

**Departamento de Desarrollo Rural
Medio Ambiente y Administración Local**

Nafarroako  Gobierno
Gobernua de Navarra



**ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE
ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA**



Servicios geológicos,
geotécnicos, hidrogeológicos
y medioambientales

MONKAVAL
soluciones ingeniería

*Paseo Inmaculada nº 19 3º 31200 Estella-Lizarrta T. 948113799 / 606542078
c/ Irunlarrea nº 25 31008 Pamplona T/F. 948171693*

Diciembre de 2.018 – Código: 201810Hd031

geonavarra@geonavarra.es – www.geonavarra.es
monkaval@monkaval.com

Imagen de portada: Cauce del río Belagoa desde el puente de la carretera NA-1370 aguas arriba de la zona de estudio (28/11/2018)

gvSIG 2.0 Licencia GNU GPL

QGIS 2.18.7 Licencia GNU GLP

LASTOOLS © rapidlasso GmbH, Germany

Bricscad™ es un programa de Bricsys Licencia nº 135833 www.bricsys.com

FUSION/LDV es un programa del Forest Service of Pacific Northwest Research Station (USDA)

GeoMechanics y GeoRock © son programas de GeoStru © con licencia nº 2340 www.geostru.com/ES/

HEC-RAS Hydrologic Engineering Center – River Analysis System – 5.0.6 U.S. Army Corps of Engineers

HEC-HMS Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System – v. 4.3 - U.S. Army Corps of Engineers

Dinamyc Probing y Slope y LoadCap son módulos de GeoStru Software © con Licencia 2340. www.geostru.com

GeoNavarra S.L. Inscrita en el Registro Mercantil de Navarra, tomo 1503, folio 144, hoja NA-29873 y con N.I.F. B-71029805

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETO DEL ESTUDIO	1
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1. METODOLOGÍA Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	3
2.1.1. Análisis de cuenca y determinación de caudales	3
2.1.2. Examen de la zona de estudio y análisis hidrológico e hidráulico	3
2.1.3. Recopilación de información.....	4
3. CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	6
3.1. RASGOS GEOLÓGICOS GENERALES	6
3.2. HIDROGRAFÍA.....	7
3.3. GEOMORFOLOGÍA.....	8
3.3.1. Formas de ladera.....	9
3.3.2. Formas fluviales	9
3.3.3. Formas kársticas.....	10
3.3.4. Formas glaciares y periglaciares.....	11
3.4. HIDROGEOLOGÍA.....	13
3.5. RESUMEN HIDROGEOLÓGICO	18
4. ESTUDIO HIDROMETEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO	20
4.1. RASGOS CLIMÁTICOS	20
4.2. INFORMACIÓN DE ENTRADA AL MODELO	20
4.2.1. Descripción de la cuenca.....	20
4.2.2. Disponibilidad de datos pluviométricos y foronómicos.....	23
4.2.3. Pérdida por infiltración en los suelos.....	24
4.3. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS Y CAUDALES DE ESCORRENTÍA.....	29
4.3.1. Distribución espacial y temporal de las precipitaciones	30
4.3.2. Cálculo de precipitaciones máximas para distintos periodos de retorno.....	31
4.3.3. Caudales máximos de escorrentía para distintos periodos de retorno	33
4.4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CON HEC-HMS	37
5. SIMULACIÓN HIDRÁULICA.....	41
5.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CAUCE	41
5.2. CRITERIOS DE DEFINICIÓN DE ZONAS DE PELIGROSIDAD.....	42
5.3. DATOS UTILIZADOS	44
5.3.1. Geometría	44
5.3.2. Pérdidas de energía.....	45
5.3.3. Caudales	47
5.4. PROCESO DE CÁLCULO	48
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50

ANEJOS

ANEJO 1: Mapas Hidrológicos de la cuenca

ANEJO 2: Simulación Hidráulica. Planos

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

Este estudio hidrológico e hidráulico se solicita por el Negociado de inundabilidad y actuaciones en el espacio fluvial de la Sección de Restauración de Ríos y Gestión Piscícola del Servicio de Economía Circular y Agua del Gobierno de Navarra, según las exigencias de la Confederación Hidrográfica del Ebro, respecto al estudio de inundabilidad de un conjunto de terrenos adyacentes al río Belagua entre las proximidades del albergue de Txamantxoia y la confluencia del cauce del barranco de Maze, en el municipio de Isaba (Navarra).

El objetivo principal del trabajo consiste en la **determinación de las áreas adyacentes al curso del río Belagua con riesgo inundabilidad**, que puedan afectar a **varias parcelas** que son utilizadas habitualmente para **actividades y acampadas juveniles estivales**. A continuación se presenta su situación y se concreta su relación catastral.

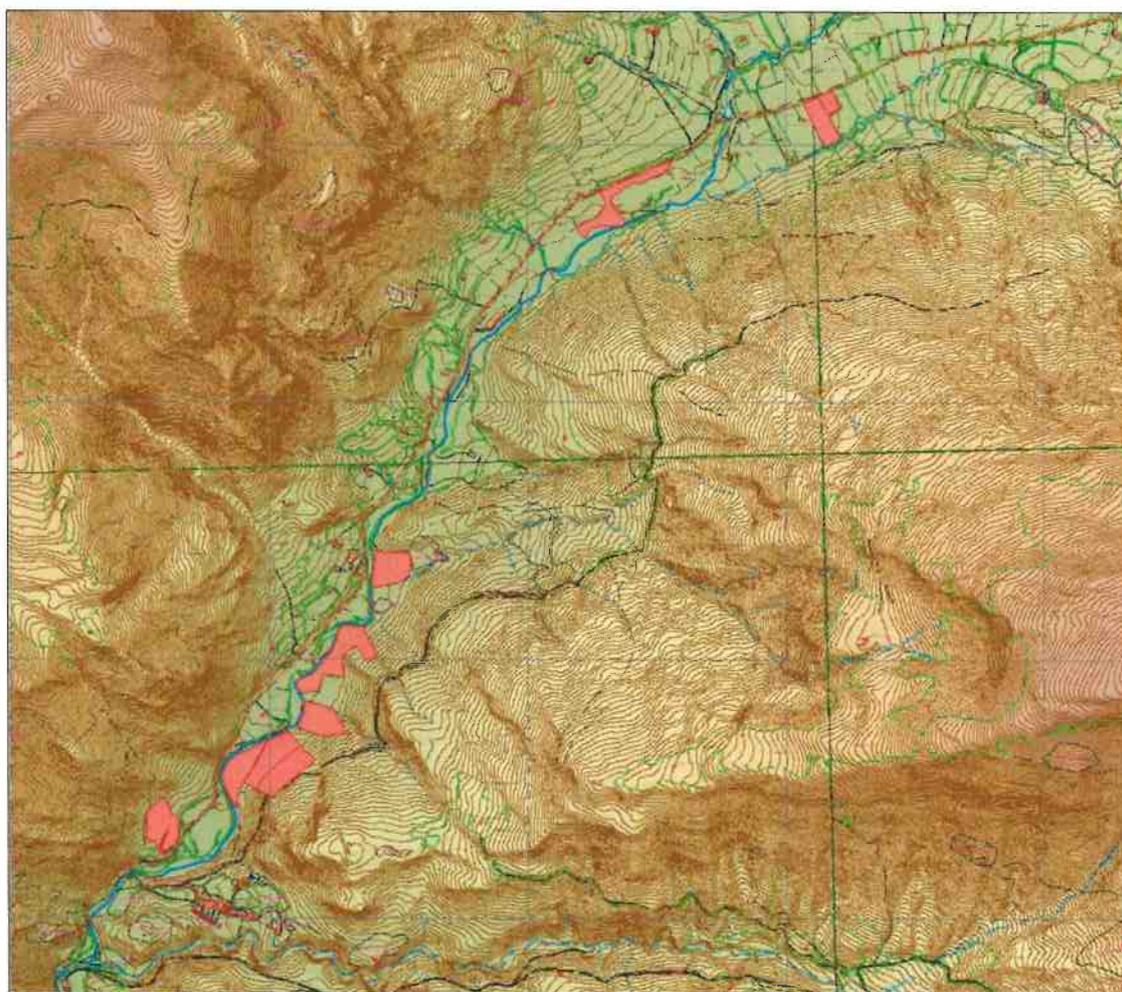


Figura 1.- Situación de las parcelas (tonos rojos) objeto de estudio en el tramo considerado del río Belagua sobre topografía 1:10.000 del Gobierno de Navarra. Cuadrícula 1 km².

Municipio	Polígono	Parcela	Paraje
Isaba	21	57	Llano de Belagua-albergue Txamantxoia
		61	Llano de Belagua
		79	Belagua el Juncal (Larratza de Belagua)
		124	Zaltua
	23	71	Rekiamortosoroa
		72	Rekiamortosoroa
		82	Sakulo
		85	Sakulo
		177	Rekiamortosoroa (Asolatze)
	24	44	Onzibieta (Rekiamortosoroa)

El ámbito de estudio propuesto se extiende desde las cercanías de la parcela más septentrional, en las proximidades de la desembocadura del barranco de Maze, hasta la confluencia con el cauce del barranco de Bitxitoza, aguas arriba y en el Rincón de Belagua.

Aunque en este tramo es dónde se realiza el estudio hidráulico, el estudio hidrológico se extiende a toda la cuenca vertiente de la estación de aforo de Isaba, puesto que es el punto de control de registro de caudal más cercano al área considerada. Sin embargo, en este lugar se recoge también el caudal del río de Uztároz, que incluye las aguas del barranco de Mintxate.

2. METODOLOGÍA

2.1. METODOLOGÍA Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

La realización de los trabajos exige un estudio interdisciplinar a varios niveles, interconectados entre sí (Fig. 2), que va más allá de una mera modelización matemática de los fenómenos. Las principales fases del proceso han sido las siguientes:

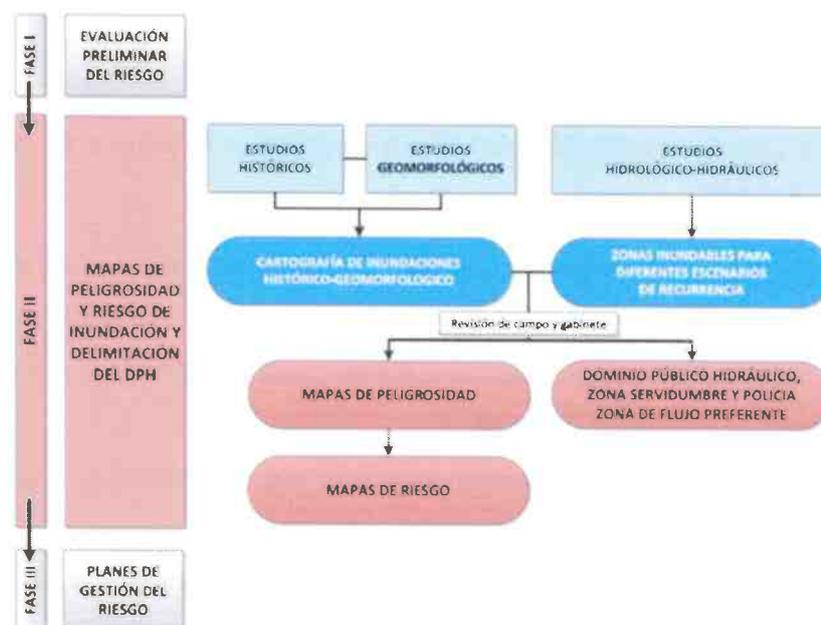


Figura 2.- Esquema de flujo de los trabajos.

A continuación se enumeran las principales tareas en las que se han dividido los trabajos del presente estudio en dos vertientes:

2.1.1. Análisis de cuenca y determinación de caudales

- Recopilación de todos los datos de partida: cartográficos, hidrogeológicos, hidráulicos, meteorológicos, históricos, etc.
- Obtención y manipulación de modelos digitales del terreno para los estudios de cuenca.
- Identificación de las características morfométricas de la cuenca.
- Estudio hidrometeorológico y cálculo de los caudales de avenida para distintos periodos de retorno.

2.1.2. Examen de la zona de estudio y análisis hidrológico e hidráulico

- Evaluación sobre el terreno del cauce y sus proximidades.

- Trabajos topográficos y levantamientos de detalle para la restitución del fondo y ribera, además de la identificación de infraestructuras y obstáculos en el cauce.
- Visitas al campo para la comprobación de usos del suelo y realización de observaciones geomorfológicas relacionadas con los distintos dominios de inundación.
- Generación de modelos digitales del terreno de detalle con los datos del levantamiento taquimétrico y de la información LIDAR existente.
- Modelización hidráulica del tramo del cauce y análisis de los resultados.

2.1.3. Recopilación de información

Entre otra documentación, para la realización de este estudio se ha acudido a la siguiente información:

- Cartografía topográfica a escala 1:25.000 y 1:5.000, editadas por el Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra.
- Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 metros, ETRS89 proyección UTM Huso 30, del Instituto Geográfico Nacional.
- Modelo digital del terreno con paso de malla de 2 metros, ETRS89 proyección UTM Huso 30, del Gobierno de Navarra.
- Información altimétrica de la nube de puntos LIDAR, del año 2.017, Tracasa Instrumental S.L. para Gobierno de Navarra.
- Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Navarra a escala 1:25.000 actualizado el año 2.011 a través del Servicio de Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra.
- Mapa Geológico de Navarra a escala 1:25.000 del Gobierno de Navarra.
- "Guía metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables" del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2.011).
- Estudio de delimitación de zonas inundables y ordenación hidráulica de los ríos de la cuenca del Aragón e Irati en Navarra. SENER para el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra (2.003).

Bibliografía científica:

- Aron G. et al. (1995) en *Hydrologic Modeling and Design in Karst*. Technical Bulletin nº 2. Virginia Department of Conservation and Recreation.
- Bladé, E. et al. "Modelización numérica en ríos en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC-RAS". Ediciones UPC (Diciembre, 2.009).

- "Las aguas subterráneas en Navarra. Proyecto Hidrogeológico". Diputación Foral de Navarra. Dirección de Obras Públicas. Servicio Geológico. (1982)
- López Martínez, Jerónimo "Disolución de rocas carbonatadas. Cuantificación del proceso actual de karstificación en el macizo de la Piedra de San Martín (Pirineo Occidental)" (1984).
- López Martínez, Jerónimo "Relaciones entre la fracturación y el karst en el Macizo de la Piedra de San Martín (Pirineo Occidental)". Estudios geol., 43: 217-225 (1.987)
- "Máximas lluvias diarias en España Peninsular". Serie Monografías. Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento. (1999)
- Pejenaute Goñi, J.M. "Estudio de un episodio de lluvia torrencial en Navarra con efectos de Inundación". Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Geografía, t. 9, 1996 págs. 133-177.
- Serrano, R. et al. "Respuesta hidrológica al evento de precipitación de junio de 2013 en el Pirineo Central". Investigaciones Geográficas nº 62, pp. 05-21. (2014)

Herramientas informáticas utilizadas:

- Para la delimitación de la cuenca vertiente se ha utilizado el paquete informático HEC-HMS ("Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System" versión 4.2) del USACE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos).
- Para los cálculos hidrológicos se ha usado el programa HEC-RAS ("Hydrologic Engineering Center – River Analysis System" versión 5.0.6) del USACE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos).
- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (MAXPLU). Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes. Dirección General de Carreteras. (CEDEX, 1999).
- También se ha acudido al programa de determinación de Caudales Máximos "CAUMAX" versión 2.3 (CEDEX).
- Implementación de los Sistemas de Información Geográfica GVSig v. 2.0 y QGIS v. 2.18.
- Programa de diseño asistido CAD: BricsCAD ® v. 12

No se dispone de información histórica de las ocurrencias de las avenidas y sus efectos de la zona estudiada, aunque sí de caudales de control que de la estación de aforo de Isaba, que han servido para la calibración del modelo hidrológico e hidráulico.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

3.1. RASGOS GEOLÓGICOS GENERALES

La cuenca vertiente de la estación de aforo de Isaba comprende buena parte de los municipios de Isaba y Uztárroz, que limitan al norte con Francia, al este con Ansó (Huesca), al sur con Garde, Roncal, Urzainqui y Vidángoz, y al oeste con Ezkaroz y Ochagavía.

Desde el punto de vista físico, en el sector estudiado pueden distinguirse dos grandes unidades. Al norte se encuentra la meseta de Larra, modelada sobre las calizas del Cretácico Superior, suavemente inclinadas, muy fracturadas, y extraordinariamente afectadas por procesos de disolución química. Es un grandioso karst de altura ligeramente modificada por el glaciario cuaternario. Allí se localiza la sima de San Martín, a la vez que importantes sierras y peñas como la de Lákora (1.847 m), Arlás (2.062), Anielarra, la Meseta de los Tres Reyes (2.438 m) y, cercana a la frontera pero fuera de Navarra, el Anie (2.507 m).

Al pie de Larra se encuentra el valle de Belagua con una altitud media entre 960 y 1.020 m. Tiene una forma arqueada, correspondiente al tramo E-O que describe el río del mismo nombre, que excavó el valle en las margas del Cretácico Superior estratigráficamente superpuestas a las calizas de Larra. El valle fue modelado por una pequeña lengua glaciar que descendía de Larra. En su parte oriental emerge el Txamantxoia (1.945 m) y algo más al sur discurre el barranco de Maze que labró otro valle longitudinal E-O en las mismas margas.

La segunda de las unidades geomorfológicas está constituida por una serie de sierras y valles modelados sobre pliegues anticlinales y sinclinales volcados y cabalgantes hacia el S. Corresponden a terrenos del Eoceno, principalmente de facies flysch, alternancia monótona de areniscas y lutitas, con paquetes de calizas subordinadas que conforman los relieves prominentes (Peña Ezcaurre, 2.049 m) y, al ser cortadas de forma transversal por los ríos, las foces, como la de Mintxate situada al oeste del término de Isaba, junto al límite con Uztárroz.

Además de estos materiales plegados por la orogenia alpina, que ha formado la Cordillera Pirenaica, se extienden depósitos cuaternarios más recientes, sobre todo ligados a la dinámica fluvial de los ríos Belagua, Uztárroz y Mintxate. Estos sedimentos constituyen delgados corredores de escaso espesor en el fondo de los valles y en ocasiones forman terrazas aluviales sobre el lecho del cauce.

Los depósitos ligados a las laderas tienen importancia local y están formados por coluviones, canchales y en el valle de Belagua algún abanico aluvial. La actividad glaciar ha producido morrenas que se identifican en este último valle y en la cabecera del barranco de Mintxate. Cabe citarse la aparición de arcillas de descalcificación ligadas a la actividad kárstica en el fondo de depresiones y dolinas.

Como se verá más adelante, la actividad kárstica del macizo de Larra marca de forma decisiva el comportamiento hidrológico e hidrogeológico del área de estudio.

3.2. HIDROGRAFÍA

La red fluvial de la zona se articula en torno al río Esca, que recorre el valle del Roncal, encajado entre el valle del Salazar al oeste, el valle de Ansó (en Huesca) y los territorios de la provincia de Zaragoza en su curso bajo. Se forma en las inmediaciones de Isaba donde confluyen el barranco de Uztárroz y el río Belagua. Son afluentes principales los arroyos Biniés, que desemboca por la margen derecha a la altura de Burgui, y el Garona, que lo hace aguas abajo de Salvatierra de Esca, en la provincia de Zaragoza. El Esca tributa en la margen derecha del Aragón, en la cola del embalse de Yesa, en Venta Carrica, provincia de Zaragoza. Desde su origen a su desembocadura, tiene una longitud de 34 km., con una cuenca de 525 km² de los que 445 pertenecen al valle navarro, 26,8 al término de CastilloNuevo y el resto a los términos de Salvatierra de Esca y Sigües, en Zaragoza.

Al este de su cabecera, el valle de Belagua constituye una singularidad debido a la importante huella glaciaria que conserva. Esta pequeña unidad se cierra hacia el norte por el escarpe de calizas cretácicas que incluye la zona kárstica de Larra. A pesar de su elevada pluviosidad, superior a 2.000 mm anuales en la cabecera, la escorrentía superficial es mínima, pues la mayor parte del agua alimenta una importante circulación subterránea que por la disposición del macizo favorece la evacuación preferente hacia la vertiente francesa, donde se encuentran las principales surgencias. El río Belagua únicamente es claramente funcional después de fuertes lluvias o cuando tiene lugar la fusión de la nieve.

El río Belagua nace en la vertiente occidental del monte La Paquiza de Linzola o Lapakiza, en el Rincón de Belagua. Sus principales afluentes son el barranco de Bitxitoza y el barranco de Arrakagoiti, que nacen en la vertiente oriental del monte Lakartxela. Más al sur, por su margen izquierda, recibe el barranco de Maze, que drena la vertiente meridional del monte Txamantxoia. Es un río netamente pirenaico, cuyos 85 km² de cuenca tienen una altitud media de 1.424 m y una cota máxima de 2.507 m en el pico de Anie. El río Uztárroz recoge las aguas de la vertiente este del Portillo de Laza, enclave que marca la divisoria con la cuenca del río Salazar. Discurre primero hacia el sur, virando después al sureste hacia Isaba pasando por Uztárroz. Recibe importantes arroyos pirenaicos abiertos hacia el sur. Entre ellos destaca Mintxate, que parte del portillo de Belai discuriendo encajonado al oeste de los montes Lakartxela y Larrondo. Aguas arriba, el Uztárroz, ha recogido las aguas de los barrancos Burguiarte y Goinburo por su margen izquierda y Pepeltxa y Amuku por la derecha. Ambos ríos se unen en Isaba, denominándose a partir de ese punto río Esca.

3.3. GEOMORFOLOGÍA

El área posee una topografía muy accidentada, con las máximas alturas en el límite con Francia y las más bajas corresponden con el valle de Belagua. El relieve de este sector del Pirineo puede definirse como de alta montaña, caracterizado por un dominio de relieves acusados y fuertes cambios de pendiente. Las mayores alturas son las que marcan el nivel de cumbres principal, que marca la frontera y constituye una gran divisoria de aguas. Aunque este nivel de cumbres presenta una dirección general E-O, suele ofrecer algunas irregularidades en su trazado que en ocasiones dan lugar a pasos naturales que permiten acceder al país vecino.

Los principales relieves los constituyen un conjunto de sierras y un valle. Entre las primeras, destaca la Sierra Longa, la Sierra de Añelarra y el Macizo de Larra, este último muy afectado por procesos de karstificación que le confieren un aspecto ruñiforme a su superficie. Por otra parte, el valle de Belagua posee un suave relieve, con una anchura de aproximada 1 km en la zona de cabecera y al que accede gran parte del drenaje de este sector.

Los valores de las pendientes son muy altos pues casi un 90% de la superficie supera valores del 30%. Las áreas de pendientes más suaves se encuentran en el valle de Belagua y en algunas depresiones kársticas.

Desde el punto de vista morfoestructural, el área de estudio se sitúa en el Pirineo Central, en el dominio de la Zona Surpirenaica, entre la Zona Axial y la Cuenca del Ebro. Lo accidentado de su relieve se debe, en gran parte, a la estructura geológica o a la combinación de litología y tectónica.

Respecto a las características tectónicas, el conjunto se caracteriza por una serie de estructuras de cabalgamiento y plegamiento vergentes hacia el sur. Por lo general, se trata de estructuras alargadas, de gran longitud y de dirección general ONO-ESE. La diferente naturaleza de los materiales, el tamaño de las estructuras y los procesos erosivos dan como resultado un relieve muy abrupto en el que destacan los escarpes estructurales de largo recorrido con saltos de variadas dimensiones.

Las fallas y fracturas, también juegan un papel importante, la abundancia de las mismas es un elemento fundamental para el desarrollo del karst en el Macizo de Larra, pues la disolución de la roca se canaliza a través de estas líneas de debilidad, de manera que las formas resultantes, como dolinas, uvalas y poljes, se orientan según las principales direcciones de fracturación. Entre éstas, destacan las direcciones NNE-SSO a NE-SO y las próximas a E-O. Otras de menor desarrollo son ONO-ESE y NO-SE.

La morfología de la red de drenaje refleja muy bien la influencia de la estructura en la configuración del relieve y en la distribución de los conjuntos fisiográficos. A excepción del macizo kárstico de Larra, donde los cauces apenas existen y los que existen se pierden, la mayoría de los cursos de agua, estacionales o no, presentan una acusada linealidad y unos cambios de pendiente muy bruscos en sus perfiles longitudinales. Todo ello indica que los cauces que hay en la zona eligen como recorrido las líneas de máxima debilidad, en este caso fallas y fracturas, o de máxima pendiente. Los saltos en los perfiles longitudinales insinúan, no sólo que se trata de una zona de alta montaña, sino que los cauces se acomodan a los saltos producidos por las fallas y fracturas.

Respecto al estudio del modelado, en lo que se refiere al objetivo del estudio, se hace hincapié en las formas de ladera, fluviales, kársticas, además de las glaciares y periglaciares.

3.3.1. Formas de ladera

Dentro del grupo se han reconocido coluviones y bloques caídos. Los primeros suelen aparecer al pie de las vertientes de los principales valles, como el del río Belagua, aunque también pueden encontrarse a media ladera. La morfología de estos depósitos es casi siempre muy similar, en bandas alargadas más o menos estrechas y paralelas a los cauces. Las caídas de bloques se producen a partir de los grandes escarpes rocosos. La intensa fracturación, las altas pendientes y los bruscos cambios de temperatura favorecen, sin duda, la individualización y caída de los grandes fragmentos.

3.3.2. Formas fluviales

Debe señalarse que no tienen gran desarrollo en este ámbito, destacando las de carácter erosivo. Las formas de sedimentación se limitan a fondos de valle y conos de deyección. El único fondo de valle es el del río Belagua y está encajado en la llanura fluvio-glaciar de dicho cauce. Este fondo es muy estrecho y su trazado presenta una forma sinuoso-rectilínea. Las características litológicas de su depósito se pueden describir como un conjunto de cantos y gravas de naturaleza mayoritariamente calcárea, con una matriz arenoso-arcillosa. Cronológicamente parecen situarse en la parte alta del Holoceno.

Los conos de deyección aparecen asociados a los valles, pues se originan a la salida de barrancos y arroyos, cuando éstos alcanzan un cauce de rango superior. En los puntos de confluencia, la pérdida de pendiente produce la sedimentación de la carga arrastrada, formándose un depósito con forma de abanico. Los escasos conos existentes se localizan en el valle del río Belagua, en la margen meridional del mismo, no superando en ningún caso los

800 m de longitud. La génesis de estos depósitos es contemporánea a la de la llanura del río Belagua, por lo que se les ha asignado una edad Holoceno.

En cuanto a las formas fluviales de carácter erosivo, destacan la incisión vertical al oeste, algunas cárcavas, con sus respectivas cabeceras, en la esquina suroccidental y pequeñas aristas en el sector septentrional.

3.3.3. Formas kársticas

Son las que alcanzan mayor desarrollo en la cabecera de la cuenca del río Belagua, algunas de ellas de gran espectacularidad. Los procesos de disolución afectan a los extensos afloramientos de las calizas cretácicas de Larra y originan dolinas, uvalas, poldjes y lapiaces que por su densidad, dan un aspecto ruiforme a la superficie de las calizas.

Desde un punto de vista hidrogeológico, no se debe obviar la importancia este macizo kárstico que ofrece características muy significativas. En primer lugar, destaca la ausencia de escorrentía superficial a pesar de ser una zona de alta pluviosidad, en ocasiones hasta 3000 mm/año. Los cauces existentes no llevan agua la mayor parte del año, agua que debido al grado de disolución de las calizas, penetra en ellas circulando de forma subterránea y saliendo al exterior por manantiales y surgencias.

En el desarrollo de los procesos de disolución hay una gran influencia de la estructura, de la fracturación y del diaclasado debido a que las zonas y líneas de debilidad o discontinuidad favorecen la entrada del agua al macizo rocoso y la circulación de la misma dentro de él. Si a ello se añade la existencia de una estación fría, de gran duración y abundante precipitación sólida, el proceso de disolución se potencia por la agresividad de las aguas de deshielo.

En cuanto a las formas exokársticas, como ya se ha señalado anteriormente, son las más espectaculares, destacando las dolinas. Son muy abundantes afectando a la casi totalidad de la superficie del macizo. Su morfología en planta es circular u ovoide, con bordes irregulares. Algunas de ellas parecen abiertas, es decir alimentadas por un emisario y, por lo general, son pequeño tamaño. No es frecuente ver arcillas de descalcificación en su fondo.

Las uvalas son similares a las dolinas pero su forma en planta es alargada o irregular, suelen tener mayor tamaño y el fondo algo más plano que las anteriores. La orientación de estas formas está fuertemente controlada por la fracturación. A veces, al igual que las dolinas, funcionan como sumideros aportando agua al drenaje subterráneo y generando, también, fuentes y manantiales a cotas más bajas.

Con formas similares, pero de gran tamaño y con un control estructural patente, tiene lugar el desarrollo de poljes. Uno de los más llamativos se encuentra al norte de la zona, abarcando parte de territorio navarro y parte del francés, incluyendo los parajes de Camalonga, Sima de San Martín, Collado de Piedra de San Martín y Fuente de La Contienda. Este polje tiene una longitud de aproximada de 3 km, sus bordes son rectilíneos, marcados por fallas o fracturas y en su interior pueden apreciarse una topografía irregular, originada por sucesivos procesos de disolución que dan lugar a dolinas y uvalas encajadas, dejando zonas intermedias elevadas.

Existen otro tipo de formas erosivas, de muy pequeño tamaño o microformas, que son muy invasivas, alterando grandes superficies. Son los lenares o lapiaces. Su formación en áreas de montaña es muy frecuente al ser favorecidas por las fases de hielo-deshielo. Se presentan con morfología aserrada, en zig-zag o en acordeón, siguiendo las direcciones del diaclasado, el buzamiento de las capas o la verticalidad de las laderas. Las aguas de deshielo, con una alta concentración de CO₂, son muy agresivas y tienen una gran capacidad para disolver el carbonato. El resultado son unas microformas de relieve acusado, que se instalan preferentemente en la vertiente meridional del macizo.

3.3.4. Formas glaciares y periglaciares

Se tratan conjuntamente porque en la zona no existe una diferenciación muy clara entre ambos dominios morfoclimáticos ya que la última glaciación, durante el Pleistoceno, y removilizaciones posteriores han dado lugar a una serie de procesos fluvio-glaciares muy activos que han afectado a morfologías y depósitos originales. No obstante, pueden observarse formas glaciares bien desarrolladas que son más abundantes en el territorio francés que en el navarro.

Dentro de las formas sedimentarias se han reconocido morrenas, canchales o pedrizas y una llanura fluvio-glacial. En las primeras, aunque se han incluido en un mismo grupo, hay que hacer una diferenciación entre los depósitos morrénicos del valle del río Belagua y otras morrenas más altas, situadas por debajo de los circos glaciares.

Las morrenas del valle del Belagua corresponden a morrenas de fondo y se limitan a un único depósito, en el paraje de Mata de Haya, que alcanza una cota de 1011 m. Su forma es alargada, con bordes redondeados, y tiene una longitud aproximada de 1 km. Posee un perfil longitudinal en lomo de ballena, sobresaliendo sobre la llanura fluvio-glacial.

Las morrenas situadas por debajo de los circos glaciares se sitúan a cotas mucho más altas y tienen también formas alargadas, a modo de lenguas, que van disminuyendo su

anchura hacia las zonas más bajas. Alcanzan altas pendientes, tienen depósitos menos potentes y su espesor es también inferior.

Otros depósitos glaciares importantes son las acumulaciones que se producen en las vertientes y que han sido definidos como canchales o pedrizas, además de corredores rocosos y campos de bloques. El proceso de formación que los ha originado es la gelifracción o crioclastia. El agua de lluvia entra por las fracturas y grietas y con la bajada de temperatura, se transforma en hielo. El aumento de volumen del agua sólida produce la ampliación de las grietas y fracturas. Si este hecho se produce muchas veces, la roca se fragmenta individualizando bloques que, si se encuentran en posición de inestabilidad, caen por gravedad desplazándose desde su situación original a zonas más bajas topográficamente. En esta removilización las acumulaciones de bloques se adaptan a la morfología del terreno recubriendo laderas, casi siempre por debajo de los escarpes rocosos que dan las calizas o los escarpes glaciares. En estos últimos casos, suelen interdentarse con los depósitos morrénicos o superponerse a ellos.

La llanura de inundación fluvio-glaciar del río Belagua se ha denominado así por sus características mixtas. Tiene el fondo más ancho que cualquiera de los cursos de la zona y su gran acarreo de carga ha dado lugar a aplanamientos sobreelevados donde, en la actualidad, se encaja el río Belagua con un cauce activo de morfología medianamente trezada. La morfología del valle es en artesa con un fondo algo convexo.

En cuanto a las formas de erosión se han reconocido circos, nichos de nivación, cubetas de sobreexcavación, cordales o divisorias montañosas y aristas. Los circos glaciares son las formas erosivas más importantes del área y se caracterizan por la morfología semicircular. Se instalan en las cabeceras de arroyos y torrentes, en las zonas más elevadas, esculpiendo las cumbres mayores. Destacan los circos situados al este de la zona estudiada, en la vertiente francesa, entre el Pico de Anelarra y la Mesa de los Tres Reyes. También, en la vertiente francesa, pero esta vez al noroeste, existen algunos circos de buen desarrollo, al norte del Pico Coreplana. En este mismo sector se observa una cubeta de sobreexcavación, al noreste del Pico Lakora.

Las grandes divisorias montañosas o cordales tienen una morfología muy afilada, casi cortante, debido a la erosión glaciar, destacando en el sector noroccidental, donde constituyen la frontera con el país vecino. Con características semejantes, se han cartografiado algunas divisorias o aristas de menor envergadura, en cuyo modelado también han intervenido procesos glaciares y periglaciares.

Con menor presencia pero contribuyendo a definir la morfología local, se señalan los grandes bloques caídos, situados por debajo de los escarpes, producto de la gelifracción, así como una serie de pequeños lagos o ibones originados por la acumulación de agua de

deshielo en pequeñas depresiones. A otra escala, existen formas originadas por procesos de reptación y algunas terracillas de solifluxión.

3.4. HIDROGEOLOGÍA

En este apartado se hace referencia a las características geológicas e hidrogeológicas de la masa de agua subterránea de Larra. El rasgo más relevante, y que tiene consecuencias decisivas en el estudio hidrológico e hidráulico, es la presencia de este acuífero, que ocupa en torno a 63 km² del extremo nororiental de Navarra y se prolonga por Huesca y Francia.

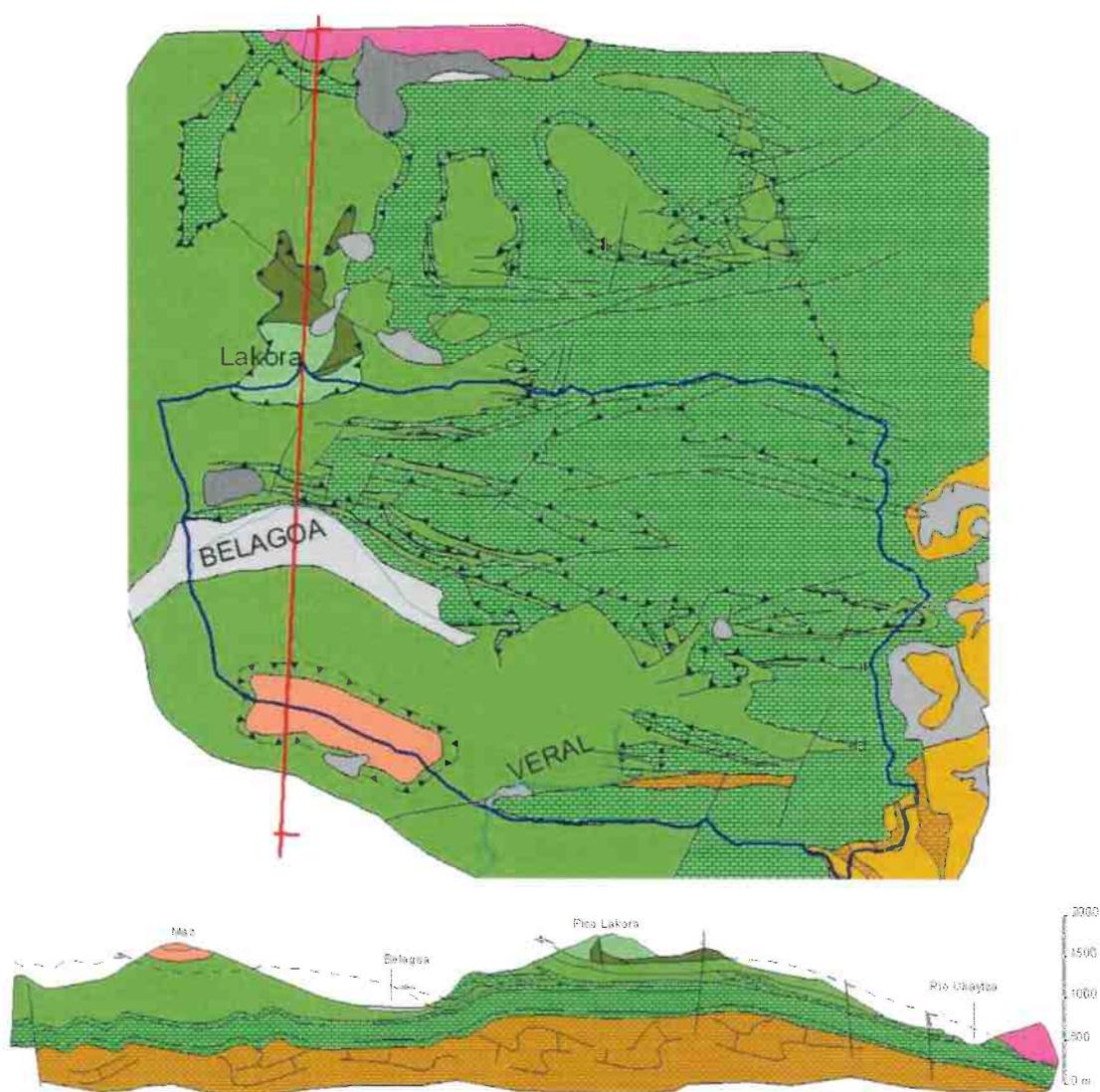


Figura 3.- Mapa y corte geológico de la masa de agua subterránea de Larra, los límites de la masa se muestran en color azul. Fuente CHE

Esta masa de agua subterránea se localiza en la terminación occidental de los afloramientos paleozoicos de la zona axial pirenaica, cubiertos en este sector por una serie mesozoica constituida por materiales del Cretácico superior (Calizas de Larra). El espesor de los afloramientos cretácicos de las calizas de Larra alcanza potencias entre 200 y 350 m. El yacente está constituido por rocas paleozoicas del Pirineo Axial y triásico con estructura antiformal, de buzamiento general hacia el N e inmersión hacia el O. Además de las calizas de Larra, hay otros dos materiales permeables formados por calizas del Devónico medio-Carbonífero inferior, localizadas a muro del acuífero y, materiales cuaternarios constituido por aluviales del río Belagua y coluviales, estos últimos de muchísima menor importancia.

La estructura presenta a grandes rasgos una geometría antiformal de orientación aproximada E-O e inmersión hacia el O, tanto en el paleozoico hercínico como en la cobertera mesozoica. El plegamiento responsable de la estructura antiformal afecta a un sistema de cabalgamientos de la cobertera previos (sistema de cabalgamientos de Larra), constituido por un conjunto de numerosos accidentes de pequeñas dimensiones e imbricados, con una dirección aproximada NO-SE, que enraízan en un despegue basal localizado en los materiales del Cretácico superior (Cabalgamiento de Larra). Afectan principalmente a las calizas micríticas de la parte alta de las Calizas de Larra, y no a las calizas masivas infrayacentes, que muestran una disposición subhorizontal.

Es importante destacar, por su relevancia en el funcionamiento hidrogeológico de esta zona, el sistema de fallas normales que cortan a las estructuras anteriores. Las más importantes tienen una dirección ONO-ESE y ENE-OSO y una disposición casi vertical. Su salto puede alcanzar valores de hasta 400 m. Se localizan preferentemente en la culminación del antiformal, con el que pueden estar genéticamente desarrolladas. Es el caso del macizo calcáreo de Larra – Pierre St. Martin, donde ejercen un importante control sobre el sistema kárstico que allí se desarrolla.

