



ESTUDI HIDRÀULIC DELS RIUS GARONA I
VALARTIES AL SEU PAS PER LA LOCALITAT
D'ARTIES. INFORME DE L'EVOLUCIÓ DE LA
INUNDABILITAT A ARTIES DEGUDA A LES
NOVES ACTUACIONS.
MAYO 2020

Historial de revisión						
Rev.	Fecha	Descripción	Originador	Revisor	Observaciones	Aprobación del cliente
1	20/05/2017	Memoria Técnica	Eduardo Lastrada	Guillermo Cobos	Primer Borrador	
2						
3						
4						
5						

Declaración Responsable:

SPESA INGENIERÍA, S.A. y los autores responsables de la preparación y elaboración de este informe declaran no tener, ni esperar tener un derecho de usufructo en el área de estudio de este proyecto y la voluntad de no beneficiarse de ninguna de las recomendaciones formuladas en este informe.

La preparación de este informe ha estado de acuerdo con la información e indicaciones proporcionados por el cliente y se ha confiado en la información, los datos y los resultados previstos o recogidos de las fuentes.

Toda la información contenida en este informe está preparada para el uso exclusivo del cliente y no debe ser utilizado para ningún otro propósito o por cualquier otra persona o entidad sin su consentimiento. No debe confiarse en la información contenida en este informe para cualquier otro propósito aparte de los expuestos en él.

SPESA INGENIERÍA, S.A., no asume ninguna responsabilidad por cualquier pérdida, daño o inconveniente que surja de cualquier persona o entidad que utilice la información de este estudio para fines distintos a los indicados anteriormente.





MEMORIA



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. EQUIPO REDACTOR.	5
1.2. ANTECEDENTES.	5
1.2.1. ESTUDIOS PREVIOS.	7
1.2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	8
1.3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	9
1.4. ALCANCE	13
1.5. METODOLOGÍA	13
2. HIDRÁULICA.	16
2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO.	16
2.2. CAUDALES.	20
2.3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	28
2.4. CONDICIONES DE CONTORNO.	28
2.5. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD.	29
2.6. INFRAESTRUCTURAS.	31
2.7. GEOMETRIA DE CÁLCULO.	33
3. RESULTADOS	36
3.1. ASPECTOS GENERALES	36
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38

ANEJO FOTOGRÁFICO.

LÁMINAS.

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
2. ENVOLVENTES DE INUNDACIÓN
2.1 ENVOLVENTES DE INUNDACIÓN. T100.
2.2 ENVOLVENTE DE INUNDACIÓN. T500.
3. CALADOS
3.1. CALADOS. T100.
3.2. CALADOS. T500.
4. VELOCIDADES
4.1. 1 VELOCIDADES T100
4.2. 1 VELOCIDADES T500
4.2. 2 VELOCIDADES T500
5. ZONA DE FLUJO PREFERENTE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EQUIPO REDACTOR.

El equipo redactor del presente documento es el que se cita a continuación:

Director del trabajo:

D. Guillermo Cobos Campos. *Dr. Ing. Caminos, Canales y Puertos.*

Jefe del Equipo:

D. Eduardo Lastrada Marcén. *Ing. Caminos, Canales y Puertos.*

Equipo técnico;

D. Alberto Barseló Ferrer. *Ing. Técnico Agrícola.*

D. Iván Usán Ruiz. *Ing. Técnico Obras Públicas.*

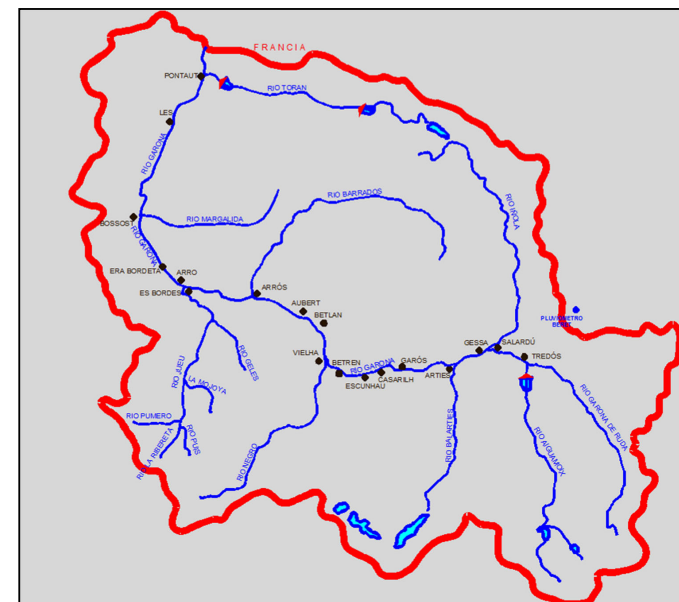
D. Melca Barranco Barroso. *Ing. Técnico Obras Públicas.*

D. Raquel Monteagudo Arévalo. *Delineación.*

1.2. ANTECEDENTES.

En octubre de 2012 se redacta el “Estudi hidrològic, hidràulic i d’inundabilitat a la Garona”, cuyo objeto era delimitar las zonas inundables para diferentes periodos de retorno, extendiendo y actualizando los estudios precedentes en cuanto a hidrología y geometría del cauce en general y de las últimas actuaciones en particular.

Entre enero de 2012 y diciembre de 2013 se elabora el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la Demarcación Hidrográfica del Ebro (en adelante SNCZI), en el que se elaboran los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación para el Area de Riesgo Potencial de Inundación Significativo del Garona.



Cuenca del río Garona

Sin embargo, en junio de 2013, entre los días 17-20, se produce una importante avenida en la cuenca del río Garona que produce importantes daños materiales en edificaciones próximas al lecho del río, con el derrumbe de algunas de ellas, daños en infraestructuras y una notable modificación de la red fluvial con erosiones, transporte de materiales y sedimentaciones. Los factores que la originaron fueron las importantes reservas nivales existentes en la cuenca, la elevadas temperaturas los días previos a la avenida y las intensas precipitaciones en un muy corto periodo de tiempo.

Adicionalmente a la modificación producida por las inundaciones en el sistema fluvial, entre 2013 y 2014 se ejecutaron diversas actuaciones de emergencia puntuales en lecho y márgenes, encaminadas a aumentar la seguridad de algunas infraestructuras urbanas que habían quedado desprotegidas.

Todas las modificaciones en el cauce y su entorno desvirtuaron los resultados obtenidos dentro del trabajo realizado en el marco del SNCZI, de manera que se debe rehacer el trabajo para que tenga validez al considerar la variación del cauce por dicha avenida y por las obras de emergencia ejecutadas posteriormente, y los resultados se ajusten así a la situación actual.

Con fecha de junio de 2016, el Conselh Generau d'Aran encarga a SERVICIOS Y PROYECTOS DEL EBRO, S.A., la elaboración del estudio hidráulico del río Garona y la delimitación de la Zona de Flujo Preferente (Z.F.P.) y Dominio Público Hidráulico (D.P.H.).

El de 29 de diciembre de 2016 se aprueba el Real Decreto 638/2016, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

Con fecha 18 de noviembre de 2019, El Ayuntamiento de Naut Aran encarga a SPESA INGENIERÍA, S.A. el "Estudi hidràulic dels rius Garona i Valarties al seu pas per la localitat d'Arties. Informe de l'evolució de la inundabilitat a Arties deguda a les noves actuacions", con el objetivo de actualizar la cartografía de peligrosidad, incluyendo en la modelización la evolución sufrida por los ríos Garona y Valarties en los últimos años, así como las actuaciones realizadas en el casco urbano de la población.

1.2.1. ESTUDIOS PREVIOS.

Para la elaboración del presente informe se han tenido en cuenta los siguientes antecedentes técnicos:

- Estudi hidrològic i hidràulic del riu Garona al seu pas per Naut Aran. Agència Catalana de l'Aigua, Desembre 2002.
- Estudi d'inundabilitat per l'àmbit de Vielha e Mijaran. Agència Catalana de l'Aigua, Abril 2004.
- Estudi hidrològic i hidràulic del riu Garona als Terçons de Quatre Lòcs i Lairissa. Agència Catalana de l'Aigua, Abril 2004.
- Étude de la dynamique fluviale et des espaces inondables de la Garonne amont (du Pont-du-Roy à Toulouse). Projecte INTERREG III A – Mars 2003.
- Interreg IIIA. Observatori de la Garona. Agència Catalana de l'Aigua, Març 2007.
- Estudi hidrològic, hidràulic i d'inundabilitat a la Garona. IGC. Octubre 2012.
- Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 2012-2013.

- Informe de la avenida del 17 al 20 de junio de 2013 en la cuenca del río Garona. 2014. C.H.E.
- Redacción estudio hidraulico del rio Garona y de delimitacion de la zona de flujo preferente y dominio público hidráulico. Junio de 2016.

1.2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

A continuación se presentan los antecedentes históricos descritos en el estudio del año 2012.

"A lo largo del siglo XX, se han dado en la cuenca del Garona, en la zona de estudio, diferentes eventos relacionados con la dinámica fluvial con diferentes implicaciones. En la bibliografía consultada se destacan 5 eventos importantes:

- *Octubre 1907. Con pluviometrías del orden de 300 mm en un solo evento, las afecciones no queda claro qué alcance habrían tenido.*
- *Octubre 1937. Un acta del ayuntamiento de Vielha, da fe de la gran cantidad de desperfectos ocasionados por el desbordamiento del Nere y Garona en Vielha, con un arrastre importante de material que habría acentuado los desperfectos ocasionados.*
- *Octubre 1940. Evento generalizado a toda la vertiente norte de los Pirineos Orientales Catalanes.*
- *Agosto 1963. Importantes afecciones a los núcleos de Arties y Vielha. Garona habría aumentado sensiblemente la cantidad de material arrastrado y en suspensión.*
- *Noviembre 1982. Afecciones por desbordamientos de los cursos fluviales en Vielha, Arties, Bossòst, Les y Les Bordes (principalmente).*

En los acontecimientos de los años 1963 y 1982, también consta actividad localizada en conos de deyección de barrancos afluentes en el Garona y alguno de sus afluentes principales. En agosto de 1963 presentaron actividad los conos de los barrancos de Cassau (afluente del Garona, en el núcleo de Vielha) y el barranco de Coriedo (afluente del Valarties). En el año 1982, presentaron actividad los conos de los barrancos de Sorieus (afluente del Garona, en el núcleo de Bossòst) y el del barranco de Montpius (afluente del Joeu). Cabe destacar también la gran actividad que presentan actualmente varios conos de deyección de los barrancos afluentes al Unhòla, aguas arriba del núcleo de Baguerque."

A estos eventos habría que añadir el ya comentado suceso acaecido en junio de 2013, con afecciones en todo el río Garona y caudales ligeramente inferiores a un periodo de retorno de 50 años. Los factores que hicieron que alcanzara tal magnitud fueron las importantes reservas

nivales existentes en la cuenca, la elevadas temperaturas los días previos a la avenida y las intensas precipitaciones en un muy corto período de tiempo.

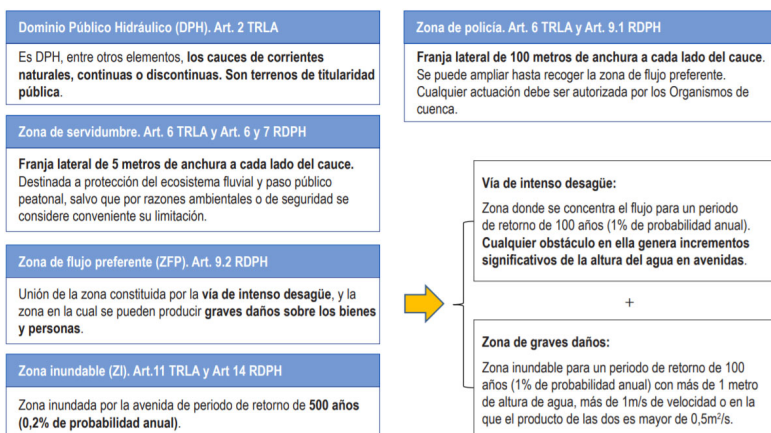
1.3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Dado que:

- El último estudio hidráulico disponible está fechado en junio de 2016, tres años después de producirse una avenida con periodo de retorno próximo a los 50 años, y considerando que se ejecutaron obras de emergencia en el río en los años 2013 y 2014, desde ese momento, el río previsiblemente habrá sufrido una evolución significativa en su trazado y cotas para acercarse a su nuevo perfil de equilibrio geomorfológico.
- El ayuntamiento ha acometido actuaciones puntuales dentro del núcleo urbano que podrían suponer modificaciones en la cartografía de peligrosidad.

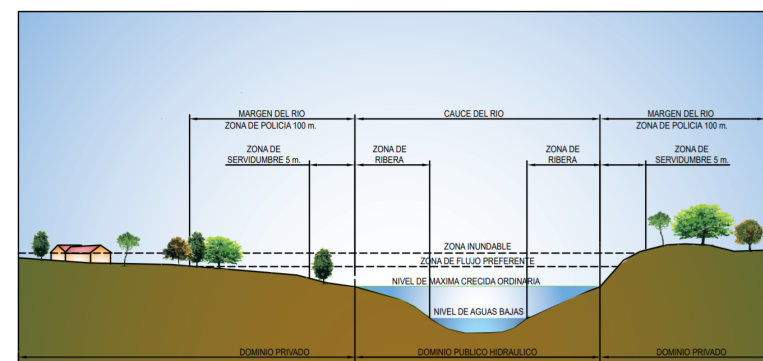
Se plantea realizar un estudio hidráulico de detalle con la cartografía actualizada y que permita definir la zona inundable, asociada a un período de retronó de T=500 años, así como la Zona de flujo Preferente, ya que estos mapas condicionarán los usos compatibles y actuaciones que pueden realizarse en la localidad de Arties y su entorno.

A este respecto el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) definen las distintas zonas asociadas al cauce de los ríos y las limitaciones a los usos que en ellas se desarrollen.



Definición de las distintas zonas asociadas a un cauce

En el siguiente gráfico se esquematiza la zonificación de la zona inundable:



<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

Desde el punto de vista de las limitaciones de los usos, el RD 638/2016, publicado el 29 de diciembre de 2016, modifica el RDPH en diversos aspectos, entre los que se encuentra la gestión de los riesgos de inundación, a través de la identificación de aquellos usos y actividades vulnerables frente a avenidas (arts. 9, 9 bis, 9 ter, 9 quáter, 14 y 14 bis del RDPH) distinguiendo:

Por la zona en la que se encuentre:

Zona de flujo preferente (ZFP): limitaciones a los usos vulnerables frente a avenidas o que supongan una reducción de la capacidad de desagüe.

