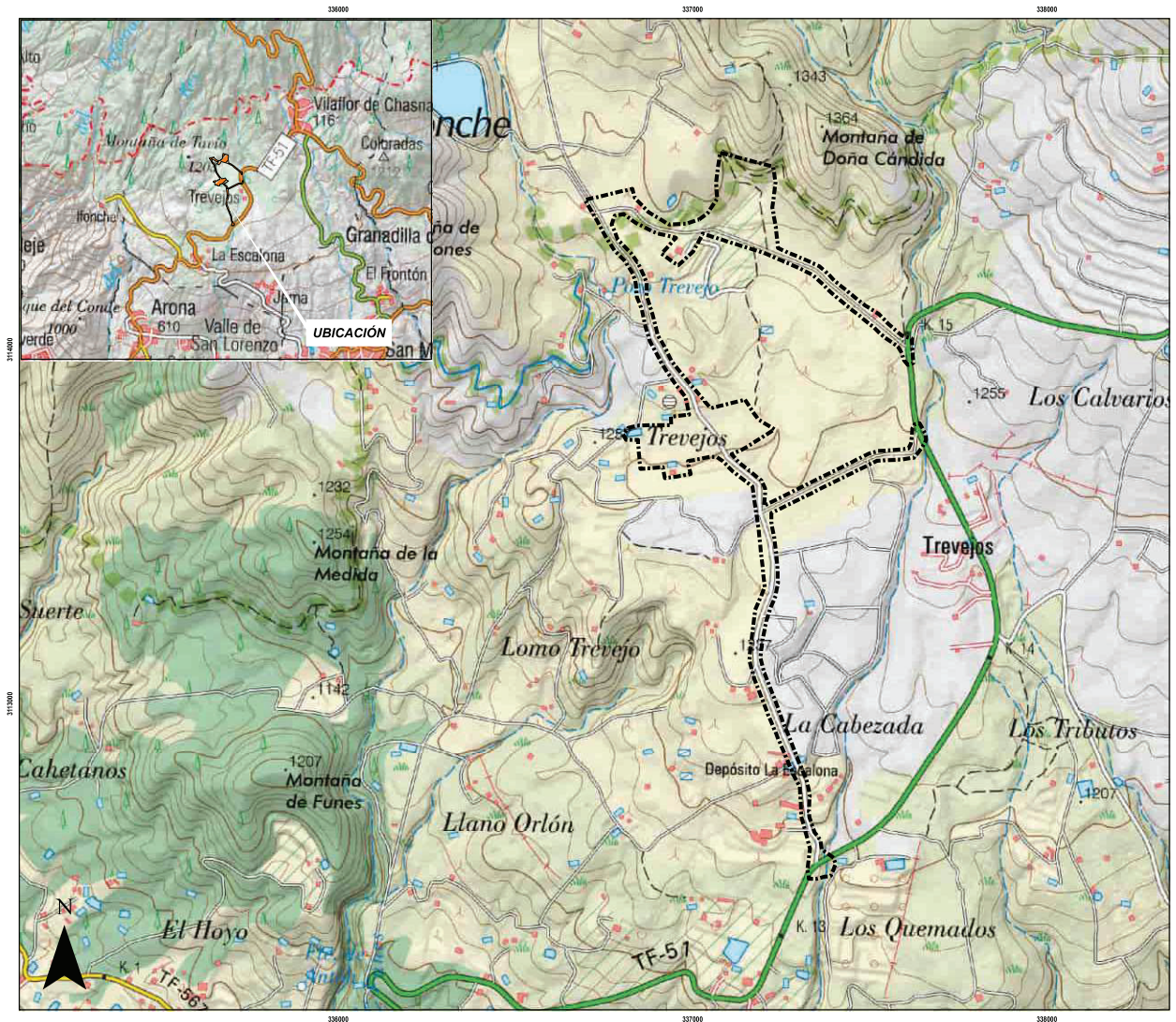
Fecha 3/27/2025



Consejo insular de Aguas de Tenerife



ANEXO DE PLANOS



ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
CON RIESGOS DE AVENIDA SEGÚN
INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE
INTERÉS. ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR,
EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.