La superficie paleozoica impermeable subyacente que limita la progresión del karst en profundidad, ligeramente basculada por fallas normales, se hunde suavemente hacia el norte, encontrándose a unos 200 metros por debajo del valle de Santa Engracia, en la sima del "Trou du Renard". El desnivel de esta superficie, entre la cabecera del valle de Lescun (unos 1.700 metros) es de 1.300 metros. Estas circunstancias estructurales, unidas a la presencia de la falla del valle de Santa Engracia, que pone en contacto las calizas con las margas yesíferas del Keuper, que actúan de barrera impermeable, condicionan la localización del embalse subterráneo a lo largo del borde septentrional de la unidad, íntegramente en el lado francés, cuya descarga se efectúa por las surgencias de Bentia e Illamina.

Principalmente se identifican tres acuíferos:

- Devónico medio – Carbonífero superior: Constituido por varios niveles carbonatados: Calizas del Tobazo (unos 350 m de potencia), Capas de Lazerque (unos 50 m), Calizas Griotte (alrededor de 30 m) y Calizas laminadas e Chourique (80 m)
- Cretácico superior: Es el principal acuífero, incluyendo las Calizas con Praelveolinas, las Calizas de Larra y las calcarenitas ferruginosas que se disponen a techo de estas últimas. El espesor máximo del conjunto es del orden de 400 m.
- El cuaternario tiene una presencia testimonial. Se limita a unos aluviales de escaso espesor en la cabecera del Belagua.

El acuífero responde a la tipología kárstica s.s., es libre y presenta una elevada anisotropía y heterogeneidad, bajo almacenamiento, muy poca regulación y rápida circulación. En consecuencia, los tiempos de residencia son breves. Las pruebas realizadas con colorantes indican una velocidad real de flujo entre 500 y 1.000 m/día, lo que da una porosidad virtual media del 2%, pudiendo admitirse transmisividades puntuales de 25.000 m²/día. Esta porosidad hay que entenderla como la tendría un medio poroso equivalente, ya que en este caso, la porosidad se encontraría concentrada en los conductos, sin que pueda atribuirse al cuerpo rocoso una permeabilidad significativa. Tampoco puede, en este tipo de medios, hablarse en sentido estricto de transmisividad, ya que no es aplicable la hidráulica de medios porosos.

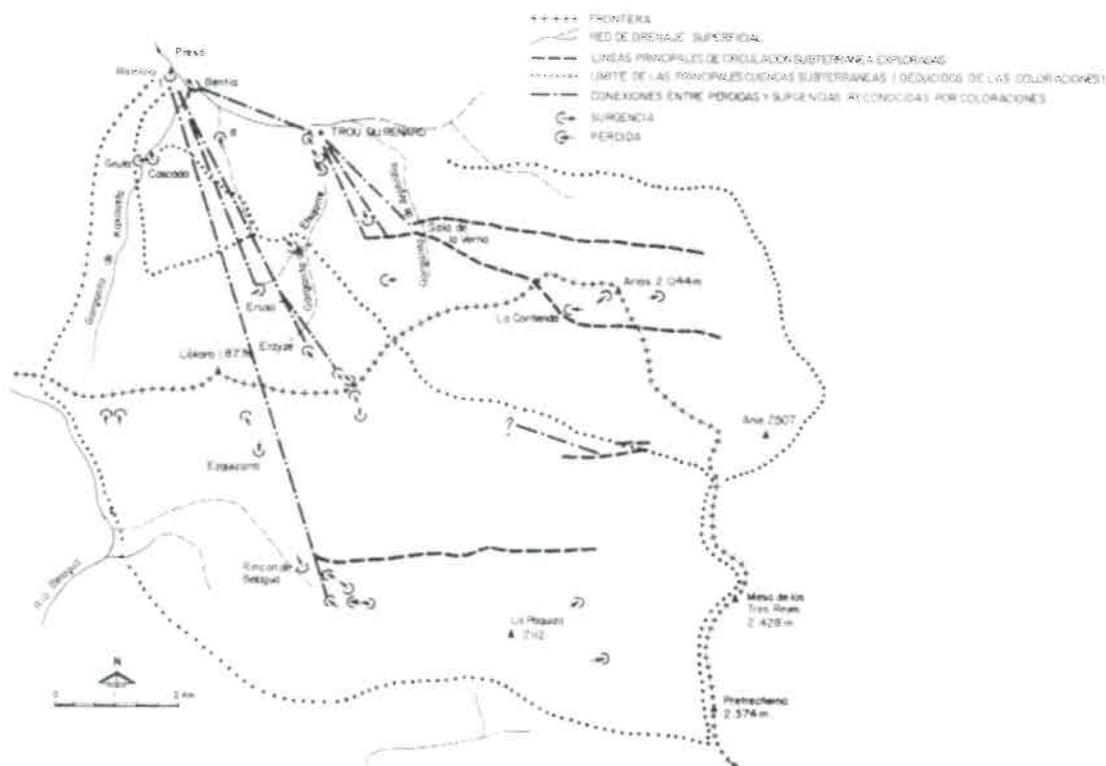


Figura 4.- Esquema de funcionamiento hidráulico de Larra (López Martínez, J; 1986)

Esta red de conductos se desarrolla preferentemente en el muro de las calizas de Larra. Las investigaciones espeleológicas han reconocido cuatro grandes conductos, colectores de amplias redes secundarias:

- 1.- Cuenca vertiente a la cascada de Kakoueta
- 2.- Cuenca del río del Oeil d'Issaux
- 3.- Cuenca del río San Vicente, que descarga en el manantial de Bentia
- 4.- Cuenca del río San Jorge, que descarga en el de Illamina

Debe señalarse que la compartimentación de las calizas por fallas y el basculamiento de los bloques, hace que se diferencien pequeños acuíferos a una cota superior como, por ejemplo, el que se drena por el manantial de Kakoueta.

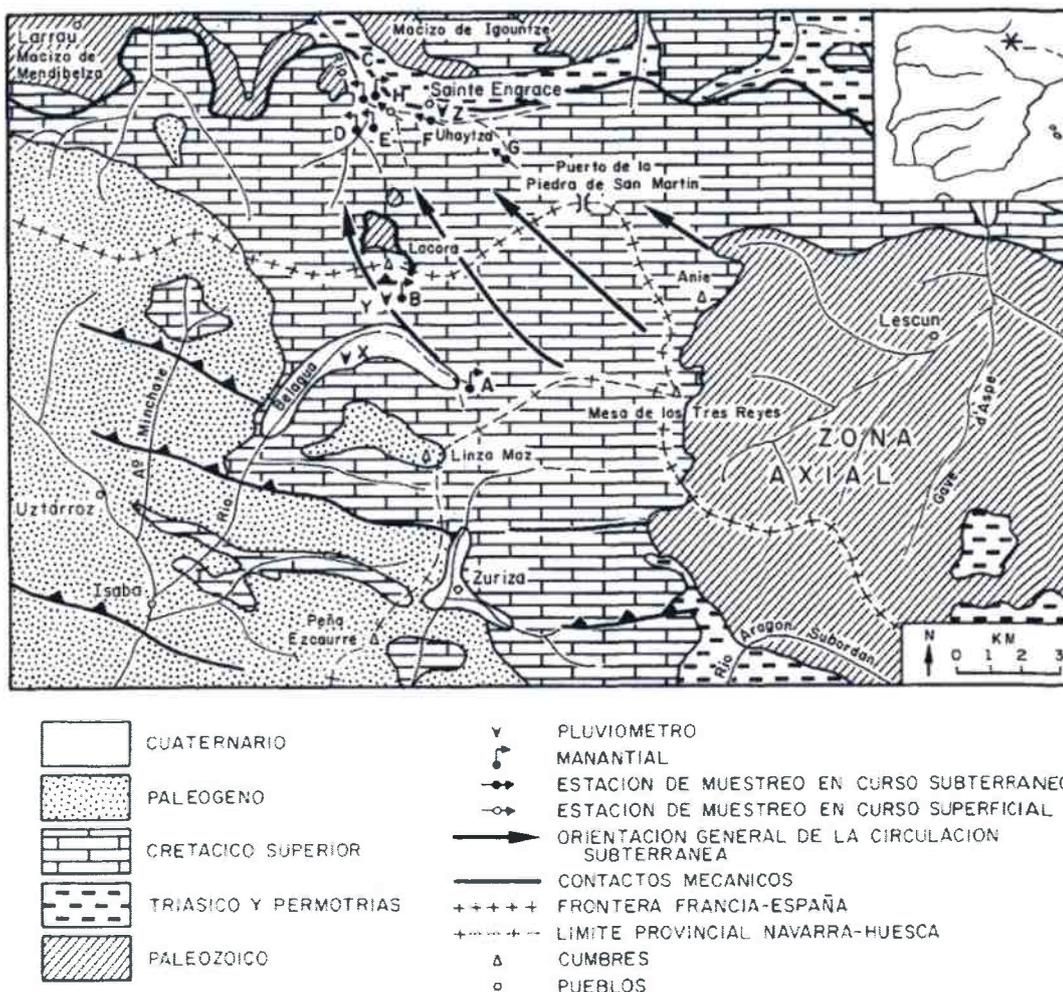


Figura 5.- Esquema geológico y direcciones de flujo de aguas subterráneas (López Martínez, J; 1986)

En el acuífero del Cretácico Superior, la recarga se produce de manera exclusiva por la infiltración de la lluvia en las calizas karstificadas, excepcionalmente ricas en formas de

absorción, generalmente campos de lapiaz, instalados a favor de las familias de fallas y diaclasas, y uvalas estructurales que representan notables depresiones cerradas, escasamente vegetadas a partir de los 1800 m de altitud, que dificultan la implantación de una red fluvial y que configuran un relieve muy accidentado. Esto da lugar a una recarga irregular espacialmente, que se concentra en ciertas zonas entre las que destacan la Hoya del Solano y la Hoya del Portillo de Larra. El régimen de alimentación es mixto, pluvionival. La infiltración se produce siempre al amparo de la red de fracturas, por galerías que atraviesan de 350 a 400 m de espesor de las Calizas de Larra (Figura 6).

Apenas existen redes de drenaje superficial sobre las calizas cretácicas. Los dos únicos cauces presentes en la vertiente española, el Belagua y el barranco de Petrechema (en la cabecera del río Veral), tienen un carácter perdedor con respecto al acuífero y sólo llevan agua en superficie de forma estacional.

La zona de descarga de toda la masa de agua subterránea se emplaza más allá de sus límites, en el valle del río Uhaytza (Francia); constituida por los manantiales de Bentia e Illamina, ambos sumergidos bajo el embalse de Licq, y el de Kakouetta. En la vertiente española sólo existen pequeños manantiales de ladera en el rincón de Belagua y la falda S del pico Lakora.

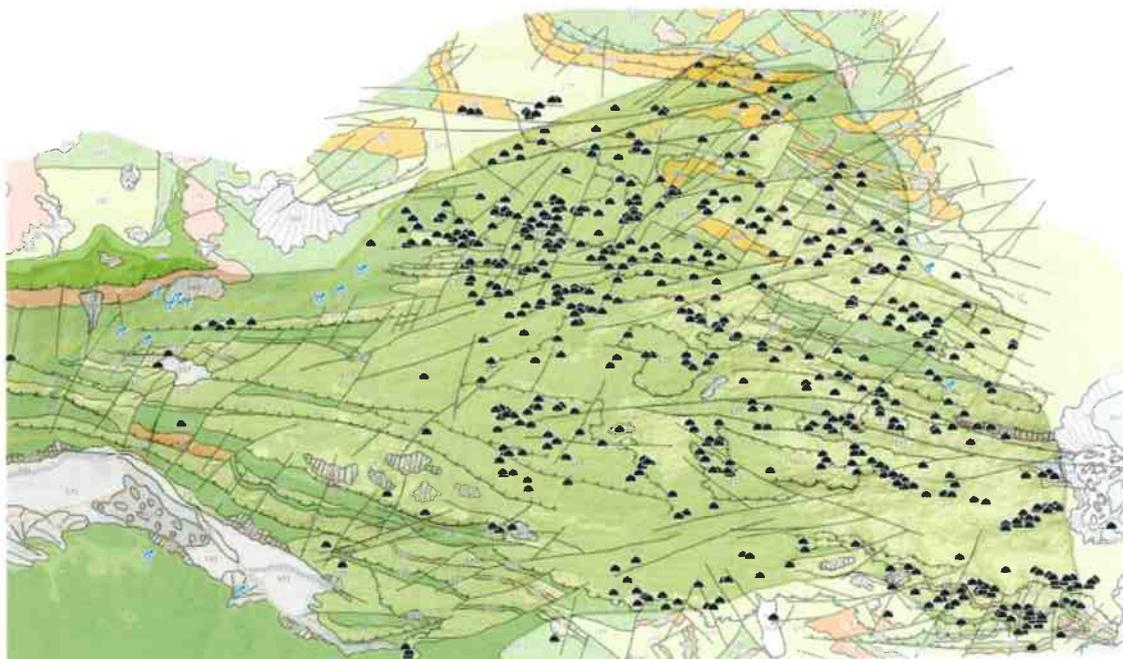


Figura 6.- Mapa geológico en el que se aprecia la elevada fracturación y las numerosas simas que posee el macizo kárstico. Fuente: Gobierno de Navarra.

La zona de recarga tiene una extensión de unos 120 km², distribuidos 65 km² en el lado francés y 55 km² en el lado español, de los cuales 40 km² pertenecen a Navarra, concretamente el macizo de Larra propiamente dicho. El régimen de alimentación es híbrido, pluvial y nival, lo que determina dos estiajes, uno en verano y otro en invierno, y dos épocas

de recarga, una en primavera y otra en otoño. Este carácter de la alimentación permite un régimen bastante regular, donde destaca la ausencia de fuertes estiajes.

Las aguas que se infiltran procedentes de las abundantes precipitaciones (2.500 mm e incluso en algunos puntos hasta 3.000 mm) son conducidas por una importante red de galerías y salas penetrables, intensamente desarrolladas en el contacto de la formación calcárea con los materiales paleozoicos, hasta llegar a la zona ocupada por el acuífero mencionado.

La descarga del embalse subterráneo se realiza principalmente a través de las surgencias de Bentia e Illamina, a cotas de 442 y 438 metros respectivamente, mientras que la del pequeño acuífero superior tiene lugar a través de Kakoueta a 542 metros de altitud.

Existen datos de caudal aforado en Illamina que oscilan entre 0,35 y 40 m³/s y el módulo anual es de 5,64 m³/s. En Bentia, los caudales observados varían entre 0,3 y 20 m³/s con un módulo anual de 2,37 m³/s. En Kakoueta este módulo es de 0,32 m³/s.

Las aguas subterráneas de estos acuíferos son de mineralización muy débil, blandas y por su composición iónica bicarbonatadas cálcicas.

Los recursos de la unidad hidrogeológica de Larra se cifran en unos 240 hm³/año, de los cuales 73 hm³/año proceden de territorio navarro, 30 hm³/año del aragonés y 137 hm³/año del lado francés. Dichos recursos se han obtenido a partir de un balance hídrico, ajustado con los datos de los aforos de los manantiales más importantes que drenan la unidad.

Teniendo en cuenta las características geomorfológicas del macizo calcáreo, la escorrentía superficial es nula, quedando las aportaciones reducidas a la infiltración hacia el interior del macizo.

En Navarra, los recursos procedentes de la recarga directa de las calizas a partir de las precipitaciones son de unos 65 hm³/año. A éstos se deben añadir unos 8 hm³/año procedentes de las vertientes del Txamantxoia y Lapakiza, que se infiltran en el Rincón de Belagua. El total de recursos de Larra supone un caudal específico de unos 65 l/s/km².

3.5. RESUMEN HIDROGEOLÓGICO

En definitiva, las especiales características hidrogeológicas del macizo de Larra, que se sitúa en la cabecera de la cuenca hidrográfica del río Belagua, determinan drásticamente el comportamiento de la escorrentía procedente de la concentración de aguas de lluvia y, en consecuencia, los caudales esperados en el cauce.

La elevada avidez kárstica del macizo calcáreo dificulta e impide la circulación y la jerarquización de cursos de agua por su superficie, siendo inmediatamente captada por infiltración para incorporarse a la masa de agua subterránea que drena exclusivamente hacia Francia.

Los escasos flujos de escorrentía formados sobre terrenos menos permeables intercalados en las calizas también son interceptados por éstas en su tránsito. El agua producida por la fusión de la acumulación nival posee un comportamiento análogo al de las precipitaciones, pero el grado de infiltración hacia el acuífero es mayor y más efectivo.

El resultado de esta “derivación natural” de agua afecta a una vasta superficie de la cuenca vertiente hidrográfica del Belagua, con 84,96 km² hasta su confluencia con el río Uztárroz en Isaba, no coincide con la hidrogeológica, habiéndose estimado una detracción de aguas de escorrentía correspondiente a un área mínima de 36,22 km², precisamente donde la pluviometría es la más elevada de la zona.

4. ESTUDIO HIDROMETEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO

4.1. RASGOS CLIMÁTICOS

El clima es de tipo submediterráneo en el fondo del valle y en especial en la parte próxima al núcleo de Isaba. Sin embargo, en las exposiciones noroeste, más húmedas, y muy especialmente en la parte norte, es de tipo subatlántico, que pasan a subalpino en las zonas más elevadas o, en concreto en la zona de Larra. Debido a la variedad de orientaciones y altitudes los elementos del clima sufren fuertes variaciones. Los valores más significativos, expresados por las medias anuales son: entre 10º y 4º C de temperatura, 1.000-2.000 mm de precipitación, caídos entre 120 y 160 días, y 600-500 mm de evapotranspiración potencial. Otros caracteres los forman la fuerte y prolongada innivación (especialmente en Larra), el rigor de los inviernos, una punta de sequía en verano, que se reduce o anula con la altitud, los contrastes pluviométricos según exposiciones, etc.

4.2. INFORMACIÓN DE ENTRADA AL MODELO

4.2.1. Descripción de la cuenca

El área objeto del trabajo forma parte de la Cuenca Hidrográfica del Ebro, en concreto a la cabecera del río Esca. Aunque los terrenos estudiados comprenden un corredor determinado del río Belagua, ha sido preciso extender su superficie para poder evaluar los caudales registrados en la estación de aforo de Isaba. Por esta razón también se incorporan al estudio las vertientes del río Uztárroz, barranco de Mintxate y una pequeña cuenca adyacente a la localidad de Isaba. Ocupa una superficie total de 158,66 km², sin embargo para el estudio hidráulico se detrae una superficie de 36,22 km² correspondiente al macizo de Larra, de extraordinaria avidez kárstica.

En la cuenca objeto de estudio se distinguen varias grandes subcuencas:

- Cuenca del río Belagua, con una orientación general NE-SO, que se subdivide a su vez en tres.
 - Belagua-Larra: Es la más septentrional y elevada topográficamente, en la que se encuentra el macizo kárstico de Larra. El curso del río en esta zona suele estar seco generalmente, salvo en momentos de elevadas precipitaciones y su caudal es proporcionado por las laderas del monte Txamantxoia y parte del relieve del Rincón de Belagua. El cauce es bastante ancho y guarda relación con el modelado glaciar del fondo del valle. Cuenta con una superficie de

50,86 km², aunque se estima que solamente un área de 14,64 km² produce escorrentía que se dirige finalmente al cauce del río.

- Belagua-Centro: Es la continuación de la anterior y parte desde el puente de la carretera, a la altura del barranco de Lapatia, hasta justo antes de la incorporación del barranco de Maze al río Belagua. Constituye un tránsito de cauce ancho a encajonado y con características más fluviales que el anterior. Recoge las aguas de las cuencas que descienden desde Larrondo y Erroizu por su margen derecha y Txamantxoia por la izquierda. Cuenta con una superficie de 14,98 km².
- Belagua-Maze: Se stúa aguas abajo de la anterior hasta la confluencia con el río Uztároz, ya muy cerca del núcleo de Isaba. La morfología del cauce es de tipo fluvial (valle en "V") con laderas adyacentes algo menos escarpadas que en el anterior tramo. Incorpora la cuenca del barranco de Maze y su superficie es de 21,37 km².

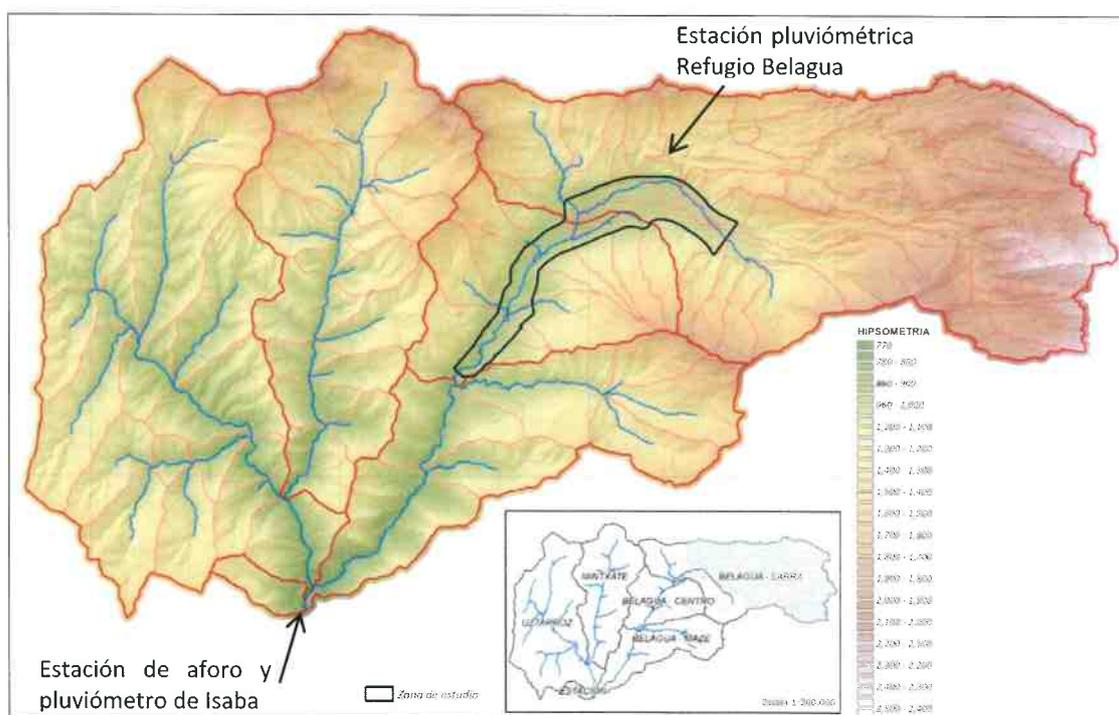


Figura 7.- Mapa de altitudes de la cuenca vertiente de la estación de aforo con la delimitación de la zona de estudio. Cuadrícula 5x5 km.

- Cuenca del barranco Mintxate, con una orientación prácticamente N-S desciende hasta su confluencia con el río Uztároz. Su relieve es abrupto y es común encontrar bloques en el lecho del cauce. Ocupa un área de 27,75 km².

- Cuenca del río Uztárroz, con una orientación de NO-SE a NNO-SSE se dirige hacia la localidad de Isaba e incorpora al barranco de Mintxate por su margen izquierda. El modelado es netamente fluvial y posee una superficie de 42,53 km².
- Cuenca Estación, es una pequeña cuenca (1,17 km²) adyacente a Isaba que desciende desde la cumbre de Saitsederra hasta su desembocadura en el río Uztárroz por su margen derecha y poco antes de alcanzar la estación de aforo.

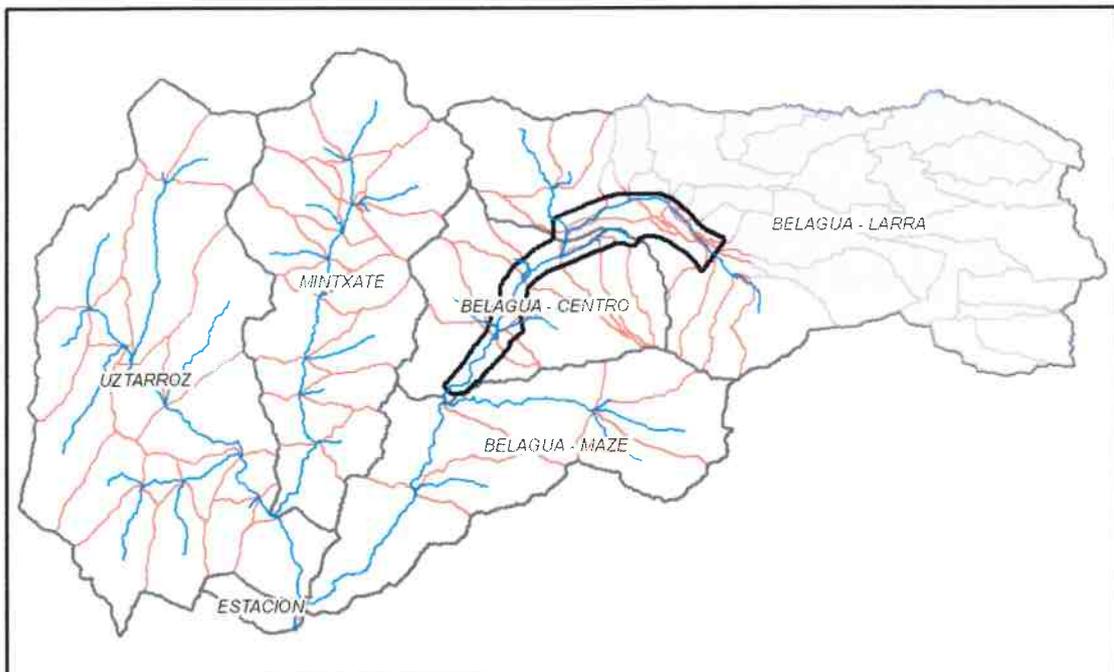


Figura 8.- Esquema de la distribución de las cuencas (y subcuencas utilizadas en el estudio semidistribuido HEC-HMS) que se registran en la estación de aforo de Isaba. La superficie coloreada de azul en la cabecera corresponde con el macizo kárstico de Larra y, a efectos hidrológicos, se considera un sumidero.

Las pendientes existentes en la cuenca pueden determinarse a partir de su topografía. Éstas se calculan en porcentaje y se clasifican en pendientes menores del 3% y mayores o iguales al 3%. Las zonas con relieves más suaves corresponden mayoritariamente con el cauce del río Belagua en la zona de cabecera y en menor proporción en el fondo de otros cauces. Estos datos areales, junto con los de tipos y usos del suelo, serán utilizados posteriormente para el cálculo de las retenciones y/o pérdidas del suelo (número de curva y umbral de escorrentía).

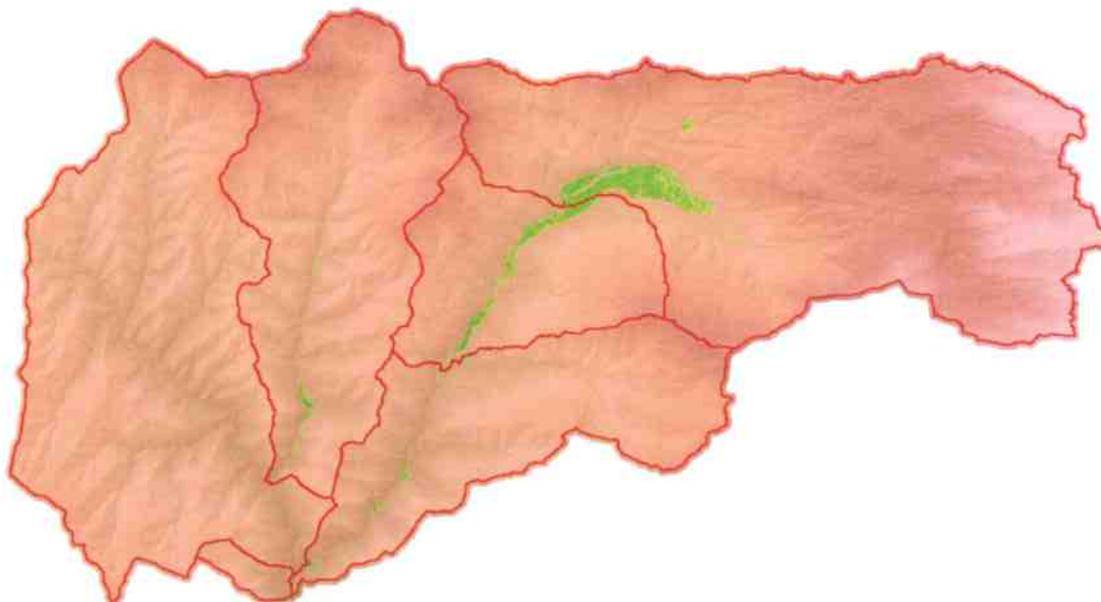


Figura 9.- Mapa de pendientes clasificadas de la cuenca, en verde se señalan las zonas con una pendiente menor del 3% y en rojo igual o mayor del 3%.

4.2.2. Disponibilidad de datos pluviométricos y foronómicos

Existen dos estaciones meteorológicas en el entorno, la asociada a la estación de aforo de Isaba y perteneciente a la red SAIH de la Confederación Hidrográfica del Ebro y la del Refugio de Isaba. En los fondos documentales del CEDEX también existe una estación de aforos en desuso que registró datos desde 1931 hasta 1968, aunque los datos de caudal que pueden utilizarse comienzan en 1951. Su ubicación es imprecisa, aunque por la media de los caudales medios totales registrados durante todo el periodo estudiado ($2,10 \text{ m}^3/\text{s}$) podría asignarse a medidas efectuadas sobre el río Belagua en las proximidades de Isaba, ya que la misma media en la actual estación de aforo es significativamente mayor ($5,33 \text{ m}^3/\text{s}$), a priori coherente con las superficies de la cuenca vertiente, ya que esta última recibe las aguas del río de Uztárroz además del río Belagua. La serie más reducida corresponde al observatorio pluviométrico del Refugio de Belagua P080, con 9-10 años, bastante reducida como para poder ser incorporada a los estudios estadísticos, aunque sus valores sí dan idea del orden de magnitud de las precipitaciones.

Estación		Coords. UTM ETRS89			Periodo datos	
		x	y	Cota (m)	Díarios	Horarios
Isaba	Foronómica A268	669316,23	4747261,83	775,3	1992-2018	2000-2018
	Pluviométrica P268				1995-2018	2000-2018
Refugio Belagua P080		675652,24	4756778,73	1382,0	2009-2018	2009-2018
Belagua aforo 9077 *		669669	4747926	783	1931-1968	-

* Esta estación de aforo está registrada en la página de datos de estaciones foronómicas del CEDEX, aunque sus coordenadas no se corresponden con el curso del río Belagua.

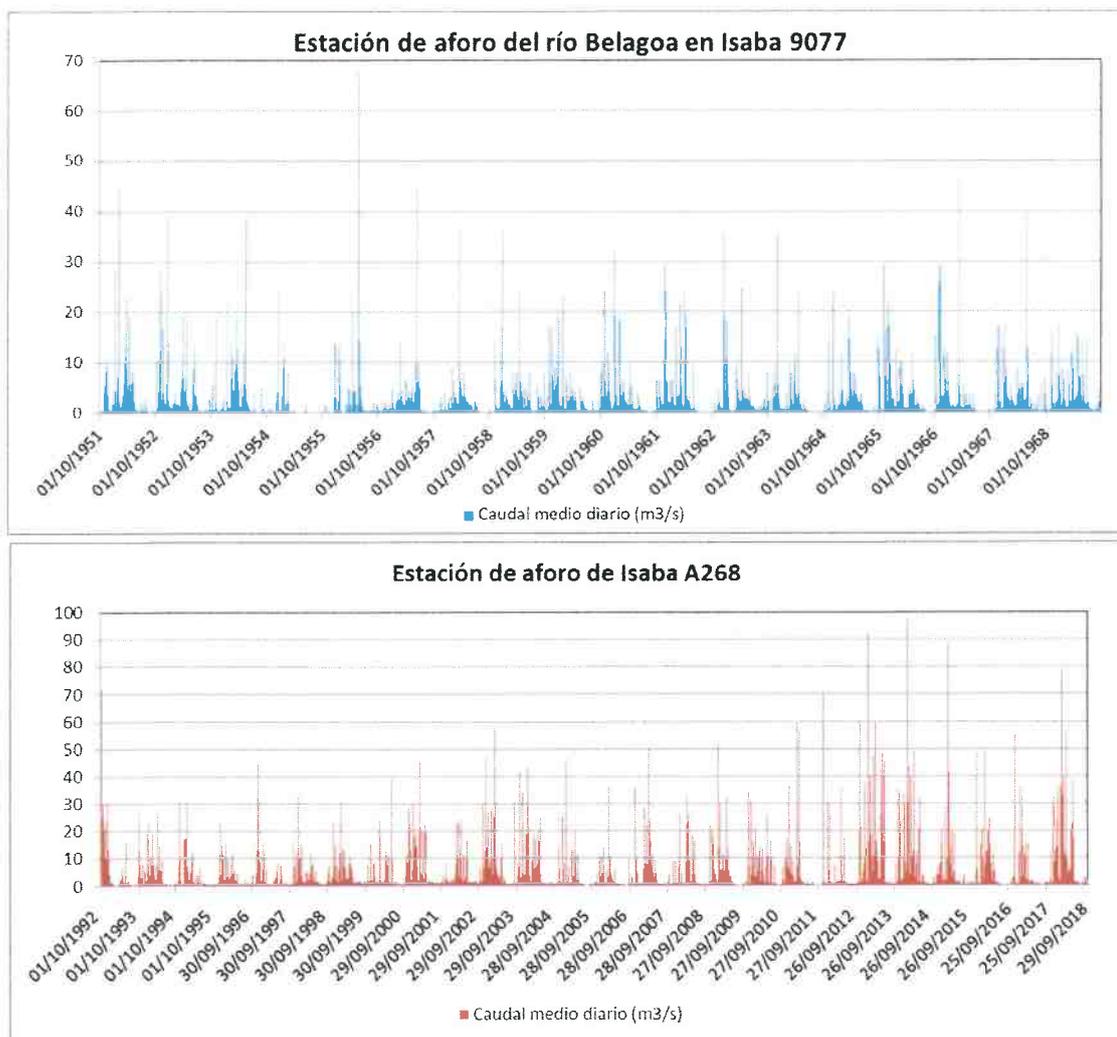


Figura 10.- Hidrogramas de los caudales diarios circulantes por las estaciones Belagoa en Isaba 9077 y de la estación de aforo de Isaba A268.

Se cuenta con datos de precipitaciones máximas diarias mensuales correspondientes a la estación 9218 de Isaba, comprendidos entre 1928 y 1961, recabados en el estudio pluviométrico de la empresa SENER realizado en 2003. Serán utilizados conjuntamente con los más recientes para establecer la media de precipitación diaria máxima anual para ese punto.

4.2.3. Pérdida por infiltración en los suelos

Para la determinación de la escorrentía directa se utiliza en este trabajo el método del número de curva (NRCS *National Engineering Handbook*, 1972). El método fue elaborado por el U.S. Soil Conservation Service (SCS) y se basa en la estimación directa de la escorrentía superficial de una lluvia aislada a partir de las características del suelo, uso del mismo y de su

cubierta vegetal. El parámetro del número de curva, que se encuentra tabulado, depende de tres factores:

- Tipo de suelo, relacionado con su potencial de escurrimiento
- Uso y tratamiento del suelo
- Condición de humedad antecedente

A cada tipo de complejo suelo-vegetación se le asigna un valor, llamado número de curva o número hidrológico (CN), que define sus condiciones hidrológicas.

Para la definición de grupos hidrológicos de suelos se utilizan las clases texturales (USDA). Hay cuatro grupos hidrológicos: A, B, C y D de mayor a menor permeabilidad:

Grupo de suelo	Descripción	Texturas de suelos
Grupo A	Suelos con un bajo potencial de escurrimiento por su gran permeabilidad y con elevada capacidad de infiltración, aun cuando están húmedos. Se trata principalmente de suelos profundos	Arenosa Arenoso-franca Franco-arenosa
Grupo B	Suelos con capacidad de infiltración moderada cuando están saturados. Principalmente consisten en suelos de mediana a alta profundidad, con buen drenaje.	Franco-limosa Franca
Grupo C	Suelos con escasa capacidad de infiltración una vez saturados.	Franco-arcillo-arenosa
Grupo D	Suelos muy arcillosos, con elevado potencial de escurrimiento y, por lo tanto, muy baja capacidad de infiltración cuando están saturados. También se incluyen aquí los suelos jóvenes de escaso espesor sobre roca impermeable, ciertos suelos salinos y suelos con nivel freático alto.	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa Arcillo-limosa Arcillosa

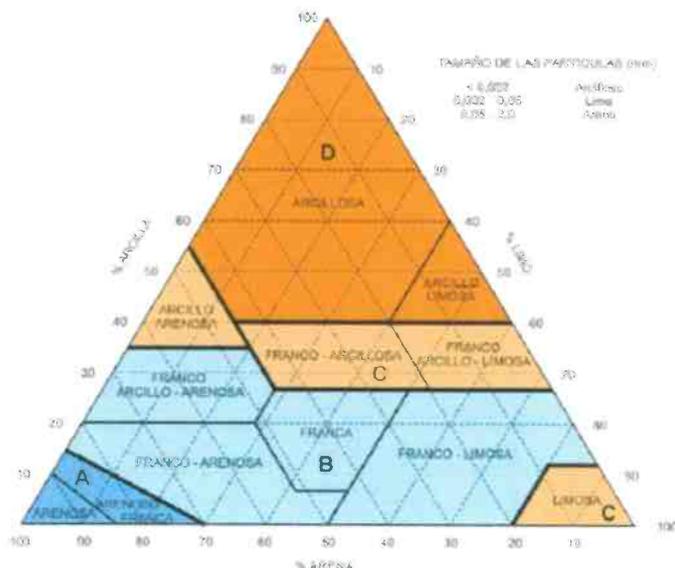


Figura 11.- Diagrama triangular para la determinación del grupo hidrológico del suelo en función de la textura.

No se dispone de una relación de las características texturales de los suelos de la zona, por lo que se ha acudido a la información del Mapa Geológico de Navarra a escala 1:25.000 para realizar una aproximación a su clasificación. Se ha asignado un grupo de suelo a cada una de las litologías presentes en el área, aunque con modificaciones locales. Las características de los suelos están íntimamente ligadas a las propiedades de las litologías subyacentes, sin embargo dependen también en gran medida de la pendiente del terreno, orientación de la ladera, desarrollo de vegetación arbórea, etc., por lo que ha sido necesario revisar la asignación directa litología-grupo de suelo.

En general, se ha adoptado la siguiente correlación:

Litología	Grupo de suelo
Arcillas, arenas, gravas y bloques (coluviones)	A
Arcillas de descalcificación	A
Arcillas, gravas y arenas (deslizamientos)	B
Areniscas y lutitas (Flysch)	B
Brechas poligénicas	B
Calcarenitas y calizas	B
Calcarenitas ferruginosas	B
Calizas, brechas y conglomerados	B
Calizas dolomíticas	B
Calizas micríticas con sílex	B
Canchales, brechas calcáreas	A
Cantos, gravas y arenas (Aluvial actual)	A
Flysch detrítico	B
Gravas, arenas y limos (Coluviones, canchales)	A
Margas y limolitas	C
Morrenas	A
Terrazas aluviales	B

Los distintos tipos de vegetación y usos del suelo en la cuenca de estudio se han definido siguiendo la distribución del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:25.000 del Gobierno de Navarra (2.012) y de las propias observaciones realizadas. Como resultado, quedan definidos seis tipos de suelo genéricos, que engloban numerosas categorías, y se presentan en la siguiente tabla en la que se incluye el porcentaje de ocupación:

Usos del suelo	Porcentaje
Afloramientos rocosos	13,1%
Coníferas	42,0%
Frondosas	22,7%
Matorral	1,6%
Pastos y praderas	20,3%
Urbanizado	0,3%

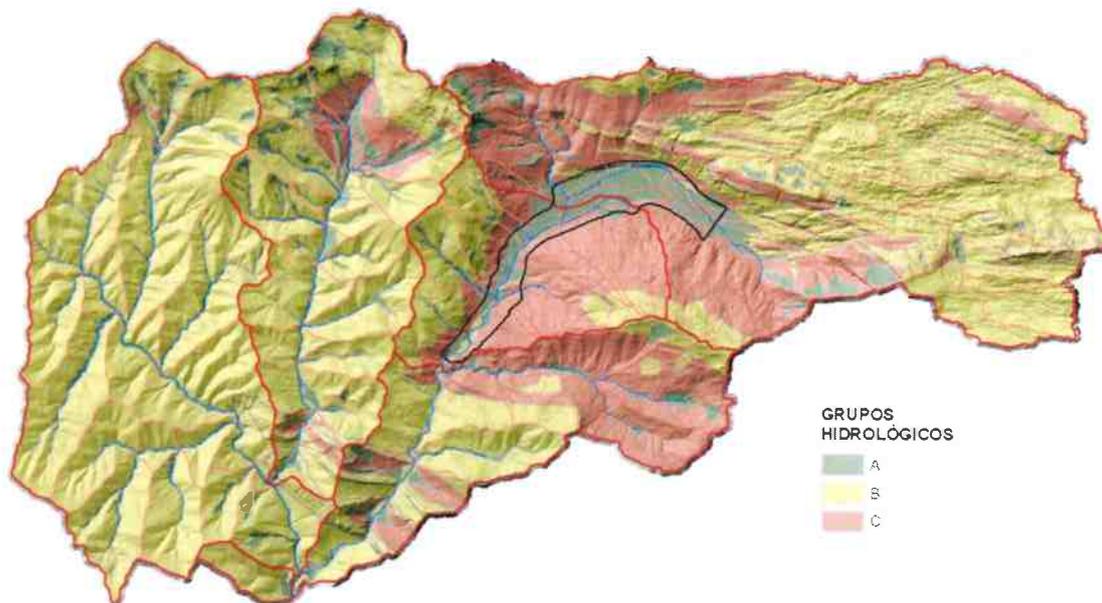


Figura 12.- Mapa de grupos hidrológicos de la cuenca resultado de la aplicación de los criterios de asignación. Verde: grupo A; Amarillo: grupo B; Rojo: grupo C.