Zona inundable (ZI): criterios constructivos para las edificaciones destinadas a viviendas y recomendaciones de seguridad para otros usos. **Régimen especial municipios alta inundabilidad:** para municipios con más de 1/3 de su superficie incluida en la ZFP, o que por la morfología de su territorio tengan una imposibilidad material para orientar sus futuros desarrollos hacia zonas no inundables.

<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

Por la situación básica en la que se encuentre el suelo a fecha de 29 de diciembre de 2016 (según RDL 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana):

- **Suelo urbanizado:** el legalmente integrado en una malla urbana que esté edificado o el integrado en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población.
- **Suelo rural:** el resto de suelos.

Las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal (art. 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del RDPH) se resumen en la siguiente tabla:

Usos		Zona de flujo preferente (ZFP)			Zona inundable (ZI)	
		Suelo rural (art. 9 bis)	Suelo urbanizado (art. 9 ter)	Régimen especial municipios alta inundabilidad (art. 9 quater)	Suelo rural (art. 14 bis 1)	Suelo urbanizado (art. 14 bis 2)
Centros escolares o sanitarios, residencias de mayores o personas con discapacidad, centros deportivos, centros penitenciarios, parques de bomberos, instalaciones Protección Civil		No	No	Solo si no existe una ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Se evitará, excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población		No	No	No		
Edificaciones, obras de reparación, rehabilitación o cambios de uso, garajes subterráneos, sótanos y apartamentos en superficie, y otras edificaciones bajo rasante	Nuevas edificaciones para usos residenciales	No	Si, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, fuera de la zona de policía. Con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los condicionantes de seguridad del art. 14 bis 1 (suelo rural)
	Resto	No	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Instalaciones que manejen productos que pudieran resultar perjudiciales para la salud humana y el entorno como gasolineras, depuradoras industriales, almacenes de residuos, instalaciones eléctricas de media y alta tensión		No	No	No	Si, con condicionantes de seguridad	
Acampadas, zonas de alojamiento y edificios vinculados en los campings		No		Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Se evitará excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Depuradoras aguas residuales urbanas		Solo si no existe una ubicación alternativa o son sistemas de depuración compatibles con la inundación		Solo si no existe una ubicación alternativa o son sistemas de depuración compatibles con la inundación		
Invernaderos, cercamientos y vallados no permeables, acopios de materiales, almacenamiento de residuos y otros según arts. 9 bis y ss. RDPH		No	Estas actividades no se suelen dar en suelos urbanizados, de estar deberán garantizarse, al menos, los condicionantes de seguridad pertinentes	No	Si	Si
Relleños que modifiquen la capacidad de desagüe salvo los asociados a actuaciones contempladas en el art. 126 ter del RDPH		No		Si	Si	Si
Granjas y chaderos de animales incluidos en el Registro de explotaciones ganaderas		No		Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad
Infraestructuras lineales paralelas al cauce		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo	Si	Si
Infraestructuras de saneamiento, abastecimiento y otras canalizaciones subterráneas; obras de conservación, mejora y protección de infraestructuras ya existentes		Si	Si	Si	Si	Si
Edificaciones uso agrícola con un máximo de 40 m ² y obras asociadas al aprovechamiento del agua según arts. 9 y ss. RDPH		Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad

NIPQ 013-17-0406 - D.L. (español): M-7698-2017

<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

* Como requisito adicional, en las actuaciones en ZFP o ZI el promotor deberá, en determinados casos, suscribir una declaración responsable, que presentará ante la Administración hidráulica, en la que exprese claramente que conoce y asume el riesgo existente y las medidas de protección civil aplicables al caso, comprometiéndose a trasladar esa información a los posibles afectados. Igualmente, en determinados casos, se deberá inscribir en el Registro de la Propiedad una anotación registral indicando que la construcción se encuentra en zona de flujo preferente o zona inundable. En todo caso, para los supuestos excepcionales, y para las edificaciones ya existentes,

las administraciones competentes fomentarán la adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección según lo establecido en la normativa vigente de Protección Civil.

Las comunidades autónomas pueden establecer normas adicionales en las limitaciones de usos en las zonas inundables de acuerdo con sus competencias en ordenación del territorio. En 2016 tienen normas adicionales Andalucía, Baleares, Cataluña, Navarra, La Rioja, Comunidad Valenciana y País Vasco. La normativa de los planes hidrológicos de cuenca puede recoger igualmente determinadas limitaciones específicas a los usos en sus ámbitos territoriales.

La zona de Dominio Público Hidráulico (cauce de corriente natural de titularidad pública), que además de estar determinada por la Máxima Crecida Ordinaria depende de las condiciones geomorfológicas y ambientales, está recogida en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables y se considera que su delimitación está actualizada a fecha del estudio, por lo que no se incluye su estudio en este documento. Esta cartografía se ha actualizado a fecha 2020.



Dominio Público Hidráulico entorno de Arties.

1.4. ALCANCE

El alcance del trabajo es la elaboración de los mapas de peligrosidad de inundación debida a los ríos Garona y Valarties para los periodos de retorno de T=100 y T= 500 años y delimitación de la Zona de Flujo Preferente (ZFP) en el entorno de la localidad de Arties.

Para el estudio se utiliza como base el modelo digital del terreno y los datos hidrológicos utilizados en el "Estudio hidraulico del rio Garona y de delimitación de la zona de flujo preferente y dominio público hidráulico" de Junio de 2016, cuyos resultados fueron validados e incorporados en el SNCZI de 2016, con el fin de que los caudales introducidos en el modelo coincidan con los utilizados para la determinación de la Cartografía de peligrosidad oficial, disponible en SITEBRO.



Zona de estudio.

1.5. METODOLOGÍA

A modo de resumen, la metodología empleada para la realización del estudio hidráulico es la siguiente:

En primer lugar, en cuanto a los caudales de cálculo, se utilizan los definidos en el estudio de junio de 2016, de acuerdo con el ACA y tal y como se hizo para el SNCZI y para el estudio del año 2012. Se determinan a partir de la aplicación Mapa de Caudales Máximos (CAUMAX),

desarrollado por el CEDEX. No obstante, se genera un hidrograma sintético que tenga en cuenta el régimen de caudal variable.

En cuanto a los cálculos hidráulicos, se adopta **un modelo de simulación bidimensional** para todo el curso, puesto que es más preciso y realista al tener en cuenta los movimientos laterales del flujo (especialmente importantes en los conos de deyección y para caudales elevados en la llanura de inundación), así como para tener en cuenta la totalidad de la geometría real, al representar de manera continua el dominio de cálculo. El modelo hidráulico empleado es el Infoworks ICM v. 4.5.

Este software permite, mediante el cálculo por volúmenes finitos y malla triangular, la modelización numérica de flujo variable en dos dimensiones horizontales en la hipótesis de flujo verticalmente homogéneo.

Las hipótesis fundamentales de este modelo son las siguientes:

- Pérdidas en flujo estacionario similares a las pérdidas por fricción en flujo transitorio.
- Distribución de presiones en la vertical hidrostática o equivalentemente, aceleración en la vertical es pequeña, puesto que se produce una variación gradual de las ondas que se producen en la superficie.
- Aproximación de la tangente por el ángulo y las medidas en el fondo son equivalentes a medidas en el plano horizontal, ya que la pendiente promedio del fondo del cauce es tan pequeña que

El modelo plantea la integración de las ecuaciones de aguas poco profundas -shallow water equations (SWE)- o versión de profundidad media de las ecuaciones de Navier-Stokes. Asumen que el flujo es predominantemente horizontal y que la variación vertical de la velocidad es despreciable. Las ecuaciones que rigen el fenómeno son las siguientes:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D}$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(hu^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D} u_{1d}$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(hv^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial x} = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D} v_{1d}$$

Las características del modelo:

- Proceso iterativo.
- Situación inicial (n) de partida.
- Integración para la situación $n+1$, a lo largo de toda la geometría.
- Comprobación de que la precisión alcanzada es suficiente.
- En caso contrario, se itera incluso variando el Dt .
- Si la precisión es suficiente, se inicia un nuevo proceso iterativo para el siguiente momento temporal.

Para realizar estos cálculos es necesario disponer de un Modelo Digital del Terreno (MDT) en 3D y de la información de las infraestructuras lineales y transversales al cauce (puentes, motas, muros, compuertas,...).

Por último, se procesan los resultados en un entorno SIG para obtener los planos finales de las zonas de inundación y Zona de Flujo Preferente.

2. HIDRÁULICA.

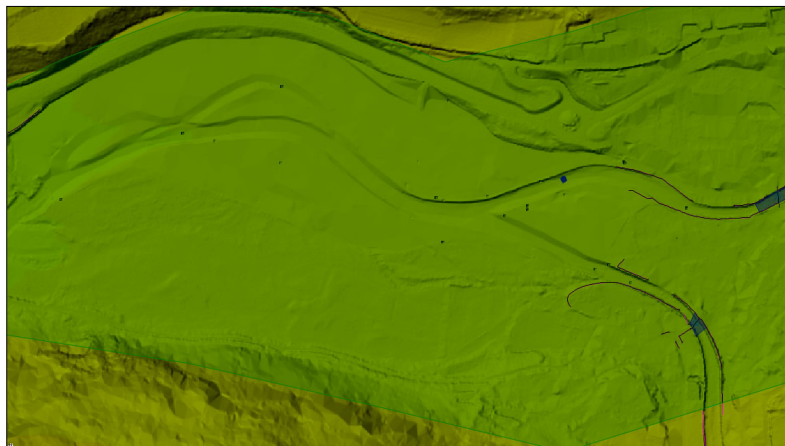
A continuación se detalla la metodología empleada para la consecución de los trabajos. El proceso seguido ha sido el siguiente:

- 1) Determinación de la zona a estudiar mediante modelo bidimensional.
- 2) Análisis del Modelo Digital del Terreno.
- 3) Trabajo de campo.
- 4) Construcción del modelo 2D
 - a. Introducción de puentes, estructuras lineales,...etc.
 - b. Introducción de una capa (.shp) con la rugosidad.
 - c. Introducción de las condiciones iniciales y condiciones de contorno, incluidos los hidrogramas asociados a los distintos periodos de retorno.

2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO.

Para la modelización hidráulica se ha utilizado el mismo Modelo Digital del Terreno de alta precisión (1x1) utilizado en el estudio de junio de 2016, generado a partir de los datos LiDAR capturados en un vuelo (1.62 pto/m²) y generación de una ortofoto rápida mediante la captura de imágenes aéreas, realizado entre el 23 y el 26 de octubre de 2014 por el Insitituto Cartogràfic de Catalunya en el marco del trabajo "Lliurament Estudi d'inundabilitat Garona i afluent (2014) INUNCAT".

Hay que indicar que el modelo digital utilizado ha sido procesado, de manera que no incluye ni la vegetación, ni los edificios, ni las obras de paso sobre el río, las cuales deben ser introducidas manualmente en el modelo hidráulico.

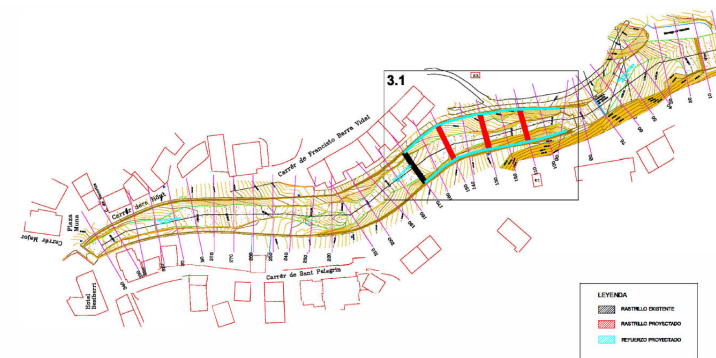


Detalle del MDT sin edificios ni puentes.

El modelo digital de terreno ha sido complementado con la información relativa a las obras de emergencias ejecutadas tras la avenida de 2013, así como con la topografía de actualidad del cauce del río Garona proporcionada por el Ayuntamiento del Naut Aran.

Se han añadido también las actuaciones realizadas dentro del casco urbano desde 2016 aportadas por el Ayuntamiento del Naut Aran y que se detallan seguidamente:

- ESTABILIZACIÓN Y REFUERZO DEL CAUCE Y MÁRGENES EN EL RIO VALARTIES EN ARTIES - NAUT ARAN (LLEIDA)



- MURO EN MARGEN DERECHA EN EL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO GARONA EN ARTINES (NAUT ARAN). Denominada actuación n5.



SECCIÓN TIPO MURO - ZONA 5



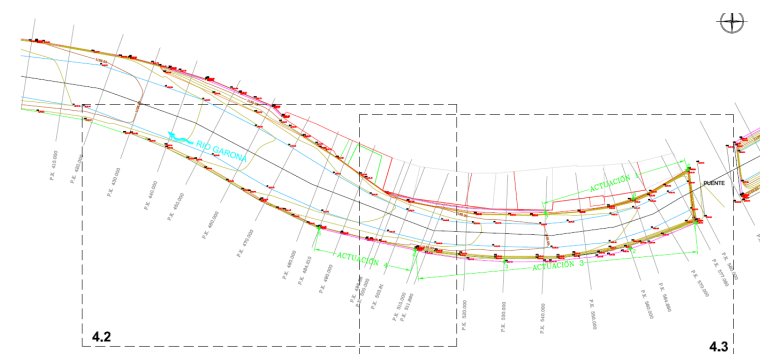
- ACTUACIÓN N1 EN MARGEN DERECHA DEL CAUCE DEL RÍO GARONA EN ARTIÉS, INMEDIATAMENTE AGUAS ABAJO DEL PUENTE DE LA CALLE MAYOR.



- ACTUACIÓN N3 EN MARGEN IZQUIERDA DEL CAUCE DEL RÍO GARONA, EN ARTIÉS, INMEDIATAMENTE AGUAS ABAJO DEL PUENTE DE LA CALLE MAYOR.



- ACTUACIÓN N4 EN MARGEN IZQUIERDA DEL CAUCE DEL RÍO GARONA, EN ARTIÉS, A CONTINUACIÓN DE LA ACTUACIÓN Nº 3.



Emplazamiento actuaciones 1,3 y 4.

2.2. CAUDALES.

Se utilizan los caudales obtenidos en el estudio para la determinación de los mapas de peligrosidad de inundación de junio de 2016, considerando que la hidrología sigue siendo válida

en la actualidad, no habiéndose producido eventos significativos posteriores que justifiquen su cambio.