LOCALIZACIÓN SOBRE
TOPOGRÁFICO NACIONAL

LEYENDA

▬ Limite de la zona de estudio

Nº DE PLANO 1	ESCALA 1 : 10.000
Nº DE EXP.: 40 / 25	FORMATO: A-3
FECHA ABRIL 2025	

FERRANDIZ48



ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
CON RIESGOS DE AVENIDA SEGÚN
INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE
INTERÉS. ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR,
EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.

LOCALIZACIÓN SOBRE
ORTOFOTO

LEYENDA

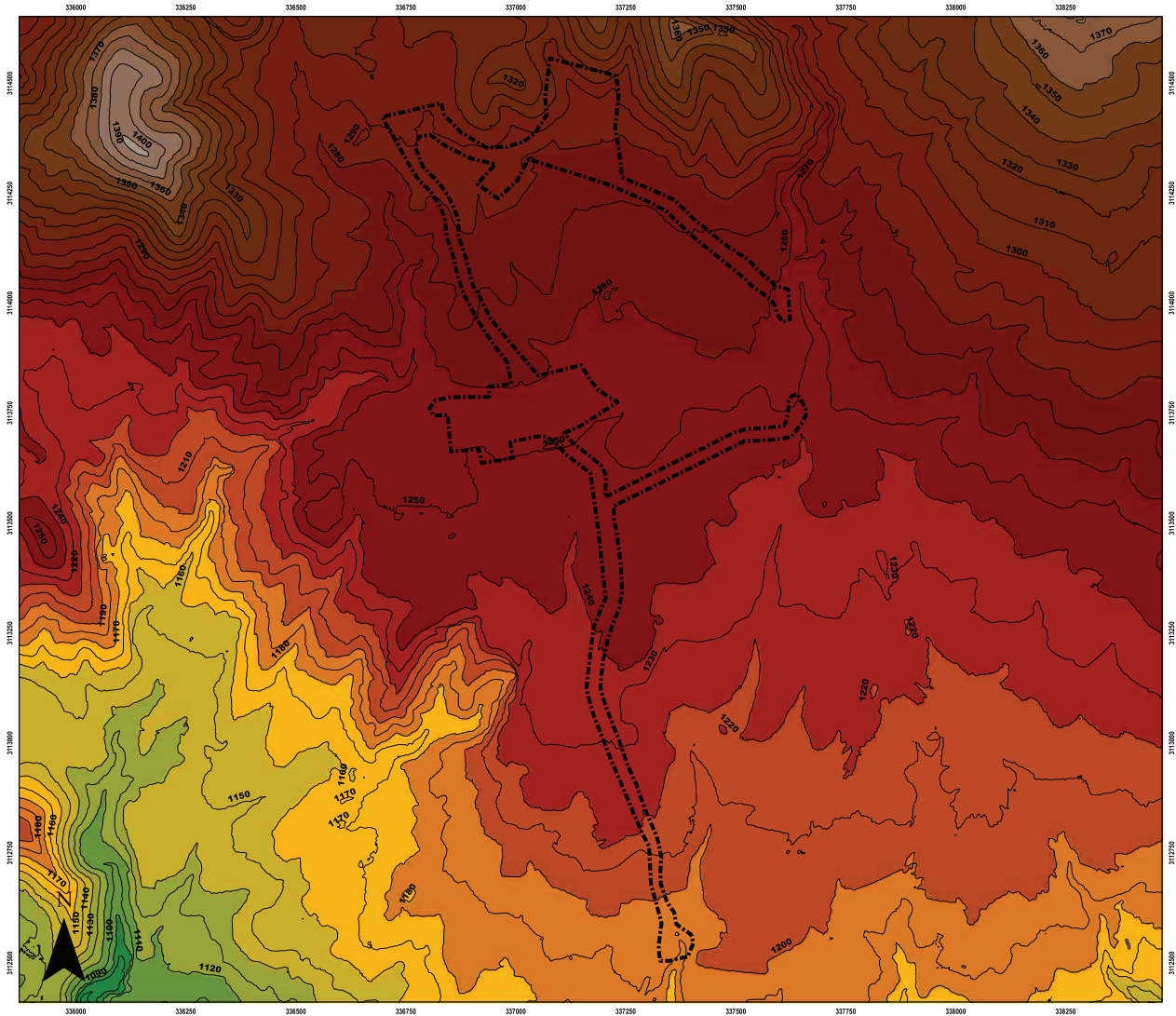
 Límite de la zona de estudio