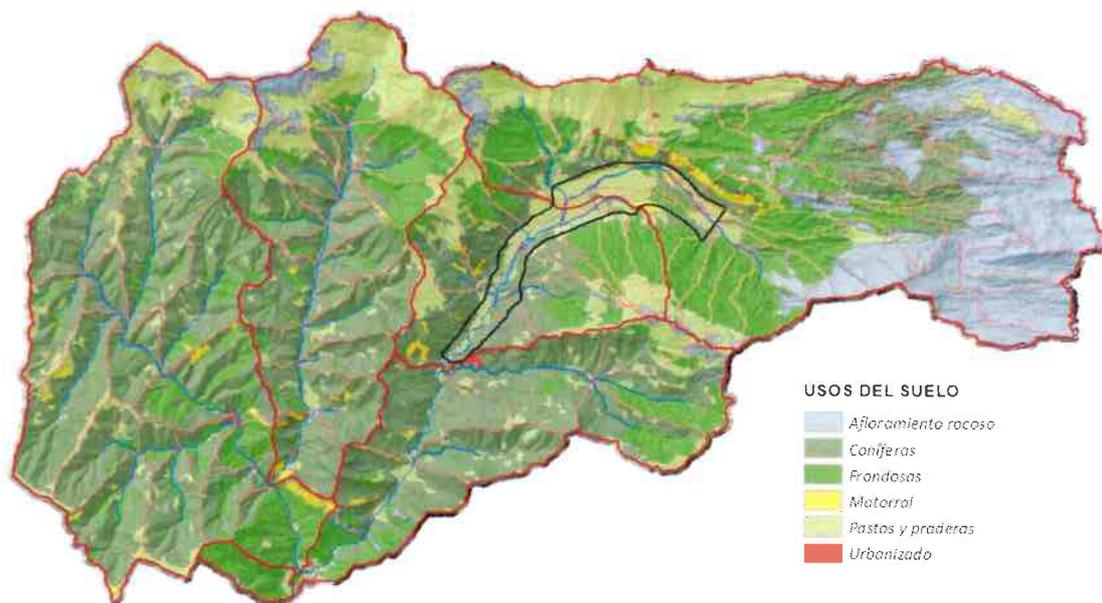


Figura 13.- Mapa de tipos de vegetación y usos del suelo elaborado a partir de los datos del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del Gobierno de Navarra.

La información presentada en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos es suficientemente exhaustiva como para encajar distintos tipos de usos y vegetación en las tablas, puesto que cada una de las teselas presenta porcentajes de especies vegetales, fracción de cabida cubierta, etc., ha sido posible una identificación satisfactoria del número de curva (o su conversión a umbral de escorrentía) en el mapa final.

Para la elaboración del mapa de número de curva se han tomado los valores confeccionados en el proyecto Corine Land Cover 2000 (CLC-2000). La combinación de los datos espaciales a través de la clasificación proporcionada, procura un nuevo mapa de número de curva (correlacionable con el umbral de escorrentía) para condiciones medias de humedad.

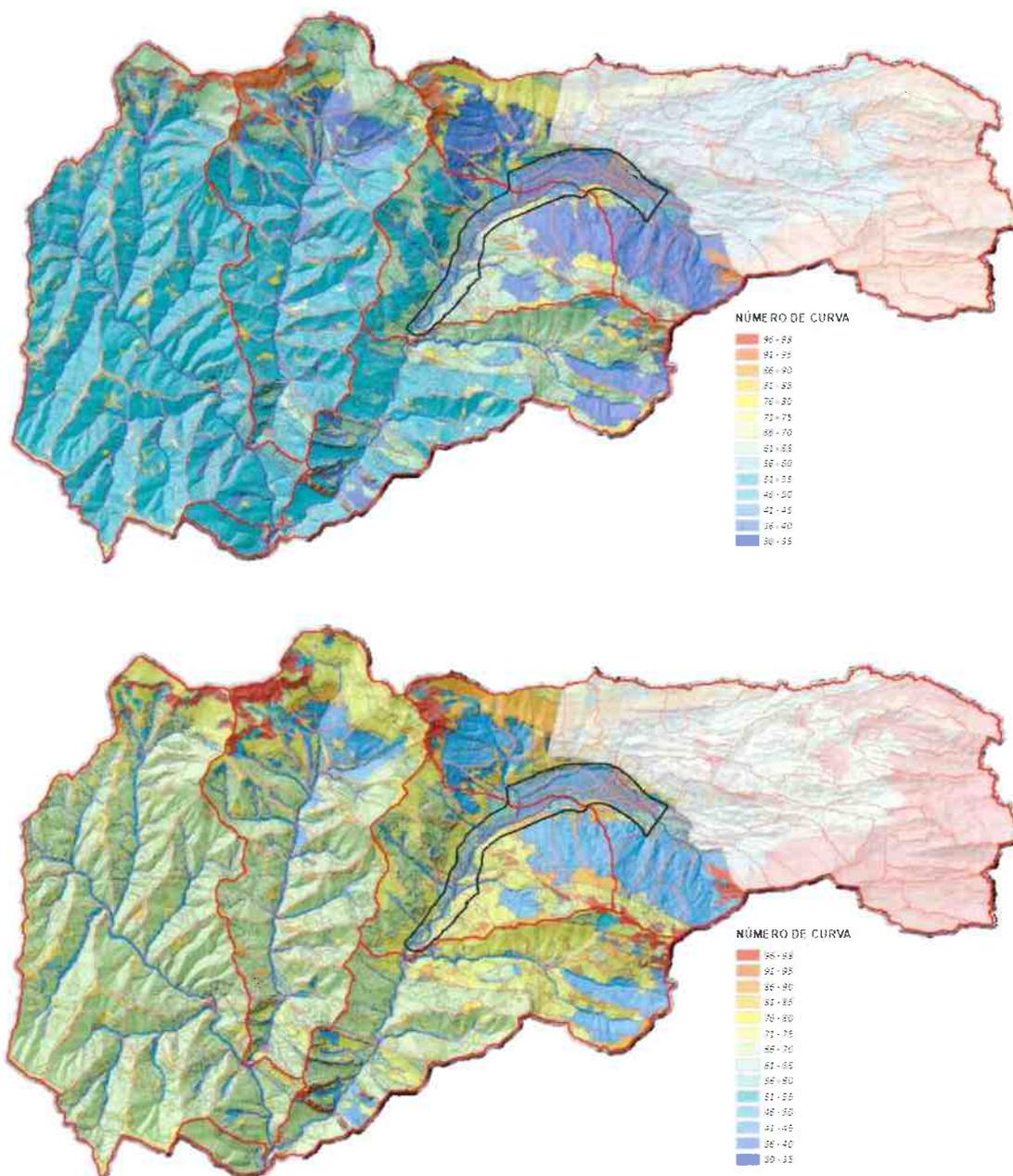


Figura 14.- Mapas de número de curva de la cuenca para condiciones de humedad media (CN-II) y humedad elevada del terreno (CN-III). La zona difuminada corresponde al macizo kárstico de Larra y no aporta caudales hacia la cuenca.

Con los usos definidos para CLC-2000, ya puede calcularse el número de curva CN que le corresponde a cada subcuenca. En España la aplicación del número de curva se ha

extendido bajo la variación que se conoce por el parámetro del umbral de escorrentía (P_0), que en términos del *Soil Conservation Service* (SCS) se corresponde con la abstracción inicial. De nuevo se trabaja con tablas que relacionan el uso del suelo con su umbral de escorrentía, del cual posteriormente se obtendrá el NC mediante la siguiente fórmula (Ferrer, 2004):

$$P_0 = 0.2 S = 0.2 \cdot \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right) = \frac{5080}{CN} - 50.8$$

Debido a que en el modelo hidrológico desarrollado en HEC-HMS sólo se puede introducir un valor de número de curva por subcuenca, debe cruzarse la capa de información de los números de curva de la cuenca con la de las subcuencas obtenida en el modelo de cuenca, de forma que se obtiene un valor promedio de número de curva para cada subcuenca.

4.3. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS Y CAUDALES DE ESCORRENTÍA

La información para la elaboración de los datos de precipitaciones máximas se ha obtenido a partir de distintas fuentes. Se ha acudido al trabajo "Máximas Lluvias Diarias de la España Peninsular" (CEDEX, 1999), consultado y extraído información del trabajo realizado por la empresa SENER para el Gobierno de Navarra el año 2003 y estudiado las series de precipitaciones de la estación de aforo de Isaba y del Refugio de Belagua.

El estudio de máximos caudales del presente informe se ha realizado atendiendo a distintas metodologías. Para una primera aproximación a la realidad hidrológica de la cuenca se ha acudido a la normativa expuesta en la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 – IC drenaje superficial de Instrucción de Carreteras: <https://www.boe.es/boe/dias/2016/03/10/pdfs/BOE-A-2016-2405.pdf>. Para la delimitación de la cuenca vertiente en el punto de salida de la parcela estudiada se ha utilizado el programa HEC-HMS v 4.3. Debido a que es necesario obtener un conocimiento lo más preciso posible de los caudales circulantes por el corredor del río Belagua, donde se sitúan las parcelas que pueden ser afectadas por inundaciones, los principales resultados se han obtenido a través de este último programa.

A modo informativo también se exponen los caudales de crecida para distintos periodos de retorno calculados (caudales máximos instantáneos) a partir de los máximos registrados en la estación de aforo para el periodo 1997 hasta la actualidad. Adicionalmente se presentan los resultados del método de la normativa expuesta en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro sobre las "Normas para el cálculo hidráulico de obras de fábrica sobre cauces naturales"

Respecto a los parámetros físicos de las cuencas consideradas, los datos de partida son los siguientes:

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Desnivel	Pendiente (m/m)	Tiempo de concentración (horas)
Belagua-Larra	14,64*	14,33	2221,15	938,92	1282,23	0,089	1,99
Belagua Central	14,98	7,32	1931,37	938,92	992,45	0,136	2,57
Belagua-Maze	21,37	9,45	1804,31	881,48	922,83	0,098	3,71
Mintxate	27,75	14,58	1936,56	771,18	1165,38	0,080	3,17
Uztárroz	42,53	12,23	1916,47	804,15	1112,32	0,091	3,84
Estación	1,17	14,70	1790,69	773,00	1017,69	0,069	0,78
Hasta Maze	29,62	2,51	1417,43	771,18	646,25	0,258	3,29
Cuenca total	122,43	12,54	1931,37	881,48	1049,89	0,084	4,90

* El área total de esta cuenca es de 50,86 km² aunque solamente se considera la superficie capaz de producir escorrentía.

Con esta información puede determinarse el tiempo de concentración (T_c), que se puede definir como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca hidrográfica estén aportando agua de escorrentía al punto de salida o desagüe.

$$T_c = 0.30 \cdot \left(\frac{L^{0.76}}{J^{0.19}} \right)$$

- L – Longitud del curso (km)
- J – Pendiente (m/m)
- T_c – Tiempo de concentración (horas)

En este trabajo se realiza el cálculo de la precipitación máxima diaria para diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años). Estas precipitaciones poseen la frecuencia estadística del periodo de retorno y algunas de éstas son utilizadas preferentemente en los estudios de avenidas y riesgo de inundaciones.

4.3.1. Distribución espacial y temporal de las precipitaciones

Para tener en cuenta la distribución temporal de la lluvia se ha considerado un patrón de precipitación semejante con la forma en que se presentan estos eventos en la zona de estudio. Partiendo de un tiempo de tormenta de 24 horas y una discretización de 15 minutos, mediante el método de los bloques alternos, como se explica en Montalbán et al. (2003), se ha elaborado un patrón en el que el 67% de la lluvia se concentra en las

6 horas centrales, repartiéndose el 33% restante de manera simétrica en las dos colas de 9 horas cada una. El patrón utilizado se muestra en el siguiente gráfico.

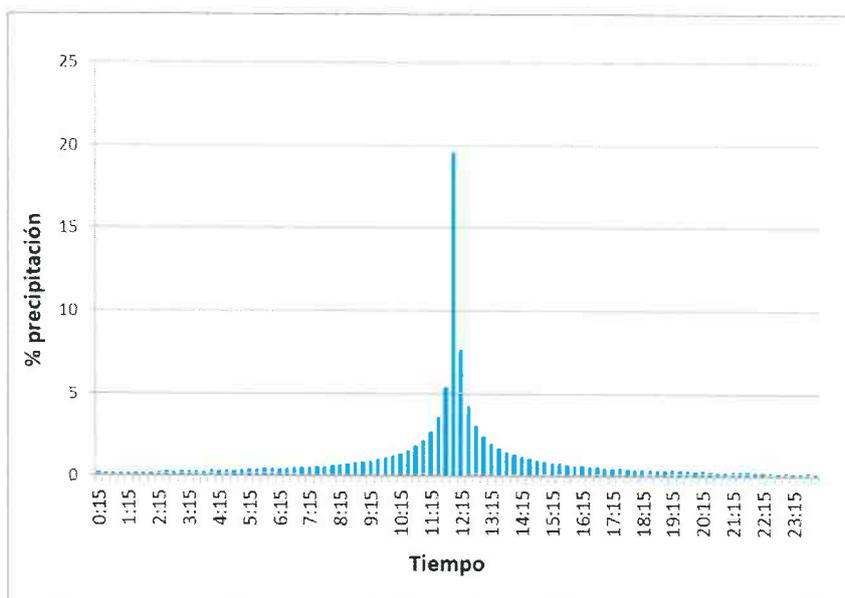


Figura 15.- Patrón de distribución de precipitación utilizado.

Se determina así la precipitación de cálculo en cada una de las unidades hidrológicas. Una vez determinada la cantidad de lluvia esperada para cada una de las unidades se han calculado los pluviogramas mediante el método expuesto para los distintos periodos de retorno considerados, obteniéndose yetogramas de diseño.

4.3.2. Cálculo de precipitaciones máximas para distintos periodos de retorno

En el caso de los distintos periodos de retorno se ha ajustado la ley de distribución de frecuencias a las funciones estadísticas más habituales, adoptando los valores más desfavorables.

De esta manera, disponiendo de la precipitación del día más lluvioso del año con un periodo de retorno de T años puede calcularse la intensidad de precipitación para cualquier intervalo de tiempo comprendido dentro de ese día más lluvioso. En la bibliografía existen diversas fórmulas para realizar este cálculo y todas ellas poseen coeficientes que generalmente se refieren a una zona geográfica concreta. En España se utiliza la expresión que aparece en la normativa 5.2-IC (MOPU, 1990), modificada en 2.006.

Según la información procedente de la "máximas lluvias diarias en la España Peninsular" (CEDEX) las precipitaciones máximas diarias anuales son las siguientes:

Precipitación máxima diaria anual	PERIODO DE RETORNO (años)							(Cv) Coef. Variación
	2	5	10	25	50	100	500	
Refugio Belagua	59	77	90	108	122	136	173	0,334
Isaba pluviómetro	58	75	87	104	118	132	167	0,332

Sin embargo, los datos de precipitación máxima diaria anual recogidos en para 55 años registrados en la estación pluviométrica de Isaba indican valores inferiores para los distintos periodos de retorno. Este hecho puede ser debido a no considerar en la planificación del método dicho pluviómetro.

Según la distribución SQRT-ET max según el método de Zorraquino, C. (2004) y Gumbel, el ajuste de precipitaciones para la estación de Isaba queda finalmente como sigue:

Precipitación máxima diaria anual	PERIODO DE RETORNO (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
SQRT-ET Max	-	59	68	80	90	101	127
Gumbel	47	62	71	83	93	102	122

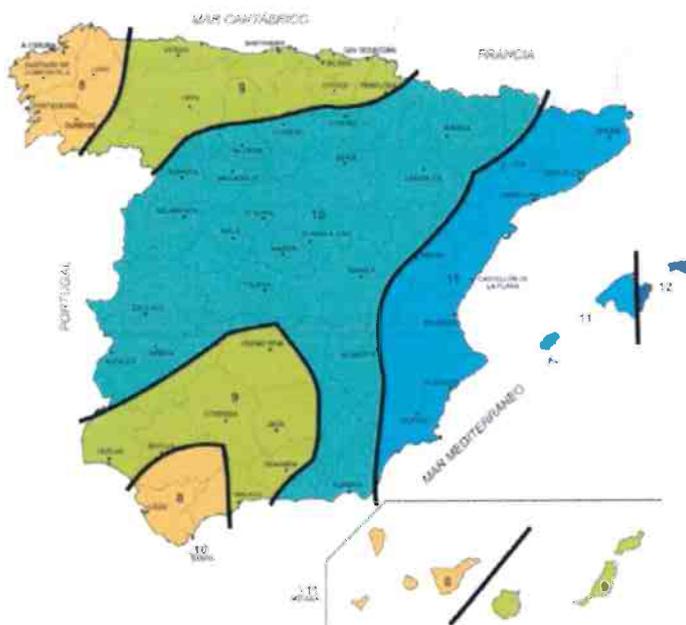


Figura 16.- Mapa de isótopos I_1/I_0 .

Según el mapa de isótopos I_1/I_0 (parámetro característico de cada región e independiente del periodo de retorno) del mapa que acompaña al método su valor es 10 (Fig. 16). La intensidad en la hora más lluviosa es 10 veces mayor que la intensidad media de todo el día.

La intensidad para cualquier intervalo, por ejemplo el tiempo de concentración T_c

$$I_t = I_d \cdot \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287 \cdot T_c^{0,1}}$$

El coeficiente corrector ARF o K_A depende del área de la cuenca (A) y tiene en cuenta la no uniformidad de la lluvia si la superficie de ésta es mayor de 1 km^2 , ($39,285 \text{ km}^2$) según:

$$K_A \text{ o } ARF = 1 - (\log A/15)$$

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

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A \text{ o } ARF = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$K_A \text{ o } ARF = 1 - (\log A/15)$$

Tomando el segundo caso se obtiene un valor de 0,89

Puesto que la precipitación diaria corregida P_{dc} se rige por la siguiente expresión:

$$P_{dc} = P_d \cdot K_A$$

La intensidad media diaria I_d (mm/hora) será:

$$I_d = \frac{P_{dc}}{24}$$

Debe utilizarse en los cálculos el tiempo de concentración T_C , para que se alcance el mayor caudal a la salida de la cuenca, la duración de la precipitación tiene que ser igual o mayor a este tiempo.

T (años)	P_d (mm/día)	P_{dc} (mm/día)	I_d (mm/hora)	I_t (mm/ T_d)
2	58,5	50,36	2,25	11,99
5	76	65,42	2,92	15,58
10	88,5	76,18	3,40	18,14
25	106	91,25	4,07	21,73
50	120	103,30	4,61	24,60
100	134	115,35	5,15	27,47
500	170	146,34	6,53	34,85

4.3.3. Caudales máximos de escorrentía para distintos periodos de retorno

Este umbral debe ser modificado según un coeficiente corrector β . Su valor depende de las regiones señaladas en el mapa de la península de la instrucción 5.2-I.C. y del periodo de retorno T (Fig. 17).



Figura 17.- Regionalización de la España Peninsular según la instrucción 5.2-I.C. (2016)

En el caso de existencia de obras de drenaje, existen a su vez dos opciones: para drenaje transversal de caminos, vías auxiliares, etc., y para el drenaje transversal de carreteras. Todos los valores se encuentran tabulados. En este caso la zona se encuentra en la región 91 con un valor de β_m de 0,85 y tomando una desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del 50% (drenaje transversal de una carretera).

$$P_0 = P_{0i} \cdot \beta \quad \beta = \beta_m \cdot F_T \quad \beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

Dónde

- P_0 : Umbral de escorrentía corregido (mm)
- P_{0i} : Umbral de escorrentía inicial (mm)
- β^{DT} : Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de carretera (adimensional)
- β_m : Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.
- Δ_{50} : Desviación respecto al valor medio, intervalo de confianza correspondiente al 50%. $\Delta = 0,15$
- F_T : Factor función del periodo de retorno T (adimensional)
- Factor de corrección respecto al parámetro Kp según el periodo de retorno.

Dado que el número de curva para toda la cuenca considerada es de 54, el umbral de escorrentía P_0 se sitúa en 42,04.

Si P_{dc} (precipitación diaria corregida) es mayor que P_0 (umbral de escorrentía corregido) el cálculo del Coeficiente de Escorrentía se calcula según:

$$C = \frac{\left(\frac{P_{dc}}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_{dc}}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_{dc}}{P_0} + 11\right)^2}$$

Si fuera menor, C sería 0, ya que la precipitación no alcanza ese umbral y no existe escorrentía. En las cuencas grandes (elevado T_c) es difícil que la intensidad de precipitación se mantenga homogénea a lo largo de todo el tiempo T_c . Para ello se define el factor corrector de uniformidad temporal K_t .

$$K_t = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

Esta expresión arroja un valor de 1,199. Para determinar finalmente el caudal que acude a la salida de la cuenca para cada periodo de retorno se acude a la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I_t \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Según esta formulación los resultados son los siguientes:

T (años)	F_T	$P_0 \cdot K_P$ (mm)	C	Q (m ³ /s)	*Q (m ³ /s)	**Q (m ³ /s)
2	0,72	27,73	0,142	57,62	106	-
5	0,88	31,45	0,158	83,32	148	248,28
10	1,00	35,74	0,165	101,06	179	260,70
25	1,01	42,52	0,167	122,33	215	275,63
50	1,19	49,85	0,157	130,69	-	285,52
100	1,29	54,32	0,164	152,04	266	297,94
500	1,66	69,68	0,187	189,30	333	325,25

* Valores de caudal calculados con los máximos observados en la estación de aforo

** Valores de procedentes de las normas para el cálculo hidráulico de obras de fábrica

Finalmente, también se ilustra el método que aparece en la normativa expuesta en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro sobre las "Normas para el cálculo hidráulico de obras de fábrica sobre cauces naturales". Se trata de unas sencillas normas sobre las condiciones, que desde el punto de vista del desagüe, deben cumplir las obras construidas sobre cauces naturales. Para el cálculo de los caudales de avenidas se divide la cuenca del Ebro en cuatro zonas como puede observarse en el croquis adjunto. La cuenca en estudio se tomará toda ella como perteneciente a la zona de menor numeración, es decir que si, por ejemplo, una cuenca pertenece simultáneamente a las zonas I, II y III, se deberá entender que toda ella está incluida en la zona I. Con este criterio se calculará la avenida por medio de las fórmulas propuestas según las diferentes zonas.

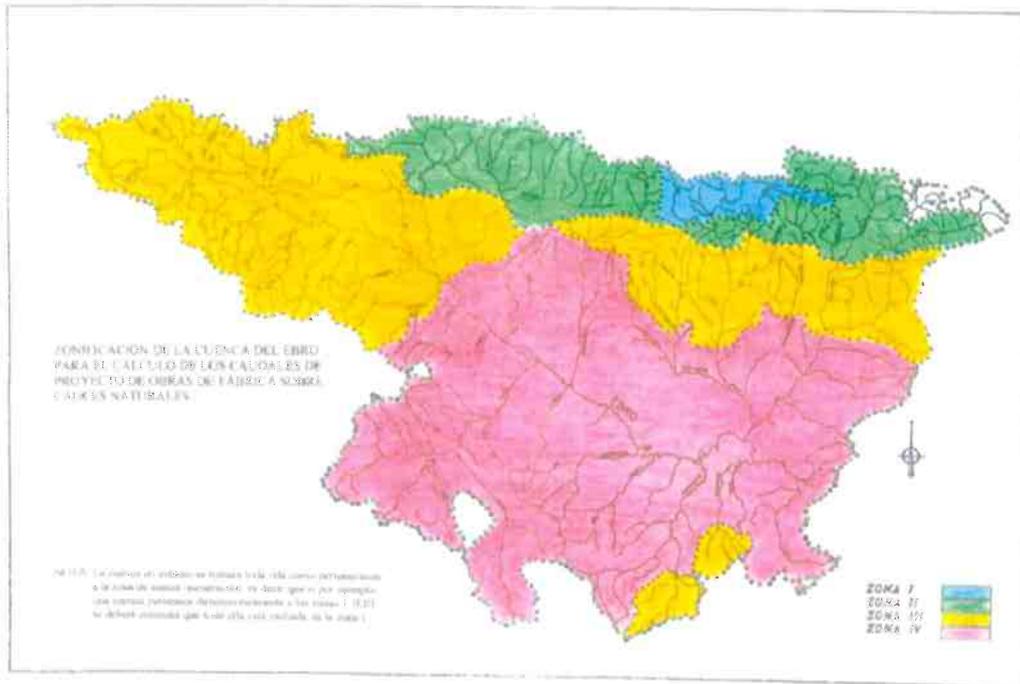


Figura 18.- Zonificación de la cuenca del Ebro para el cálculo de los caudales de proyecto de obras de fábrica sobre cauces naturales (1996).

En este caso concreto la cuenca estudiada pertenece a la Zona II, con una superficie inferior a 1.000 km² y posee una pendiente media superior al 5% por lo que la fórmula a utilizar es:

$$Q = \alpha \cdot 1500 \cdot A \cdot 10^{-2.39 \cdot A^{0.038}}$$

Siendo A el área de la cuenca, y α el coeficiente a utilizar según el periodo de retorno considerado y tabulado como sigue:

PERÍODO DE RETORNO (años)	COEFICIENTE
1000	1,36
500	1,31
100	1,20
50	1,15
25	1,11
10	1,05
5	1,00

Se trata de un método aplicable en ausencia de datos validados por la Administración Hidráulica, por lo que sólo es orientativo y es utilizado para obtener un orden de magnitud de caudales para el diseño de obras de fábrica.

4.4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CON HEC-HMS

El modelo de cuenca empleado en las simulaciones con HEC-HMS consta de 93 subcuencas y 46 tramos de propagación (Figura 19). Se ha obtenido mediante procesos de delineación automática, llevado a cabo por HEC-GeoHMS y realizando algunas modificaciones encaminadas hacia una simplificación del modelo. Cada una de las subcuencas presenta características homogéneas en términos de su respuesta hidrológica, en cuanto a la morfometría, usos y tipos de suelo.

El modelo de cuenca es invariable en el escenario hidrometeorológico desarrollado. Los hietogramas sintéticos de lluvias resultantes del método de interpolación son los que van modificándose en HEC-HMS en función del evento extremo a simular.

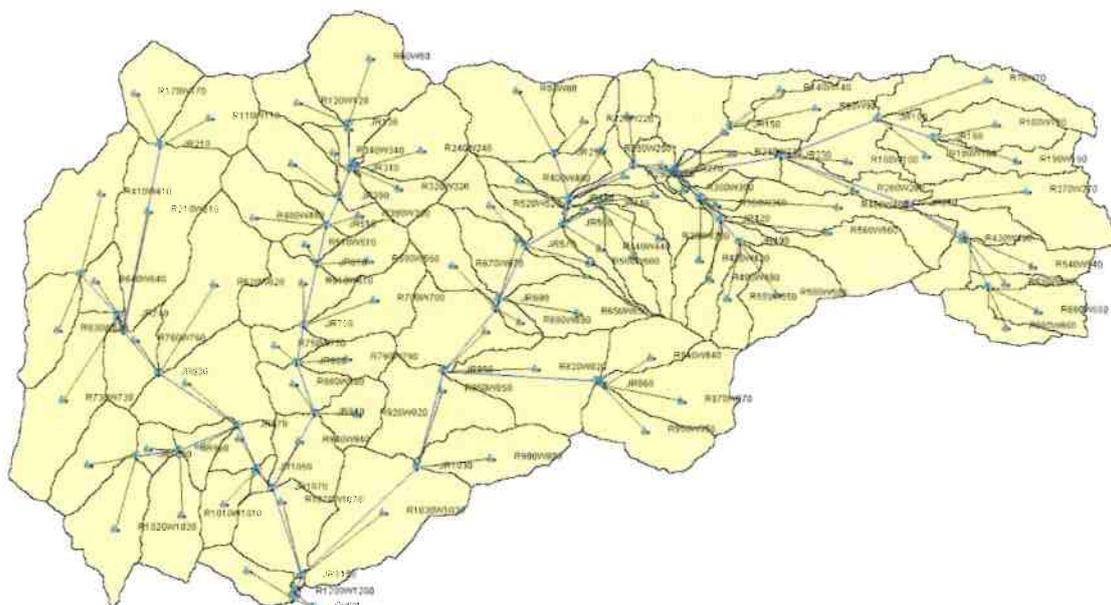


Figura 19.- Modelo obtenido para la cuenca vertiente de la estación de aforo de Isaba.

Se han seleccionado dos periodos de intensas precipitaciones para su simulación, que tienen reflejo en el caudal circulante por la estación de aforo. El primero se produjo a partir del día 22 de enero de 2014 hasta el día 26 del mismo mes (figura 20), y el segundo comprende fechas entre el 18 y el 21 de febrero de 2018 (figura 21). Ambos muestran diferencias entre sí, tanto en caudal como en el volumen de escorrentía generado y duración de la lluvia.

Al representar el hietograma medio de la cuenca para cada uno de los eventos considerados, que es resultado de la agregación de los hietogramas obtenidos para cada una de las subcuencas, frente al caudal observado, puede concluirse que la cuenca evacúa con rapidez el agua de precipitación en forma de escorrentía, al presentar los hidrogramas unas curvas de ascenso verticalizadas y casi coincidentes en el tiempo con los picos del

hidrograma con los máximos de lluvia, reflejo del tiempo de retorno calculado, obtenido a partir de la fórmula de Témez.

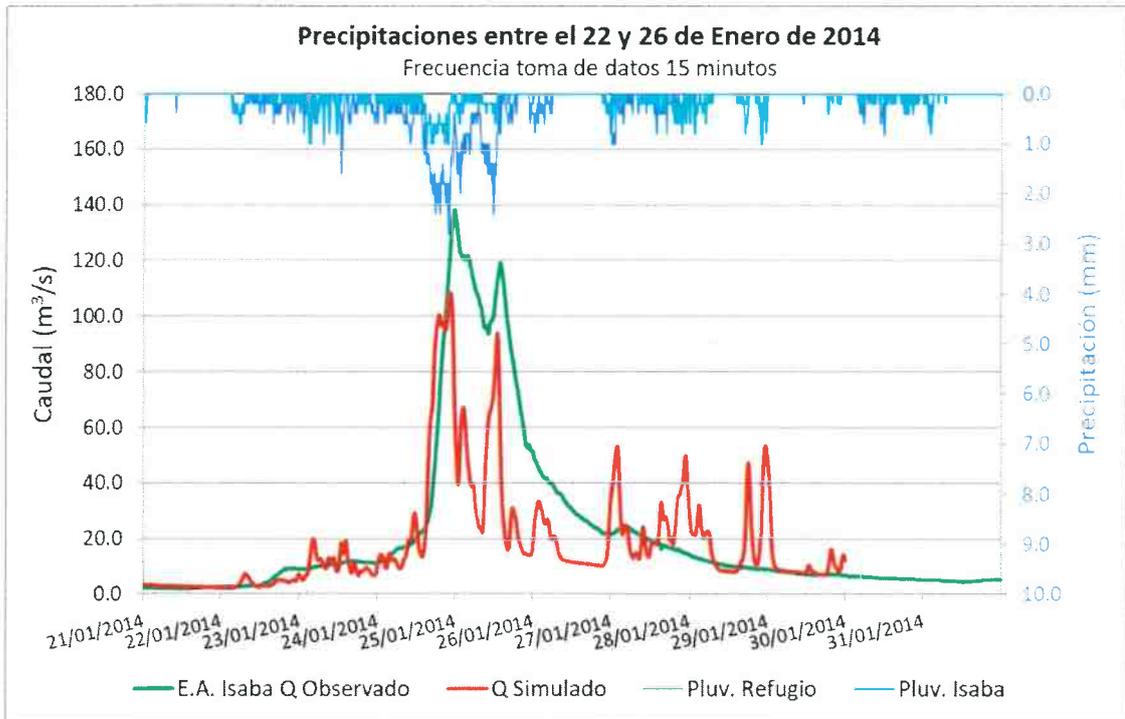


Figura 20.- Respuesta de la cuenca respecto al evento de enero de 2014 y resultado de la calibración en HEC-HMS.

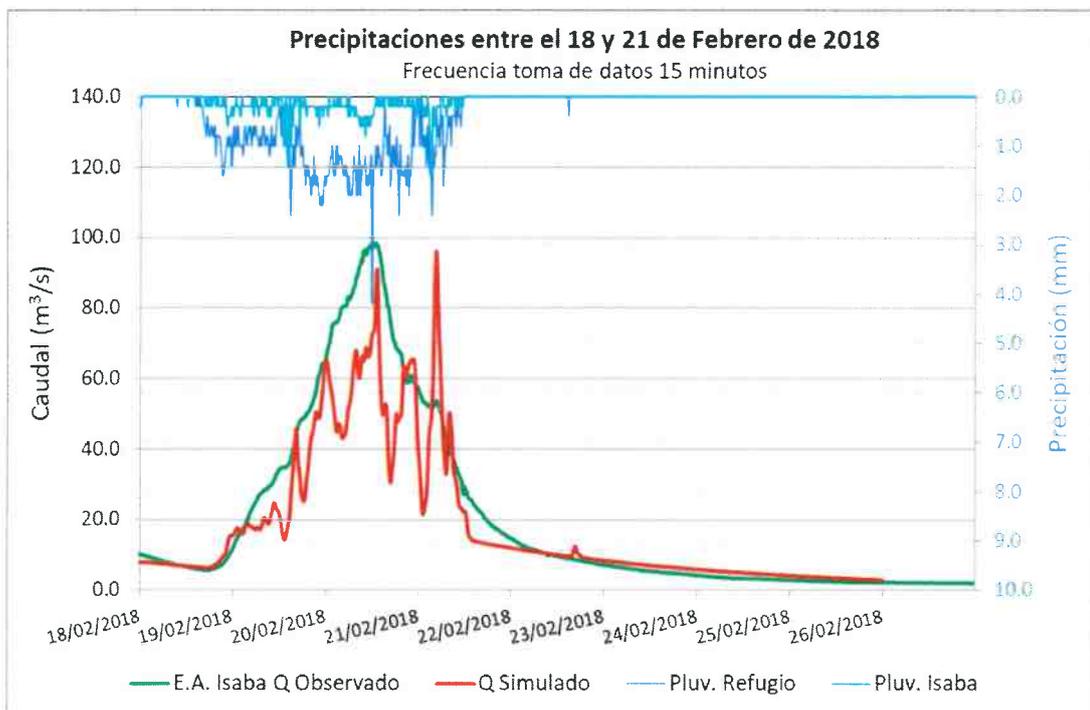


Figura 21.- Respuesta de la cuenca respecto al evento de febrero de 2018 y resultado de la calibración en HEC-HMS.

Como puede observarse ambos eventos lluviosos poseen un ajuste razonable tras realizar la simulación con Hec-HMS con las precipitaciones acontecidas. Debe señalarse que la respuesta de la cuenca a los pulsos de lluvia es muy rápida. Esto se debe a que las condiciones de humedad antecedente eran de medias a elevadas, de hecho la primera simulación se ajusta mejor con unas condiciones de humedad elevada (CN-III; SCS, 1972).

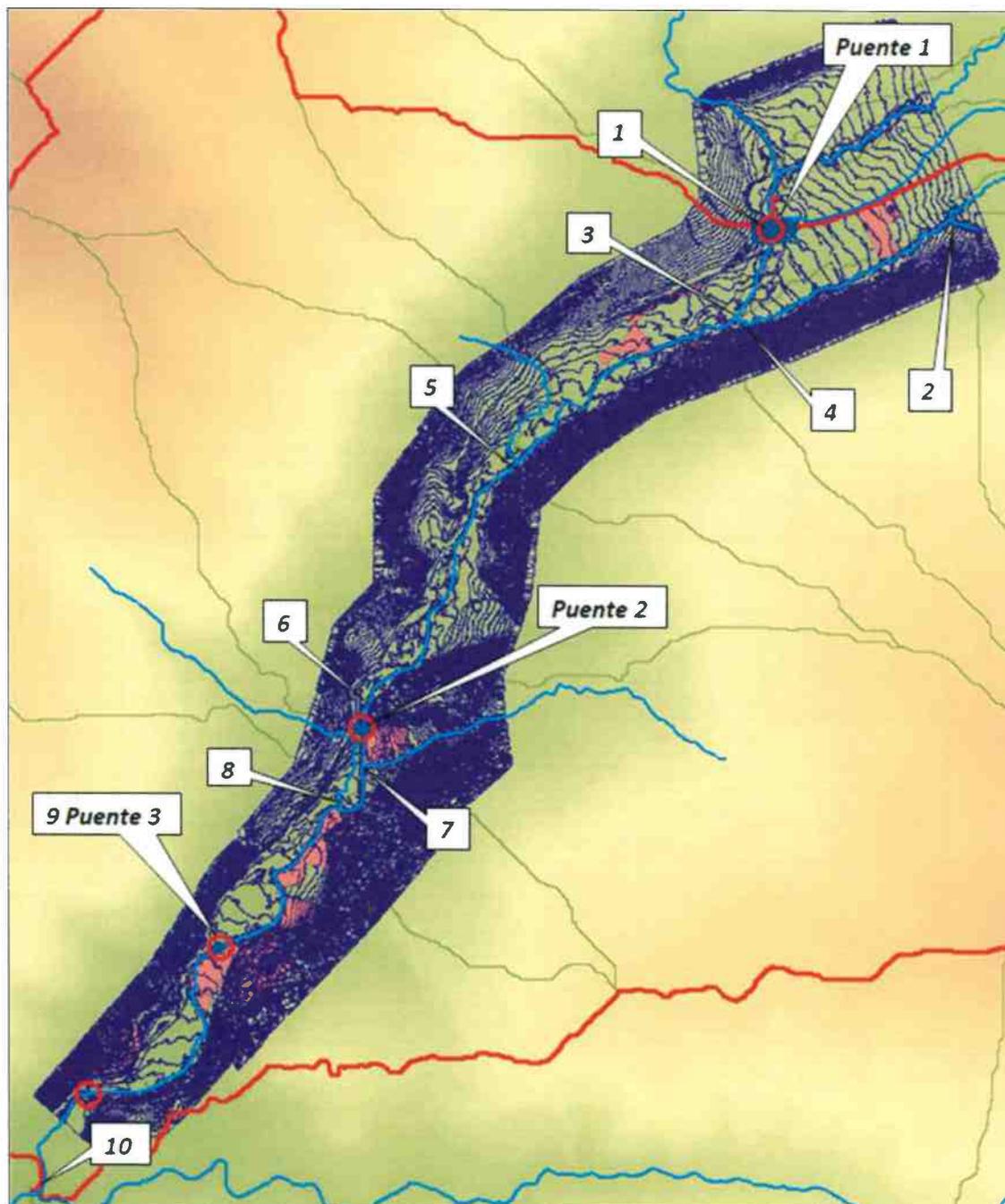


Figura 22.- Representación de la ubicación de los puntos de control de caudal utilizados para los distintos periodos de retorno y determinación de las posibles inundaciones en la simulación hidráulica.