En dicho estudio, en primer lugar se obtuvo el caudal base circulante por el río Garona en el momento de la realización del vuelo LiDAR. El caudal aforado en Bossost entre el 23 y el 26 de octubre de 2014 por la estación de aforos A019 fue de aproximadamente 15.5 m³/s.

Dado que el MDT obtenido a partir del vuelo consideraba la lámina de agua como lecho del cauce, para corregir esta imprecisión se introdujeron en el modelo hidráulico los caudales teóricos correspondientes a cada periodo de retorno una vez traído el caudal base aforado para los días del vuelo al caudal máximo teórico.

Por otro lado, en lugar de introducir un caudal constante en la simulación correspondiente al caudal máximo proporcionado por el CAUMAX, lo que se hizo es introducir un hidrográma sintético, permitiendo incluir el efecto laminador del cauce. Estos hidrogramas se definen a partir del caudal pico y el tiempo de concentración. Se utilizó un hidrográma homotético al unitario adimensional del SCS, de altura el caudal punta obtenida por el CAUMAX y de anchura el tiempo de concentración de la cuenca.

En la zona de cabecera de la cuenca se introdujeron los hidrogramas para cada uno de los afluentes y en las confluencias intermedias las contribuciones de cada uno de los afluentes interceptados por el río Garona.

Con estos criterios, se obtuvo la siguiente tabla de caudales pico introducidos en el modelo para cada uno de los periodos de retorno simulados (a falta de corregir la mencionada detracción del caudal base, estimada según el factor de proporcionalidad de caudales en Bossost):

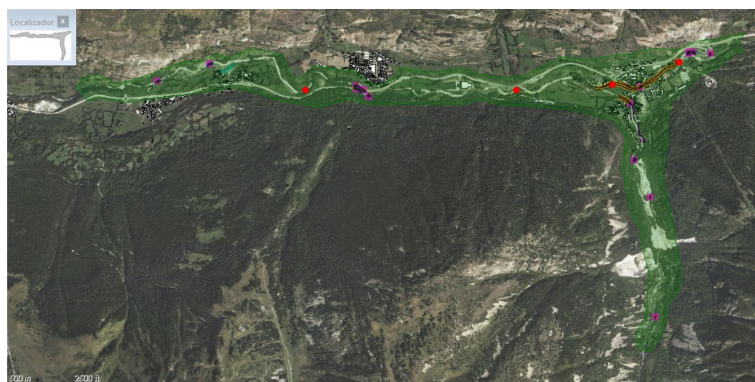
RIO	AFLUENTE	CAUDAL APORTADO (M3/S)				
		MCO	T10	T50	T100	T500
Ruda	R1	9	18	44	60	105
Malo	M1	3	6.4	10.6	19.1	33
Garona	G1	2.2	4.6	11.4	15.9	28
Aiguamoix	A1	11	24	56	75	129
	ACUMULADO	25.2	53	122	170	295
Garona	Unhola	10	19	46	62	107
Garona	G3 Corilha	2	4	8	11	19
Garona	G3 Zedo	1	2	3	4	7
Garona	G3 Artigues	0	0	1	2	3
Garona	Valarties	13	23	56	73	124
	ACUMULADO	51.2	101	236	322	555
Garona	G41 Salider	1	2	5	6	12
Garona	G42 Bargaderá	1	2	4	10	18
Garona	G42 Mieidia	1	2	6	7	13
Garona	Nere	5	19	23	29	53
	ACUMULADO	59.2	126	274	374	651
Garona	Casau	1	2	3	4	5
Garona	G51 Sallent	1	2	5	8	18
Garona	G51 Montcorbau	0	0	0	1	2
Garona	G51 Roques Neres	1	2	4	3	6
Garona	Varrados	11	12	13	15	33
	ACUMULADO	73.2	144	299	405	715
Garona	Joeu	11	12	16	22	41
	ACUMULADO	84.2	156	315	427	756
Garona	G61 Baresta	2	3	7	12	18
Garona	G61 Sin nombre	2	4	6	5	13
Garona	G61 Sant Vicenc	5	6	7	7	12
Garona	G61 Castehs	1	2	3	11	20
Garona	G61 Melics	4	7	12	15	27
Garona	G61 Sorieu	1	5	7	9	11
Garona	Casteras	0	0	0	0	1
Garona	G62 Margalida	7	10	18	23	41
	ACUMULADO	106.2	193	375	509	899
Garona	G62 Clots y Sorpera	9	13	20	24	42
	ACUMULADO	115.2	206	395	533	941
	G62 Goter d'Antoni	1	2	4	5	17
Garona	G63 Bausen	9	17	32	38	59
Garona	Toran1	7	10	17	21	40
	ACUMULADO	132.2	235	448	597	1057

Para la simulación de los afluentes se utilizaron hidrogramas obtenidos a partir del tiempo de concentración de la cuenta y los caudales de CAUMAX:

TRAMO	CAUDAL (M³/S)				
	MCO	T =10	T =50	T=100	T=500
Río Unhola.	10	22	53	71	124
Río Valarties.	19	41	89	116	193
Río Nere.	13	30	68	91	157
Barranco de Casau	2	5	13	18	31
Río Joeu.	10	23	59	83	147
Barranco de Casteras	0.5	2	6	9	16

Para el desarrollo del estudio incluido en este documento se ha reducido el tramo de simulación, delimitado aguas arriba por el punto donde está situada la estación de aforos de la Confederación Hidrográfica del Ebro A143 "río Garona en Arties", y en el caso del río Valarties por un punto situado aguas arriba de las canteras de extracción de áridos existentes.

Aguas abajo se ha delimitado por la entrada a la población de Viella.



HIDROGRAMAS T=100 AÑOS

Tiempo	Garona	Zedo	Artigues	Valarties	Salider	Bargaderá
00::00:00	0	0	0	15,7	0	0
00::00:05:53	23,3	3,88	1,94	53,4	5,82	9,7
00::00:11:46	26,55	3,88	1,94	60,9	5,82	9,7
00::00:17:39	30,4	3,88	1,94	68,7	5,82	9,7
00::00:23:32	34,3	3,88	1,94	76,6	5,82	9,7
00::00:29:25	38,2	3,88	1,94	84,3	5,82	9,7
00::00:35:18	44,95	3,88	1,94	91,3	5,82	9,7
00::00:41:11	51,7	3,88	1,94	97,5	5,82	9,7
00::00:47:04	55,6	3,88	1,94	102,5	5,82	9,7
00::00:52:57	59,5	3,88	1,94	106,5	5,82	9,7
00::00:58:50	63,5	3,88	1,94	109,2	5,82	9,7
00::01:04:43	67	3,88	1,94	110,8	5,82	9,7
00::01:10:36	70,5	3,88	1,94	111,4	5,82	9,7
00::01:16:29	71,3	3,88	1,94	111,4	5,82	9,7
00::01:22:22	72,1	3,88	1,94	111,4	5,82	9,7
00::01:28:15	72,9	3,88	1,94	110,8	5,82	9,7
00::01:34:08	72,9	3,88	1,94	109,2	5,82	9,7
00::01:40:01	145,06	3,88	1,94	106,5	5,82	9,7
00::01:45:54	145,11	3,88	1,94	102,5	5,82	9,7
00::01:51:47	145,17	3,88	1,94	97,5	5,82	9,7
00::01:57:40	145,22	3,88	1,94	91,3	5,82	9,7
00::02:03:33	145,26	3,88	1,94	84,3	5,82	9,7
00::02:09:26	145,3	3,88	1,94	76,6	5,82	9,7
00::02:15:19	145,6	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::02:21:12	145,9	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::02:27:05	146,25	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::02:32:58	146,47	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::02:38:51	146,47	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::02:44:44	146,47	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::02:50:37	147,149	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::02:56:30	148,119	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:02:23	149,38	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:08:16	151,514	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:14:09	153,842	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:20:02	156,655	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:25:55	159,856	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:31:48	163,348	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:37:41	167,519	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:43:34	171,981	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7



Tiempo	Garona	Zedo	Artigues	Valarties	Salider	Bargaderá
00::03:49:27	176,734	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::03:55:20	181,972	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:01:13	187,792	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:07:06	193,903	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:12:59	200,402	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:18:52	206,901	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:24:45	213,303	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:30:38	219,123	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:36:31	224,167	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:42:24	228,338	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:48:17	231,636	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::04:54:10	233,867	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:00:03	235,225	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:05:56	235,71	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:11:49	235,71	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:17:42	235,71	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:23:35	235,225	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:29:28	233,867	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:35:21	231,636	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:41:14	228,338	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:47:07	224,167	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:53	219,123	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::05:58:53	213,303	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:04:46	206,901	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:10:39	200,402	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:16:32	193,903	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:22:25	187,792	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:28:18	181,972	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:34:11	176,734	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:40:04	171,981	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:45:57	167,519	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:51:50	163,348	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::06:57:43	159,856	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:03:36	156,655	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:09:29	153,842	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:15:22	151,514	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:21:15	149,38	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:27:08	148,119	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:33:01	147,149	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:38:54	146,47	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:44:47	146,47	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7



Tiempo	Garona	Zedo	Artigues	Valarties	Salider	Bargaderá
00::07:50:40	146,47	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::07:56:33	146,47	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::08:02:26	143,56	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7
00::08:08:19	143,56	3,88	1,94	70,81	5,82	9,7

HIDROGRAMAS T=500 AÑOS

Tiempo	Garona	Zedo	Artigues	Valarties	Salider	Bargaderá
00::00:00	0	0	0	0	0	0
00::00:05:53	132	7	3	105,4	12	18
00::00:11:46	132	7	3	119,1	12	18
00::00:17:39	132	7	3	132,8	12	18
00::00:23:32	132	7	3	146,1	12	18
00::00:29:25	132	7	3	158,3	12	18
00::00:35:18	132	7	3	169	12	18
00::00:41:11	132	7	3	177,7	12	18
00::00:47:04	132	7	3	184,4	12	18
00::00:52:57	132	7	3	189,2	12	18
00::00:58:50	132	7	3	192,1	12	18
00::01:04:43	132	7	3	193	12	18
00::01:10:36	145,1	7	3	193	12	18
00::01:16:29	176,6	7	3	193	12	18
00::01:22:22	208,1	7	3	192,1	12	18
00::01:28:15	239,6	7	3	189,2	12	18
00::01:34:08	271,1	7	3	184,4	12	18
00::01:40:01	271,3	7	3	177,7	12	18
00::01:45:54	271,4	7	3	169	12	18
00::01:51:47	271,6	7	3	158,3	12	18
00::01:57:40	271,7	7	3	146,1	12	18
00::02:03:33	271,7	7	3	132,8	12	18
00::02:09:26	272,7	7	3	124	12	18
00::02:15:19	273,7	7	3	124	12	18
00::02:21:12	274,7	7	3	124	12	18
00::02:27:05	275,7	7	3	124	12	18

Tiempo	Garona	Zedo	Artigues	Valarties	Salider	Bargaderá
00::02:32:58	279,2	7	3	124	12	18
00::02:38:51	282,7	7	3	124	12	18
00::02:44:44	286,2	7	3	124	12	18
00::02:50:37	289,7	7	3	124	12	18
00::02:56:30	306,4	7	3	124	12	18
00::03:02:23	323,1	7	3	124	12	18
00::03:08:16	339,8	7	3	124	12	18
00::03:14:09	356,5	7	3	124	12	18
00::03:20:02	369	7	3	124	12	18
00::03:25:55	382,3	7	3	124	12	18
00::03:31:48	395,2	7	3	124	12	18
00::03:37:41	408,1	7	3	124	12	18
00::03:43:34	415,6	7	3	124	12	18
00::03:49:27	423	7	3	124	12	18
00::03:55:20	430,5	7	3	124	12	18
00::04:01:13	437,9	7	3	124	12	18
00::04:07:06	438,1	7	3	124	12	18
00::04:12:59	438,5	7	3	124	5,82	9,7
00::04:18:52	438,7	7	3	124	5,82	9,7
00::04:24:45	438,75	7	3	124	5,82	9,7
00::04:30:38	439	7	3	124	5,82	9,7
00::04:36:31	434	7	3	124	5,82	9,7
00::04:42:24	429	7	3	124	5,82	9,7
00::04:48:17	424,2	7	3	124	5,82	9,7
00::04:54:10	419,2	7	3	124	5,82	9,7
00::05:00:03	410	7	3	124	5,82	9,7
00::05:05:56	400,8	7	3	124	5,82	9,7
00::05:11:49	391,6	7	3	124	5,82	9,7
00::05:17:42	382,3	7	3	124	5,82	9,7
00::05:23:35	373,1	7	3	124	5,82	9,7
00::05:29:28	364	7	3	124	5,82	9,7
00::05:35:21	354,7	7	3	124	5,82	9,7
00::05:41:14	345,5	7	3	124	5,82	9,7
00::05:47:07	338,6	7	3	124	5,82	9,7
00::05:53	331,7	7	3	124	5,82	9,7
00::05:58:53	324,9	7	3	124	5,82	9,7
00::06:04:46	318	7	3	124	5,82	9,7

2.3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

La construcción del modelo consta de las siguientes fases:

- Definición del dominio de cálculo.
- Introducción de las condiciones iniciales y condiciones de contorno, incluidos los hidrogramas asociados a los distintos periodos de retorno.
- Introducción de una capa (.shp) con la rugosidad.
- Introducción de puentes, estructuras lineales, etc.

2.4. CONDICIONES DE CONTORNO.

Condiciones de contorno aguas arriba:

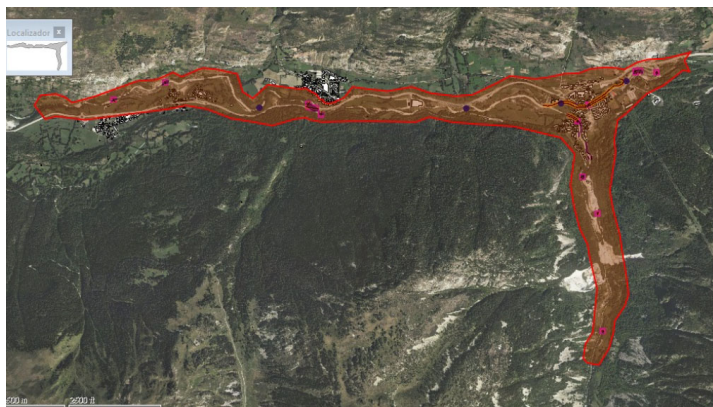
Aguas arriba se establecen los caudales (hidrogramas) correspondientes al inicio del tramo, tanto en el río Garona como en el río Valarties.

Condiciones de contorno aguas abajo:

Se considera la condición de calado normal.

Puesto que se trata de un modelo bidimensional, no es necesario introducir condiciones de contorno en la confluencia de cauces.