Nº DE PLANO 2	ESCALA 1 : 7.500
-------------------------	---------------------

Nº DE EXP.: 40 / 25	FORMATO: A-3
-------------------------------	-----------------

FECHA ABRIL 2025





ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
CON RIESGOS DE AVENIDA SEGÚN
INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE
INTERÉS. ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR,
EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.

TOPOGRAFIA

LEYENDA

— Curva de nivel (1m)
--- Límite de la zona de estudio
--- Límite de la zona de estudio

Modelo digital elevaciones

msnm

908 - 920
921 - 940
941 - 960
961 - 980
981 - 1.000
1.001 - 1.020
1.021 - 1.040
1.041 - 1.060
1.061 - 1.080
1.081 - 1.100
1.101 - 1.120
1.121 - 1.140
1.141 - 1.160
1.161 - 1.180
1.181 - 1.200
1.201 - 1.220
1.221 - 1.240
1.241 - 1.260
1.261 - 1.280
1.281 - 1.300
1.301 - 1.320
1.321 - 1.340
1.341 - 1.360
1.361 - 1.380
1.381 - 1.400
1.401 - 1.420
1.421 - 1.440
1.441 - 1.460
1.461 - 1.480
1.481 - 1.500
1.501 - 1.520

Nº DE PLANO
3

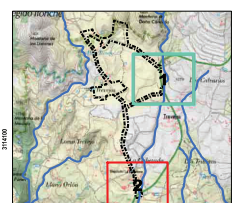
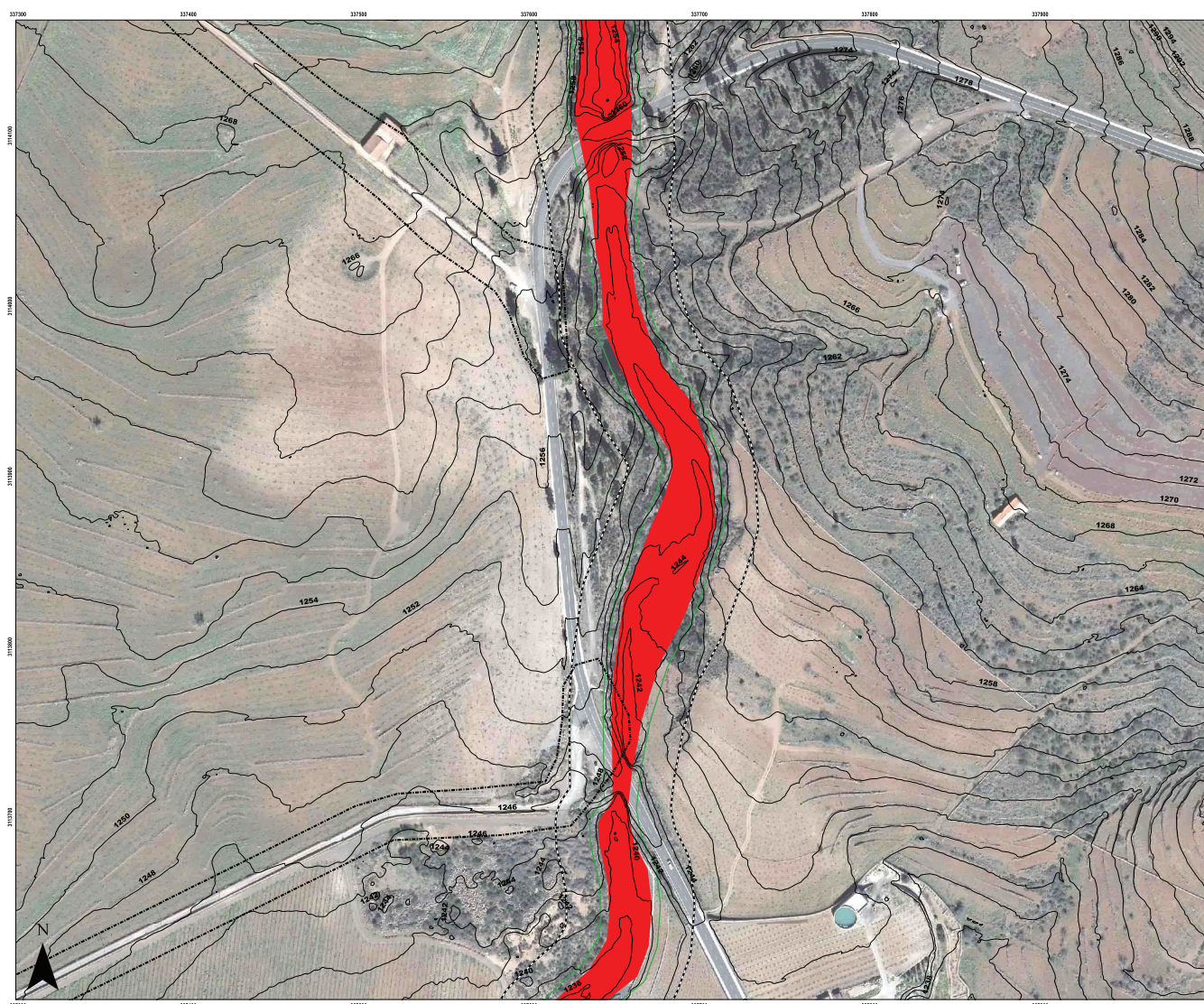
ESCALA
1 : 6.000