Estas simulaciones han sido utilizadas para evaluar la idoneidad de los parámetros introducidos en los modelos que han servido para determinar los caudales resultantes de las precipitaciones de los distintos periodos de retorno. Los distintos coeficientes introducidos, dimensiones de los canales y número de Manning asociado, números de curva, ponderación de los dos pluviómetros, etc., en cada una de las subcuencas, han sido los mismos que los utilizados para establecer los caudales circulantes por distintos puntos de la cuenca vertiente de la estación de aforo de Isaba.

En la figura anterior se presenta un mapa con la situación de los caudales esperados en los distintos puntos de control para los distintos periodos de retorno considerados.

Periodo retorno (años)	CAUDALES ESPERADOS (m ³ /s)									
	P- 1	P- 2	P- 3	P- 4	P- 5	P- 6	Pto 7	P- 8	P- 9	P- 10
2	12,7	2,3	12,9	3,1	17,5	19,2	21,6	23,1	24,2	25,9
5	22,2	3,7	22,5	5,0	30,9	32,7	36,3	38,1	39,7	42,1
10	30,3	4,9	30,6	6,6	42,5	45,7	50,8	53,7	55,4	60,0
25	42,9	6,8	43,4	9,2	60,3	65,1	71,8	75,8	78,6	83,6
50	53,8	8,5	54,4	11,5	75,8	82,0	90,2	95,3	98,9	104,8
100	65,6	10,2	66,3	13,8	92,4	101,1	109,9	116,1	120,2	127,3
500	80,2	12,3	81,1	16,7	113,1	121,9	132,7	139,6	144,4	160,2

Punto considerado	Coordenadas UTM		Paraje
	X	Y	
P-1	674778,11	4755102,26	Río Belagua en puente 1 (carretera)
P-2	675383,48	4755134,22	Barranco Dronda antes de albergue Txamantxoia
P-3	674661,96	4754813,55	Río Belagua antes del barranco Dronda
P-4	674664,74	4754791,72	Barranco Dronda en su desembocadura
P-5	673916,50	4754314,54	Río Belagua en la zona del Corral de Marengo
P-6	673398,57	4753401,46	Río Belagua antes del Puente 2
P-7	673394,61	4753277,11	Río Belagua pasada la parcela y Puente 2
P-8	673316,02	4753142,96	Confluencia río Belagua y Sakulo
P-9	672902,41	4752665,68	Río Belagua antes del Puente 3
P-10	672321,98	4751870,32	Río Belagua antes del barranco de Maze

5. SIMULACIÓN HIDRÁULICA

El análisis hidráulico propiamente dicho consiste en la elaboración de los modelos matemáticos sobre la base de la topografía existente y con los datos recabados del análisis hidrológico para así obtener la extensión de la lámina de inundación, los calados, velocidades y otras determinaciones de carácter no hidráulico, por ejemplo las zonas de graves daños.

Para la elaboración del modelo hidráulico de los cauces en el ámbito de la parcela, se ha empleado el software Hec-RAS, un modelo unidimensional-bidimensional desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers, en su versión 5.0.6, y de amplia utilización y aceptación.

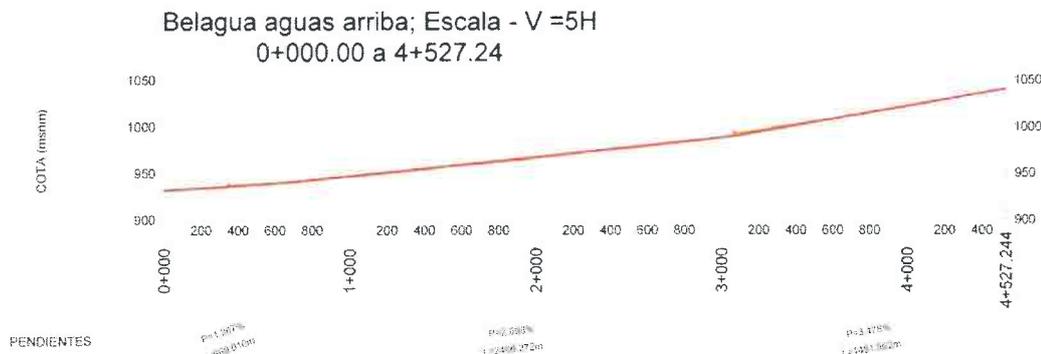
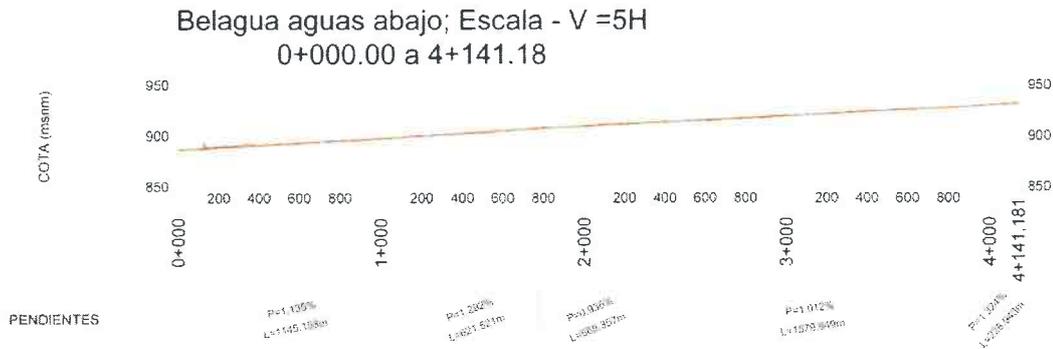
Esta aplicación emplea la ecuación de la energía (o de Bernoulli) entre dos secciones transversales consecutivas del río, calculando el perfil de la superficie libre en régimen permanente gradualmente variado o en régimen variable y teniendo en cuenta las pérdidas de energía continuas (o de rozamiento) y las pérdidas de energía localizadas (puentes, obras de drenaje transversal, vertederos, etc.). El resultado del modelo es una altura de agua (o calado) y una velocidad media en cada sección.

En este caso se ha elaborado un modelo en régimen permanente, por lo que no se tiene en cuenta la laminación de la onda de avenida a lo largo de la cuenca y los resultados del estudio quedan del lado de la seguridad.

5.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CAUCE

La modelización comprende un tramo del río Belagua de 8.670 m y un tramo del barranco Dronda de 1780 m. El río Belagua se divide en dos tramos, aguas arriba y aguas abajo de la confluencia con el barranco Dronda.

El cauce del río Belagua en el tramo de estudio presenta una pendiente sensiblemente uniforme en el tramo de estudio, variando de valores de entorno del 3,5% en los mil metros del tramo situado más aguas arriba hasta el 1,2% en su tramo final, siendo de todos modos pendientes correspondientes a ríos de montaña. Por su parte, el barranco Dronda presenta pendientes aún superiores.



La morfología del cauce, junto con las fuertes pendientes permite un estudio unidimensional de la corriente, sin utilizar el método bidimensional a partir de las ecuaciones de Saint-Venant.

5.2. CRITERIOS DE DEFINICIÓN DE ZONAS DE PELIGROSIDAD

El 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, según la legislación consolidada a 9 de noviembre de 2018, en su artículo 9 recoge los siguientes conceptos:

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

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

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

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

En la figura a continuación se muestra la determinación de dicha zona.

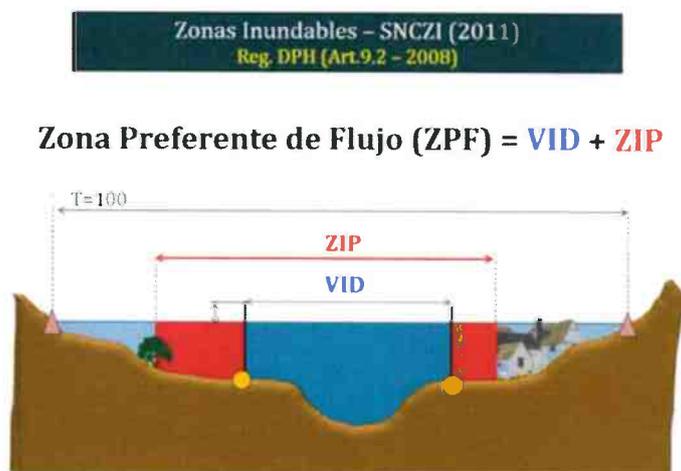


Figura 23.- Esquema de los componentes de la Zona de Flujo Preferente.

Por su parte, los Planes de Ordenación del Territorio de Navarra (POT 1 – Pirineo), recogen los criterios a utilizar para la delimitación de las zonas, en su ANEXO PN5 - CRITERIOS RELATIVOS A LA ZONIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES Y USOS ADMISIBLES EN LAS MISMAS:

A efectos de la correspondiente regulación de usos en esta área, se tendrán en cuenta tres niveles de riesgo, sin perjuicio de lo establecido en la legislación estatal de aguas.

De acuerdo con los periodos de retorno y los calados se pueden distinguir las siguientes zonas de riesgo:

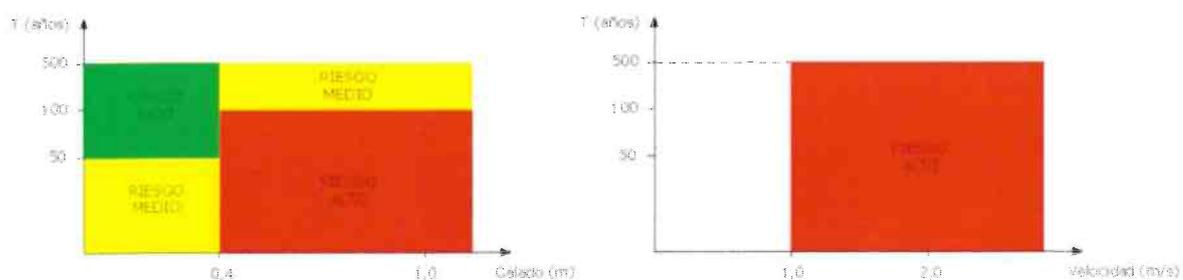
- Zona de riesgo bajo: zonas donde cabe esperar inundaciones con un periodo de retorno superior a 50 años y un calado reducido (menor de 0,4 m)
- Zona de riesgo medio: zonas donde cabe esperar inundaciones con un periodo de retorno inferior a 50 años y un calado reducido (menor de 0,4 m), o con un periodo de retorno superior a 100 años y un calado superior a 0,4 m
- Zona de riesgo alto: zonas donde cabe esperar inundaciones con un periodo de retorno inferior a 100 años y un calado superior a 0,4 m. En cualquier caso se considerará también zona de riesgo alto cuando la velocidad del agua sea igual o superior a 1 m/s

El riesgo de inundación de cualquier zona de la Comunidad Foral de Navarra se determinará a partir de los estudios del Departamento competente en la materia o de los estudios de inundabilidad realizados en cada caso.

Los criterios precedentes quedan reflejados en la siguiente tabla de “Zonas de riesgo según calados y periodos de retorno”:

Calado (en metros)	Periodo de retorno (en años)		
	≤ 50	$> 50 \text{ a } \leq 100$	$> 100 \text{ a } \leq 500$
$> 0,4$	Alto	Alto	Medio
$0 \text{ a } \leq 0,4$	Medio	Bajo	Bajo

Asimismo, los siguientes diagramas expresan los criterios precedentes basados en el Libro Blanco del Agua.



5.3. DATOS UTILIZADOS

5.3.1. Geometría

A partir del modelo digital del terreno obtenido mencionado anteriormente, se han obtenido perfiles transversales de todos los tramos considerados, con una separación media de 25 m disminuyendo la misma en las zonas de curvatura del río o en las cercanías de las

estructuras de paso. Con esta resolución se ha pretendido alcanzar el máximo nivel de detalle necesario para la modelización.

Para una adecuación al funcionamiento de la corriente, se han considerado perfiles quebrados, con una dirección en el cauce normal y otra, siguiendo la dirección de la corriente en las llanuras de inundación.

En el plano SIM - nº 2 de este estudio se representan en planta los perfiles utilizados.

5.3.2. Pérdidas de energía

A lo largo del cauce el flujo de agua experimenta una serie de pérdidas de energía ocasionadas por el rozamiento con la propia superficie del cauce, estrechamientos y ensanchamientos del mismo, así como obstáculos de todo tipo (puentes, obras de drenaje transversal, etc.).

Para tener una correcta aproximación al comportamiento del flujo es necesario incluir todas estas pérdidas en la modelización, lo que se lleva a cabo mediante una serie de coeficientes que se introducen en el programa como datos de simulación. En este caso se han considerado los siguientes:

- Coeficientes de rugosidad de Manning (n), que cuantifican las pérdidas por fricción.
- Coeficientes de contracción/expansión, que permiten modelar las pérdidas producidas por cambios bruscos en la sección del cauce.

Coeficientes de Manning

Para la determinación de este coeficiente se ha acudido a varias fuentes. Se han examinado los valores tabulados asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000 incluidos en la publicación "Guía metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables" del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2.011). Debe comentarse que en el anterior documento puede encontrarse la principal bibliografía en la que se basa este informe.

Se ha empleado el método de Cowan para la estimación del número de Manning en el lecho del cauce y finalmente, se han consultado bibliografía al uso que aplica valores a distintos tipos de río, lechos y llanuras de inundación, así como la experiencia en otros trabajos desarrollados.

Respecto al lecho Cowan (1956) modificado por Arcement y Schneider (1990) propone la determinación del coeficiente de Manning mediante la siguiente fórmula, en la que cada término puede elevar el valor numérico y con ello la cantidad de rozamiento.

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

donde:

n: coeficiente de rugosidad de Manning

n_0 : rugosidad debida a los materiales del cauce (0,028)

n_1 : rugosidad debida al grado de irregularidad del cauce a lo largo del tramo (0,002)

n_2 : rugosidad debida a las variaciones de la sección del cauce a lo largo del tramo (0,002)

n_3 : rugosidad debida al efecto de las obstrucciones a lo largo del tramo (0,000)

n_4 : rugosidad debida a la presencia de vegetación en el tramo (0,003)

m: rugosidad debida a la sinuosidad (meandros) del tramo (1,010)

Se asume entonces un resultado de este coeficiente de 0,035 para el lecho-cauce.

Respecto a las márgenes, se presentan sobre todo en la margen derecha zonas de pastos. Se les ha asignado un valor de este coeficiente de 0,050 para ambas, aunque quizá la margen izquierda no ofrezca un valor de rozamiento tan elevado, el efecto inmediato en los cálculos será un aumento topográfico de la lámina de agua en las avenidas, y se estaría del lado de la seguridad en los resultados.

Coeficientes de contracción/expansión

Los coeficientes de contracción y expansión definen la brusquedad en la transición entre dos perfiles consecutivos según su morfología, asociando a estas transiciones las pérdidas de carga correspondientes. A continuación se muestran los coeficientes de contracción/expansión empleados en las modelizaciones, según la tabla de la Guía para el SCNZI. Se han utilizado valores de 0,1 para el coeficiente de contracción y de 0,3 para el de expansión, habituales en este tipo de cauces.

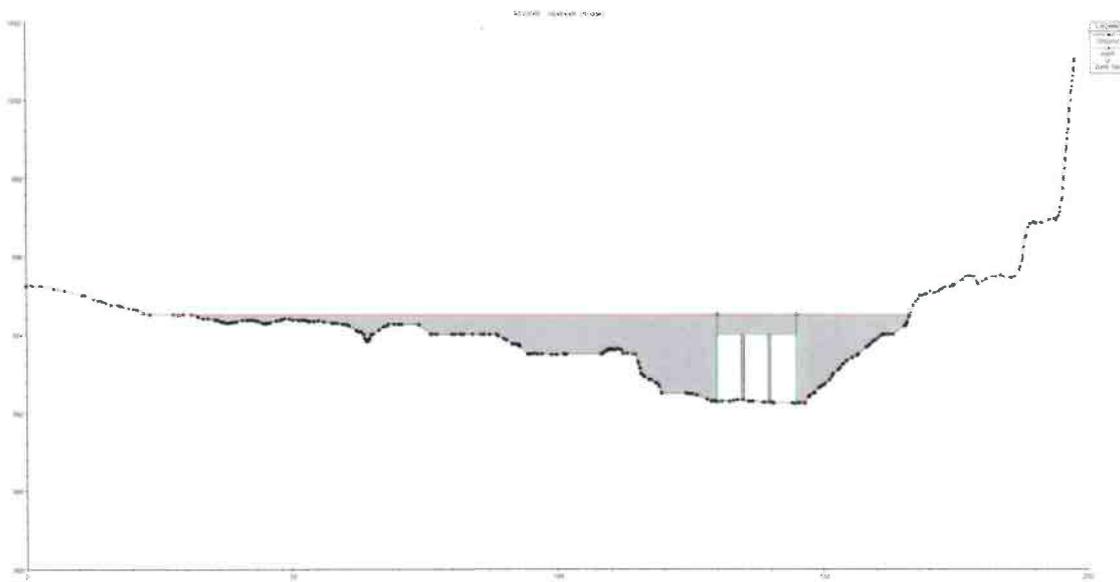
Escenario	Contracción	Expansión
Sin transiciones	0,00	0,00
Transiciones suaves	0,10	0,30
Secciones en puente	0,30	0,50

Condiciones internas: modelización de obstáculos en el cauce

Aunque puedan existir diversas formas que obstaculizan el flujo: obras de drenaje transversal, canales y puentes, en la zona de estudio se han identificado cinco estructuras de

paso (5 puentes) a lo largo del tramo estudiado del río Belagua, que ha sido preciso modelizar para obtener un comportamiento más próximo a la realidad del curso de agua. Para llevar a cabo la modelización ha sido necesario diferenciar entre sus elementos: estribos, pilas y tableros. Las estructuras se sitúan en el cauce en los siguientes puntos, de acuerdo con la numeración de los perfiles:

- Belagua aguas abajo: PK 0+125
 PK 0+985
 PK 2+060
- Belagua aguas arriba: PK 0+350
 PK 3+060 (se adjunta figura de modelización)



5.3.3. Caudales

De acuerdo con el estudio hidrológico, se han utilizado los siguientes caudales:

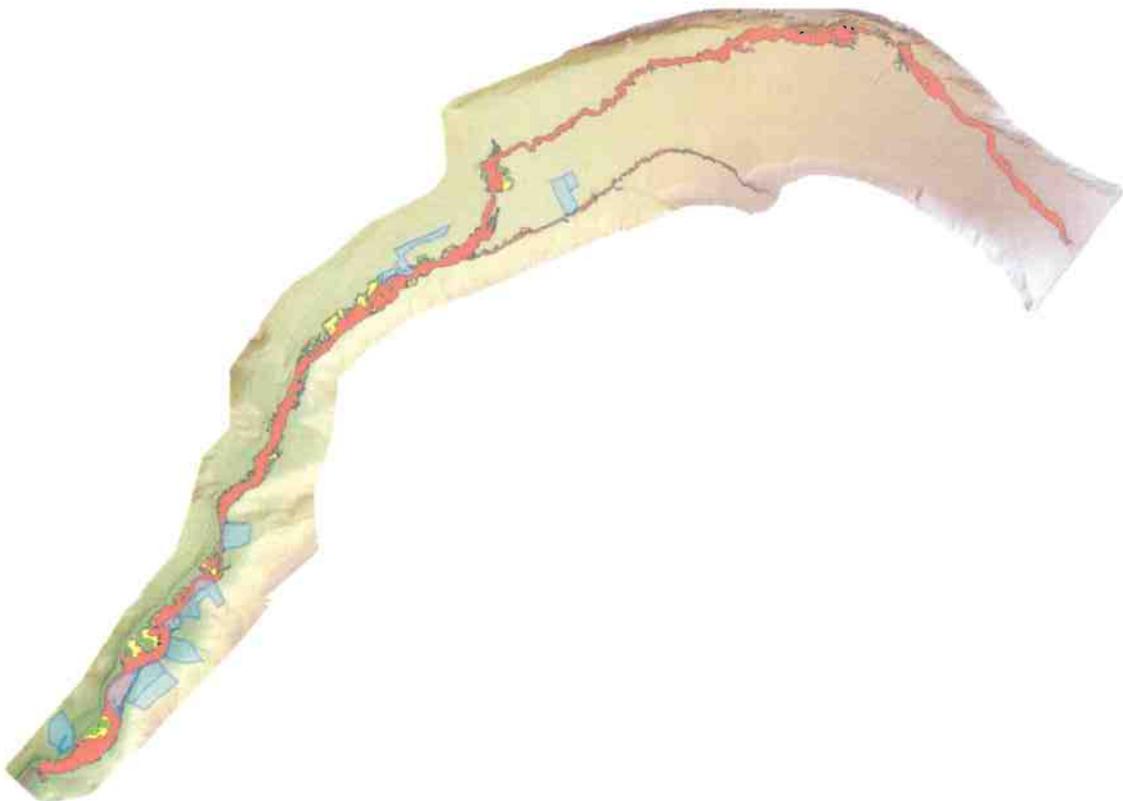
Flow Change Location			Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q500	
River	Reach	RS								
1	Belagua	Belagua aguas ar	4500	12.9	22.5	30.6	43.4	54.4	66.3	81.1
2	Belagua	Belagua aguas ab	4125	17.5	30.9	42.5	60.3	75.8	92.4	113.1
3	Belagua	Belagua aguas ab	3200	19.2	32.7	45.7	65.1	82	101.1	121.9
4	Belagua	Belagua aguas ab	2075	21.6	36.3	50.8	71.8	90.2	109.9	132.7
5	Belagua	Belagua aguas ab	1925	23.1	38.1	53.7	75.8	95.3	116.1	139.6
6	Belagua	Belagua aguas ab	1700	25.9	42.1	60	83.6	104.8	127.3	160.2
7	Dronda	Regata Norte	1780.83	3.1	5	6.6	9.2	11.5	13.8	16.7

Como puede observarse, se asignan los caudales a los tramos correspondientes al resultado obtenido para la sección situada aguas abajo, quedando del lado de la seguridad.

5.4. PROCESO DE CÁLCULO

Debido a las fuertes pendientes existentes, los caudales circulantes se hallan en un punto cercano al calado crítico (Número de Froude =1), por lo que el cálculo se ha ejecutado en modo mixto.

Se han obtenido los valores de calado, velocidad y número de Froude para todas las secciones, representando los resultados en Ras-Mapper. A continuación, y a modo de ejemplo, se representa las zonas de riesgo de inundación para el tramo del río Belagua y la regata Dronda.



Para cada resultado, se han obtenido archivos en formato shp y tiff, para su utilización con otros paquetes de software:

- Inundación Q2 (Q2)
- Inundación Q5 (Q5)
- Inundación Q10 (Q10)
- Inundación Q25 (Q25)
- Inundación Q50 (Q50)
- Inundación Q100 (Q100)
- Inundación Q500 (Q500)
- Calado Q100 (RDDPH) (Q100)
- Velocidad Q100 (RDDPH) (Q100)
- v*h Q100 (RDDPH) (Q100)
- Línea inundación Q500 (Q500 Value_0)
- Línea inundación Q2 (Q2)
- Línea inundación Q5 (Q5)
- Línea inundación Q10 (Q10)
- Línea inundación Q25 (Q25)
- Línea inundación Q50 (Q50)
- Línea inundación Q100 (Q100)
- Riesgo POT Q50 (Q50)
- Riesgo POT Q100 (Q100)
- Riesgo POT Q500 (Q500)
- Línea hp>1 Q100 (Q100 Value_1)
- Línea v>1 Q100 (Q100)
- Línea v*h > 0.5 Q100 (Q100)

Cada uno de estos archivos contiene la información de la lámina de avenida para cada periodo de retorno (Inundación Qx), una graduación del calado, velocidad y producto calado por velocidad de acuerdo con el RDDPH o del riesgo para distintos periodos de acuerdo con lo establecido en el POT del Pirineo, y las líneas de borde de las mismas características en formato shp.

Tras efectuar la simulación hidráulica, a partir de los datos de caudales máximos obtenidos de la modelización hidrológica, ha sido posible confeccionar los planos de avenidas para los distintos periodos de retorno: 2,33, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años, zonificación de los riesgos de inundación según los criterios del Plan de Ordenación Territorial (POT), así como la Zona de Flujo Preferente (ZFP), resultado de la combinación de la Vía de Intenso Drenaje (VID) y la Zona de Inundación Peligrosa (ZIP). Las colecciones de estos mapas se presentan en los anejos correspondientes.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este apartado se exponen, a modo de síntesis, las principales conclusiones alcanzadas del estudio hidrológico e hidráulico para establecer el riesgo de inundación en una serie de parcelas que se dedican a zonas de acampada, en el tramo del río Belagua comprendido entre el barranco de Bitxitoza, aguas arriba, y su confluencia con el barranco de Maze, aguas abajo. Se anima a la lectura de los apartados anteriores para una mayor comprensión de este capítulo.

Para la determinación de las precipitaciones máximas en la zona estudiada, según los distintos periodos de retorno considerados y en consecuencia los caudales circulantes por el río, se cuenta con los registros de una estación meteorológica (Refugio Belagua P080) y una estación foronómica (Isaba A268) en la que también está instalada otra estación meteorológica (P268).

Aunque la zona de estudio se limita a un tramo del río Belagua, ha sido necesario extender la cuenca vertiente hasta esta estación de aforo para establecer un punto de control del paso de caudales y verificar la bondad de los cálculos hidrológicos. Por este motivo se incluyen las cuencas del barranco de Mintxate, del río Uztároz y otra de reducidas dimensiones junto a la localidad de Isaba.

Se cuenta también con datos de una antigua estación de aforo (Belagua aforo 9077 en el registro del CEDEX). Aunque posee una ubicación indeterminada, se constata que los caudales máximos registrados corresponden al río Belagua en las proximidades de Isaba y ha servido para verificar el orden de magnitud de los volúmenes de agua en las simulaciones efectuadas.

Es importante señalar que buena parte de la superficie que forma la cabecera de cuenca del río Belagua está ocupada por el importante macizo kárstico de Larra y condiciona drásticamente el comportamiento de la escorrentía en este sector, y en consecuencia los caudales esperados en el cauce del río. La elevada avidéz kárstica del macizo se sustancia en la infiltración inmediata de las precipitaciones y su incorporación a la masa de agua subterránea que drena exclusivamente a la vertiente francesa en esta parte de la cadena pirenaica.

Por tanto, la cuenca vertiente hidrográfica del río Belagua hasta la confluencia con el río Uztároz en Isaba, con 85 km², no coincide con la hidrogeológica, estimando una detracción de aguas de escorrentía correspondiente a un área mínima en torno a 36 km², precisamente donde la pluviometría es la más elevada de la zona.

A partir de las series de precipitación registradas en las estaciones utilizadas, se han seleccionado dos eventos de importantes lluvias que han servido para realizar sendas simulaciones y poder comprobar que los modelos hidrometeorológico e hidrológico propuestos se ajusten razonablemente a los caudales de salida en la estación de aforos de Isaba.

En este mismo modelo se han introducido las diferentes precipitaciones diseñadas para los periodos de retorno considerados, que arrojan resultados coherentes con los caudales máximos calculados para la estación de aforos. Por otra parte, la extensión de las láminas de agua, como resultado del cálculo hidráulico para los eventos máximos manejados, se ajustan a las formas fluviales del terreno, existe correspondencia entre las características geomorfológicas y la envergadura de las avenidas obtenidas.

Aunque se dispone de esta información para todo el tramo examinado, el grado de afección producida por las inundaciones resultantes en las parcelas objeto de estudio es variado. La parcela más afectada es la nº 72 del polígono nº 23 (23/72), o nº 6 en los planos incluidos en los anejos, en la que la zona de riesgo alto de inundación ocupa casi la totalidad de su superficie. Las parcelas nº 3 (21/79) y nº 8 (23/85) son las siguientes más afectadas, aunque la zona de riesgo alto invadiría una extensión próxima al río porcentualmente bastante más reducida. En una circunstancia semejante se encuentra la parcela nº 4, en la que además se comprueba que su límite meridional se vería invadido por la zona de riesgo alto coincidente con el barranco Uturardau. Las parcelas nº 5 (23/71) y nº 7 (23/82) se encontrarían anegadas mínimamente en las proximidades del río Belagua. Un caso análogo es el de la parcela nº 2 (21/61), aunque en esta ocasión sería la regata Dronda la causante de la afección. Las únicas parcelas que no se verían anegadas bajo ninguna circunstancia son la nº 1 (21/57), la nº 9 (23/177) y la nº 10 (24/44).

Municipio	Polígono	Parcela	Pol/Par	Numeración en planos	Paraje
Isaba	21	57	21/57	1	Llano de Belagua-albergue Txamantxoia
		61	21/61	2	Llano de Belagua
		79	21/79	3	Belagua el Juncal (Larratza de Belagua)
		124	21/124	4	Zaltua
	23	71	23/71	5	Rekiamortosoroa
		72	23/72	6	Rekiamortosoroa
		82	23/82	7	Sakulo
		85	23/85	8	Sakulo
		177	23/177	9	Rekiamortosoroa (Asolatze)
	24	44	24/44	10	Onzibieta (Rekiamortosoroa)

De cualquier modo, resulta necesario señalar la posibilidad de que el comportamiento del macizo kárstico descrito, ante lluvias de gran intensidad con periodos de ocurrencia muy

bajos (T100 a T500 años), se vea modificado parcialmente. Ante las altas precipitaciones que pueden darse en el sector del macizo de Larra (entre 2.000 y 3.000 mm/año), los caudales subterráneos generados podrían ser tan elevados que entrarán en funcionamiento sistemas kársticos superiores que de forma habitual no se encuentren activos, llegando a drenar hacia la vertiente del río Belagua, no únicamente a la francesa. Esta es una situación que suele ser frecuente en acuíferos ubicados entre cuencas hidrográficas independientes, y puede dar cuenta de caudales extraordinarios que no pueden ser explicados por el mero análisis de los registros pluviométricos y foronómicos a partir de series de observación insuficientemente extensas.

En este sentido, esta inusual activación del sistema kárstico provocaría la aparición de caudales más elevados, en situaciones pluviométricas extraordinarias, que los calculados por los métodos utilizados en el presente estudio. Por este motivo sería preciso disponer de información de aforos en las surgencias relacionadas con el acuífero en la cuenca hidrográfica del río Belagua que puedan avalar las anteriores afirmaciones, aunque la dificultad de obtención de datos de eventos tan extremos resulte evidente.

Fdo.:

Estella-Lizarra, 18 de diciembre de 2.018



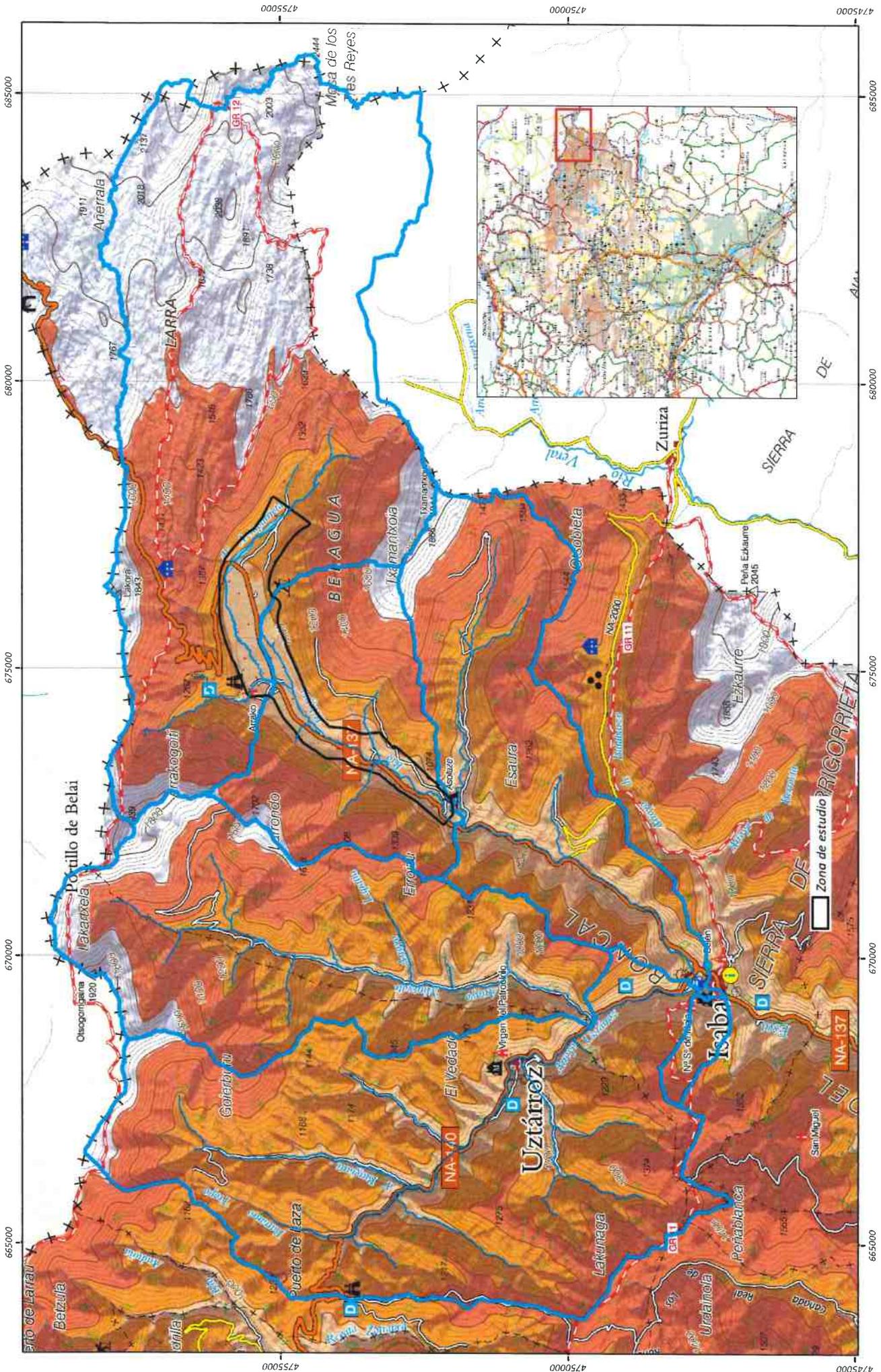
Celso Gil Marín
Geólogo col. nº 5957



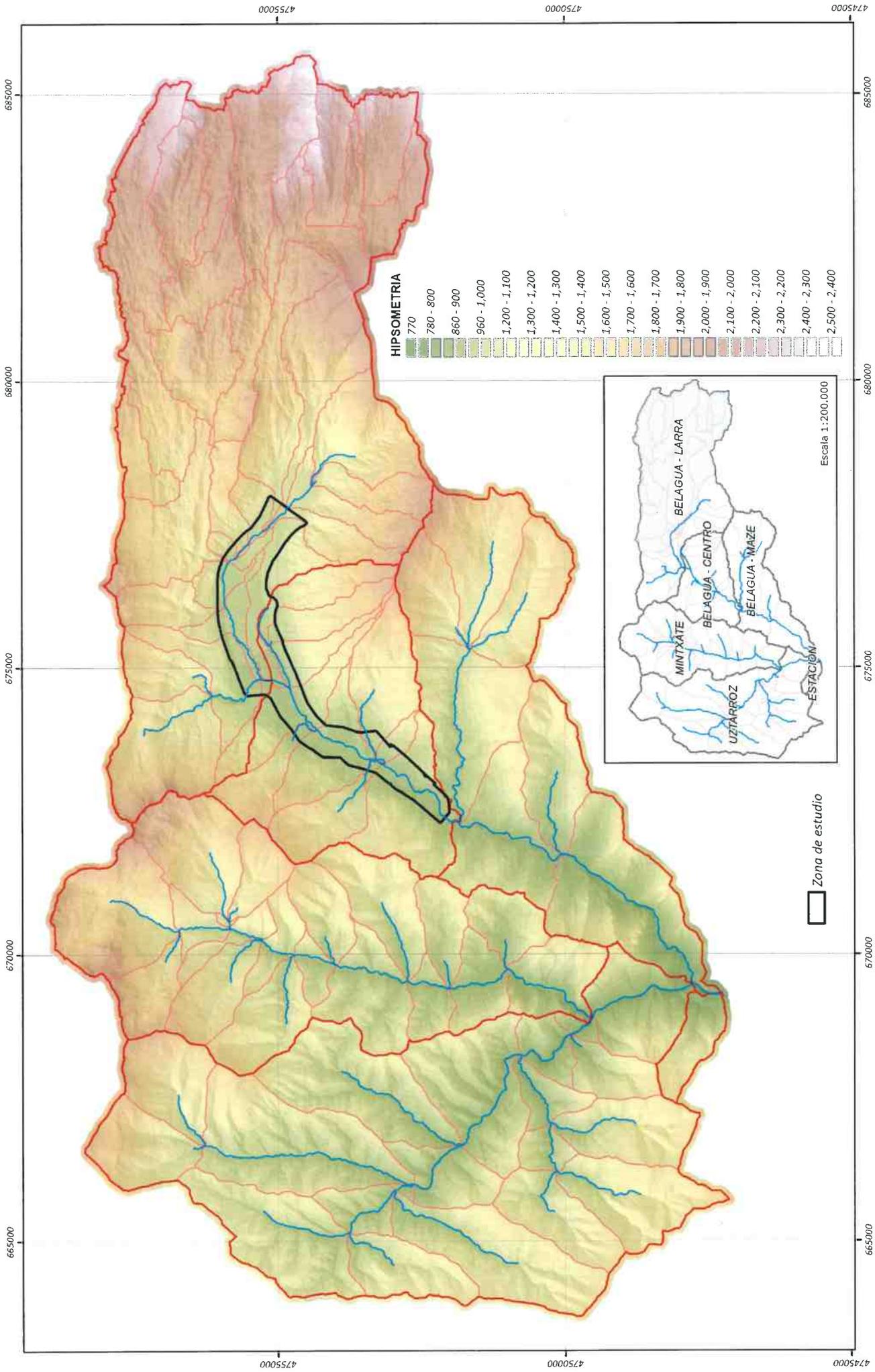
Víctor A. López Rodríguez
Ing. de Caminos C. y P.
Colegiado 7.835

ANEJO 1

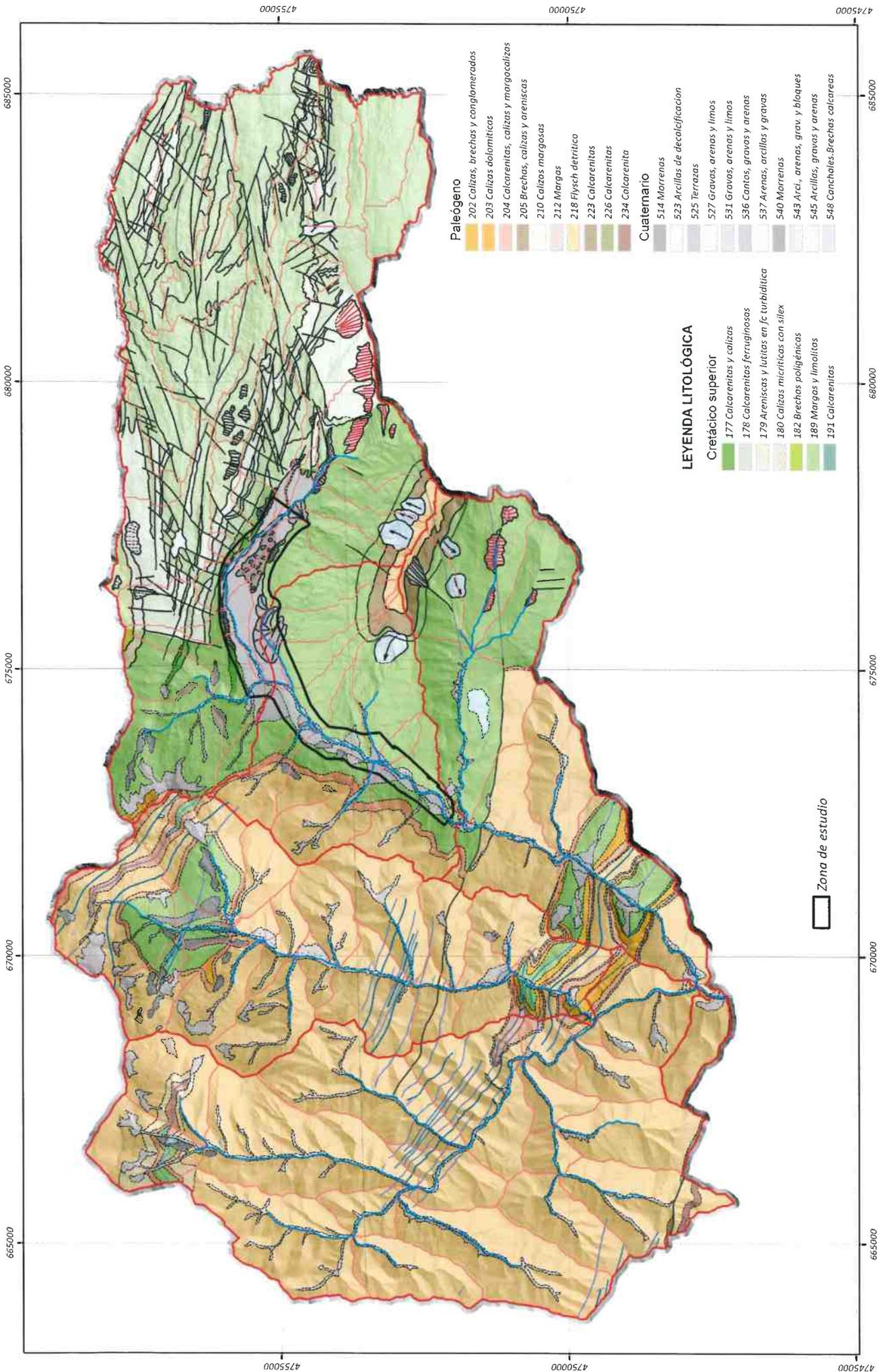
Mapas hidrológicos de la cuenca



 MONKAVAL SOLUCIONES: ingeniería GeoNavarra	PROYECTO: ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROMOTOR:  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO: 201810H0031 FECHA: Diciembre 2.018	PLANO: CUENCA HIDROGRÁFICA HASTA ESTACIÓN DE AFORO DE ISABA	SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO: CUENCA HIDROGRÁFICA HASTA ESTACIÓN DE AFORO DE ISABA	ESCALA: A3 - 1/60.000 A4 - 1/84.853	AUTORES: CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
	Geoharris S.L. - Pº Inmóvilada nº 19 y 31205 Esella Ucarra (Navarra) geoharris@geoharris.es / www.geoharris.es	MONKAVAL Soluciones Ingenieros - C/ Rumalera nº 25 - 31008 Pamplona monkaaval@monkaaval.com	Proyección UTM. Huso 30 Norte Datum: ETRS89 - Estadística: curva de nivel 1 m / Altitud: ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra - SIG - p-NSIC 2.0 & GOS GNM GPT				