Se introduce como condiciones intermedias los caudales aportados en el río Garona por los diferentes barrancos que no se han modelizado.



Dominio de cálculo.

2.5. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD.

La rugosidad en la llanura de inundación depende fundamentalmente de los usos del suelo presentes en la misma.

Aplicando la metodología expuesta en la “Guía Metodológica para el desarrollo del SNCZI” finalmente se han definido las rugosidades distribuidas de cada uno de los modelos hidráulicos.

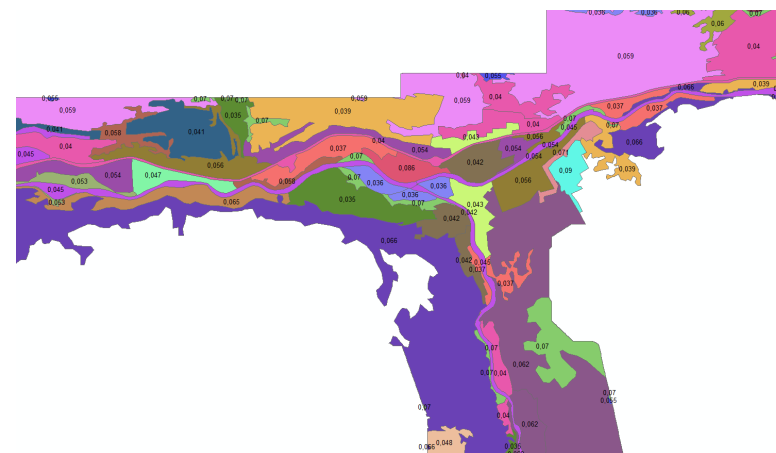
Como información de partida sobre los usos del suelo se ha utilizado el Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) llevado a cabo por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se trata de una capa de información en formato SIG que ofrece una delimitación de los polígonos de ocupación del suelo a escala 1:25.000. Las posibles ocupaciones del suelo vienen dadas por una clasificación de usos simples (cuando éstos sean únicos en el polígono) y compuestos (cuando éstos se encuentren formados por dos o más usos simples y/o compuestos a su vez) que pueden llevar atributos asociados. En función del tipo de combinación, el uso compuesto será asociación o mosaico. La asociación es la combinación de usos que se encuentran entremezclados sin distribución geométrica ordenada. El mosaico es la combinación de usos cuya distribución geométrica y separación entre ellos es claramente perceptible.

El valor del coeficiente de rugosidad de Manning en el caso de los usos compuestos de tipo mosaico (regular e irregular) y de las asociaciones del SIOSE, se obtendrá como media de los

números de Manning correspondientes a los usos simples que los integran ponderados según los porcentajes de superficie en los que están presentes.

El proceso a desarrollar es el siguiente:

- 1) Superponer los polígonos del SIOSE con las herramientas de los SIG sobre la ortofoto suministrada con el MDT del LIDAR.
- 2) Rectificar los polígonos de usos del suelo en caso necesario. En este caso se introdujeron los cambios asociados a las actuaciones y a las variaciones de la morfología del cauce producidas por la avenida.
- 3) Asignar valores del coeficiente de rugosidad de Manning a los polígonos de usos del suelo tomando como punto de partida los valores de las tablas que se adjuntan en la guía metodológica del SNCZI.
- 4) Revisar los valores del coeficiente de rugosidad de Manning en función de la densidad de la vegetación o de las edificaciones en la zona de estudio.



Mapa de rugosidad generado a partir del SIOSE.

2.6. INFRAESTRUCTURAS.

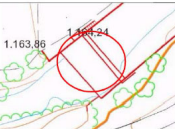
Esta información, dado que no se puede extraer íntegramente del LIDAR, ha sido necesario tomarla en campo.

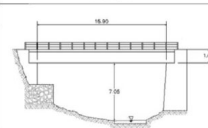
Se ha utilizado la información del estudio de junio de 2016, verificando que no se han producido cambios en las infraestructuras.

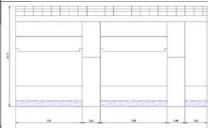
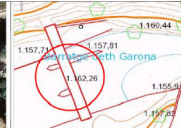
Como información de partida se ha utilizado la recopilada de estudios previos, principalmente la incluida en el estudio hidráulico de 2012 y en los trabajos del SNCZI en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 2012-2013.

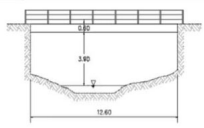
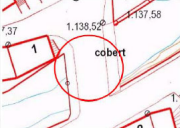
A partir de esta fuente de información, el Conselh Generau d'Aran encargó un trabajo de validación de cada una de las obras de paso, así como realizar croquis de infraestructuras no incluidas previamente.

Seguidamente se incluyen fichas de estructuras en el río Garona en el entorno de Arties.

Conselh Generau d'Aran	
ESTRUCTURA	DATOS IDENTIFICATIVOS
 Vista aguas arriba.	Curso Fluvial: RIO GARONA
 Vista aguas abajo.	Cuenca: GARONA
	Subcuenca: GARONA
	Comarca: VAL D' ARAN
	Municipio: NAUT ARAN – ARTIES
CROQUIS	LOCALIZACION
	
	
COORDENADAS	ACTUALIZACION
ETRS89 : X : 326.319,6 - Y : 4.729.928,2 ED50 : X : 326.412,7 - Y : 4.729.928,2	Enero 2015
OBSERVACIONES	
Estación de aforo de Arties. Esta estación se ha construido recientemente, ya que la anterior quedó destruida por la riada de Junio de 2014.	

Conselh Generau d'Aran	
ESTRUCTURA	DATOS IDENTIFICATIVOS
 Vista aguas arriba.	Curso Fluvial: RIO GARONA
 Vista aguas abajo.	Cuenca: GARONA
	Subcuenca: GARONA
	Comarca: VAL D' ARAN
	Municipio: NAUT ARAN – ARTIES
CROQUIS	LOCALIZACION
	
	
COORDENADAS	ACTUALIZACION
ETRS89 : X : 326.178,0 - Y : 4.729.950,0 ED50 : X : 326.271,2 - Y : 4.730.153,3	Enero 2015
OBSERVACIONES	
Puente Municipal de acceso a la Central Hidroeléctrica de Arties.	

Conselh Generau d'Aran	
ESTRUCTURA	DATOS IDENTIFICATIVOS
 Vista aguas arriba.	Curso Fluvial: RIO GARONA
 Vista aguas abajo.	Cuenca: GARONA
	Subcuenca: GARONA
	Comarca: VAL D' ARAN
	Municipio: NAUT ARAN – ARTIES
CROQUIS	LOCALIZACION
	
	
COORDENADAS	ACTUALIZACION
ETRS89 : X : 326.146,0 - Y : 4.729.940,0 ED50 : X : 326.239,2 - Y : 4.730.143,3	Enero 2015
OBSERVACIONES	
Presa de la Central Hidroeléctrica de Arties.	

ESTRUCTURA		DATOS IDENTIFICATIVOS
 		Curso Fluvial: RIO GARONA Cuenca: GARONA Subcuenca: GARONA Comarca: VAL D' ARAN Municipio: NAUT ARAN – ARTIES
CROQUIS		LOCALIZACION
		 
COORDENADAS		ACTUALIZACION
ETRS89 : X : 325.749,5 - Y : 4.729.665,0 ED50 : X : 325.842,6 - Y : 4.729.868,3		Enero 2015
OBSERVACIONES		
Puente Municipal de la vía interior de Arties.		

Una vez validada la información en la visita de campo realizada por se han introducido las infraestructuras hidráulicas existentes en el modelo hidráulico.

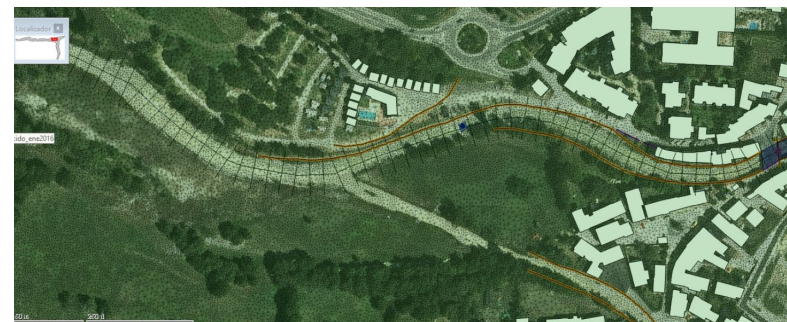
2.7. GEOMETRIA DE CÁLCULO.

A continuación se muestra un resumen de las principales características de la geometría de cálculo utilizada en el modelo hidráulico:

Effective area (ha) :	202.3684
Minimum element area (m2) :	0.8000
Maximum triangle area (m2) :	10.0000
Average element area (m2) :	1.4965
External Boundary Condition :	Vertical Walls
Number of nodes :	689029
Original number of triangles :	1361247

Number of working elements:	1352263
Minimum element area (m2):	0.0387
Maximum element area (m2):	18.0159
Average element area (m2):	1.4965
Number of working faces:	2040979
Number of internal faces:	2023718
Number of boundary faces:	17261
Number of external boundary faces:	7087

Total number of original triangles:	1361247
Total number of working elements:	1352263
Total number of working faces:	2040979
Total number of virtual faces:	2039029



Detalle de mallado



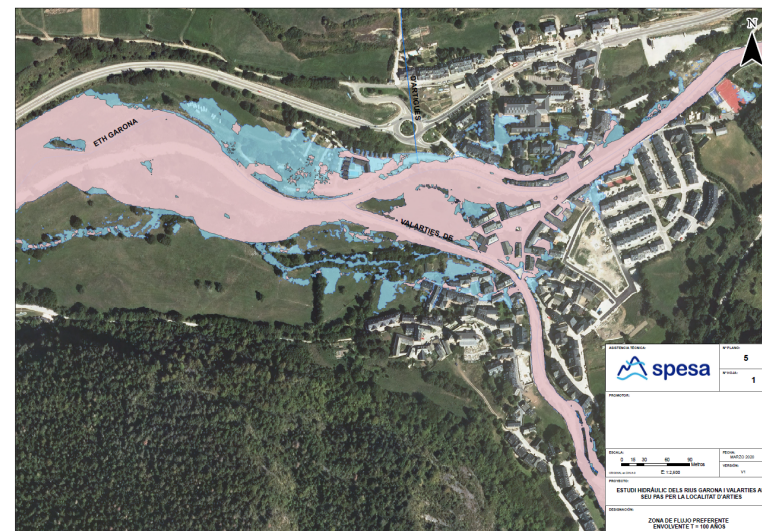
Detalle de mallado.

3. RESULTADOS

3.1. ASPECTOS GENERALES

Los resultados de los cursos fluviales objetos del presente estudio se han obtenido a partir de un modelo hidráulico bidimensional, obteniendo los resultados en formato .shp (envolventes de inundación) y en formato raster (mallas de 1x1 m2 de calados para los periodos de retorno de T=100 y T=500 años y de velocidades para T=100 años de periodo de retorno).

A partir de los resultados de calados y velocidades para T=100 años de periodo de retorno se ha obtenido la Zona de Flujo Preferente.



Inundación para T= 100 años en azul y zona de flujo preferente en rosa

Como se observa en la imagen, la zona de flujo preferente está muy limitada en un primer tramo, tanto en el río Garona como en el río Valarties al propio cauce, incrementándose significativamente esta área previo a la confluencia entre ambos cauces, a la altura del puente situado en la calle Major. A partir de la avenida Joan Carles

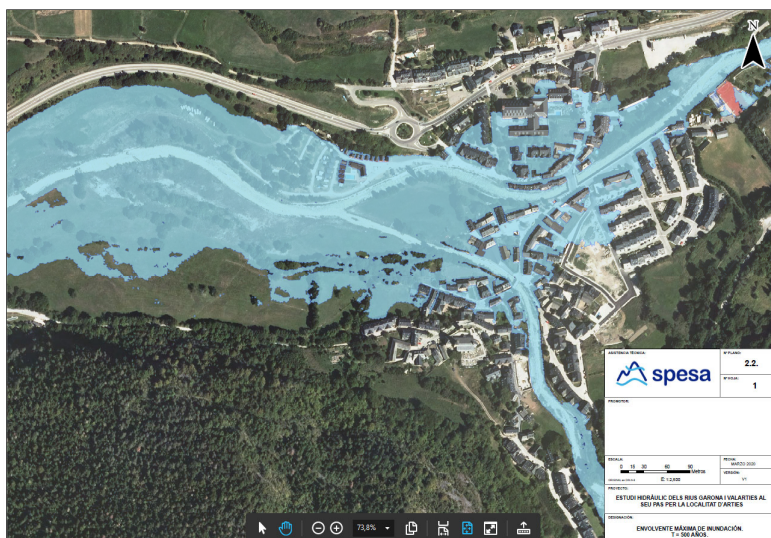
I la ZFP supera en ambos márgenes la sección del cauce del Río Garona. La plaza Ortau es afectada significativamente al encontrarse en una zona deprimida.

En la margen derecha del río Garona, inmediatamente antes de la confluencia con el río Valarties se identifica una zona del camping Era Yerla que queda incluida dentro de la Zona de Flujo Preferente.

En la margen izquierda, a la altura del camping la zona de flujo preferente se amplía significativamente respecto a la ocupación del cauce.

La zona inundable, correspondiente a un período de retorno de $T=500$ años, tiene una ocupación mucho mayor a la Zona de Flujo Preferente.

En margen derecha la superficie de inundación prácticamente ocupa la extensión comprendida entre el cauce y la carretera (excepto una franja de terreno paralela a esta).



Zona inundable correspondiente a $T=500$ años en azul.