Nº DE EXP.:
40 / 25

FORMATO:
A-3

FECHA
ABRIL 2025





LEYENDA

Curva de nivel (2m)

Límite de la zona de estudio

Zona de Policía

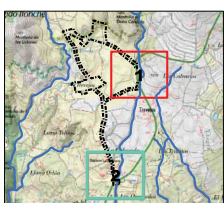
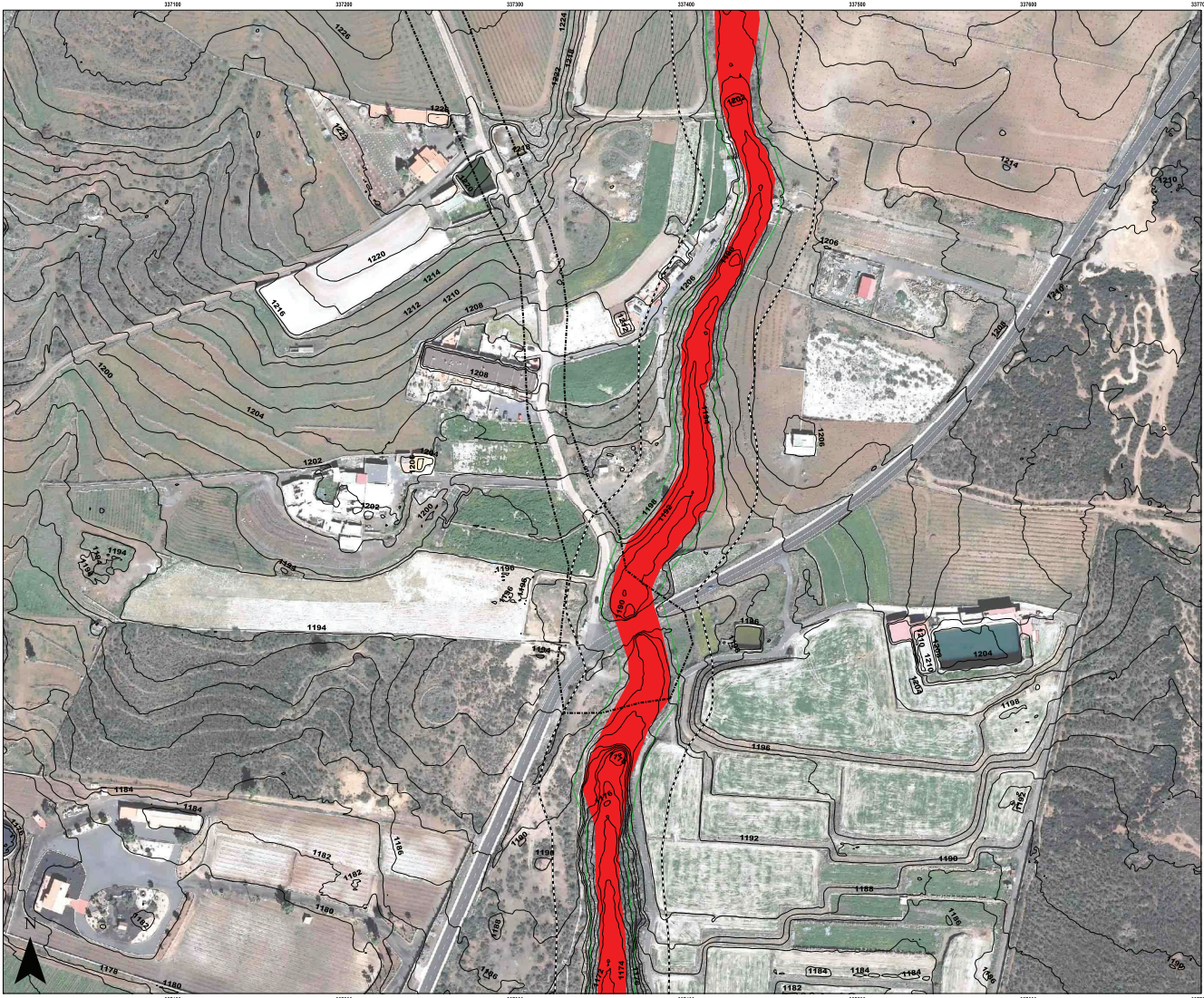
Zona de Servidumbre

Propuesta Dominio Público Hidráulico

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
CON RIESGOS DE AVENIDA SEGÚN
INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE
INTERÉS. ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR,
EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.

PROPUESTA DELIMITACIÓN
DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO 4.1	ESCALA 1:1.000
Nº DE EXPEDIENTE: 40 / 25	FORMATO: A-1
FECHA ABRIL 2025	



LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Límite de la zona de estudio
- - - Zona de Policía
- Zona de Servidumbre
- Propuesta Dominio Público Hidráulico

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
CON RIESGOS DE AVENIDA SEGUN
INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE
INTERÉS: ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR,
EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.