 GeoNavarra SOLUCIONES INGENIERIA	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031	PLANO HIPSOMETRÍA	ESCALA A3 - 1/60.000 A4 - 1/84.853	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
			FECHA Diciembre 2.018	SECCIÓN nº Hidrología	PLANO nº 2	

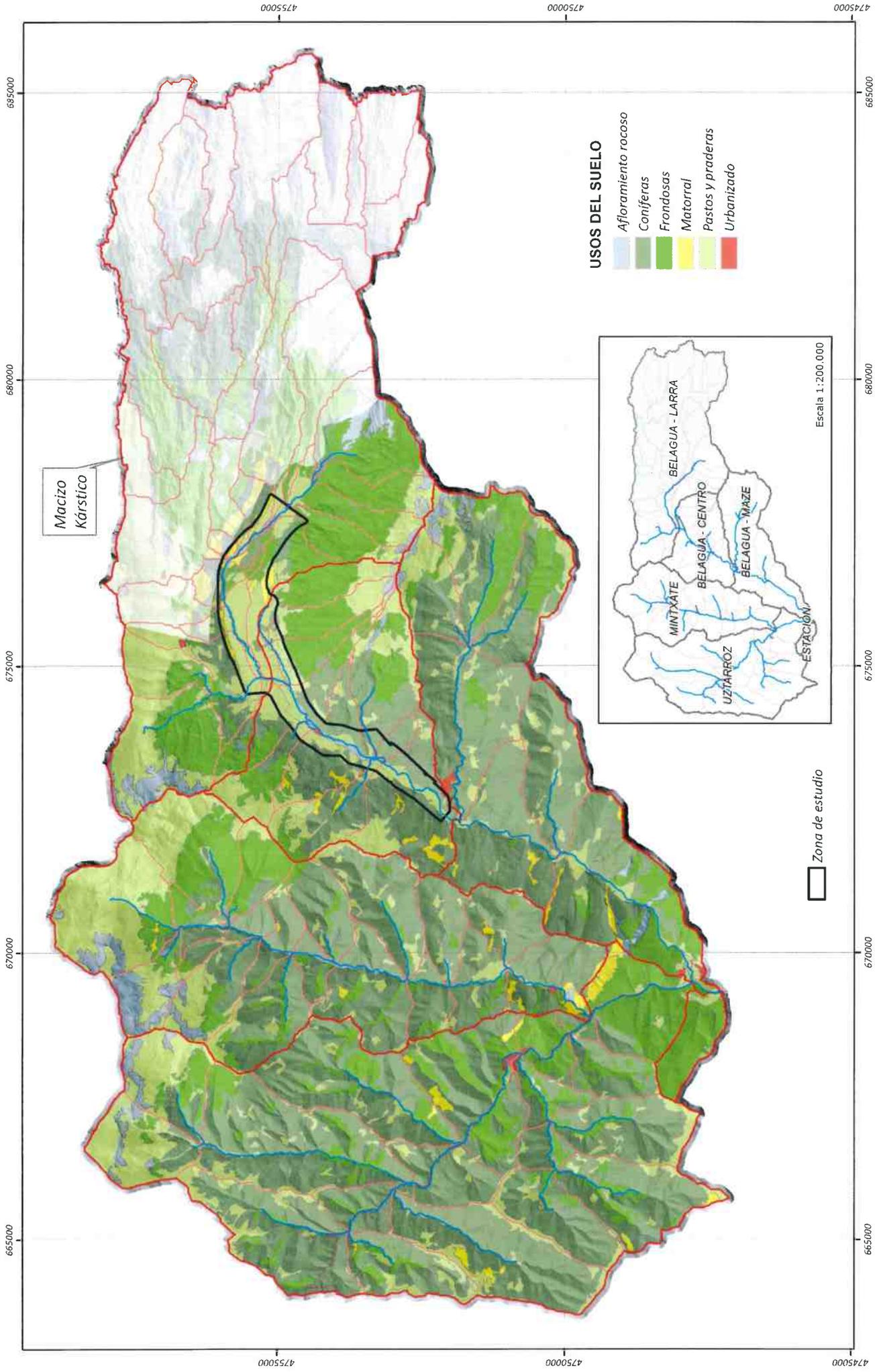


- Paleógeno**
- 202 Calizas, brechas y conglomerados
 - 203 Calizas dolomíticas
 - 204 Calcarentitas, calizas y margocalizas
 - 205 Brechas, calizas y areniscas
 - 210 Calizas margosas
 - 212 Margas
 - 218 Flysch detrítico
 - 223 Calcarentitas
 - 226 Calcarentitas
 - 234 Calcarentita
- Cuaternario**
- 514 Morrenas
 - 523 Arcillas de decalcificación
 - 525 Terrazas
 - 527 Gravos, arenas y limos
 - 531 Gravos, arenas y limos
 - 536 Cantos, gravos y arenas
 - 537 Arenas, arcillas y gravos
 - 540 Morrenas
 - 543 Arci., arenas, grav y bloques
 - 545 Arcillas, gravos y arenas
 - 548 Canchales-Brechas calcareas

- LEYENDA LITOLÓGICA**
- Cretácico superior**
- 177 Calcarentitas y calizas
 - 178 Calcarentitas ferruginosas
 - 179 Areniscas y lutitas en fc turbidítica
 - 180 Calizas micríticas con sílex
 - 182 Brechas poligénicas
 - 189 Margas y limolitas
 - 191 Calcarentitas

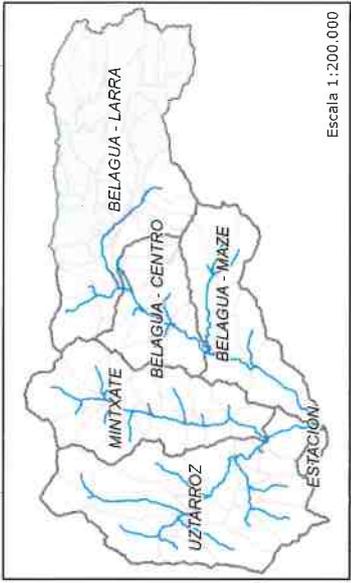
□ Zona de estudio

 GeoNavarra soluciones inteligentes	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería -/ Inmácula nº 25 - 31208 Pamplona montara@monkaval.com	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local Inmácula nº 25 - 31208 Pamplona montara@monkaval.com	PROMOTOR	CÓDIGO 201810H0031	PLANO	ESCALA A3 - 1/60.000 A4 - 1/84.853	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
			FECHA Diciembre 2.018	MAPA GEOLOGICO - LITOLÓGICO CUENCA HIDROGRÁFICA HASTA ESTACIÓN DE AFORO DE ISABA	SECCIÓN nº Hidrología	PLANO nº 3	



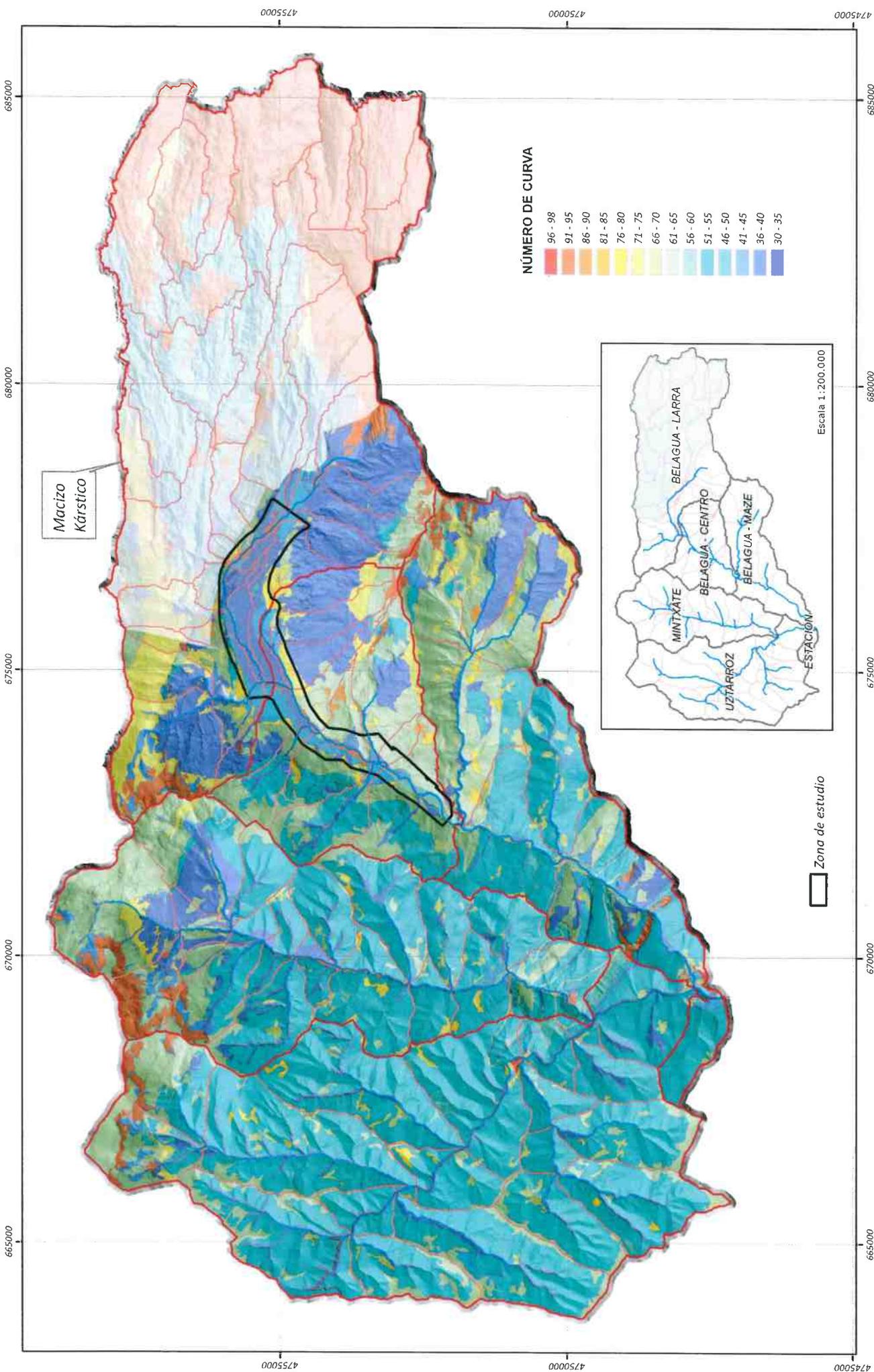
USOS DEL SUELO

- Afloramiento rocoso
- Coníferas
- Frondosas
- Matorral
- Pastos y praderas
- Urbanizado

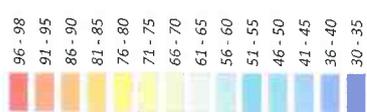


Zona de estudio

 <p>GeoNavarra soluciones ingeniería</p>	<p>PROYECTO</p> <p>ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA</p>	<p>PROMOTOR</p>  <p>Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local</p>	<p>CÓDIGO</p> <p>2018.10H4031</p> <p>FECHA</p> <p>Diciembre 2.018</p>	<p>PLANO</p> <p>MAPA DE APROVECHAMIENTOS Y USOS DEL SUELO</p> <p>CUENCA HIDROGRÁFICA HASTA ESTACIÓN DE AFORO DE ISABA</p>	<p>ESCALA</p> <p>A3 - 1/60.000 A4 - 1/84.853</p> <p>SECCIÓN nº</p> <p>Hidrología</p> <p>PLANO nº</p> <p>4</p>	<p>AUTORES</p> <p>CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ</p>
	<p>Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum: ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 1m / Altitud ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra SIG - gvSIG 2.0 & QGIS 3.0</p>					



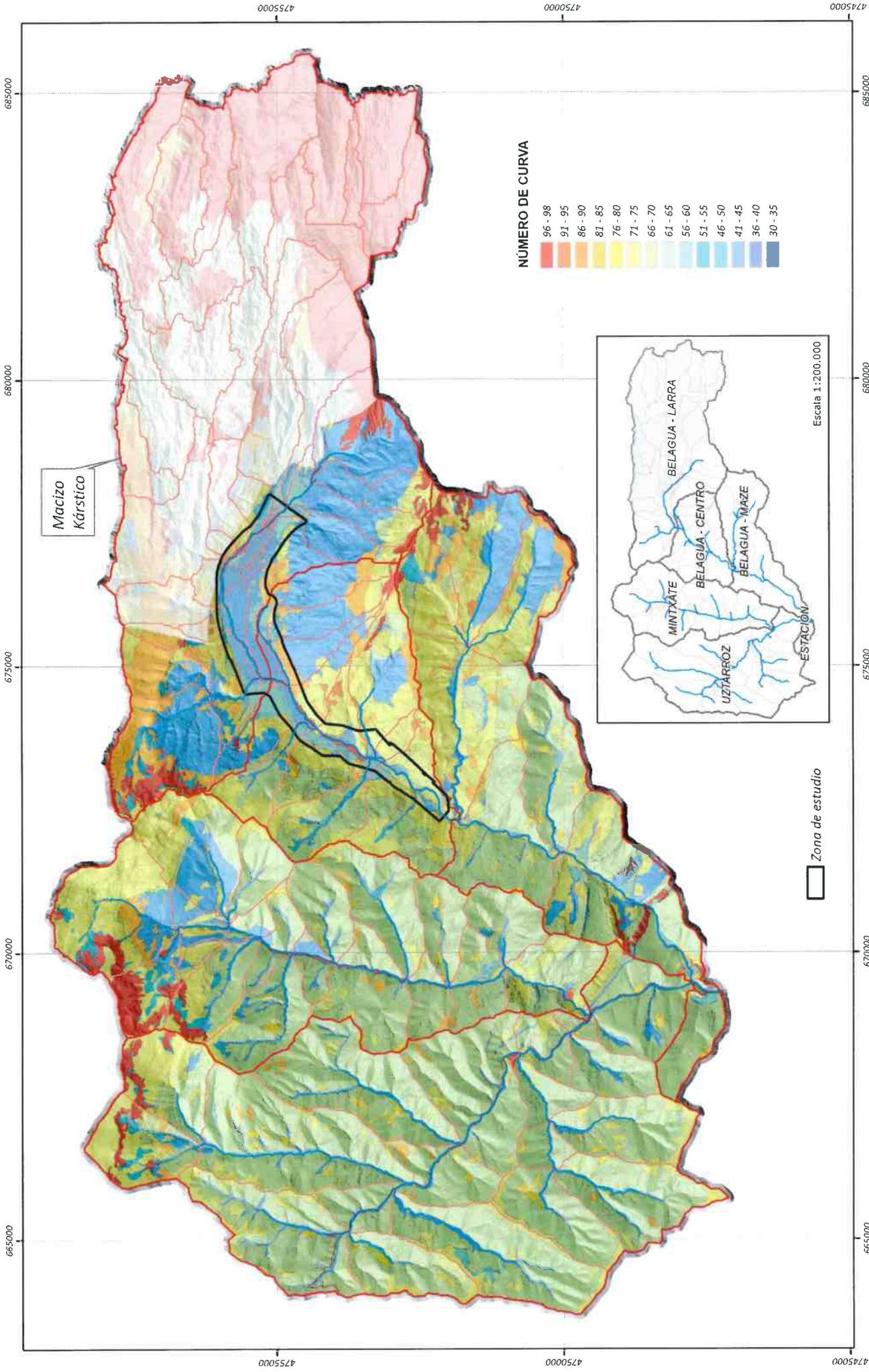
NÚMERO DE CURVA



Zona de estudio

Escala 1:200.000

MONKAVAL soluciones: ingeniería GeoNavarra	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 2018.10H0031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO NÚMERO DE CURVA CONDICIONES NORMALES DE HUMEDAD (CN-II) A partir de umbrales de escorrentía (mm) de CNC2.000 CUENCA HIDROGRÁFICA HASTA ESTACIÓN DE AFORO DE ISABA	ESCALA A3 - 1/60.000 A4 - 1/94.853	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
					SECCIÓN nº Hidrología	PLANO nº 5



NÚMERO DE CURVA



□ Zona de estudio

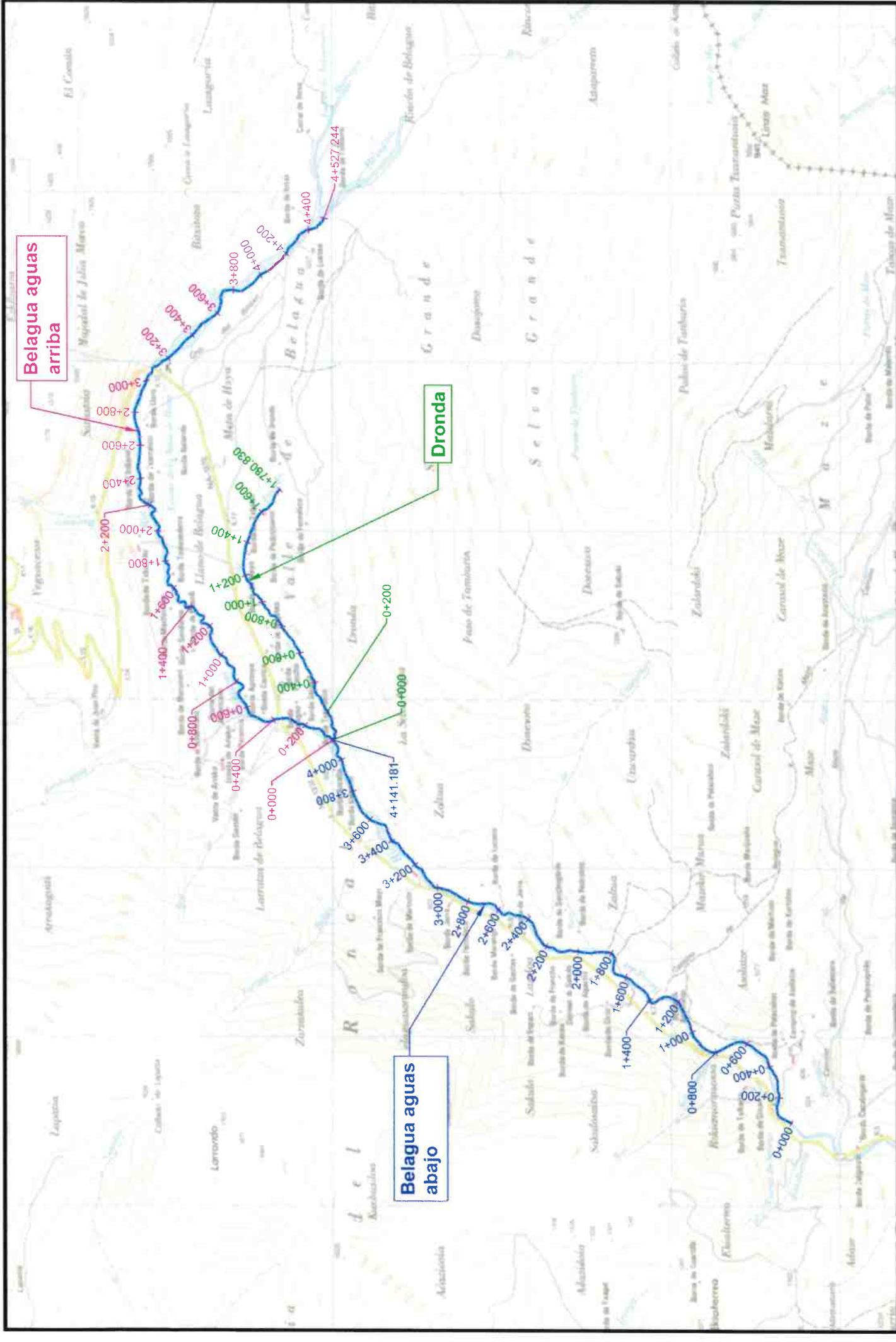
Escala 1:200.000

 GeoNavarra soluciones - ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	Código 201810hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO NÚMERO DE CURVA CONDICIONES ELEVADAS DE HUMEDAD (CN-III) A partir de umbrales de escorrentía (mm) de CNC2000 CUENCA HIDROGRÁFICA HASTA ESTACIÓN DE AFORO DE ISABA	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ	
					ESCALA A3 - 1/60.000 A4 - 1/84.853	SECCIÓN nº Hidrología

ANEJO 2

Simulación Hidráulica. Planos

TRAMOS Y DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Belagua aguas arriba

Dronca

Belagua aguas abajo

 GN MONKAVAL soluciones ingeniería GeoNavarra	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PRODUCTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810hd031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANTA DE TRAMOS INCLUIDOS EN SIMULACION HIDRÁULICA Y DISTRIBUCIÓN DE HOJAS	AUTORES Celso Gil Víctor López
	ESCALA H. 1/20.000 ESCALA V. Hidráulica 0	0 200 400 metros	1/4000	1	BISSCAI Pro con Licencia nº 15683

SECCIONES HIDRÁULICA

the 1990s, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion to 1.6 billion (World Bank 2000).

There are a number of reasons for this increase. First, the population of the world has increased from 5 billion in 1987 to 6 billion in 2000. Second, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000. Third, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000. Fourth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000. Fifth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

There are a number of reasons for this increase. First, the population of the world has increased from 5 billion in 1987 to 6 billion in 2000.

Second, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Third, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Fourth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Fifth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Sixth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Seventh, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Eighth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Ninth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Tenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Eleventh, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Twelfth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Thirteenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Fourteenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Fifteenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

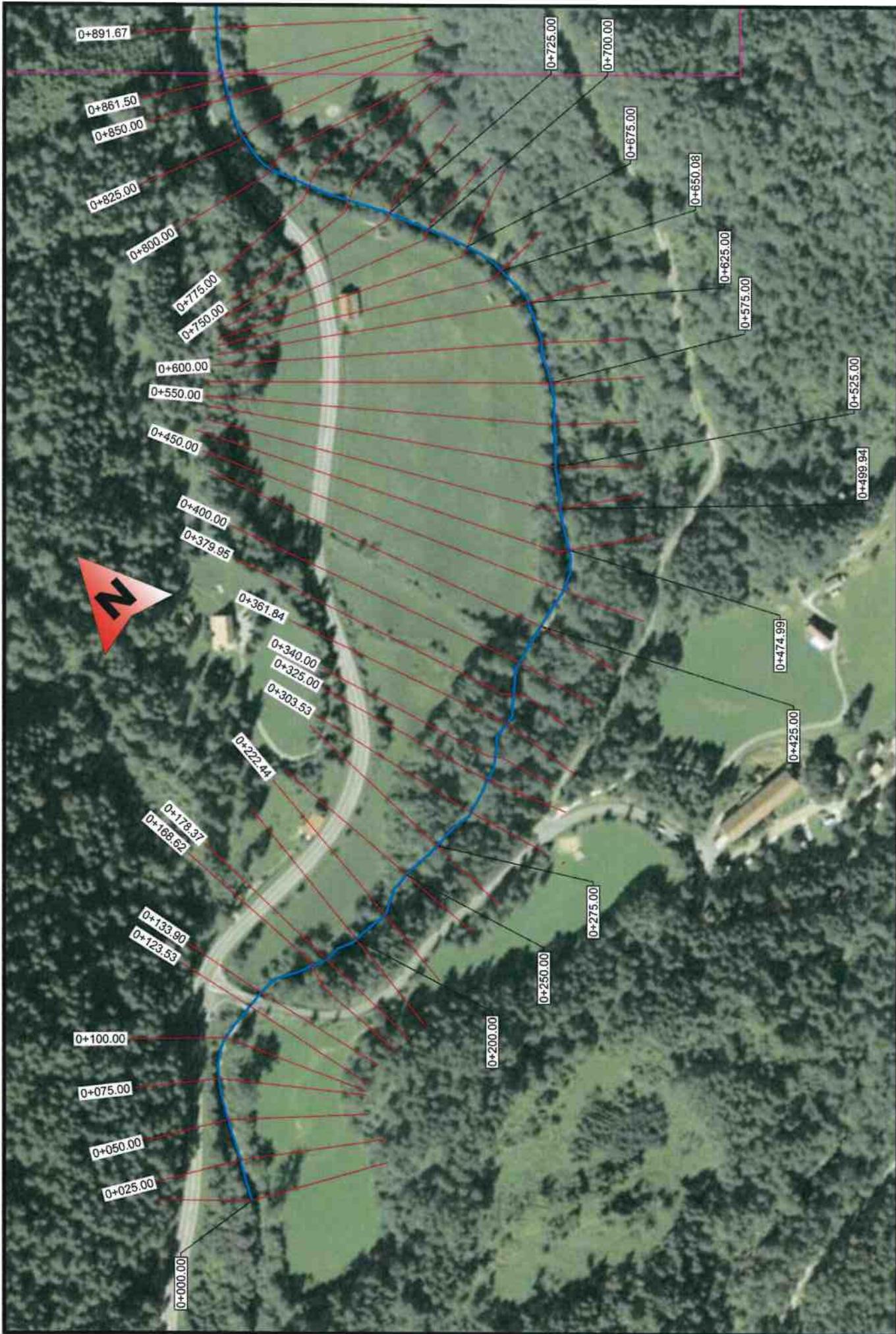
Sixteenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Seventeenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

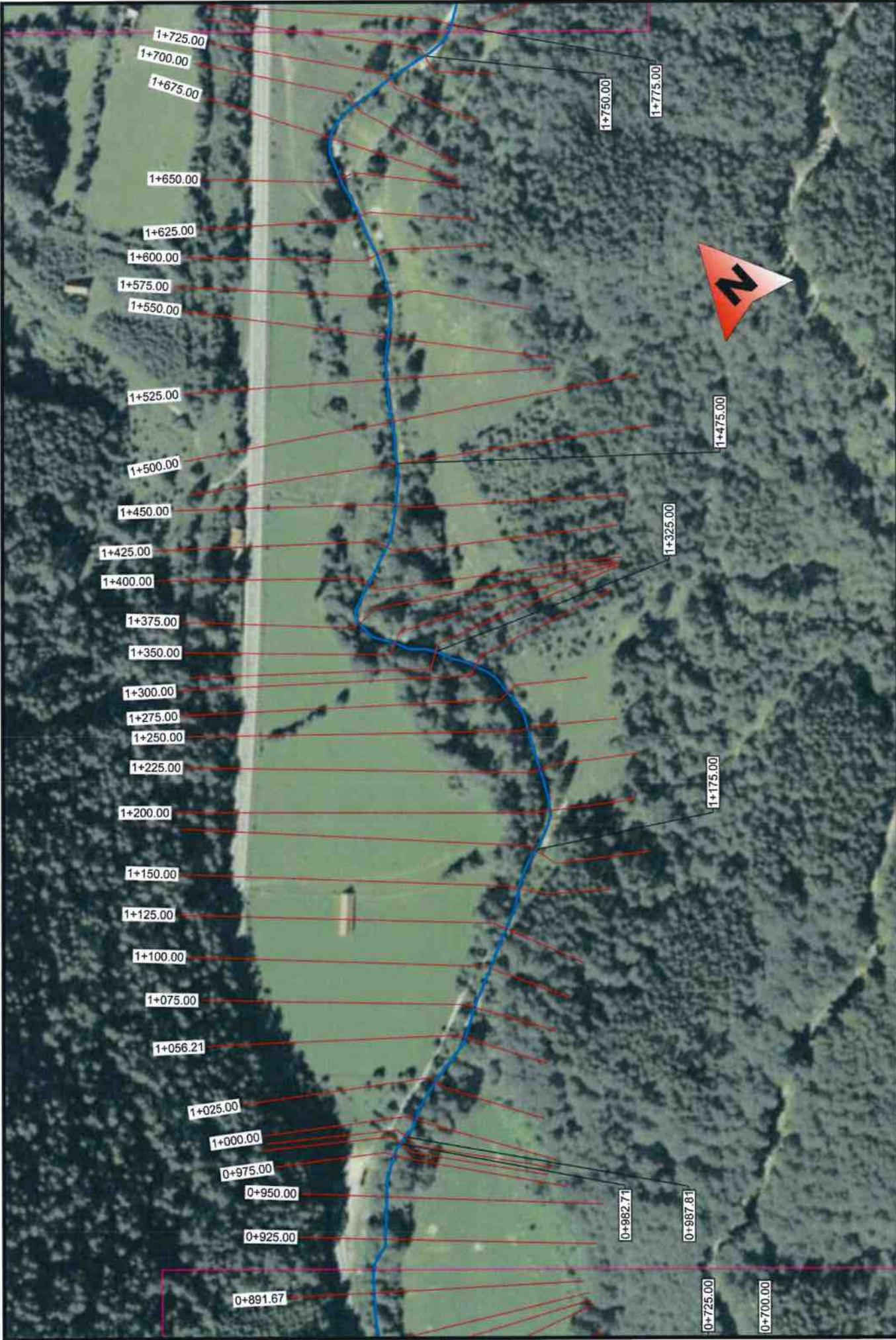
Eighteenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

Nineteenth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.

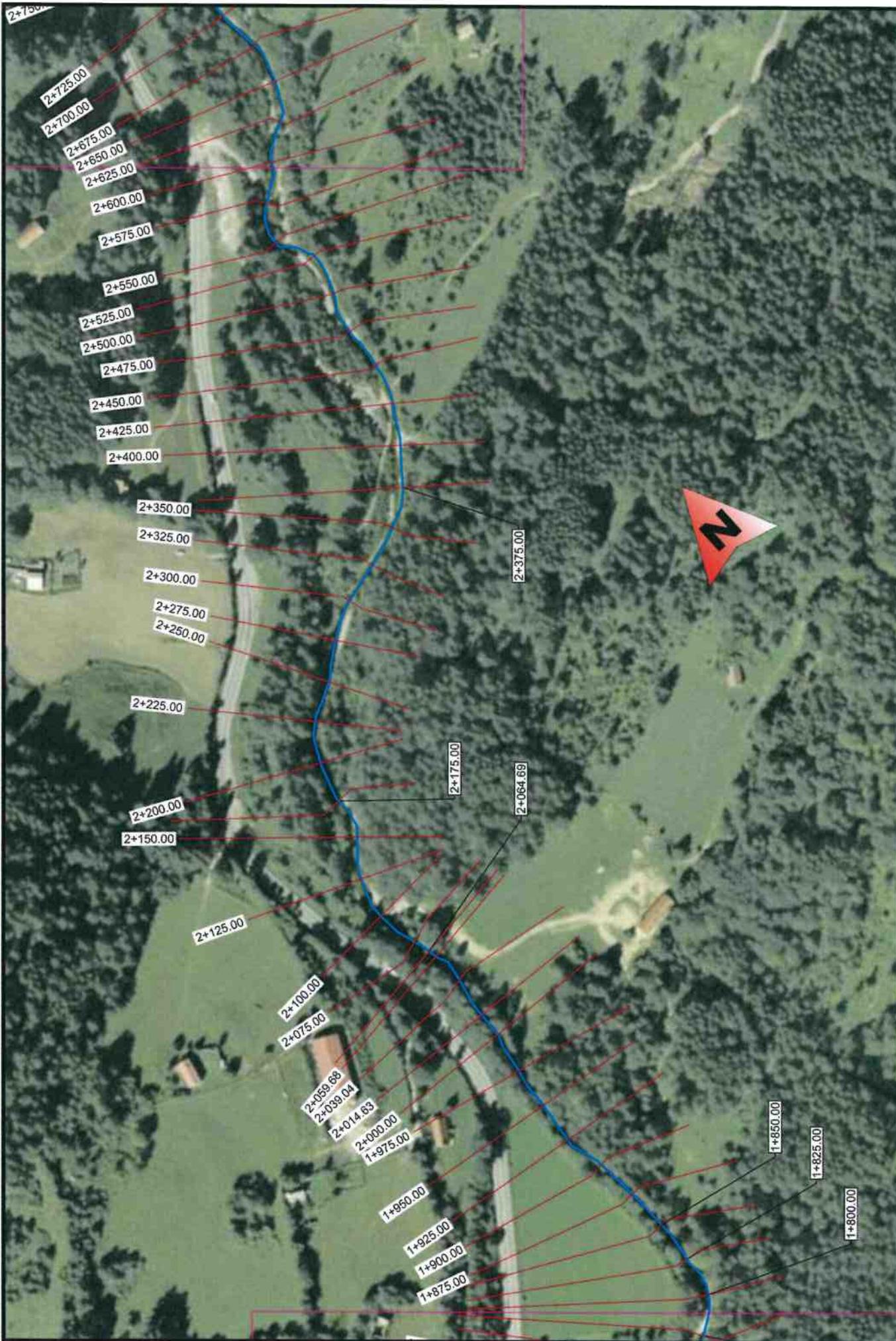
Twentieth, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion in 1987 to 1.6 billion in 2000.