En margen izquierda el desbordamiento se focaliza desde aguas arriba de la confluencia entre el río Garona y el río Valarties, continuando hacia aguas abajo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

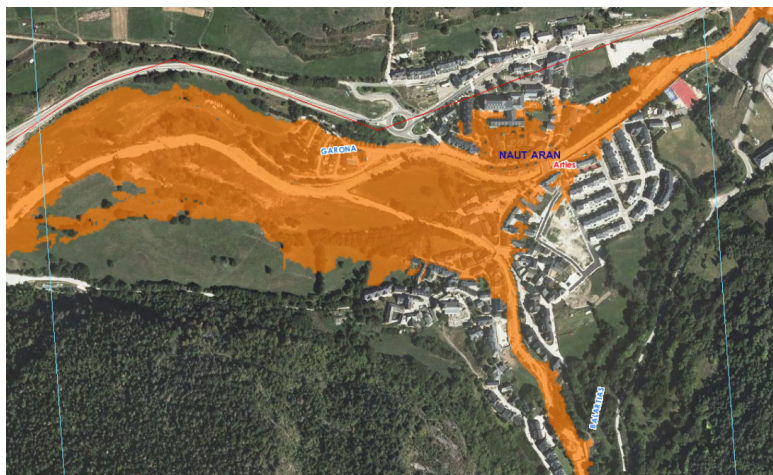
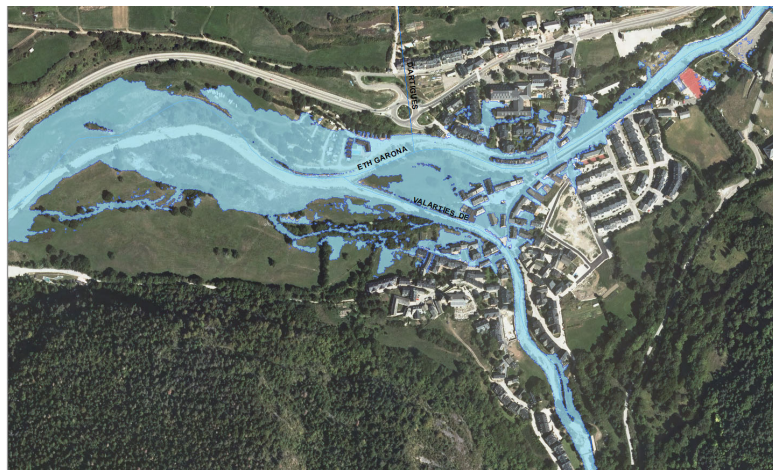
De los epígrafes anteriores, se puede concluir que:

- La zona de flujo preferente ocupa un espacio significativo dentro del núcleo urbano de Arties, así como aguas abajo de la población. No obstante a lo anterior, esta superficie queda reducida respecto a la calculada en el estudio de 2016, principalmente debido a la evolución natural que ha sufrido el cauce (encajándose su lecho), así como debido a las actuaciones urbanas realizadas posteriormente.



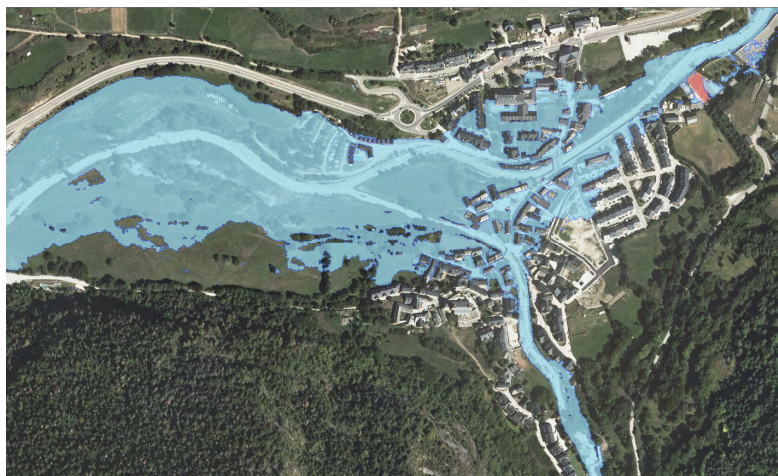
Comparativa Zona de Flujo Preferente (imagen superior en color rojo el resultado del presente estudio y en imagen inferior en color rosa cartografía obtenida de SITEBRO)

- La envolvente correspondiente a T=100 años de periodo de retorno ocupa un espacio significativo dentro del núcleo urbano de Arties, así como aguas abajo de la población. No obstante a lo anterior, esta superficie queda reducida respecto a la calculada en el estudio de 2016, principalmente en la margen derecha del río Garona a la altura del puente en la calle Mayor. Del mismo modo, en la margen izquierda del río Valarties la reducción también es muy notable.



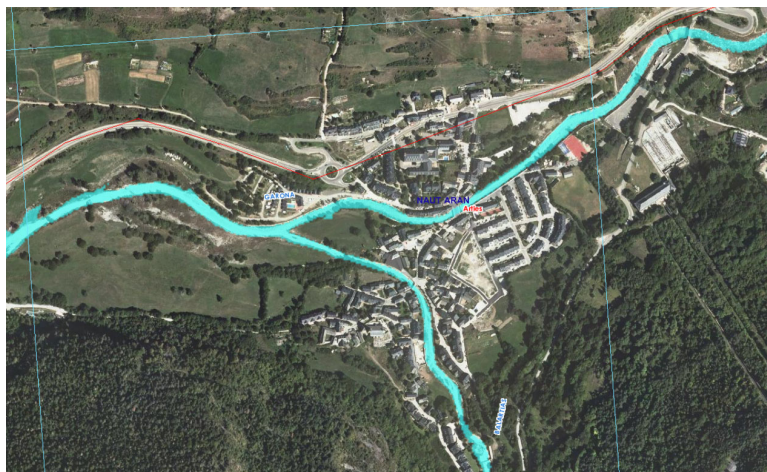
Comparativa T=100 años, (imagen superior en color azul el resultado del presente estudio y en imagen inferior en color naranja cartografía obtenida de SITEBRO)

- La zona de inundación, asociada a T=500 años incluye un espacio muy amplio del núcleo urbano. En este caso la superficie afectada es muy similar a la obtenida en el estudio de 2006 y que se corresponde con la cartografía del SNCZI.



Comparativa envoltant inundació T=500 anys (imagen superior en color azul el resultado del presente estudio y en imagen inferior en color amarillo cartografía obtenida de SITEBRO).

- El Dominio Público Hidráulico, ha sido revisado en 2020, estando pendiente de Consulta Pública. Como se observa en la comparativa las diferencias son mínimas. Puede identificarse una modificación aguas abajo de Arties y del camping Era Yerla, en la margen derecha del río Garona, dónde se ha incluido una zona de rivera situada entre el cauce activo del río y un brazo potencialmente activo, que entró en carga en 2013.



Comparativa Dominio Público Hidráulico (imagen superior en color azul el resultado la revisión realizada en 2020 dentro del SNCZI y en imagen inferior en color azul la cartografía obtenida de SITEBRO correspondiente a 2016 y que será actualizada por la anterior una vez pase la fase de Consulta Pública).

Con todo cuanto antecede se da por terminado el presente trabajo de “ESTUDIO HIDRÁULICO DEL RÍO GARONA Y VALARTIES A SU PASO POR LA LOCALIDAD DE ARTIES”.

En Zaragoza, a junio de 2020.

Los autores del estudio, director del trabajo y jefe de equipo:



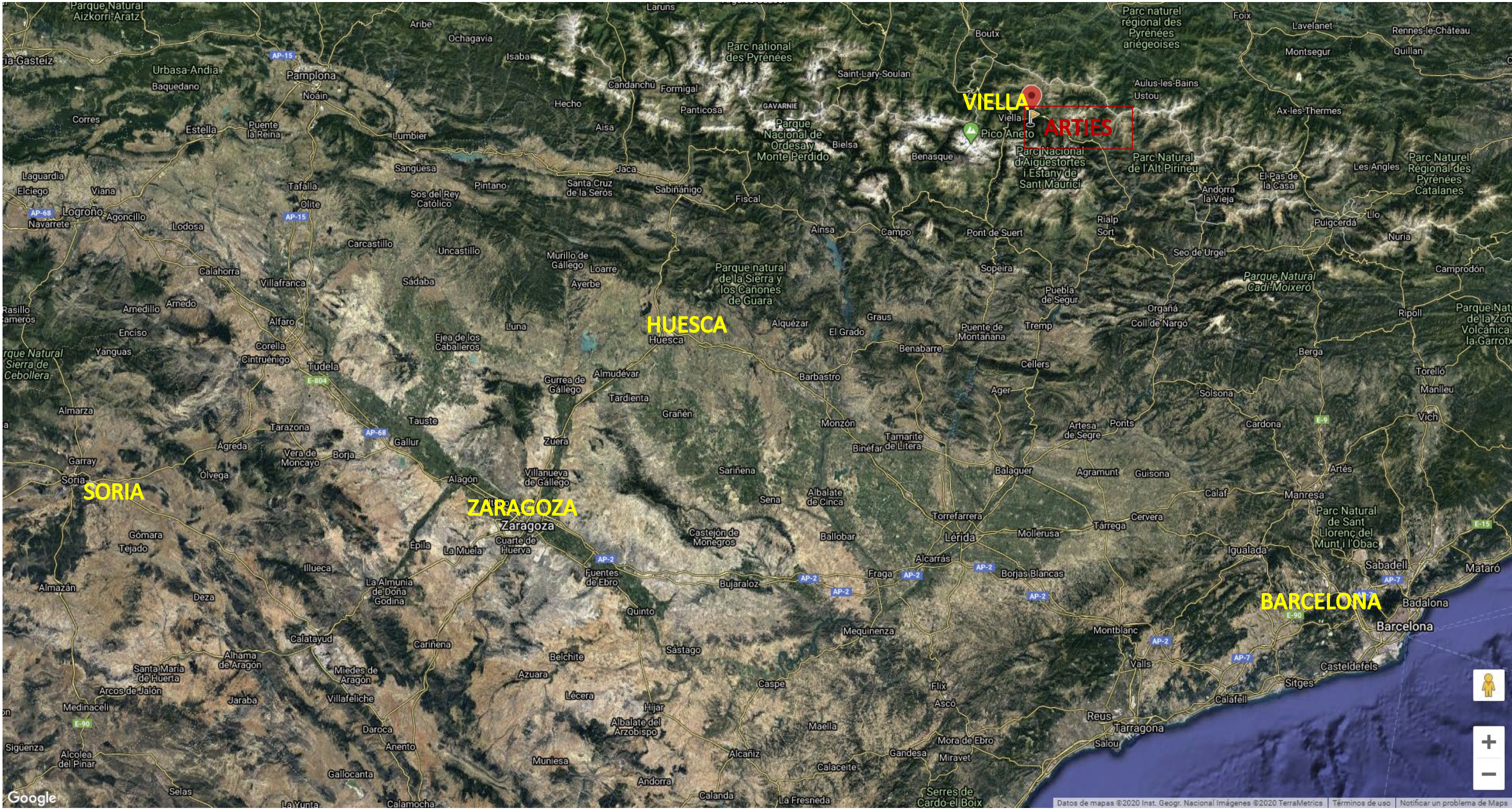
Fdo. Guillermo Cobos Campos
Dr. I.C.C. y P.
Nº. Colegiado – 13.327



Fdo. Eduardo Lastrada Marcén
I.C.C. y P.
Nº Colegiado – 24.176



ANEJO FOTOGRAFICO









Fotos de la 1 a la 12.



F1. Entrada camping Era Yerla.



F2. Murete camping Era Yerla.



F3. Murete camping Era Yerla.



F4. Murete camping Era Yerla.



F.5 Muro camping Era Yerla. Vista hacia aguas arriba



F6. Muro camping Era Yerla. Vista hacia aguas abajo



F7. Mota en río Garona. Camping Era Yerla



F8. Mota en río Garona. Camping Era Yerla



F9. Mota en río Garona. Camping Era Yerla



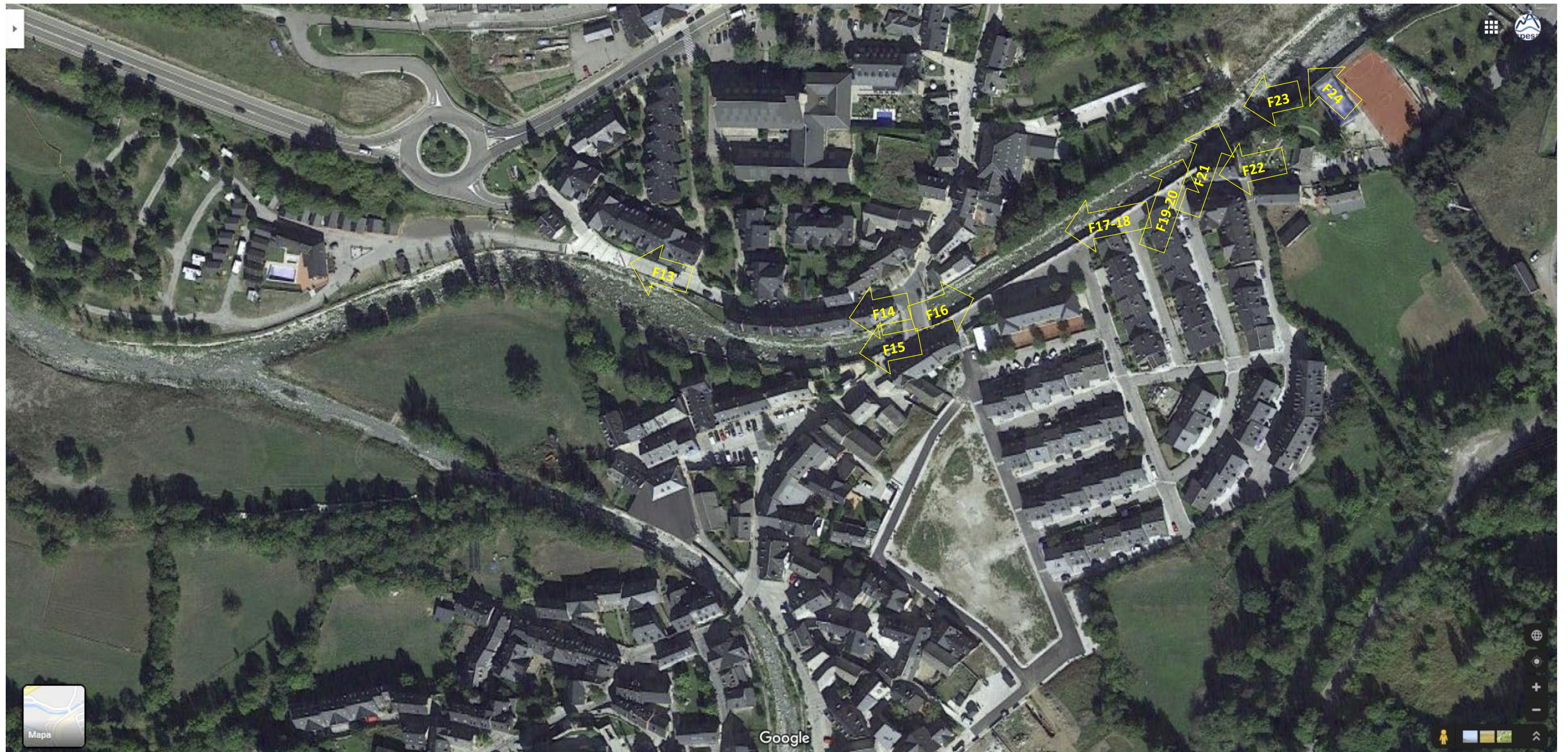
F10. Confluencia río Garona y río Valarties. Vista hacia aguas arriba



F11. Distribución bungalows camping Era Yerla



F12. Carrèr deth Remei. Vista hacia aguas abajo



Fotos de la 13 a la 24.