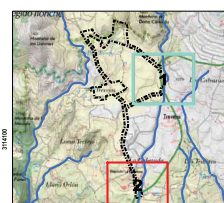
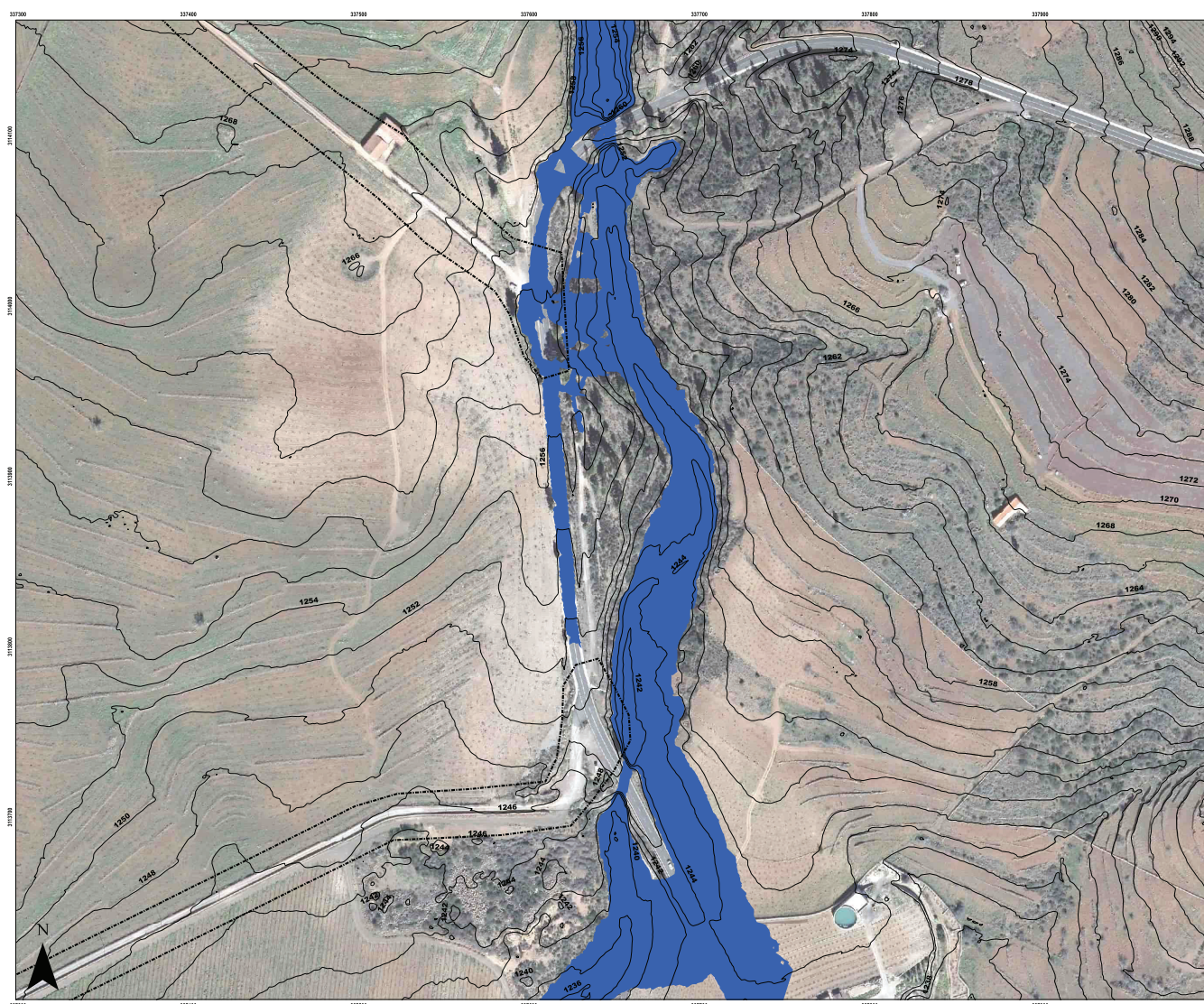
PROPUESTA DELIMITACIÓN
DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO 4.2	ESCALA 1:1.000
---------------------------	-------------------

Nº DE EXPEDIENTE: 40 / 25	FORMATO: A-1
-------------------------------------	-----------------

FECHA ABRIL 2025





LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Límite de la zona de estudio
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
CON RIESGOS DE AVENIDA SEGÚN
INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE
INTERÉS. ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR,
EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.