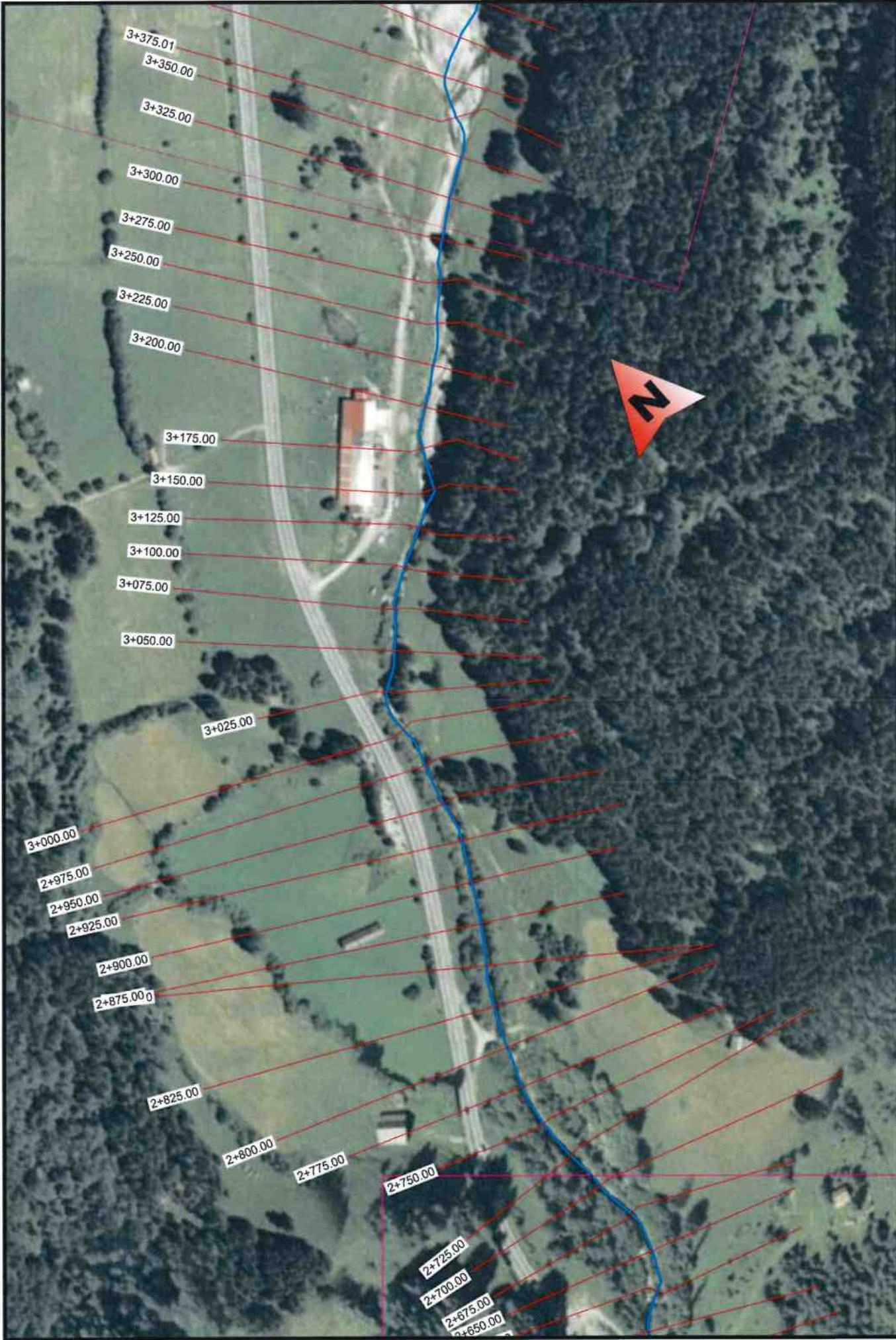
 MONKAVAL soluciones ingeniería GeoNavarra	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR Navarra Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA A3 1/2.000 SECCIÓN Hidráulica 1	AUTORES Celso Gil Víctor López
	Geolavora S.L. - pp. (Inmóvil) nº 19.3º 31200 Estella-Lizarra (Navarra) geolavora@geolavora.es / MONKAVAL. Soluciones Ingeniería - / (Inmóvil) nº 25 - 31098 Pamplona monkaval@monkaval.com Topografía: Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 1 m / Altitud ortométrica / Fuente LIDAR - IGN - Gobierno Navarra - Bricscad Pro con Licencia nº 135833					



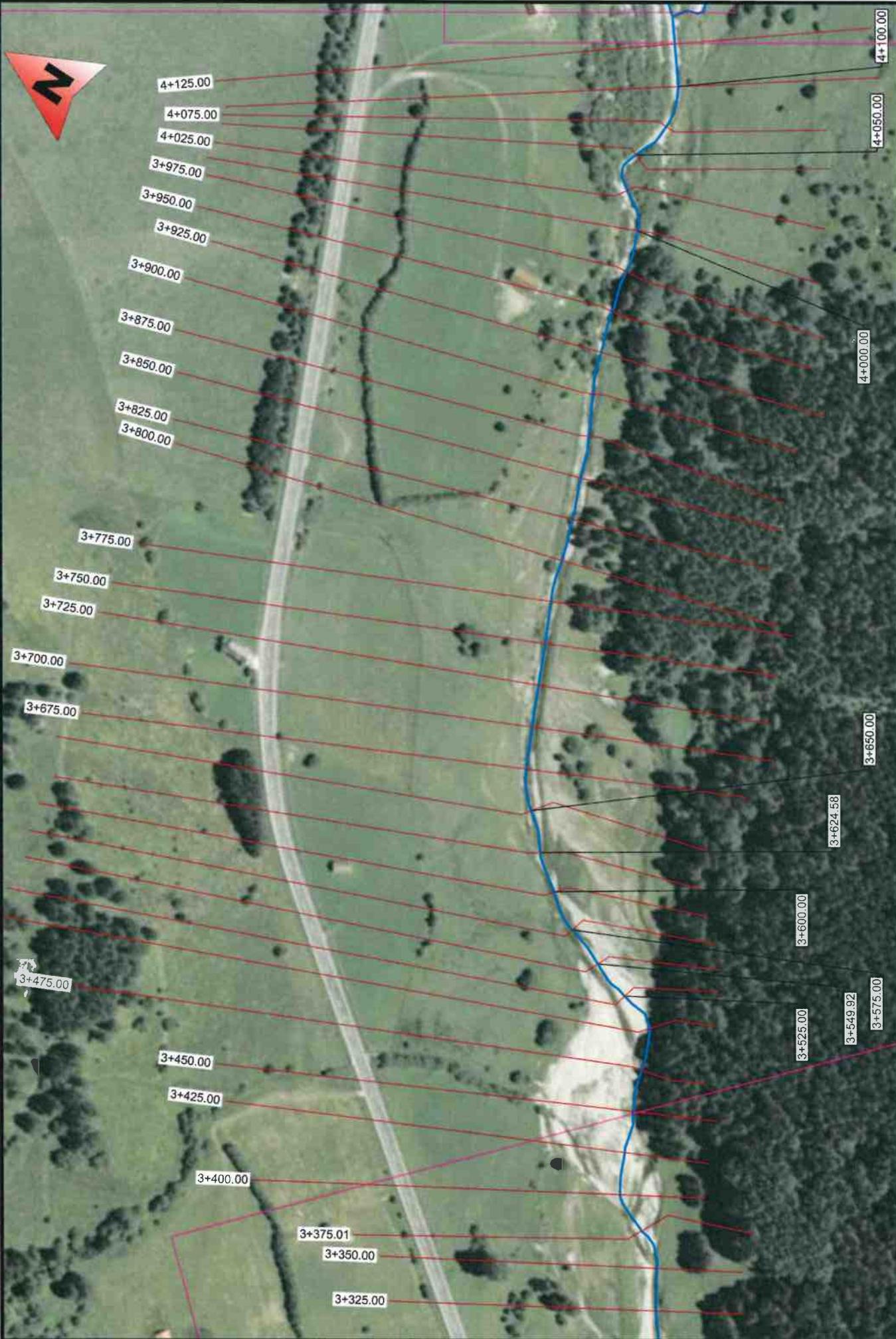
 Geonavarra soluciones ingeniería	 MONIKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	COORDINADO 201810hd031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ERESCALA: 1/2.000	AUTORES Celso Gil Victor López
						SECCIONES: Hidráulica 1	PLANO Nº: 2



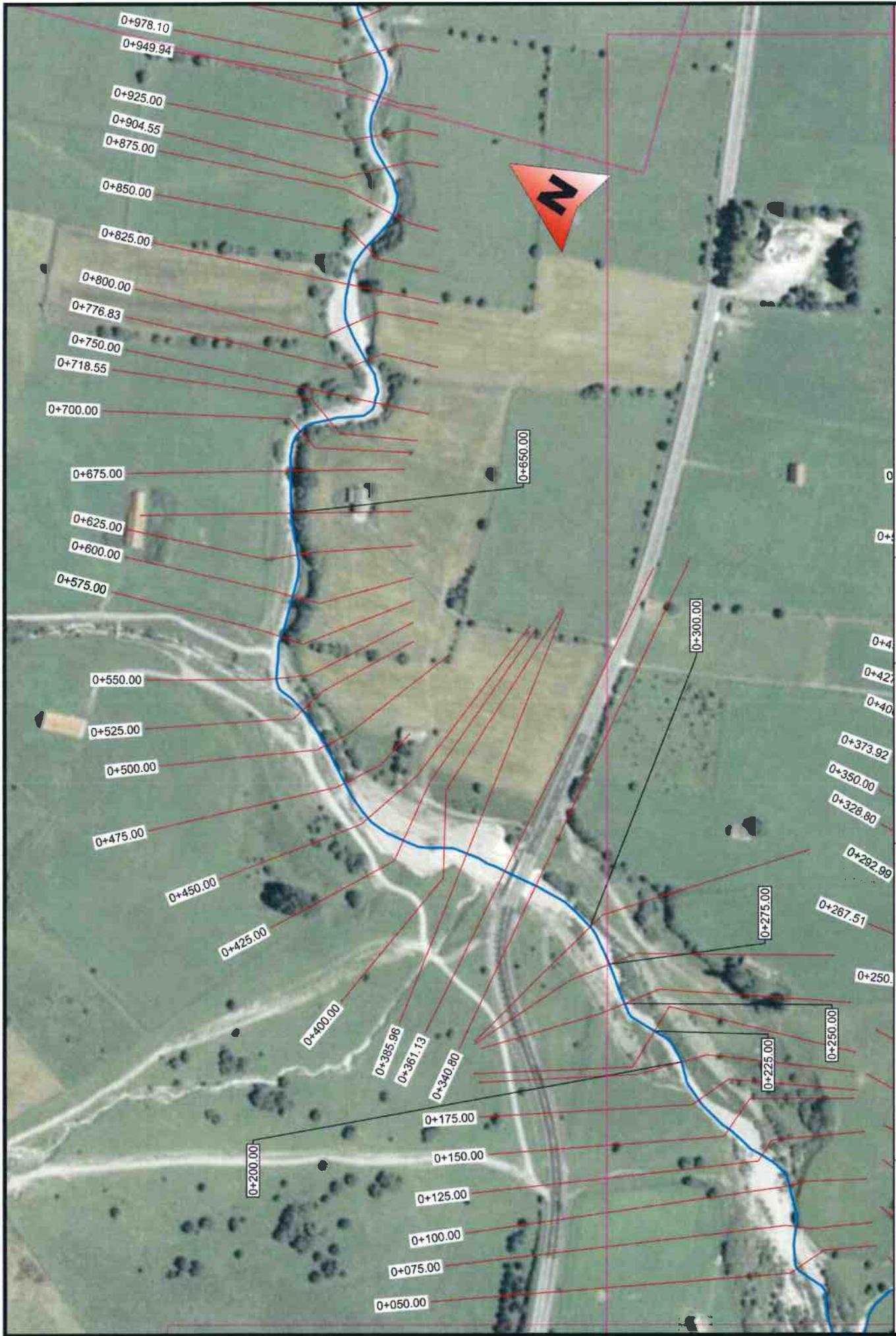
 MONKAVAL Ingenieros Geógrafos	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAQUA geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - / Humancia nº 25 - 31006 Pamplona monkaval@monkaval.com	PROMOTOR  Navarra Gobierno de Navarra Departamento de Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 2018.10H0031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA A.3 1/2.000 ESCALA A.2 Hidráulica 1 PLANO nº 3	AUTORES Celso Gil Víctor López
	Topografía: Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 1 m / Altimetría: Fuente LIDAR - IGN - Gobierno Navarra - Briscad Pro con Licencia nº 135833					



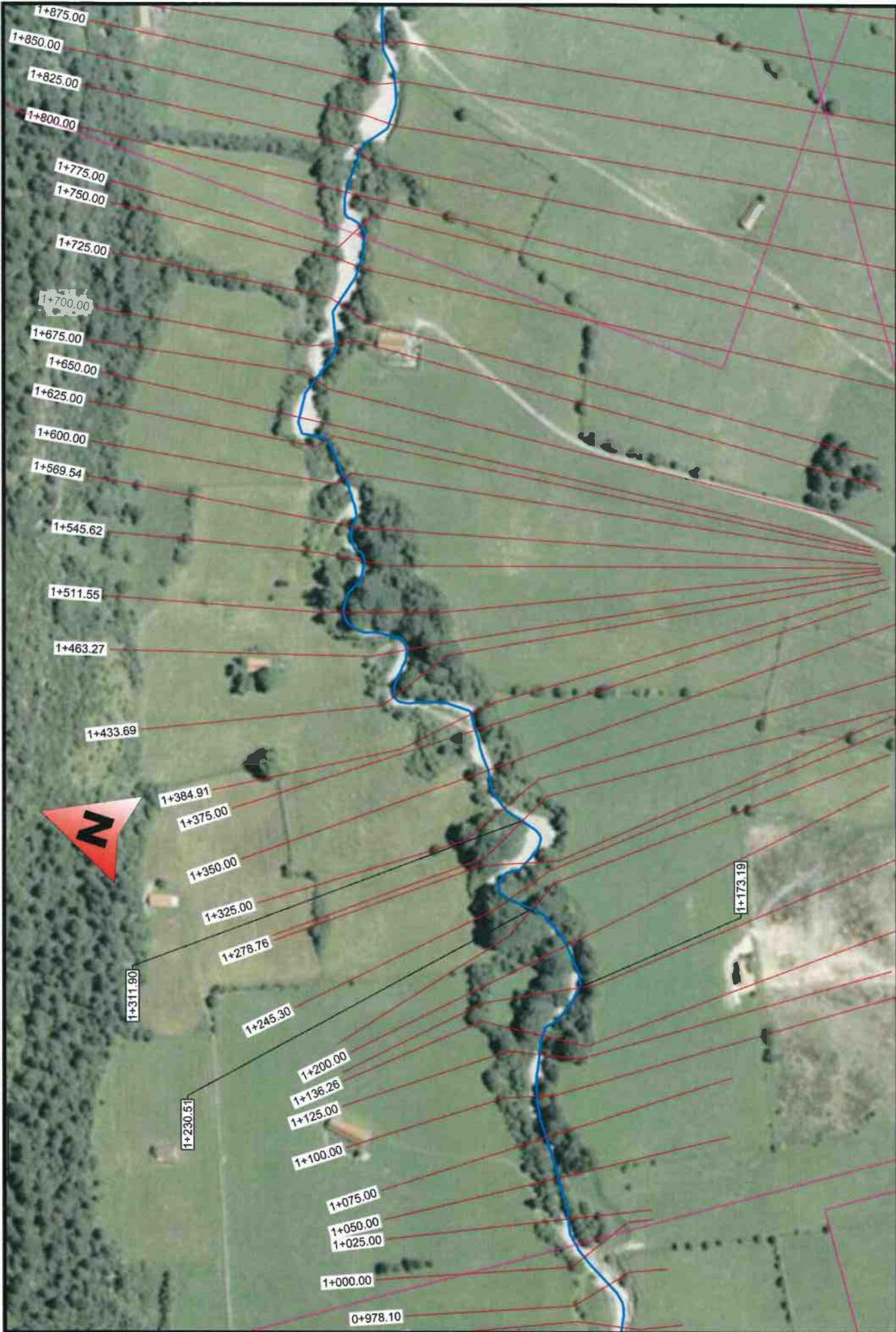
 Geonavarra S.L. pp. Inmaculada nº 10, 3º 31200 Estella-Lizarrá (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / NONKAVAL Soluciones Ingenieria	 NONKAVAL Soluciones Ingenieria	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local <small>31008 Pamplona monkaivil@monkaivil.com</small>	PROYECTO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2018 Topografía: Proyección U.T.M., Huso 30 Norte datum ETRS89 - Equidistancia curvas de nivel 1 m / Altitud ortométrica / Fuente: LIDAR - IGN - Gobierno Navarra - Briscad Pro con Licencia nº 138933	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA: 1/2.000 SECCIONES: Hidráulica 1	AUTORES Celso Gil Victor López
		PLANOS 4	PLANOS 4				



 MONKAVAL SOLUCIONES INGENIERIA	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYECTOR  Gobierno de Navarra Departamento de Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA 1/2.000 SECCIÓN Nº Hidráulica 1 PLANO Nº 5	CLIENTE Celso Gil Victor López
	Geovetra S.L. - Pº Inmóvil nº 103 s/n 31200 Estella-Lizarra (Navarra) geovetra@geovetra.es / 7. MONKAVAL Soluciones Ingeniería - c/ Iturbidas nº 25 - 31008 Pamplona (Navarra) monkaval@monkaval.com Topografía: Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89. Equiparación curvas de nivel 1 m / Altitud ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra - Enciclopedia con Licencia nº 135333					



 MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYECTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA A-1 1/2.000	AUTORES Celso Gil Víctor López
	FECHA Diciembre 2.018	PLANO Nº 6	Topografía: Proyección U.T.M.; Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistante curvas de nivel 1 m / Altimetría curvas de nivel 1 m / Fuente LIDAR - IGN - Gobierno Navarro - Bricscad Pro con Licencia nº 138833	ESCALA A-2 0 40 80	SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	PLANO Nº 6



 MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROYECTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hc031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN Hidráulica 1	ESCALA A.J 1/2.000 SECCIONES 7 PLANO Nº 7	AUTORES Celso Gil Victor López
	Geogralis: Proyección U.T.M.; Huso 30 Norte Datum ETRS89. Equidistancia curvas de nivel 1 m. / Altitud ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra. Brindada Pro con Licencia nº 132633					

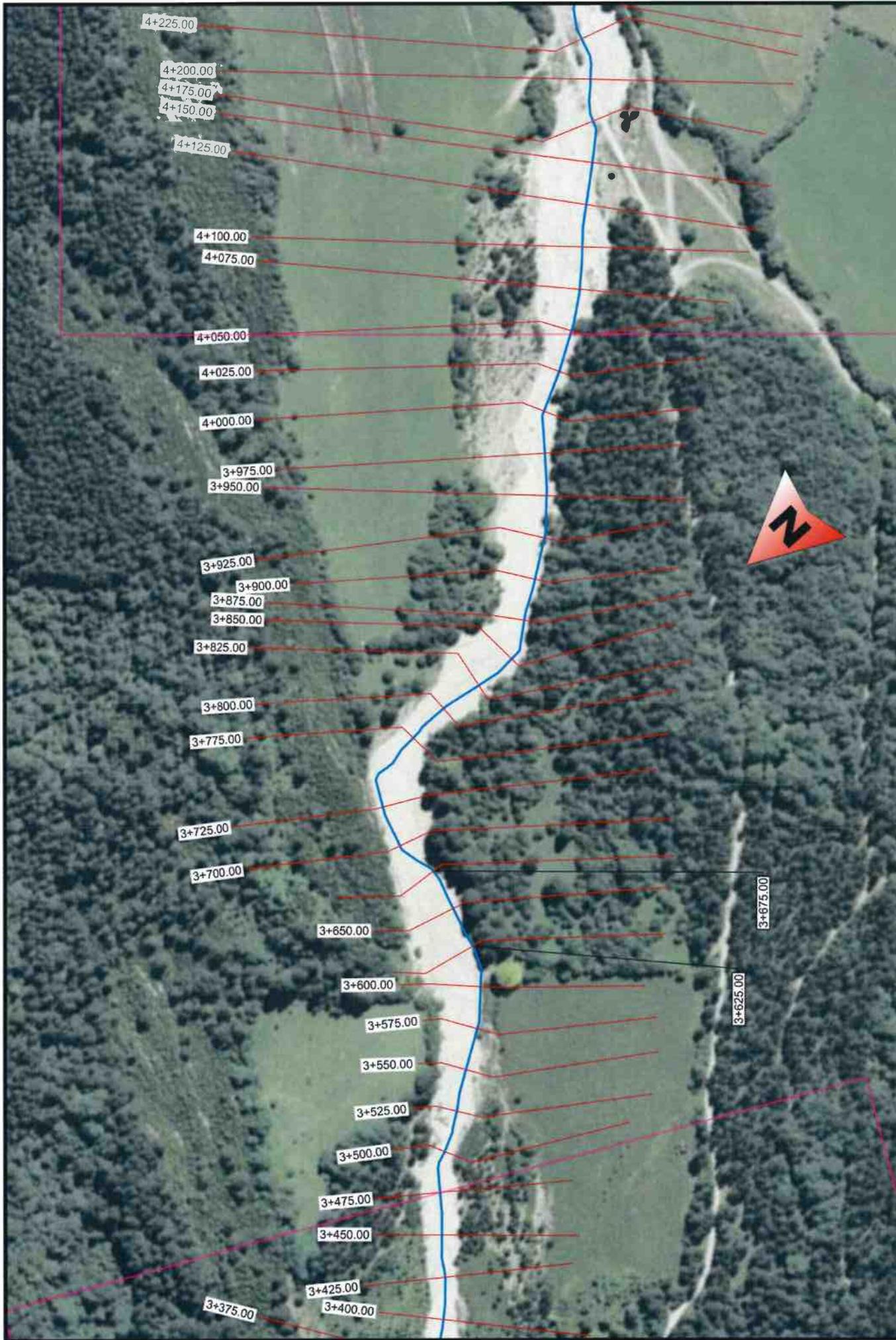


 GeoNavarra MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	AUTORES Celso Gil Víctor López
	ESCALA A-1 1/2.000	SECCIÓN Nº Hidráulica 1	PLANO Nº 8	ESCALA Nº 0 40 80	Geotavara S.L. - pe Irmasolada nº 19 - 3º - 31200 Estella-Lizarrta (Navarra) geotavara@geotavara.es / 7 1044444444 - 7 1044444444 - 7 1044444444 MONKAVAL Soluciones Ingenierías - C/ Trunlarrea nº 25 - 31008 Pamplona monkaival@monkaival.com



 GeoNavarra Ingenieros	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYECTOR  Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CONTRATO 201810Hd031 FECHA: Diciembre 2.018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA: 1/2.000 SECCIÓN: Hidráulica 1	ACORES 0 40 80	Celso Gil Víctor López
						9	135831

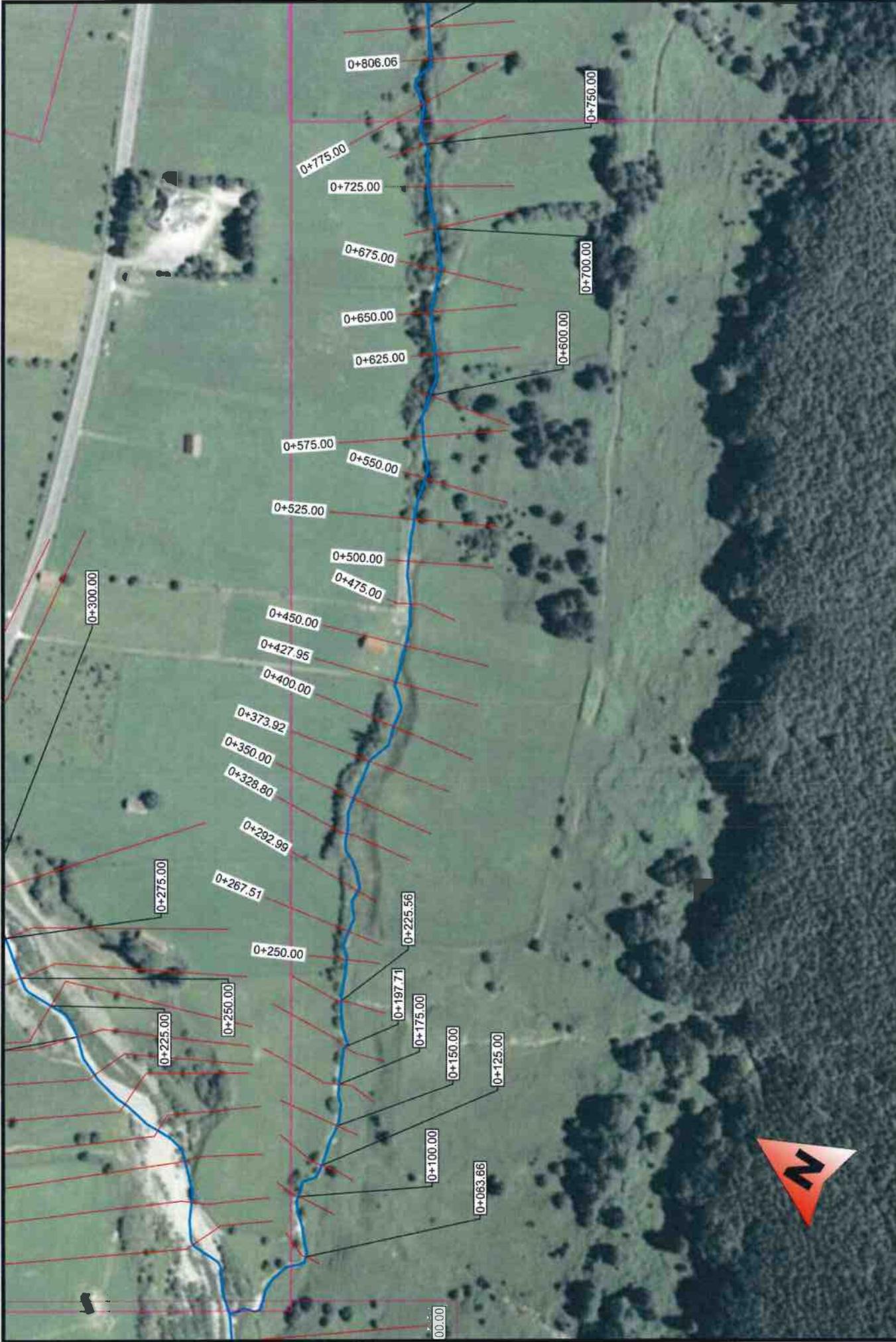
Topografía: Proyección U.T.M. / Huso 30 Norte Datum ETRS89 / Equidistancia curvas de nivel 1 m. / Altitud ortométrica / Fuente LIDAR - IGN - Gobierno Navarra / Bricscad Pro con Licencia nº 135831



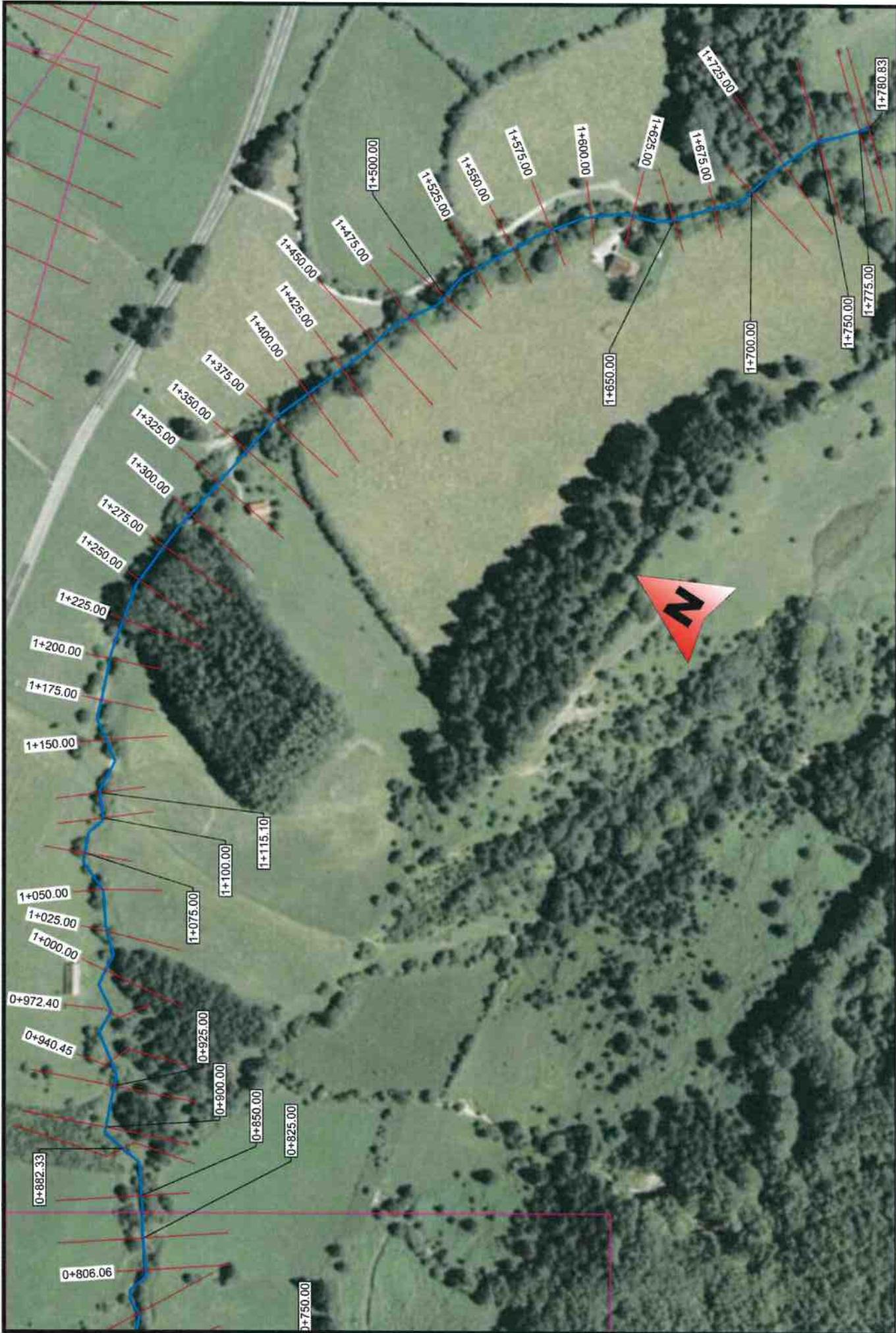
 Geonavarra S.L. por Inmóvilidad nº 19 de 31200 Estella-Lizarra (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingenieros	 MONKAVAL Ingenieros	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Naifarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810hd031	PLANO Hidráulica 1	ESCALA A-3 1/2.000	AUTORES Celso Gil Víctor López
		FECHA Diciembre 2.018	PLANO nº 10	SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	TITULO Equidistancia curvas de nivel 1 m / Altitud ortométrica / Fuente LIDAR - IGN - Gobierno Navarra - Briscad Pro con Licencia nº 138333		



 GeoNavarra soluciones ingeniería	MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local	FECHA Diciembre 2018	PLANO 201810Hd031 Diciembre 2018	SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA A3 1/2.000	SECCIONES Hidráulica 1	PLANO Nº 11	AUTORES Celso Gil Víctor López
							Geonavarra S.L. - Pº Itimacubela, nº 1º 3º 31206 Estella-Uzaina (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - C/ Iumbarraca nº 25 - 31008 Pamplona monkaval@monkaval.com Topografía: Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 1 m / Altitud ortométrica / Fuente LIDAR - IGN - Gobierno Navarra - Briscod Pro con Licencia nº 135833			

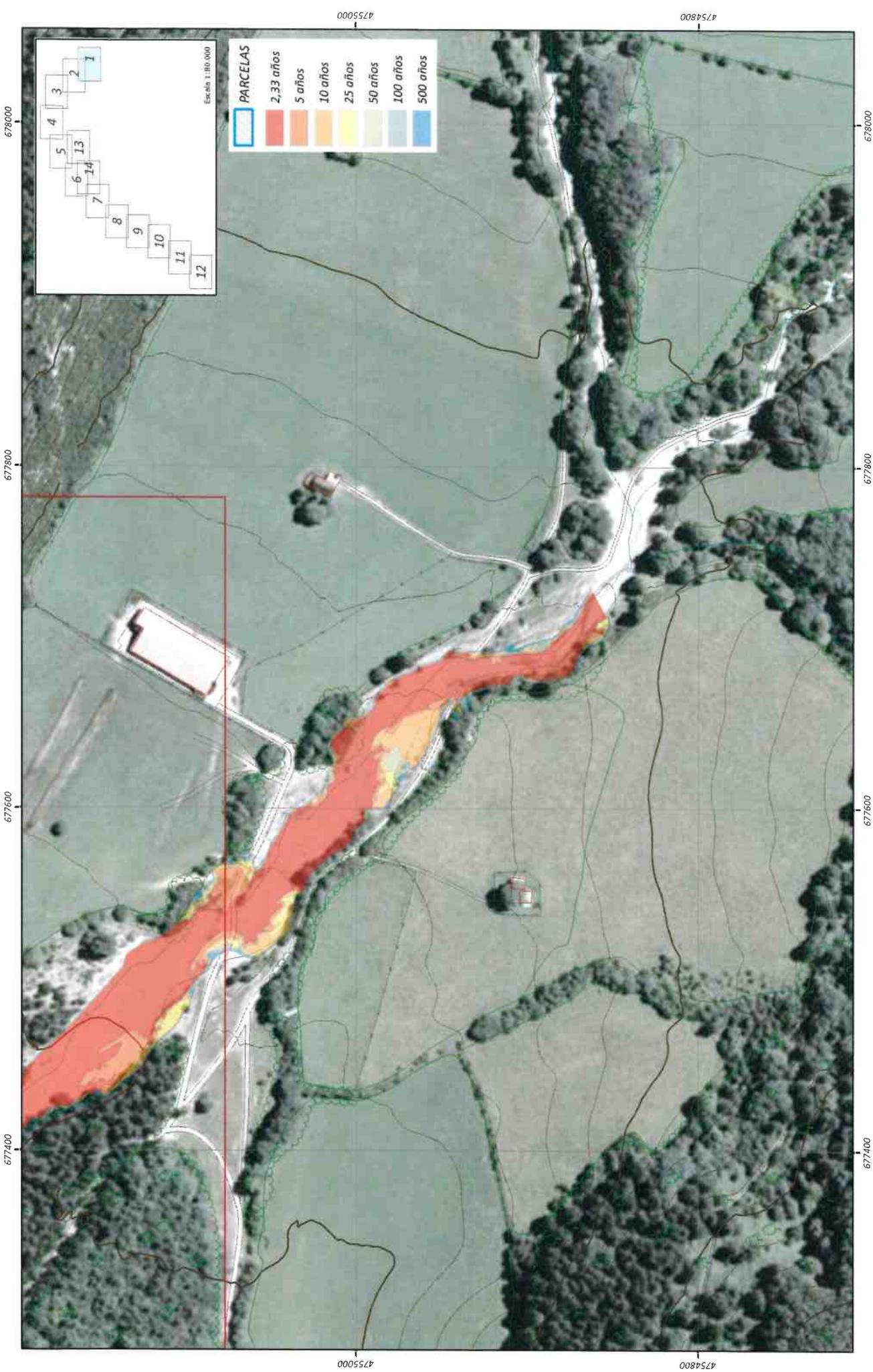


 Geonavarra soluciones. Ingeniería	MONKAVAL soluciones. Ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA-A-3 1/2.000 SECCION Nº Hidráulica 1 PLANO Nº 12	AUTORES Celso Gil Víctor López
		Topografía: proyección U.T.M. Huso 30 Norte datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 1 m / Altitud ortométrica / Puente LBAR - IGN - Gobierno Navarra - Brissard Pro con Licencia nº 138833					



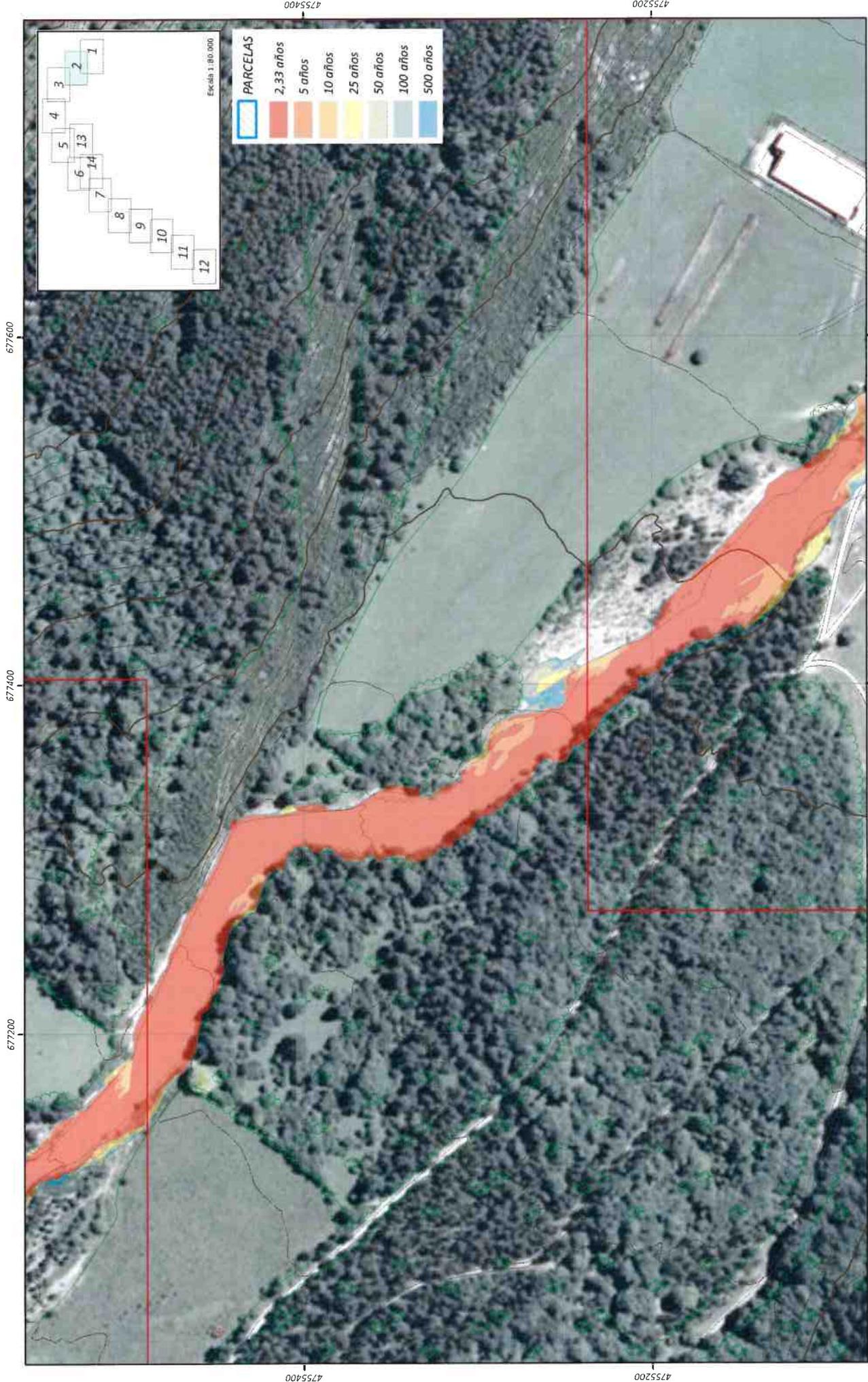
 MONKAVAL soluciones Ingenierías GeoNavarra	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PRODUCTOR  Gobierno de Navarra Departamento de Medio Ambiente y Administración Local	CLIENTE 2018.10.H031 REVISA Diciembre 2.018	PLANO SECCIONES TRANSVERSALES SIMULACIÓN	ESCALA: A3 1/2.000 SECCIONES PLANO: 13	AUTORES Celso Gil Víctor López
	Topografía: Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 1 m / Altimetría: Fuente: LIDAR - IGN - Gobierno Navarra Empresa Pro con Licencia nº 135833					

ÁREAS INUNDABLES

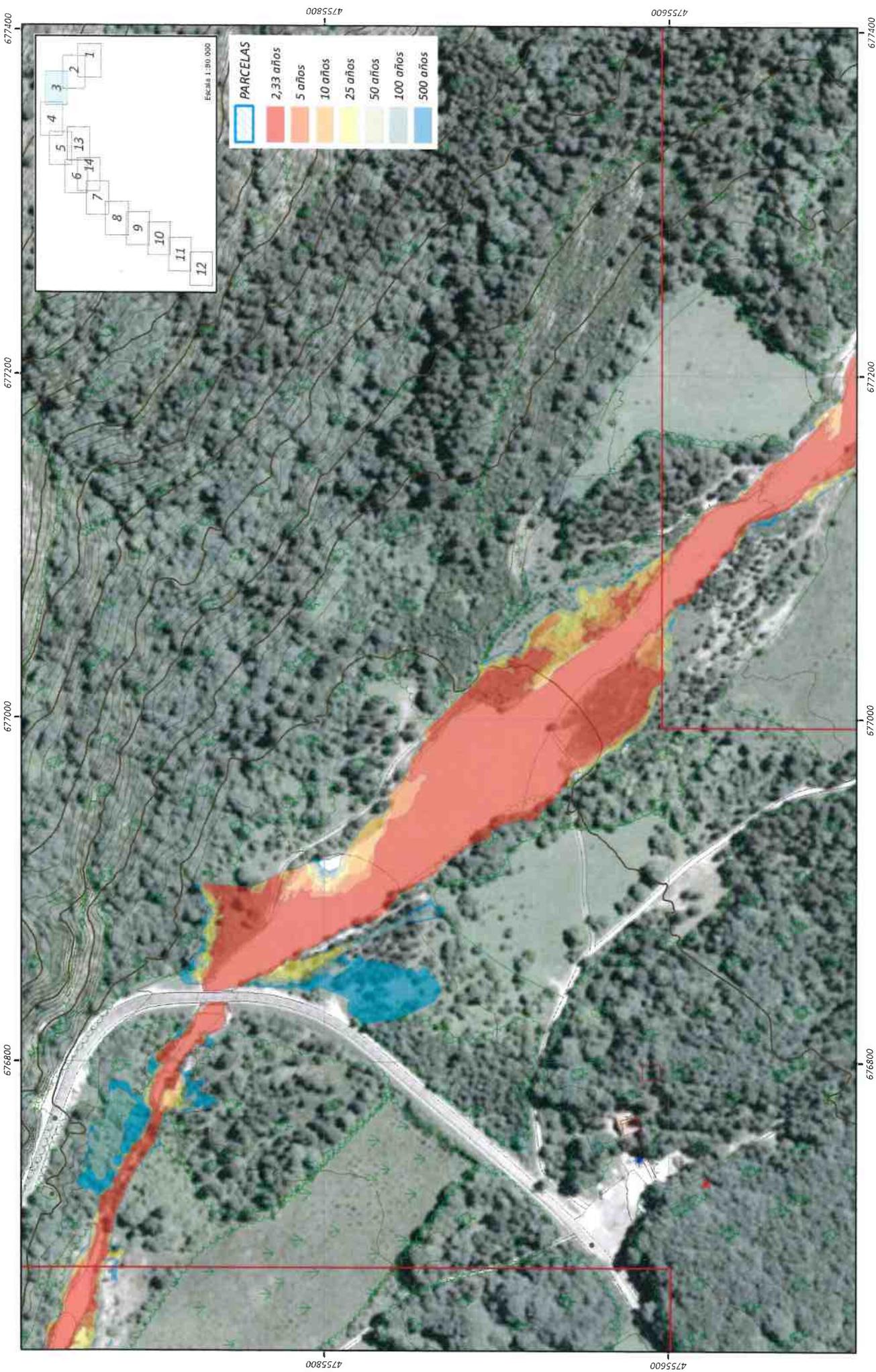


 GeoNavarra  MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

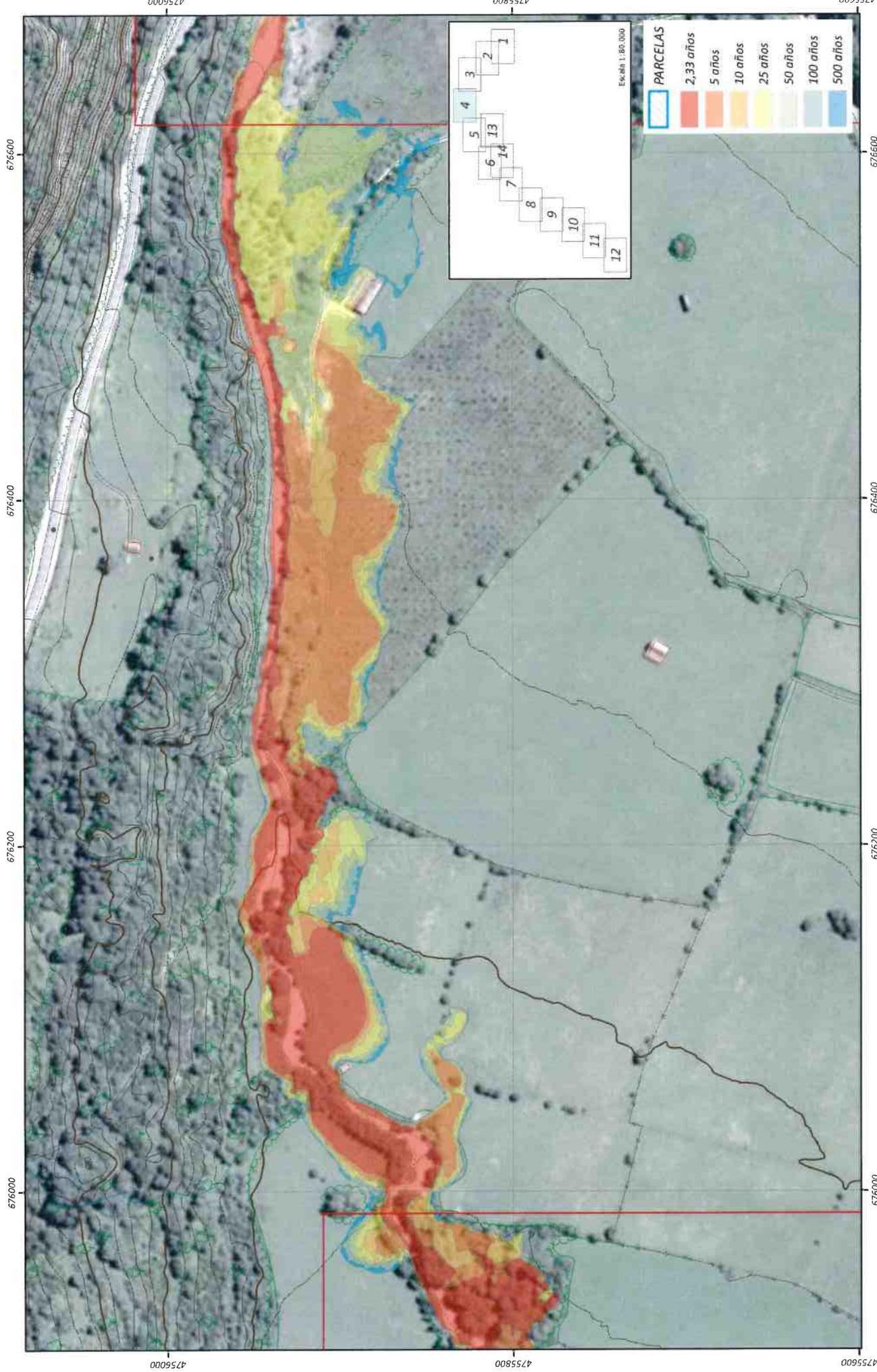
Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 5 m / Fuente LIDAR - IGR - Gobierno Navarra SIG - gvSIG 2.0 & QGIS GNU GPL