F13. Carrèr deth Remei. Vista hacia aguas abajo



F14. Rio Garona. Pte Carrer Major. Vista hacia aguas abajo



F15. Rio Garona. Pte Carrer Major. Vista hacia aguas abajo



F16. Rio Garona. Pte Carrer Major. Vista hacia aguas arriba



F17. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F18. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F19. Rio Garona. Vista hacia aguas arriba



F20. Rio Garona. Vista hacia aguas arriba



F21. Rio Garona. Vista hacia aguas arriba



F22. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F23. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F24. Rio Garona. Vista hacia margen derecha



Fotos de la 25 a la 37.



F25. Rio Garona. Vista hacia aguas arriba



F26. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F27. Rio Garona. Vista hacia margen derecha



F28. Rio Garona. Vista hacia aguas arriba



F29. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F30. Rio Garona. Azud. Vista hacia aguas arriba



F31. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F32. Rio Garona. Vista hacia aguas abajo



F33. Vista del parking



F34. Río Garona. Vista hacia aguas arriba



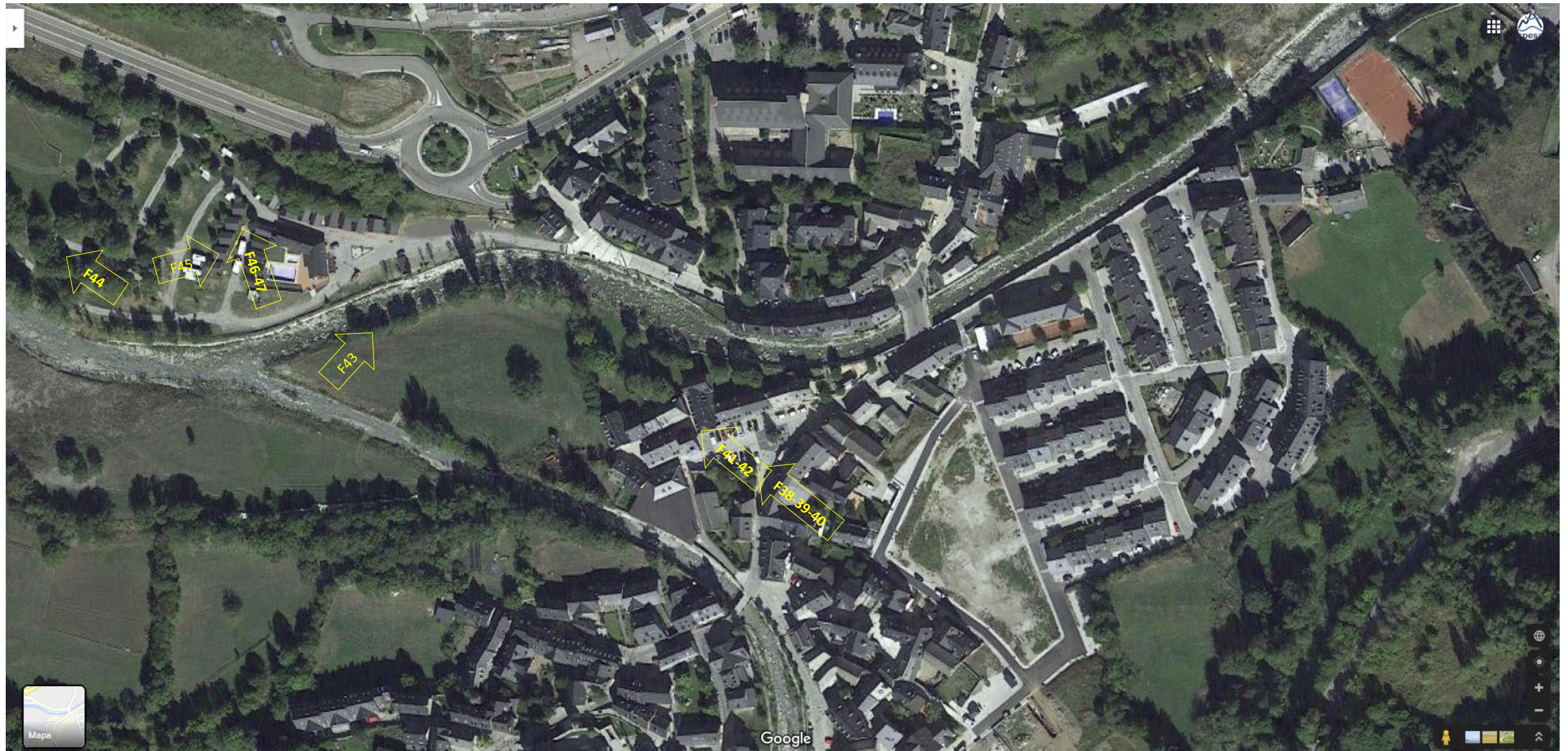
F35. Puente sobre río Garona. Vista hacia aguas arriba



F36. Río Garona. Vista azud desde aguas arriba



F37. Parking en margen izquierda río Garona



Fotos de la 38 a la 47.



F38. Puente río Valarties. Vista hacia aguas abajo



F39. Río Valarties. Aguas abajo del puente



F40. Puente río Valrties. Vista hacia aguas abajo



F41. Puente río Valarties. Vista hacia aguas abajo



F42. Puente Río Valarties.



F43. Río Valarties (desde margen izquierda)



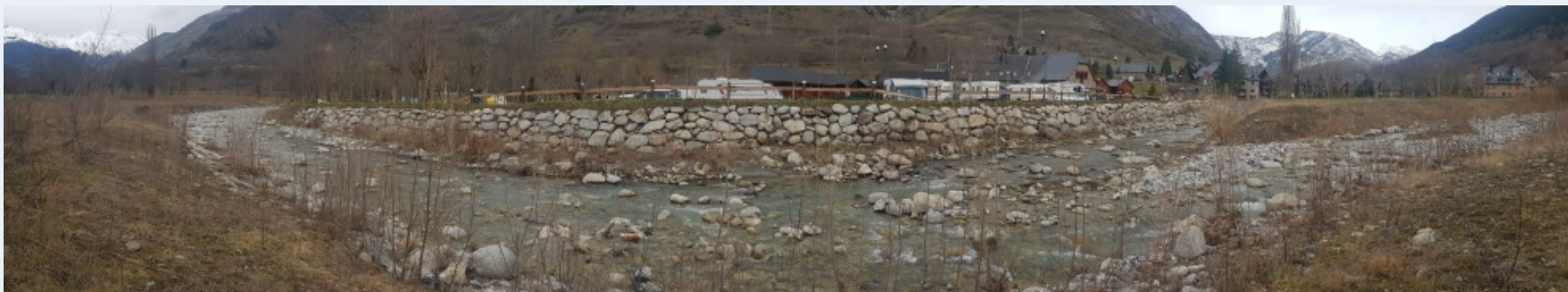
F44. Río Garona aguas debajo de la confluencia (desde M.I.)



F45. Confluencia ríos Garona y Valarties



F46. Confluencia ríos Garona y Valarties

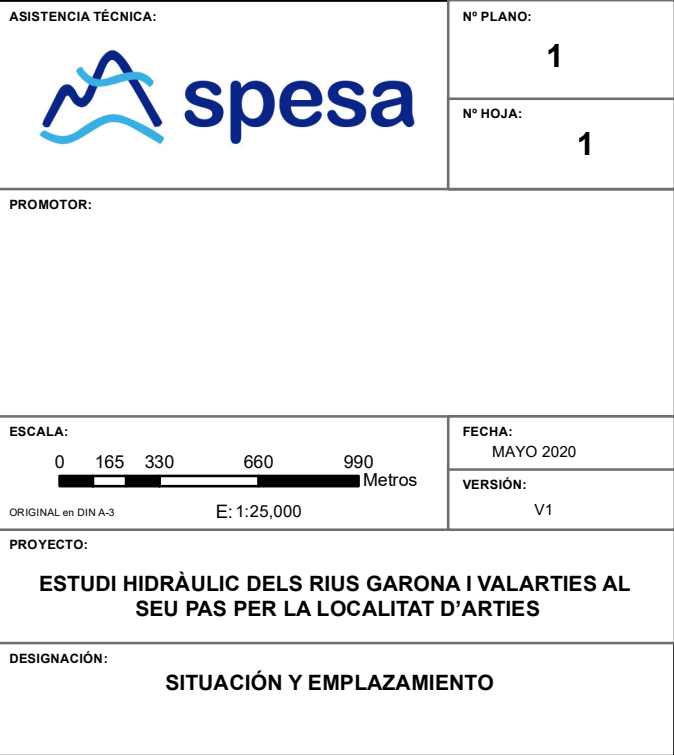


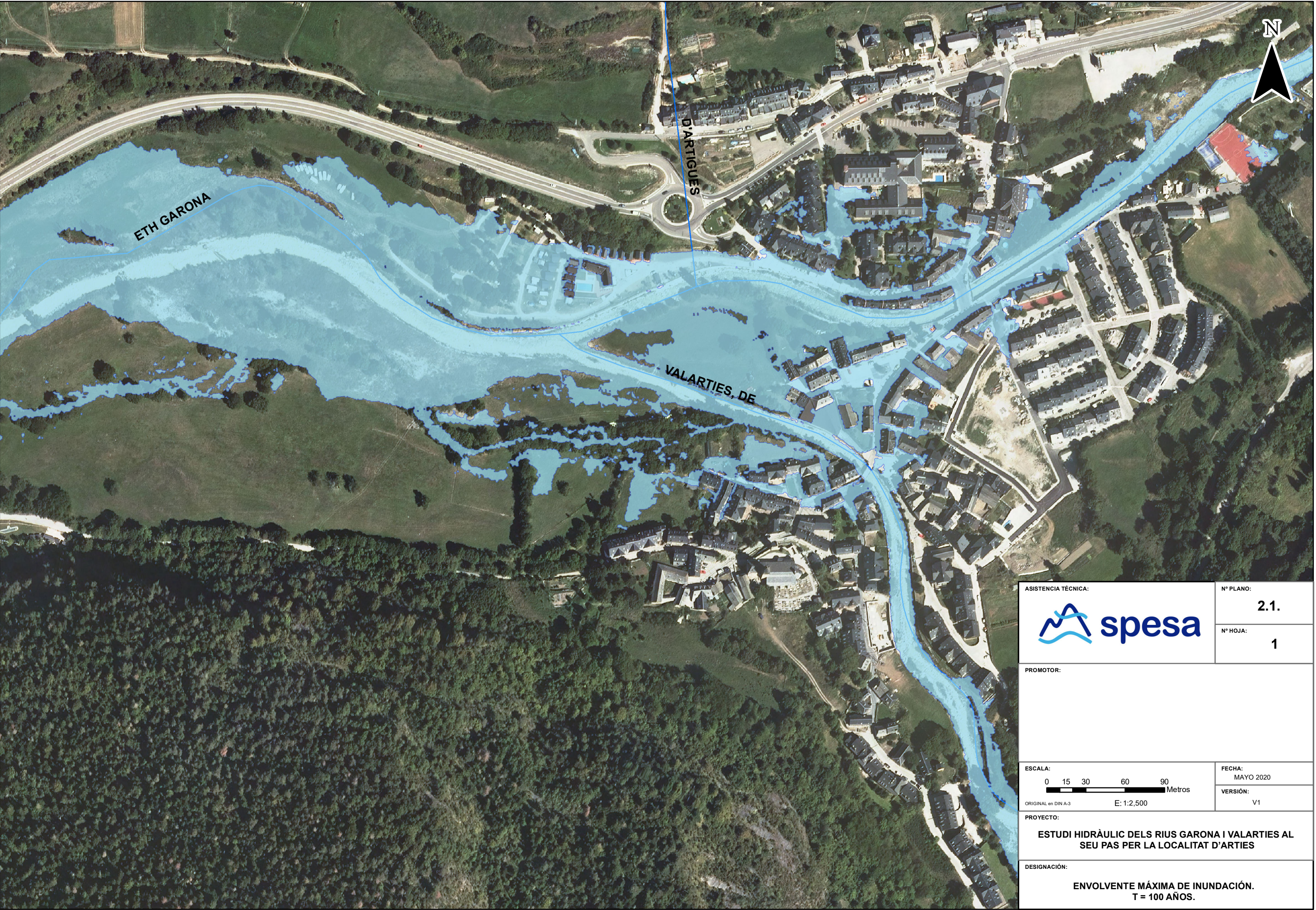
F47. Confluencia ríos Garona y Valarties