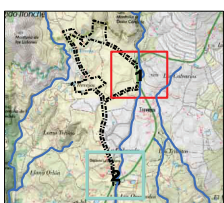
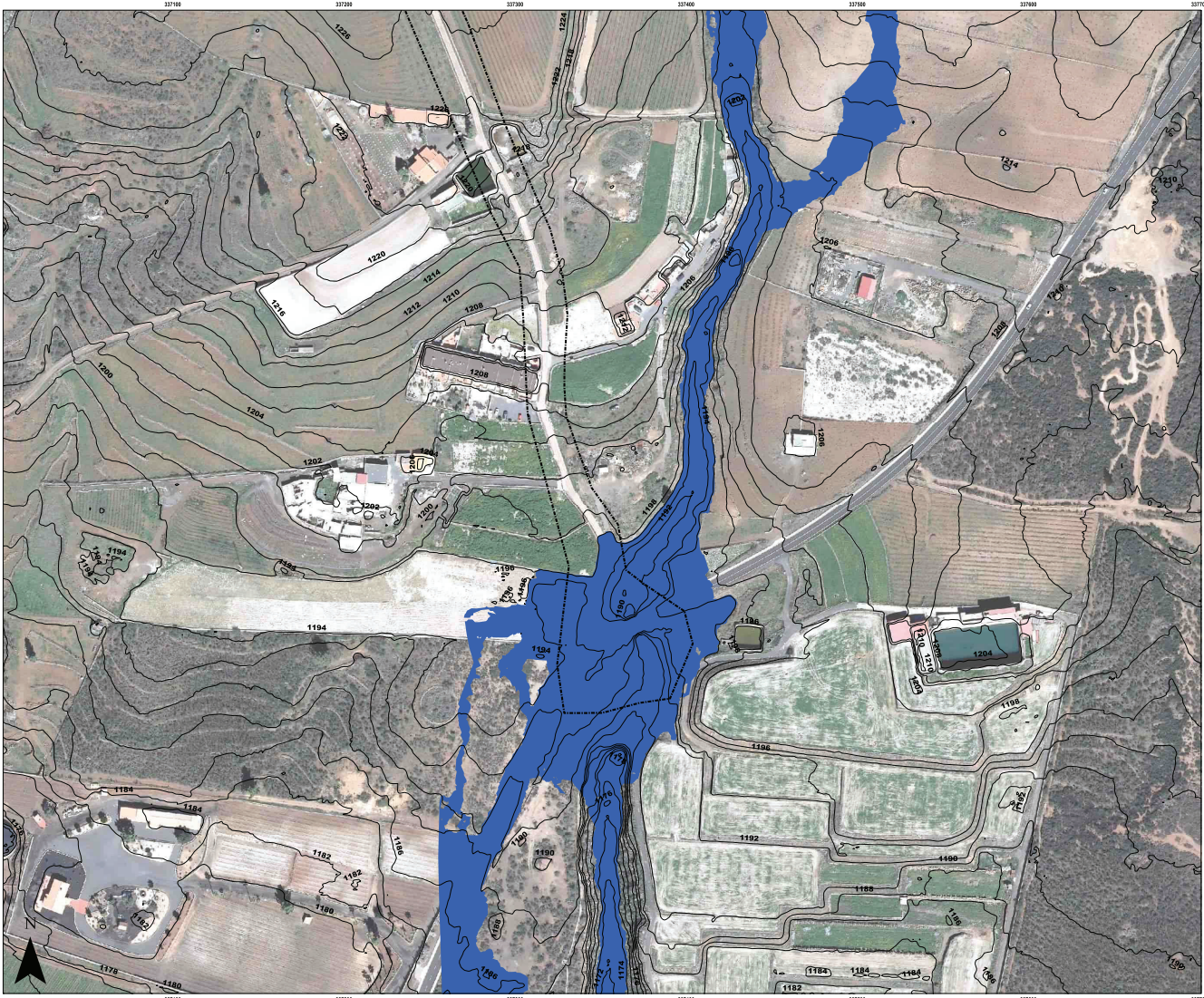
ZONA DE FLUJO PREFERENTE ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

Nº DE PLANO	ESCALA
5.1	1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:	FORMATO:
40 / 25	A. 1

FECHA	ABRIL 2025
-------	------------





LEYENDA

Curva de nivel (2m)

Límite de la zona de estudio

Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
CON RIESGOS DE AVENIDA SEGUN
INVENTARIOS PARA LAS ÁREAS DE
INTERÉS: ALCANCE 1 DE LA ZONA SUR,
EN LA PROVINCIA DE TENERIFE.

ZONA DE FLUJO REFERENTE ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS	
Nº DE PLANO 5.2	ESCALA 1:1.000
Nº DE EXPEDIENTE: 40 / 25	FORMATO: A-1
FECHA ABRIL 2025	