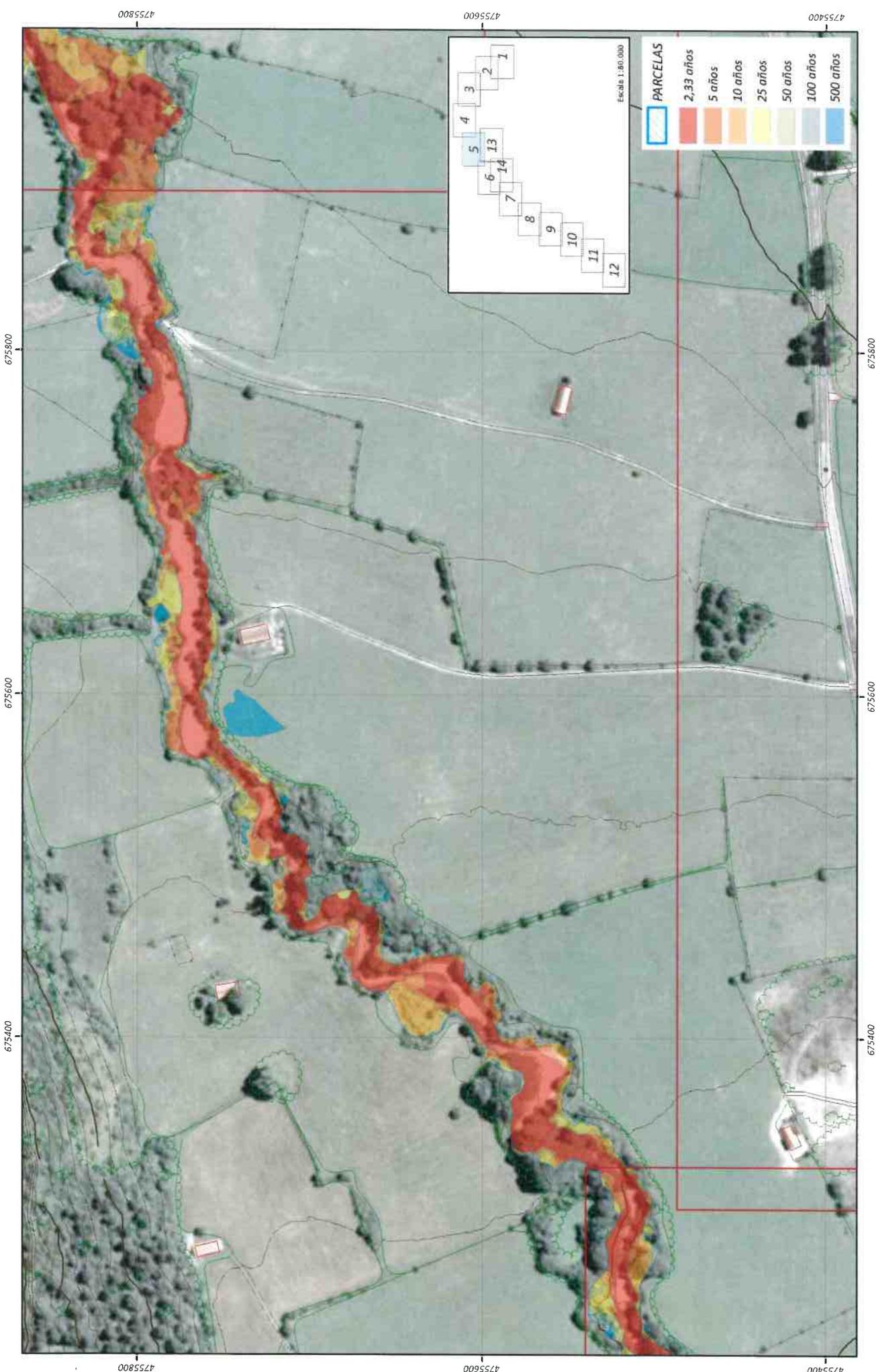
 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACOMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	COBIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 2	AUTORES CELSO GIL VICTOR LÓPEZ



 MONKAVAL soluciones ingeniería GeoNavarra	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 201810H0031	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Segun distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VICTOR LOPEZ
			FECHA Diciembre 2, 018	SECCION nº Hidráulica 2	PLANO nº 3	Proyección U.T.M.: Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra SGC - geSIG 2.0 & OGIS GNU GPL

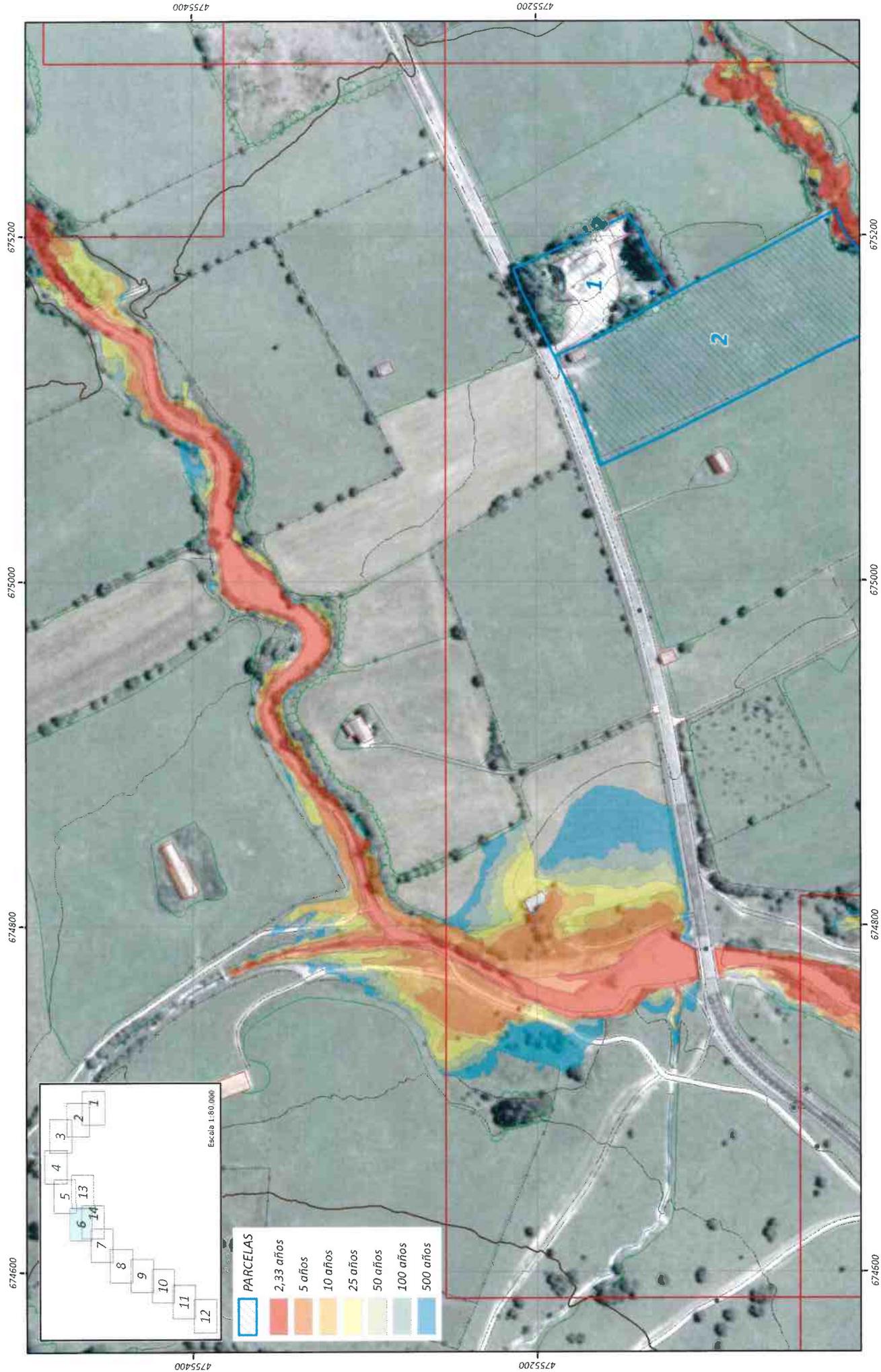


 GeoNavarra soluciones. ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 2 PLANO nº 4	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

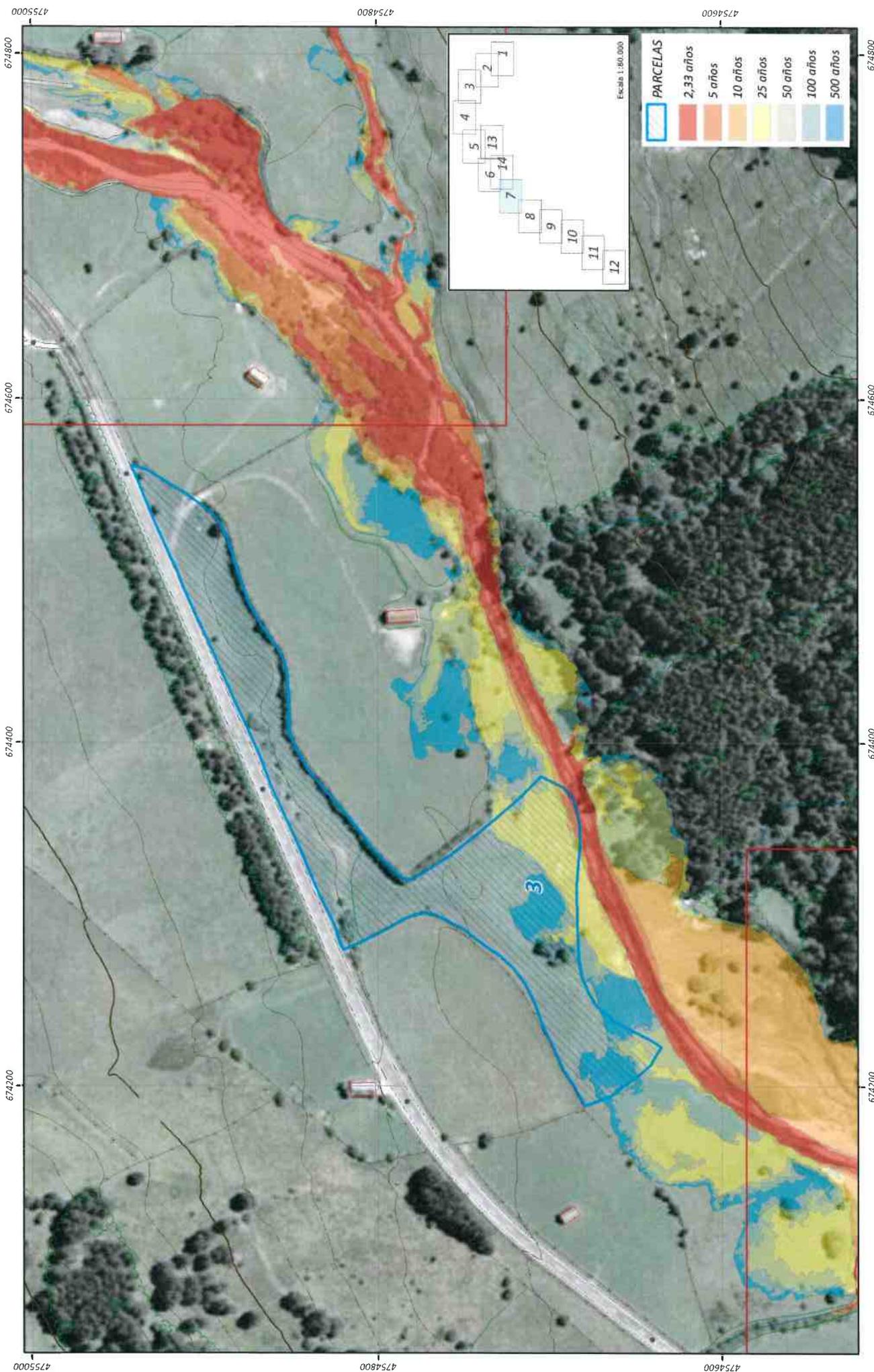


 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

6804Kavara S.L. - P4 inmaculada nº 19 3º 31.000 Estelle-Lizarra (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - c/ Huarte nº 25 - 31008 Pamplona monkaeval@monkaeval.com
 Proyección UTM. Huso 30 Norte Datum ETRS89 - Equipamiento curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente: LIDAR - IGN - Gobierno Navarra - SIG - gis@ic.2.0.8.0205.GNUGA

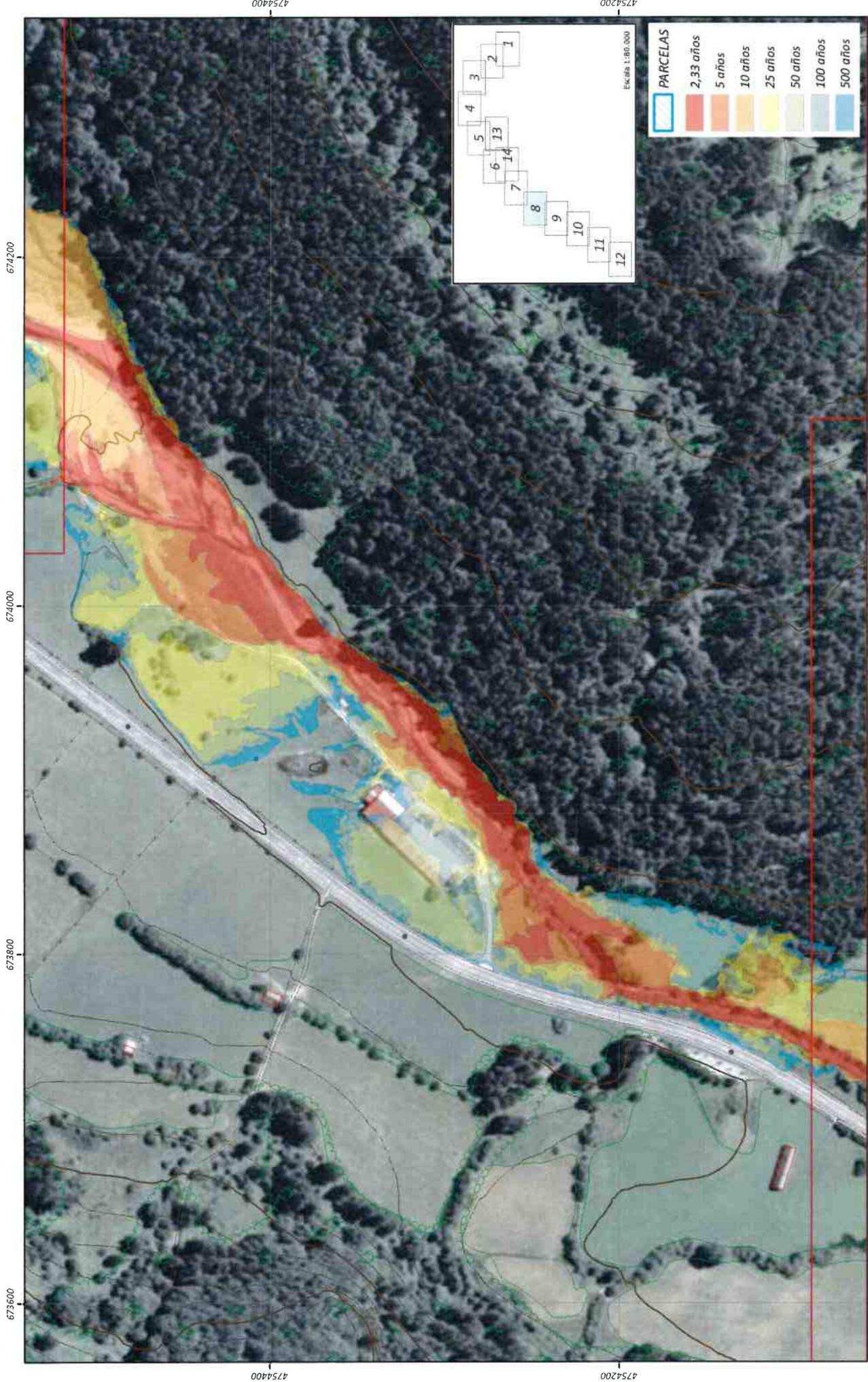


 GeoNavarra SOLUCIONES INGENIERIA	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACOMPAÑADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROMOTOR	CÓDIGO 201810H4031 FECHA Diciembre 2018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 2 PLANO nº 6	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

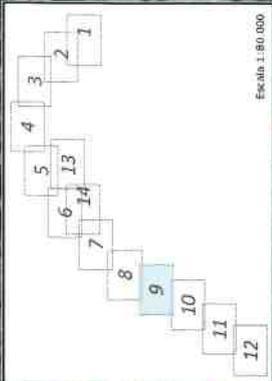
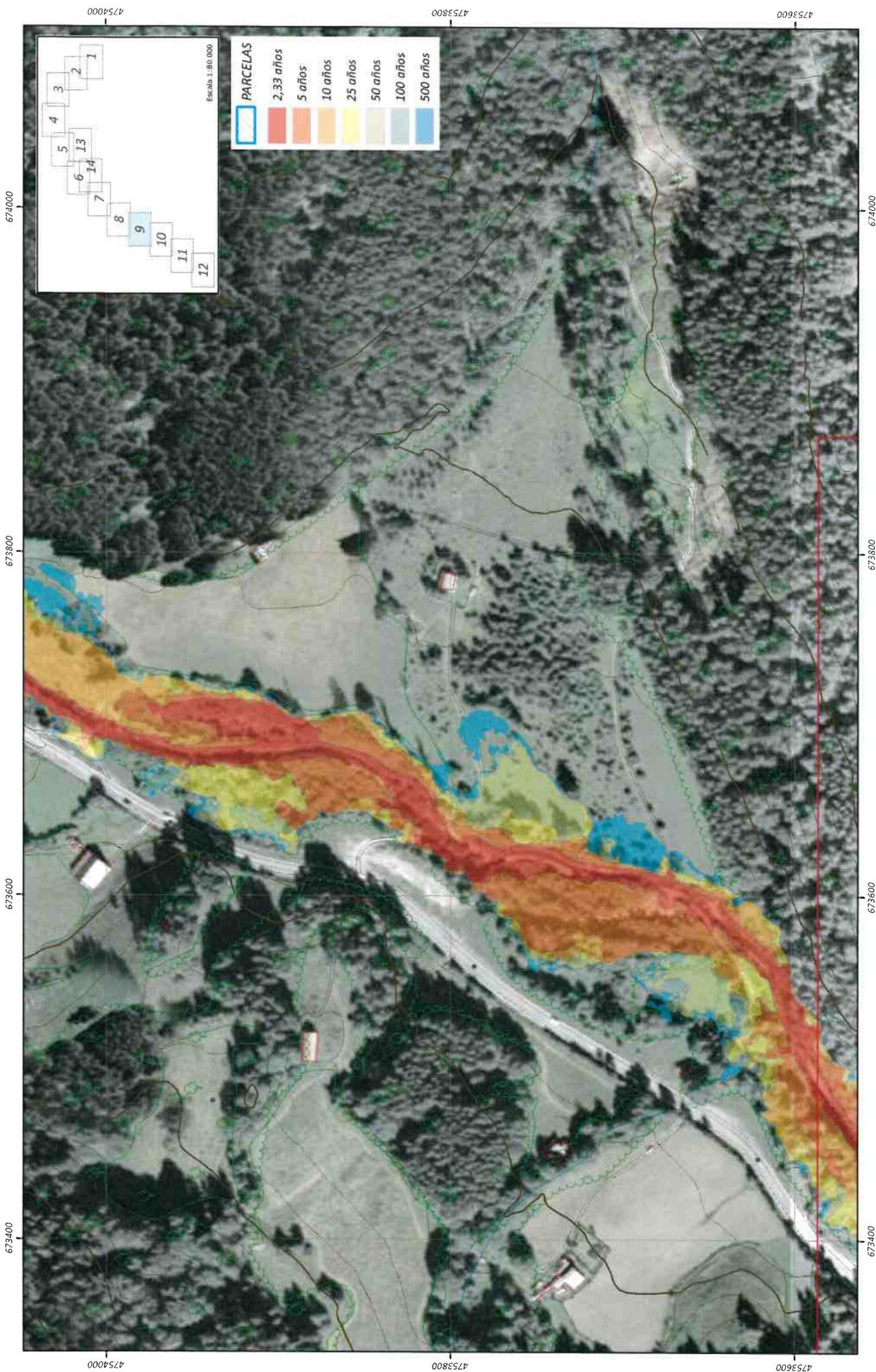


 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810HH031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 2	AUTORES CELSO GIL VICTOR LOPEZ
						PLANO nº 7

GeoNavarra S.L. - Pº Inaocollada nº 19 3º 31203 Estella-Suzate (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MIONKAVAI Soluciones Ingeniería - C/ Buntarrea nº 25 - 31008 Pamplona monkaiva@monkaiva.com Proyección U.T.M. Huso 30N Norte Datum ETR89B Equidistancia curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente IGDAR - IGN - Gobierno Navarra. SIS - g596.2.0 & QGIS 8.16 GNU GPL



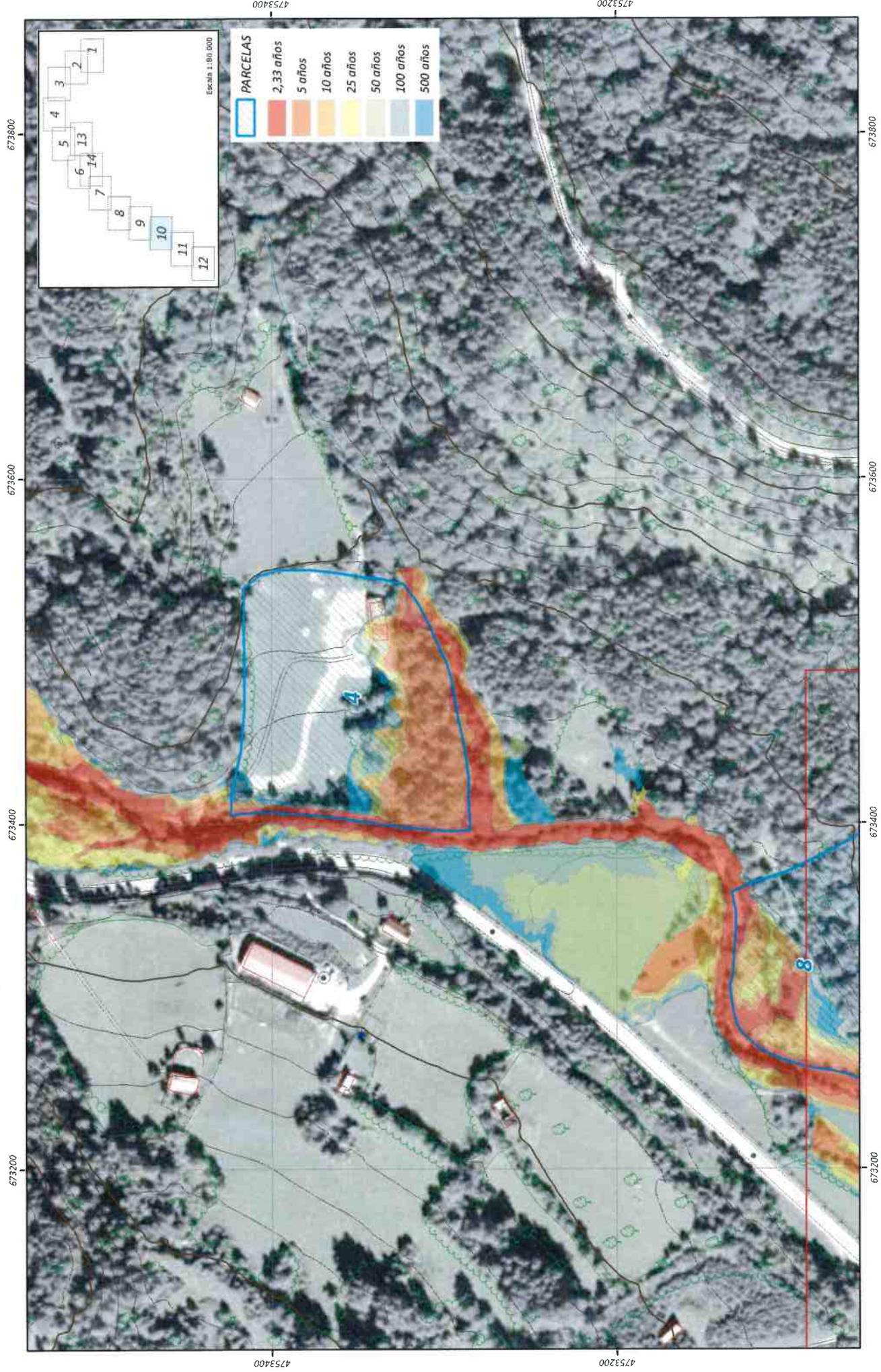
 GeoNavarra soluciones ingenierías	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACOMPAÑA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 2018.10H4031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 2 PLANO nº 8	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ



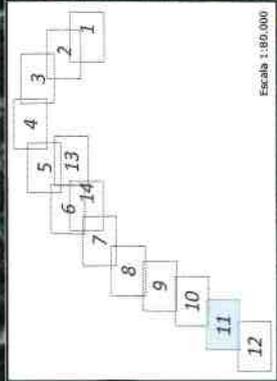
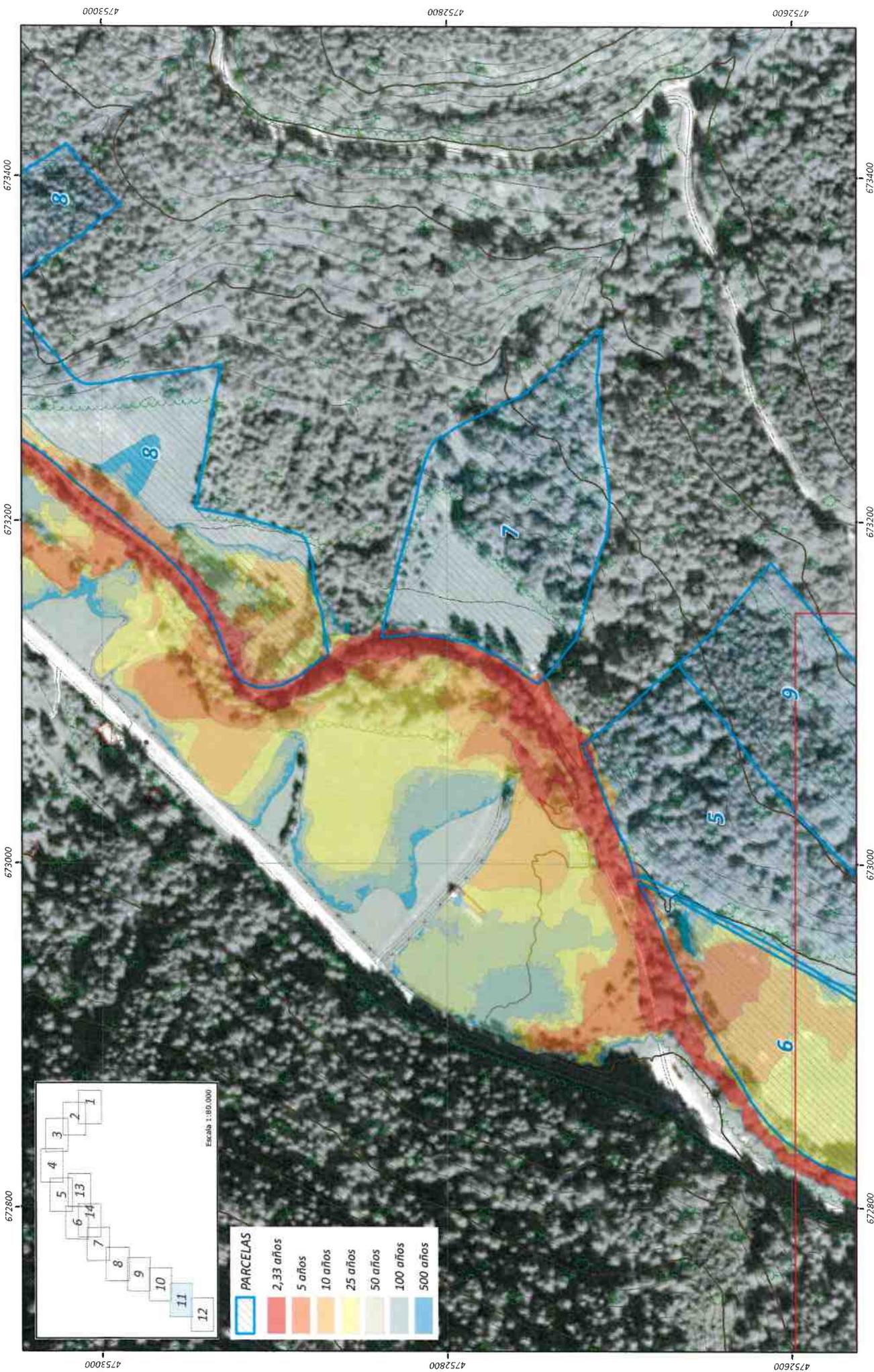
PARCELAS
2,33 años
5 años
10 años
25 años
50 años
100 años
500 años

	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 2016.10.H0031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos períodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VICTOR LOPEZ

GeoNavarra S.L. Pº Inascollela nº 10 3º 31200 Estella-Uzaro (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - C/ Bunlarrea nº 25 - 31008 Pamplona monkaval.com
 Proyección: UTM. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra. SIG - gSIG 2.0 & QGIS SINGU.GPL

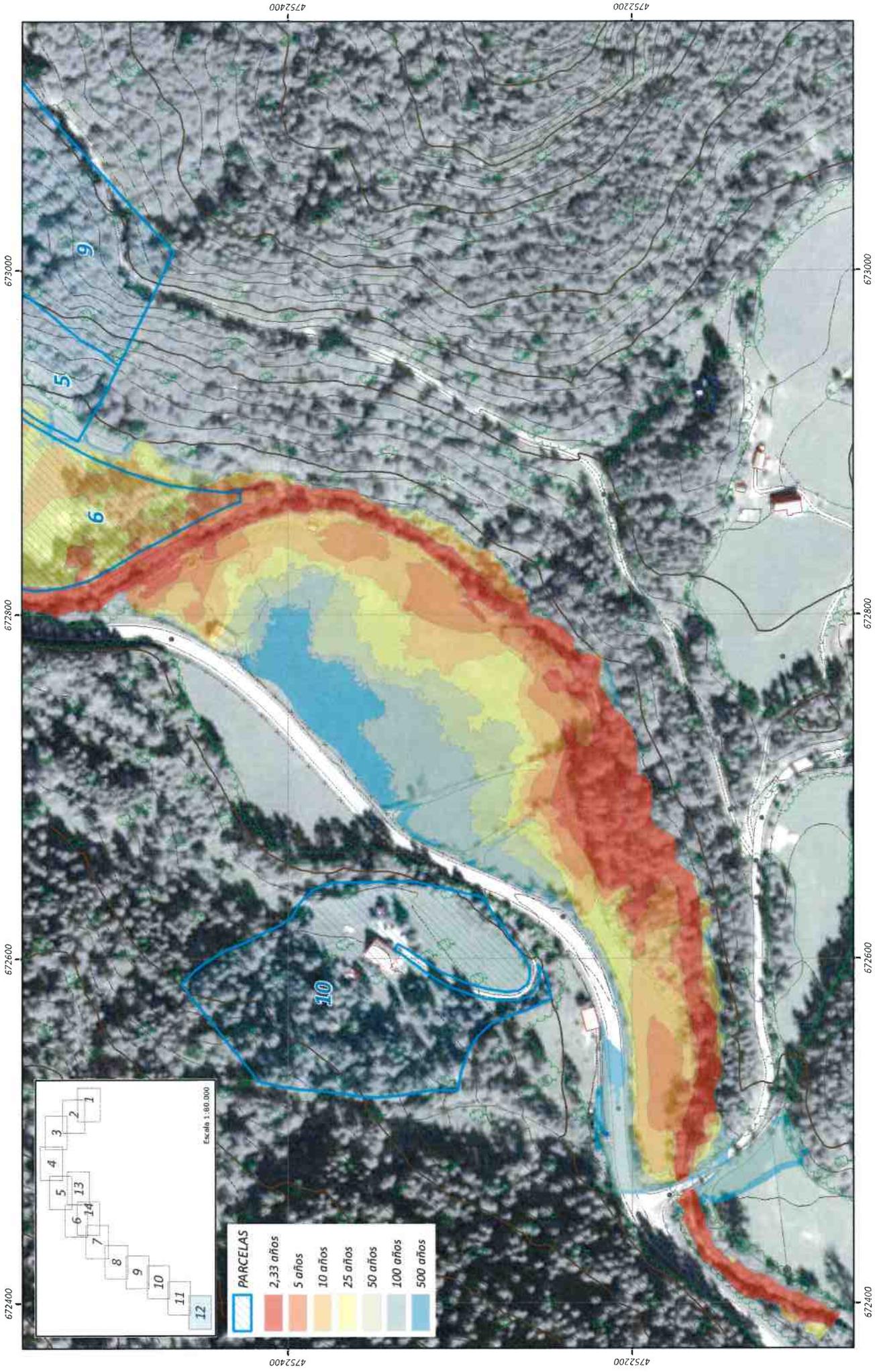


 GeoNavarra soluciones. ingeniería.	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	Código 201810Hd031 FECHA Diciembre 2. 018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos períodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nºº Hidráulica 2 PLANO nºº 10	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

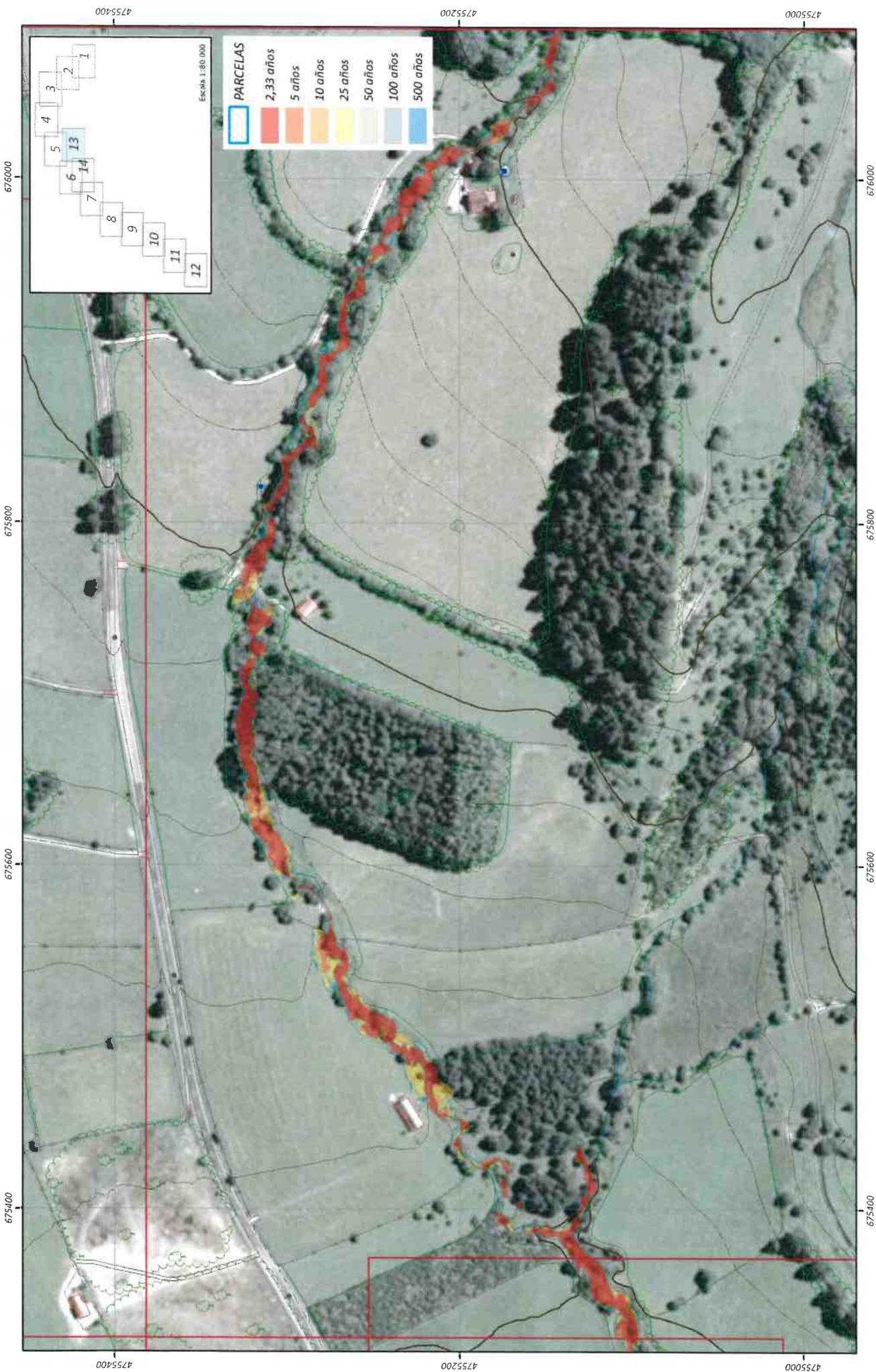


PARCELAS	Return Period
1	2,33 años
2	5 años
3	10 años
4	25 años
5	50 años
6	100 años
7	500 años
8	2,33 años
9	5 años
10	10 años
11	25 años
12	50 años
13	100 años
14	500 años