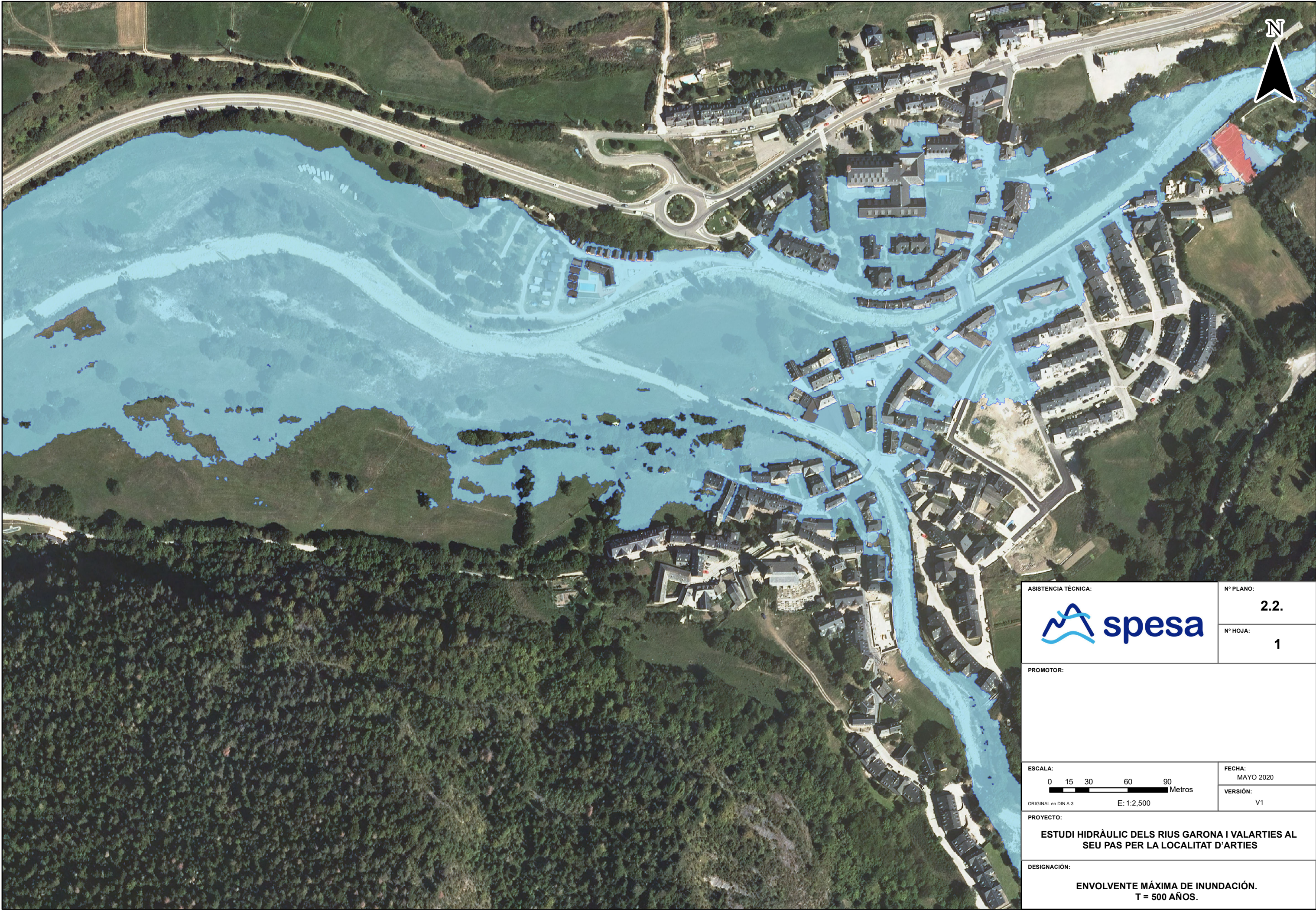
1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
2. ENVOLVENTES DE INUNDACIÓN
 - 2.1 ENVOLVENTES DE INUNDACIÓN. T100.
 - 2.2 ENVOLVENTE DE INUNDACIÓN. T500.
3. CALADOS
 - 3.1. CALADOS. T100.
 - 3.2. CALADOS. T500.
4. VELOCIDADES
 - 4.1. VELOCIDADES T100
 - 4.2. VELOCIDADES T500
5. ZONA DE FLUJO PREFERENTE

LÁMINAS





ASISTENCIA TÉCNICA:		Nº PLANO:	
		2.1.	
		Nº HOJA:	
PROMOTOR:		1	
ESCALA:		FECHA:	
0 15 30 60 90 Metros		MAYO 2020	
ORIGINAL en DIN A-3		VERSIÓN:	
E: 1:2,500		V1	
PROYECTO:			
ESTUDI HIDRÀULIC DELS RUS GARONA I VALARTIES AL SEU PAS PER LA LOCALITAT D'ARTIES			
DESIGNACIÓN:			
ENVOLVENTE MÁXIMA DE INUNDACIÓN. T = 100 AÑOS.			



ASISTENCIA TÉCNICA:



Nº PLANO:

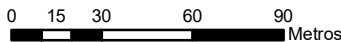
2.2.

Nº HOJA:

1

PROMOTOR:

ESCALA:



ORIGINAL en DIN A-3

E: 1:2,500

FECHA:
MAYO 2020

VERSIÓN:

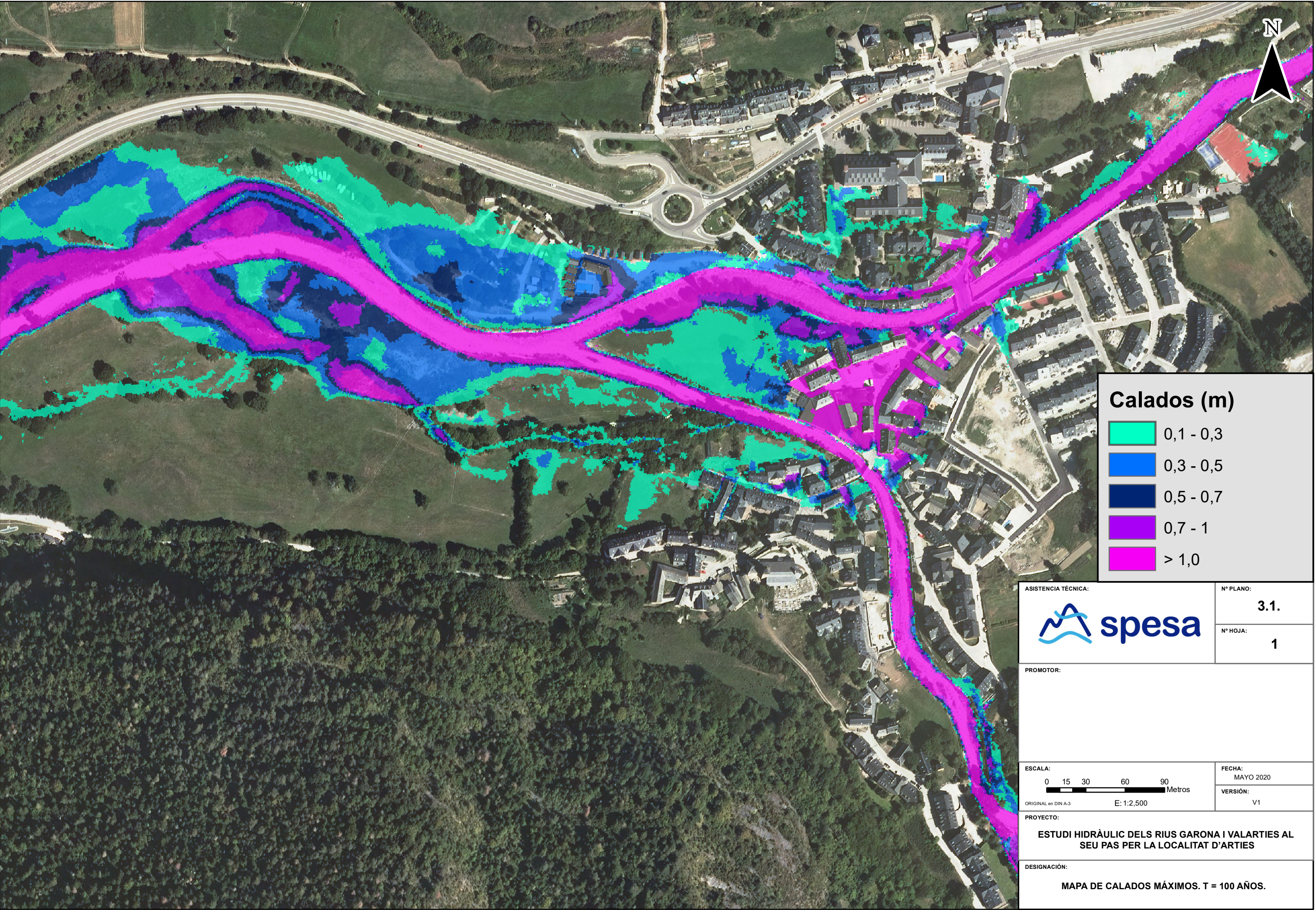
V1

PROYECTO:

ESTUDI HIDRÀULIC DELS RUS GARONA I VALARTIES AL
SEU PAS PER LA LOCALITAT D'ARTIES

DESIGNACIÓN:

ENVOLVENTE MÁXIMA DE INUNDACIÓN.
T = 500 AÑOS.



Calados (m)

- 0,1 - 0,3
- 0,3 - 0,5
- 0,5 - 0,7
- 0,7 - 1
- > 1,0

ASISTENCIA TÉCNICA:



Nº PLANO:

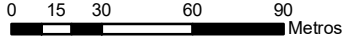
3.1.

Nº HOJA:

1

PROMOTOR:

ESCALA:



ORIGINAL en DIN A-3

E: 1:2,500

FECHA:

MAYO 2020

VERSIÓN:

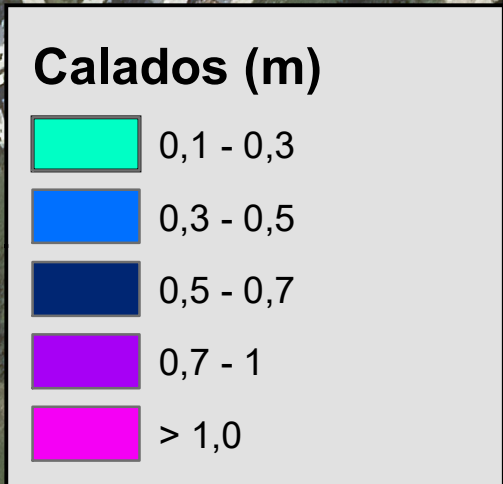
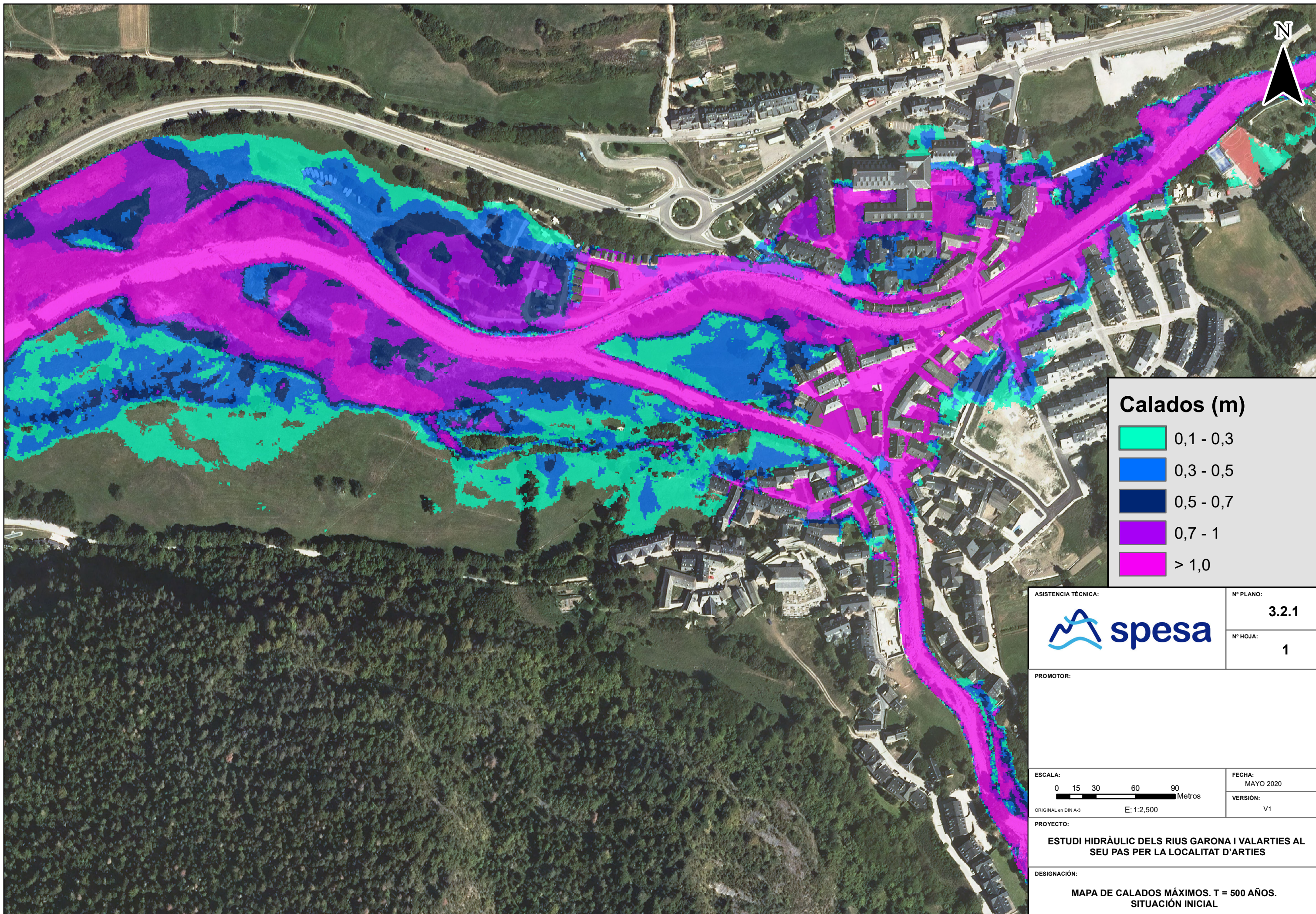
V1

PROYECTO:

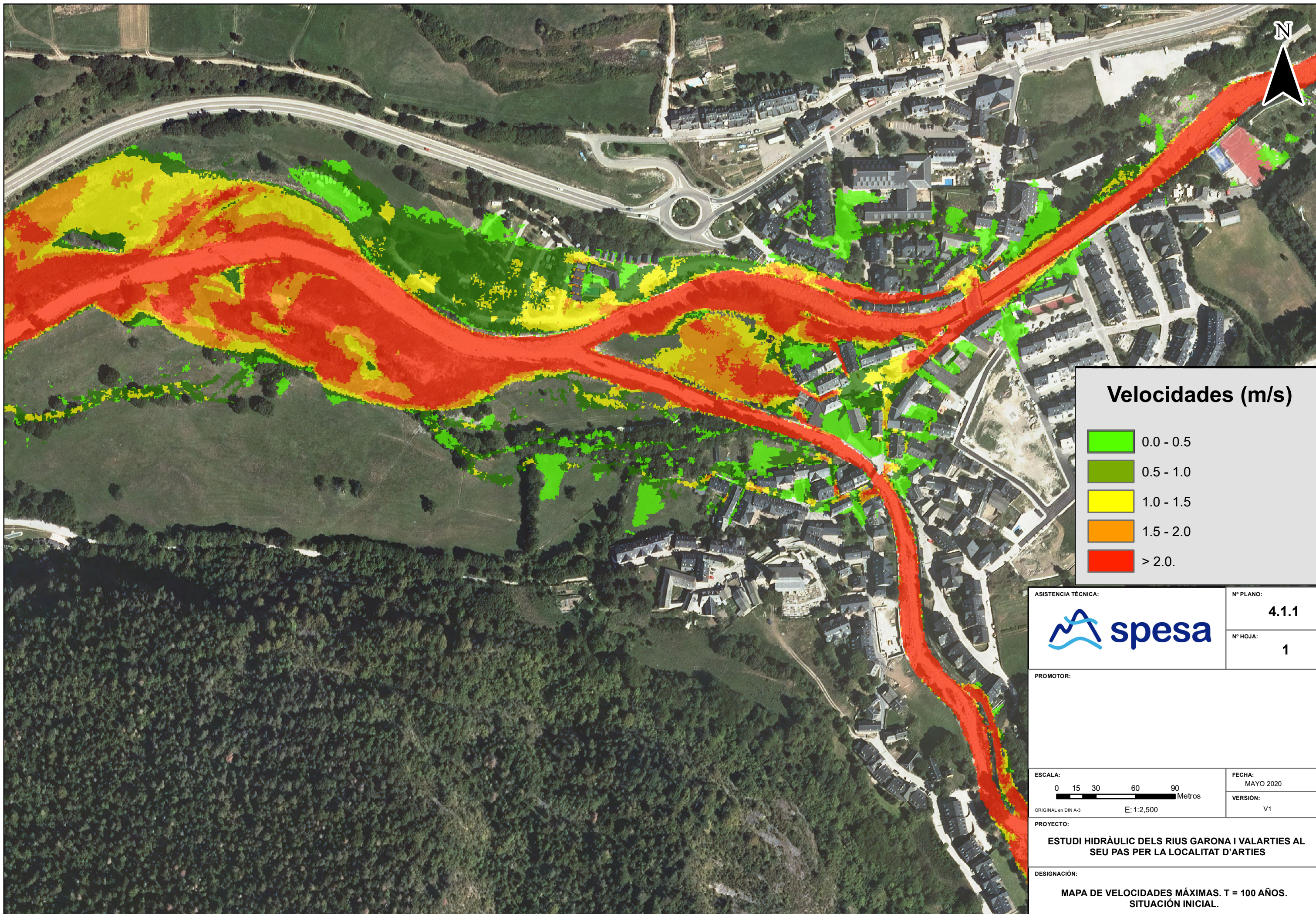
ESTUDI HIDRÀULIC DELS RUS GARONA I VALARTIES AL SEU PAS PER LA LOCALITAT D'ARTIES

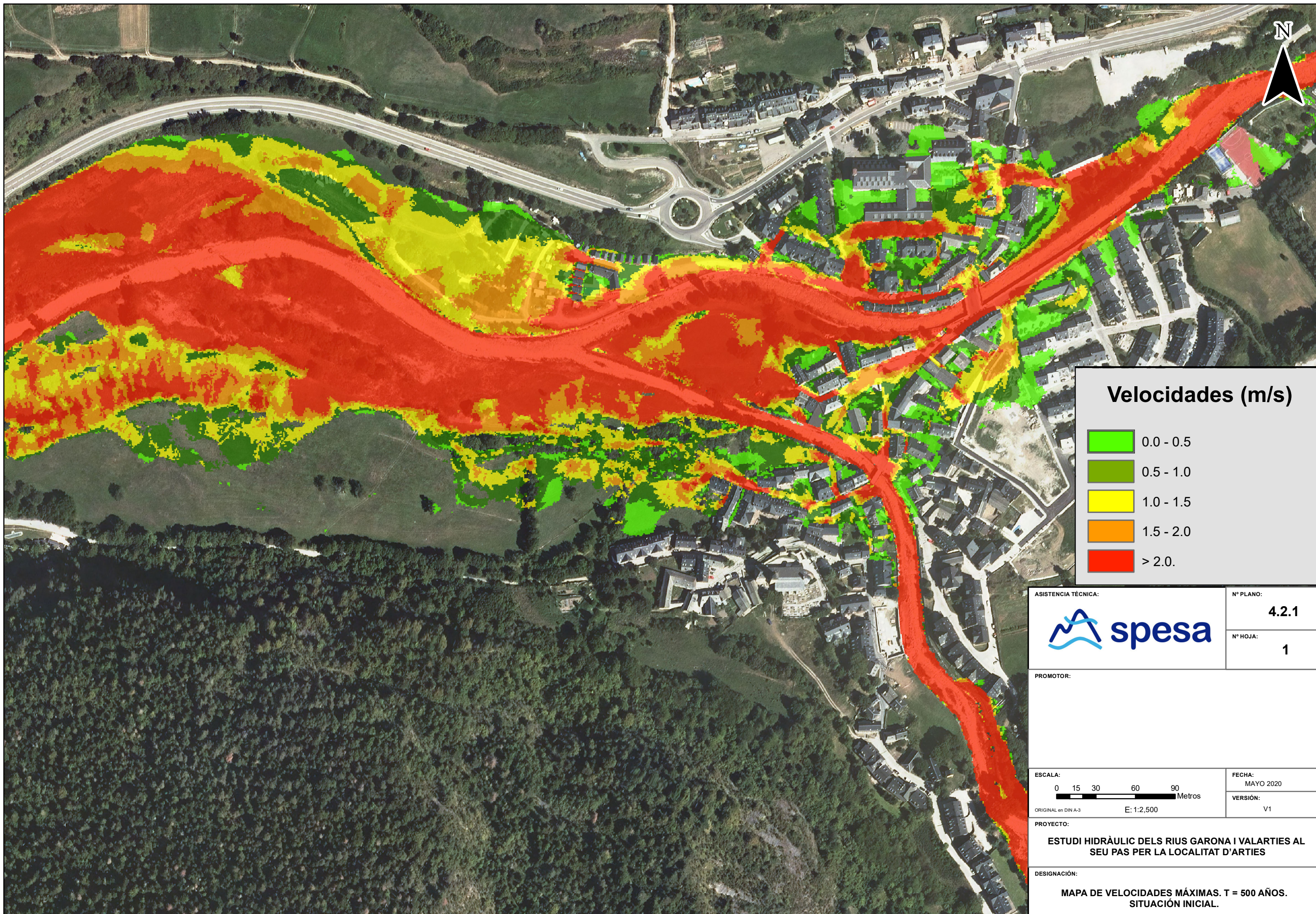
DESIGNACIÓN:

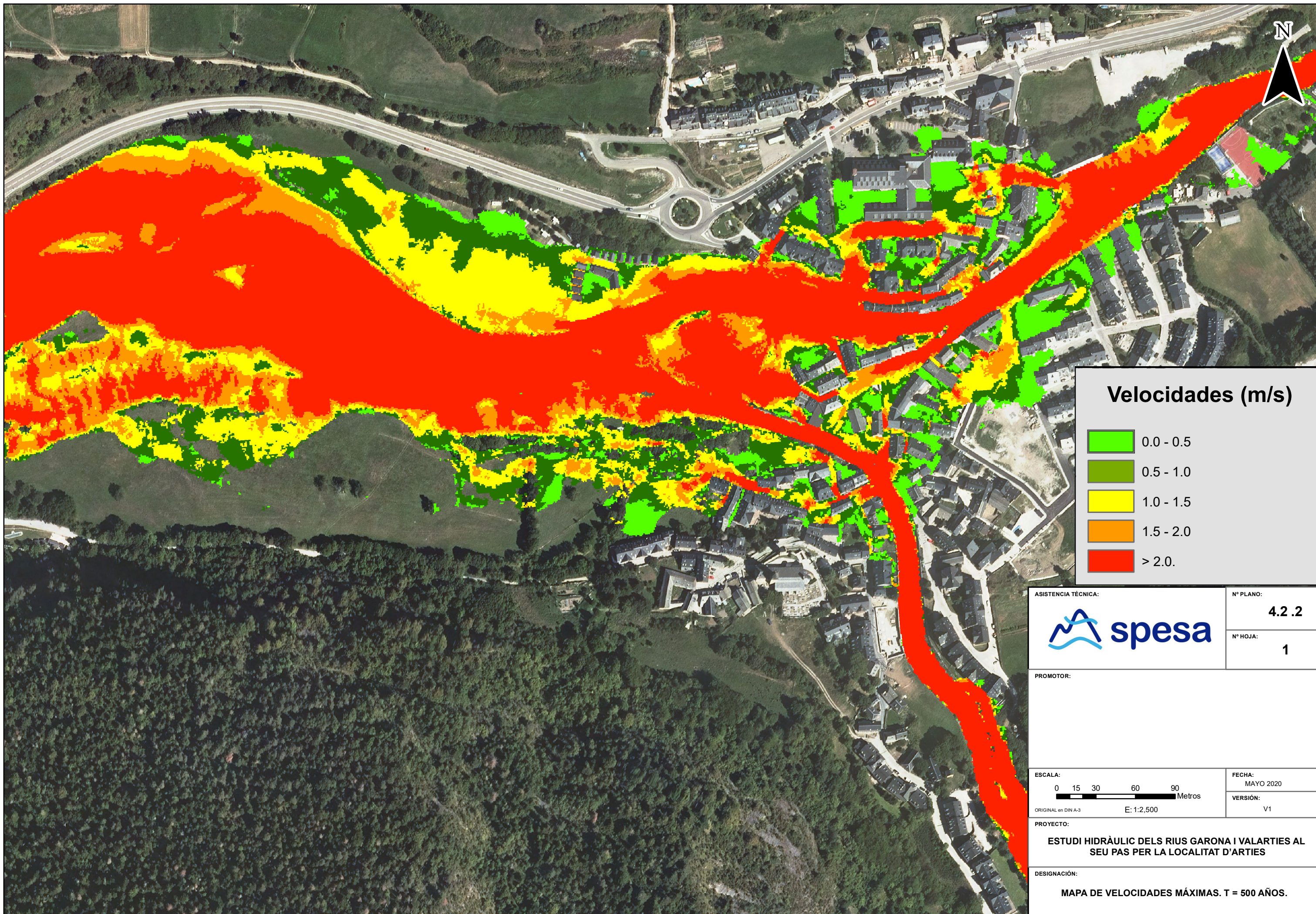
MAPA DE CALADOS MÁXIMOS. T = 100 AÑOS.

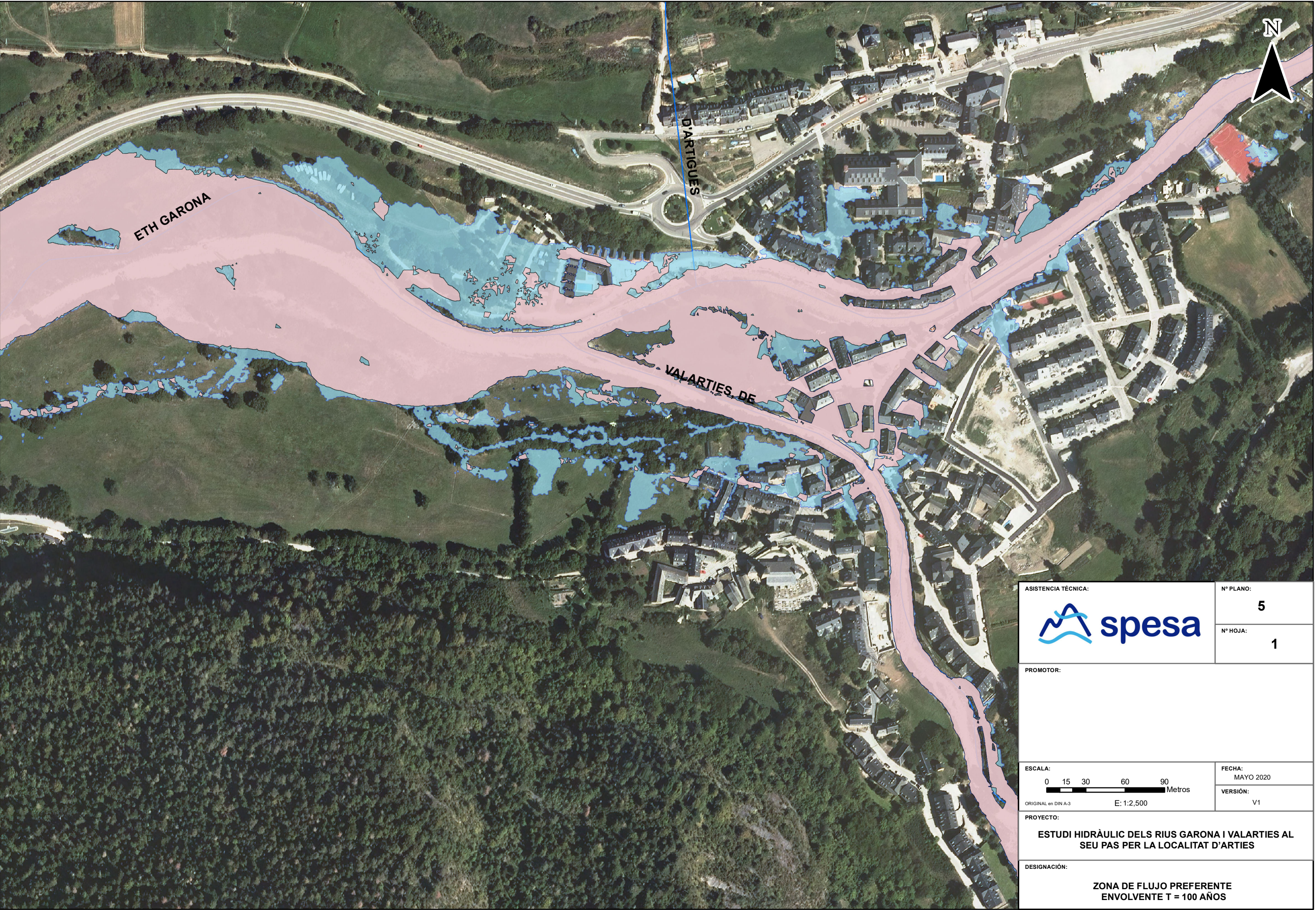


ASISTENCIA TÉCNICA:		Nº PLANO:
		3.2.1
PROMOTOR:		Nº HOJA:
		1
ESCALA:		FECHA:
		MAYO 2020
ORIGINAL en DIN A-3		VERSIÓN:
E: 1:2,500		V1
PROYECTO:		
ESTUDI HIDRÀULIC DELS RIUS GARONA I VALARTIES AL SEU PAS PER LA LOCALITAT D'ARTIES		
DESIGNACIÓN:		
MAPA DE CALADOS MÁXIMOS. T = 500 AÑOS. SITUACIÓN INICIAL		









ASISTENCIA TÉCNICA:		Nº PLANO:
		5
		Nº HOJA:
		1
PROMOTOR:		
ESCALA:		FECHA:
		MAYO 2020
ORIGINAL en DIN A-3		VERSIÓN:
E: 1:2,500		V1
PROYECTO:		
ESTUDI HIDRÀULIC DELS RUS GARONA I VALARTIES AL SEU PAS PER LA LOCALITAT D'ARTIES		
DESIGNACIÓN:		
ZONA DE FLUJO PREFERENTE ENVOLVENTE T = 100 AÑOS		