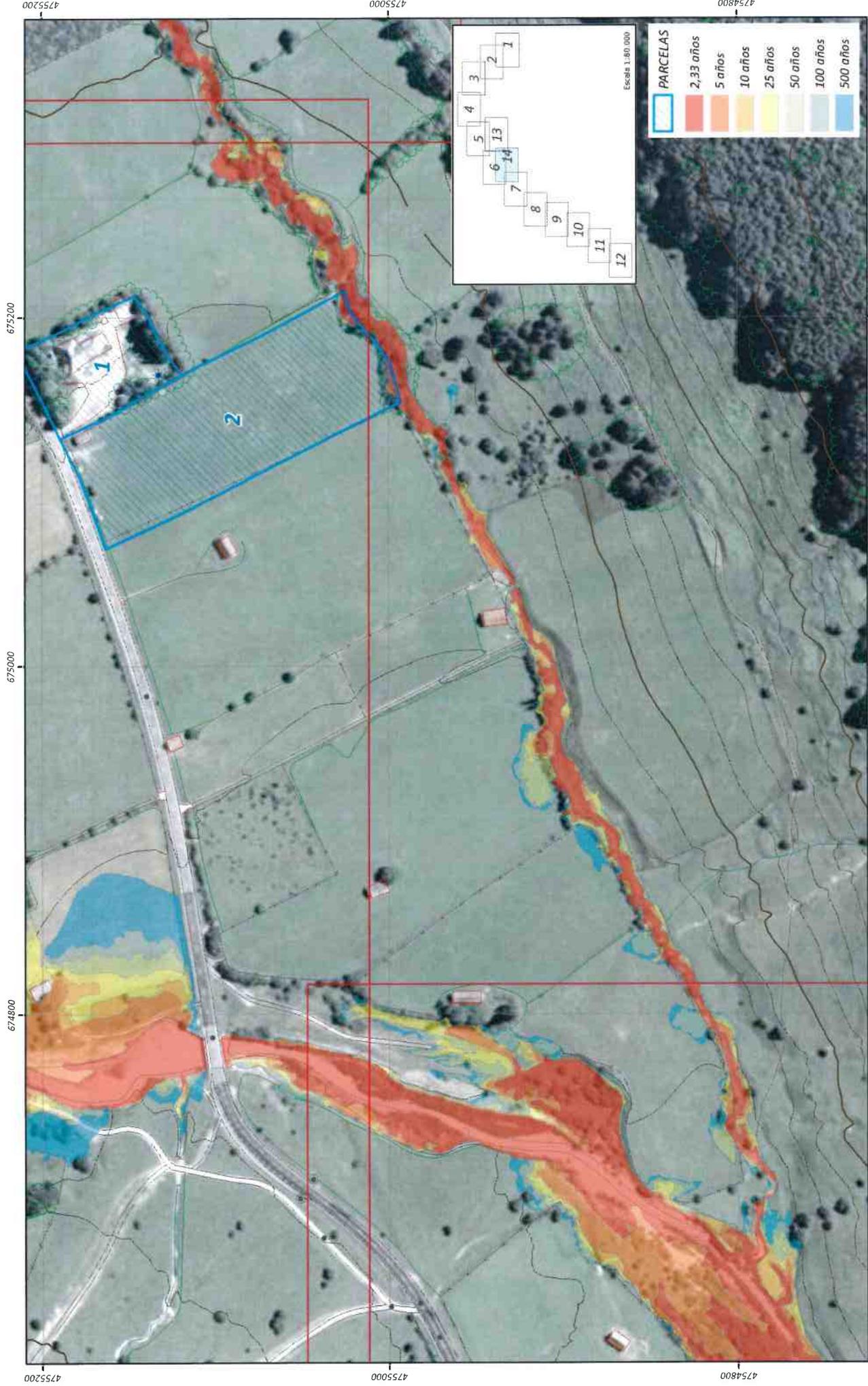
 GeoNavarra	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Segun distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GEL VÍCTOR LOPEZ
Proyección U.T.M.: Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 5 m./Altitud ortométrica./Fuente IGN - Gobierno Navarra SIG - gvSIG 2.0 & QGIS GNU GPL						



 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO 201810H0031	ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

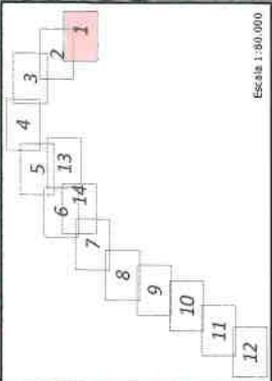
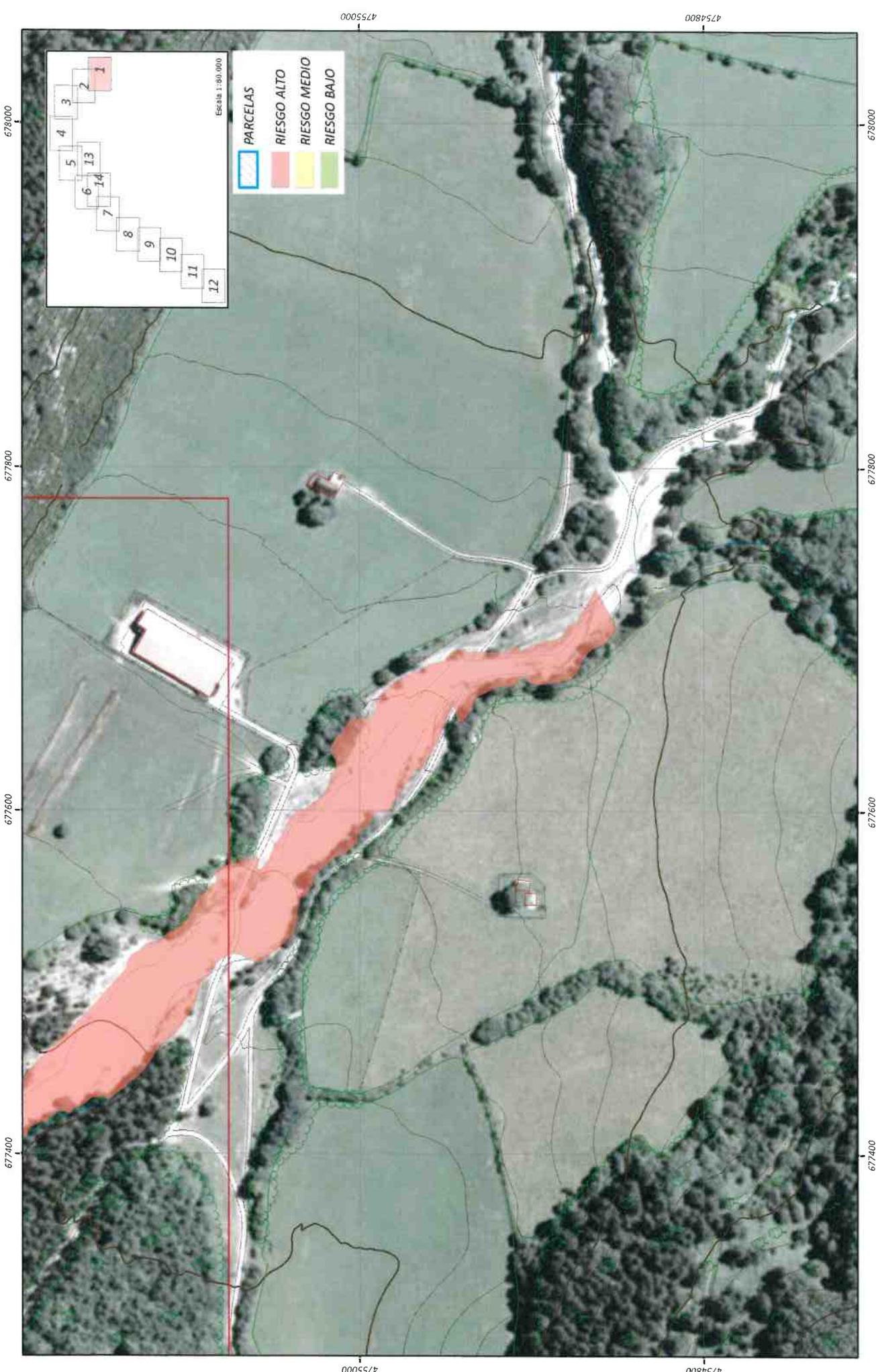


 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 2018.LO.H031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Segun distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 2 PLANO nº 13	AUTORES CELSO GIL VICTOR LOPEZ
	Proyección UTM - Huso 30 Norte Datum ETRS89 - Equidistancia curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente LIDAR - IGN - Gobierno Navarra - SIG - gvSIG 2.0 & QGIS GNU GPL					



 Geonavarra soluciones ingenierías	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hdb031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ÁREAS INUNDABLES (Según distintos periodos de retorno)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 2 PLANO nº 1.4	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

RIESGO INUNDACIÓN

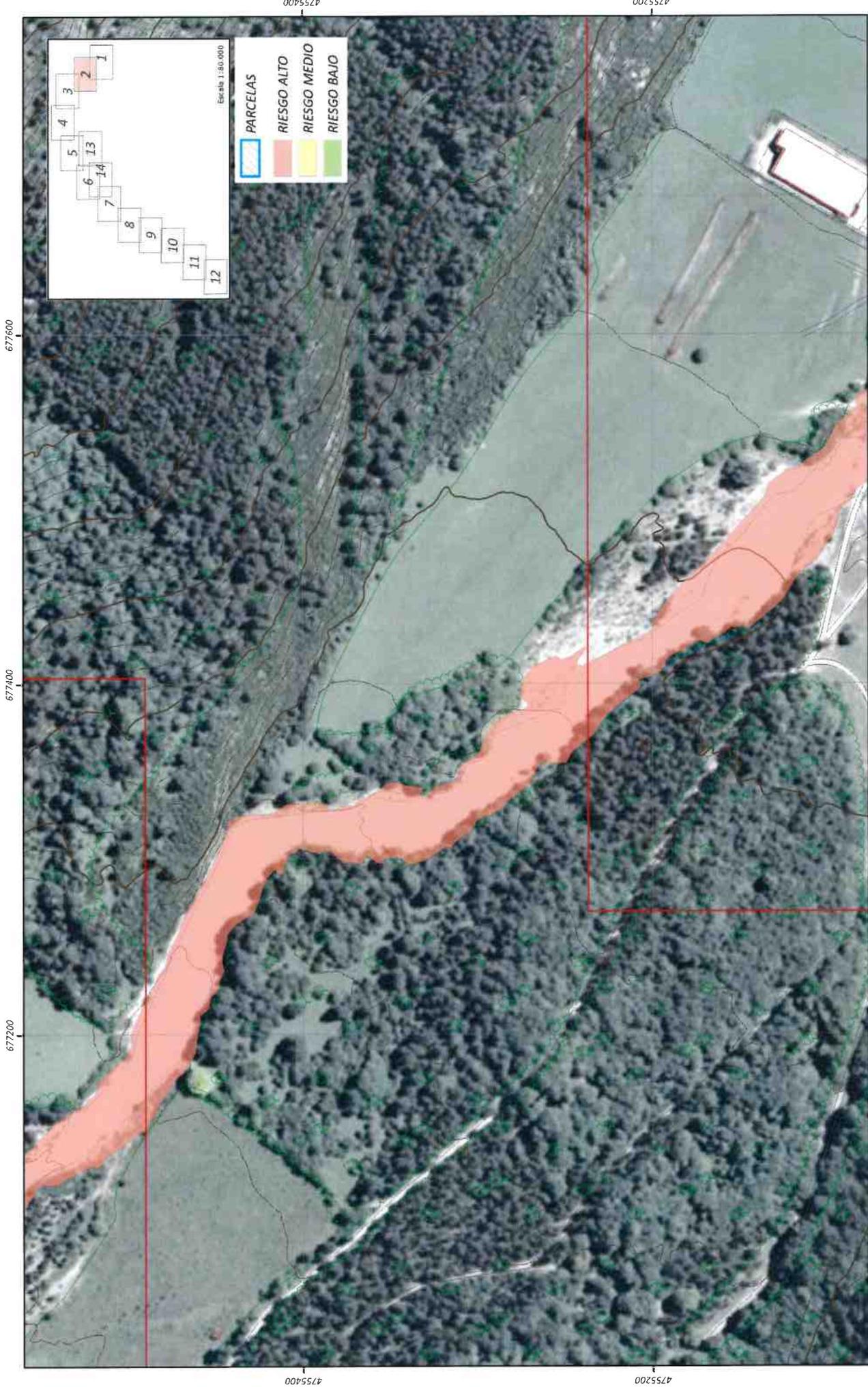


PARCELAS	
	PARCELAS
	RIESGO ALTO
	RIESGO MEDIO
	RIESGO BAJO

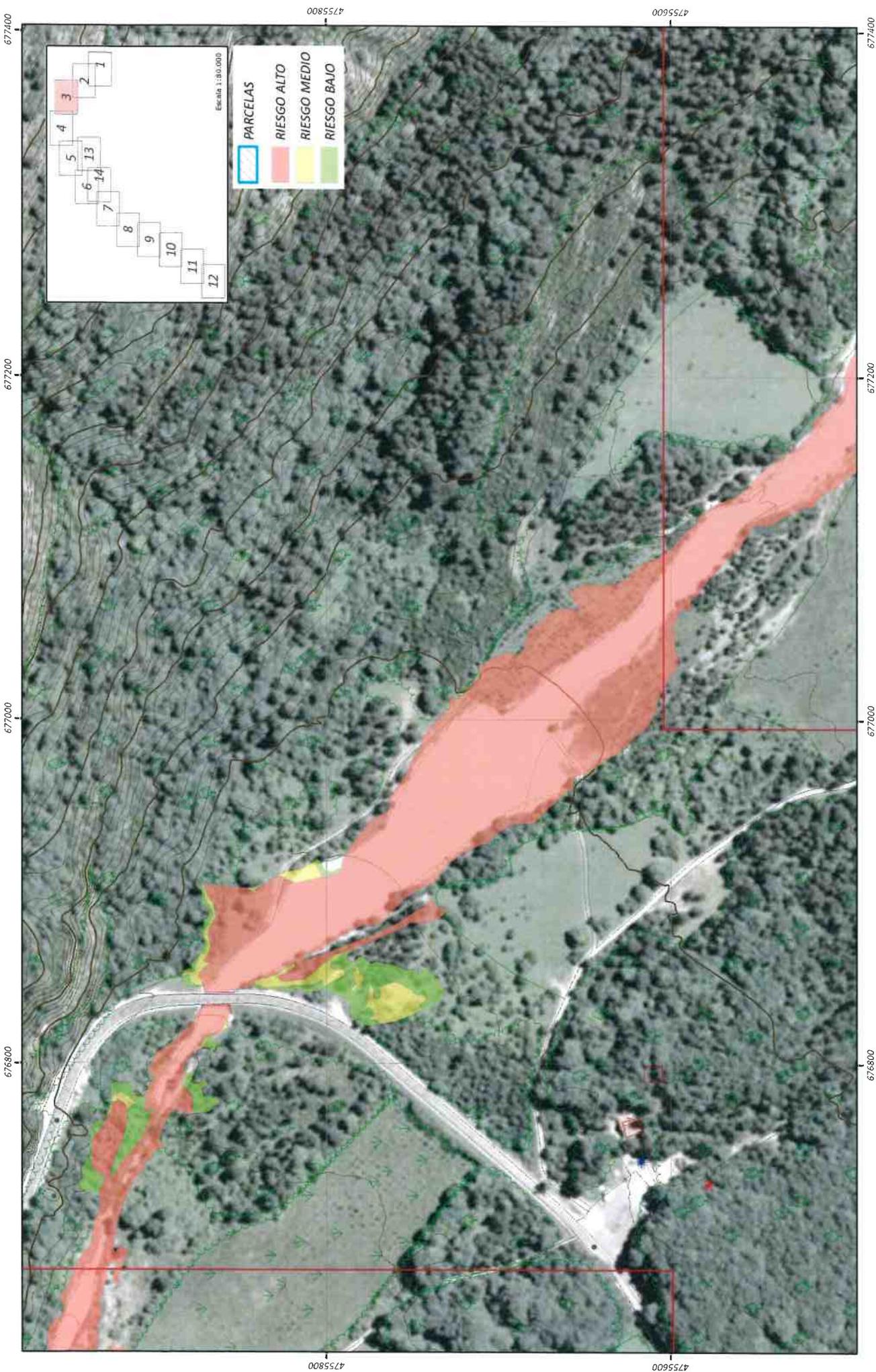
Escala 1:80.000

 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROYECTOR MONTAVALL Soluciones Ingeniería - / MONKAVALL Soluciones Ingeniería - / geonavarra@geonavarra.es / MONKAVALL Soluciones Ingeniería - / geonavarra@geonavarra.es / MONKAVALL Soluciones Ingeniería - / geonavarra@geonavarra.es	CÓDIGO 201810HD031	PLANO PLANO	ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)		ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
				FECHA Diciembre 2.018	FECHA Diciembre 2.018	SECCIÓN nº Hidráulica 3	PLANO nº 1		

Proyección U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia con eje de nivel 5 m. / Altitud ortométrica / Fuente UDAR - IGN - Gobierno Navarra S16 - GIGIG 2.0 & QGIS GNU GPL



	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACOMPAÑADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2018	PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 3 PLANO nº 2	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ



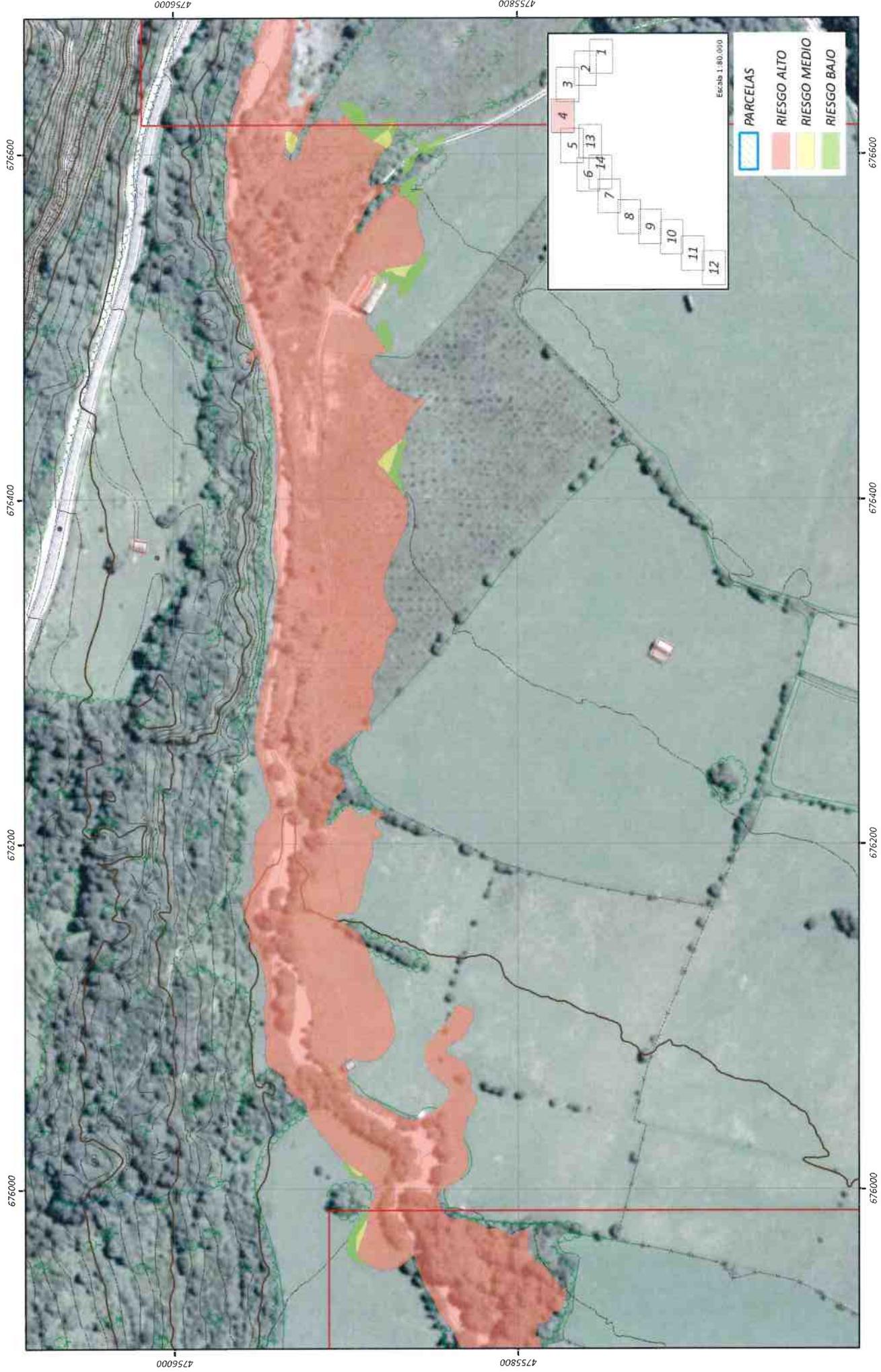
677400
677200
677000
676800

4755800
4755600

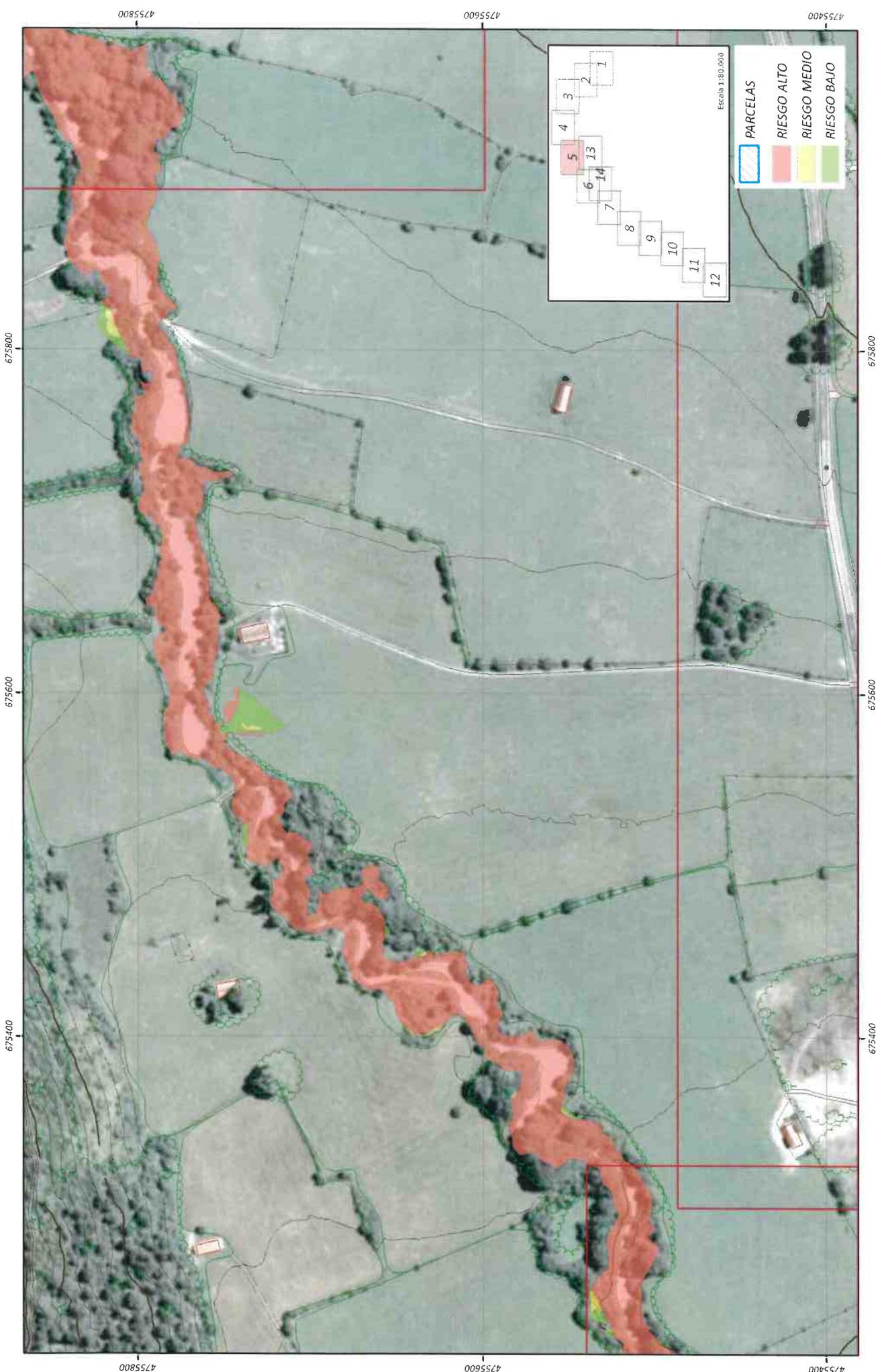
677400
677200
677000
676800

 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROMOTOR	CODIGO 2018.L0.H0031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828
							SECCION n.º Hidráulica 3

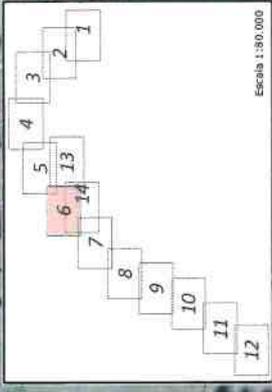
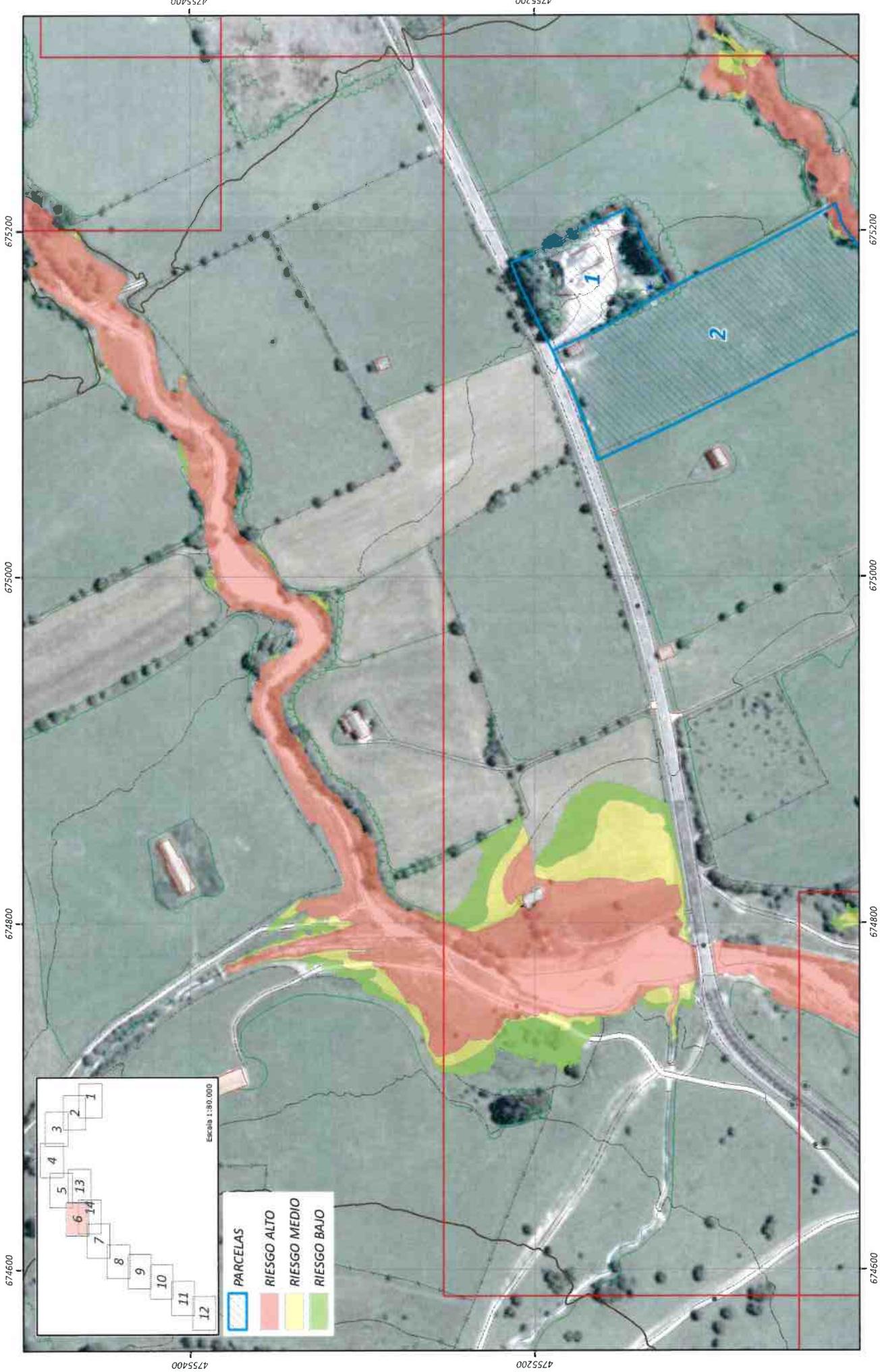
GeoNavarra S.L. - Pk Inmaculada nº 30 31200 Estella-Labarra (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - C/ Inmárcara nº 25 - 31008 Pamplona monkaval@monkaval.com
 Proyección: U.T.M. Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 5 m. Altitud ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra. SRS - EPSG:2.0 & OGIS SRU: GPL



 GeoNavarra soluciones ingenierías	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	Código 201810Hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VICTOR LÓPEZ

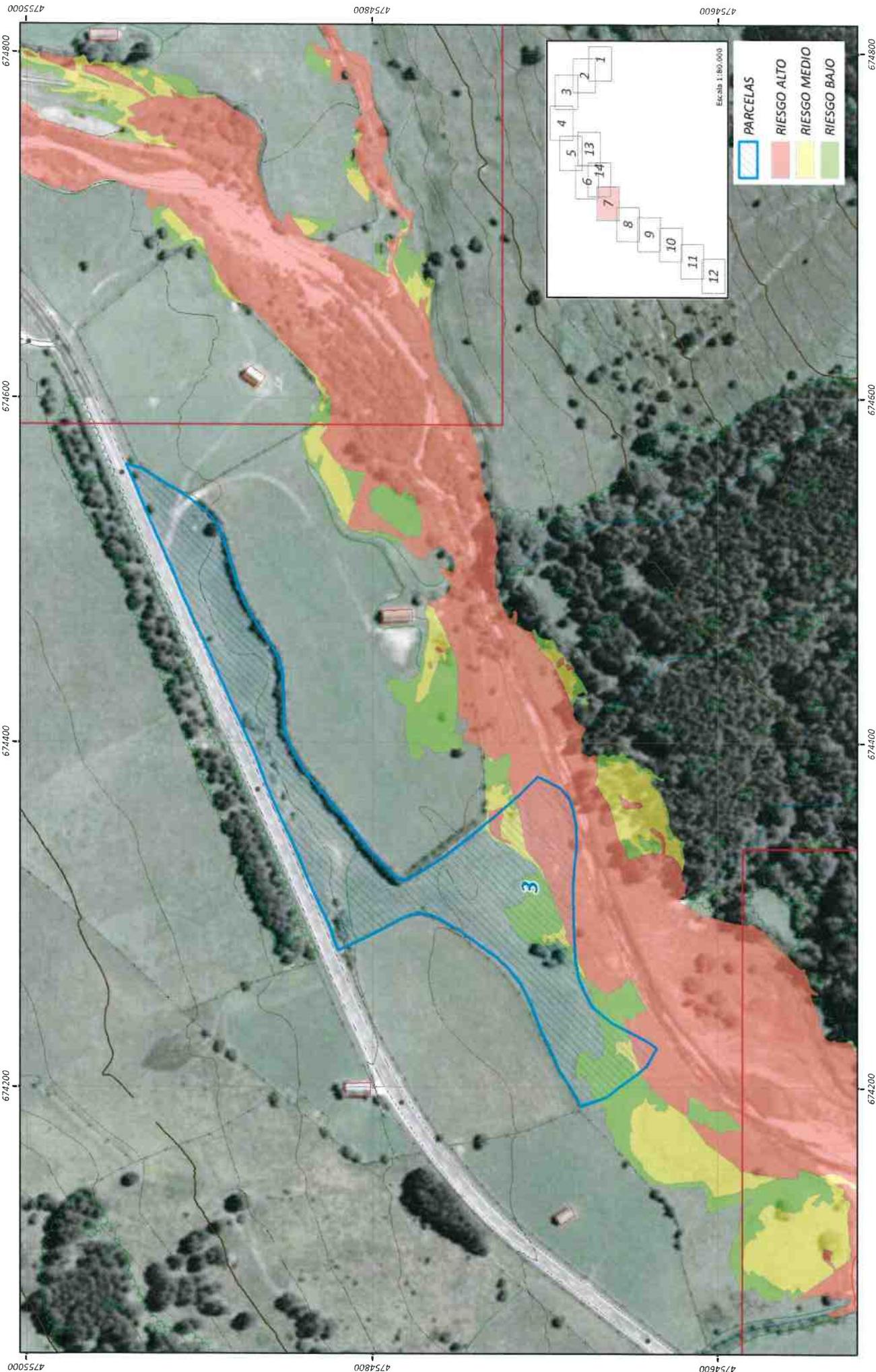


 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	PROYECTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local <small>Equidistancia curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente: UDAR - IGN - Gobierno Navarra. SIG - gvSIG 2.0.8. GIGS GNU GPL</small>	CÓDIGO 2016L10Hd031 <small>FECHA</small> Diciembre 2.018	PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VICTOR LOPEZ



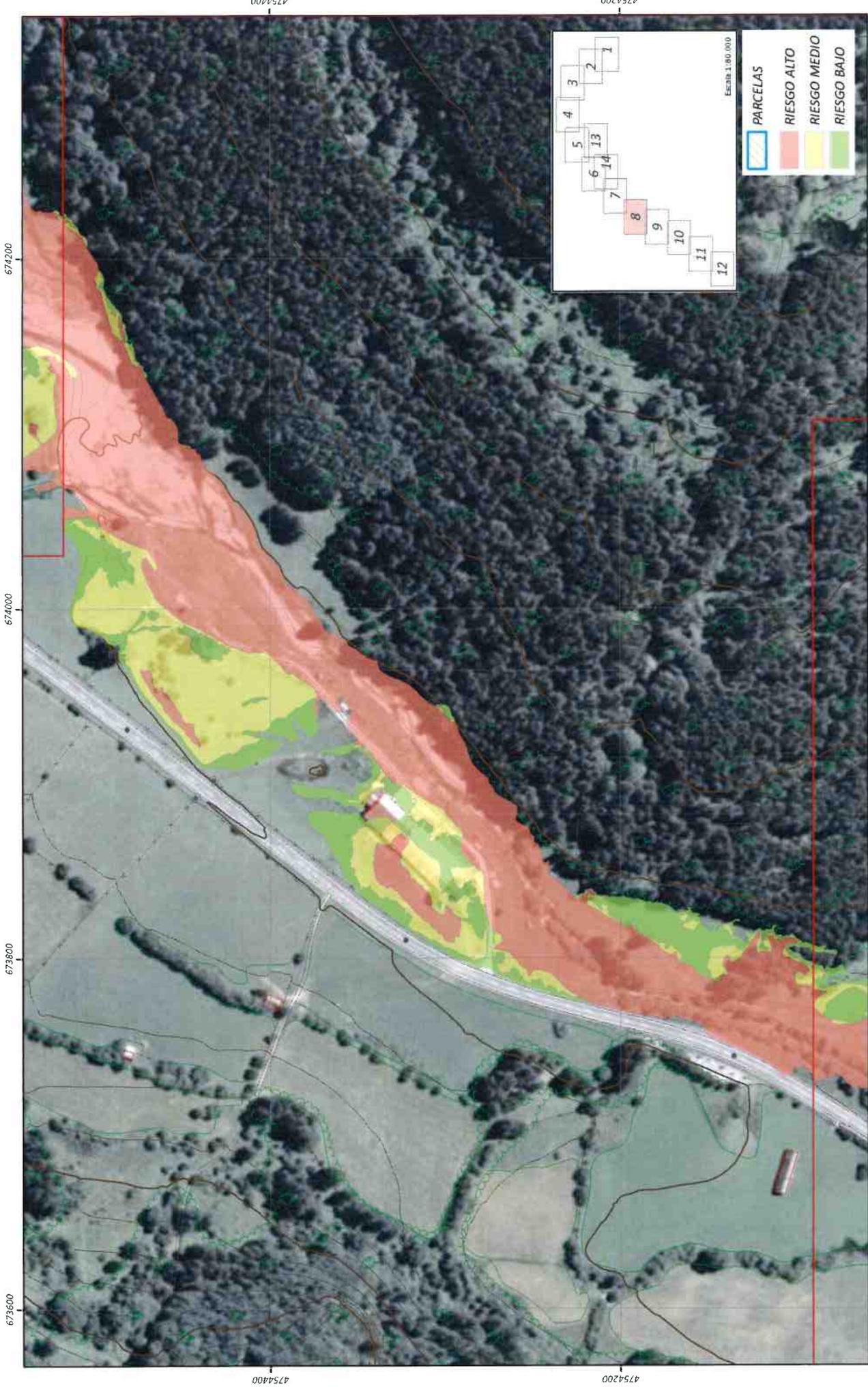
	PARCELAS
	RIESGO ALTO
	RIESGO MEDIO
	RIESGO BAJO

 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROMOTOR 2018.10.H4031 FECHA: Diciembre 2.018	ALAMO CÓDIGO 2018.10.H4031 FECHA: Diciembre 2.018	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
Proyección UTM: Huso 30 Norte Datum: ETRS89 / Eje de abscisas curvas de nivel 5 m. / Altura ortométrica / Fuente: UDAR - IGN - Gobierno Navarra - 96 - 6616 208 005 GND CPL					

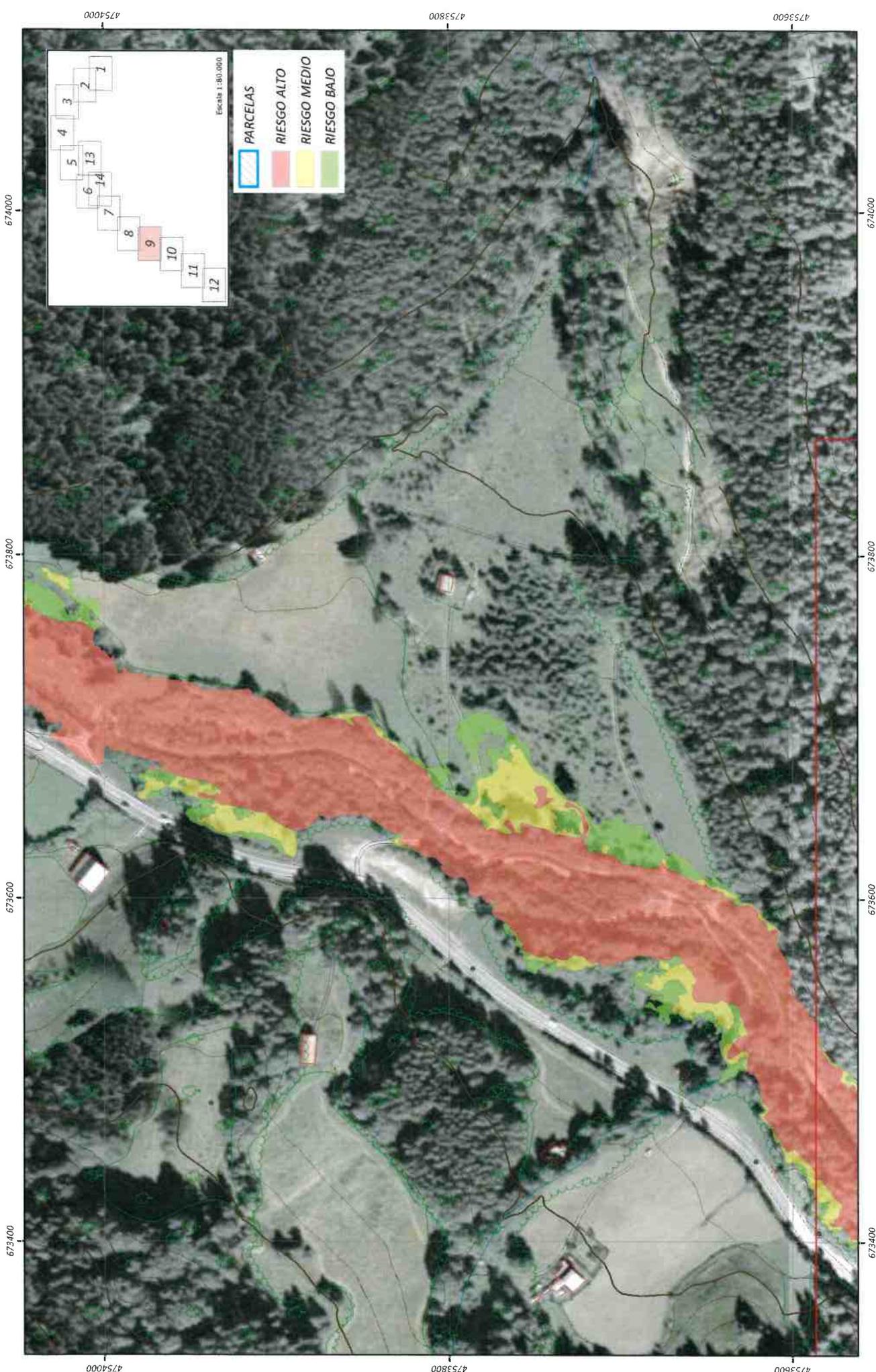


 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYECTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

Geohuerra S.L. - PK Inundabilidad nº 19 3º 31.200 Estudio Litorale (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - C/ Iruñaldea nº 25 - 31008 Pamplona monkaaval@monkaaval.com
 Proyección U.T.M. Husa 30 Norte Datum ETRS89 - Equidistancia curvas de nivel 5 m. / Altitud ortométrica / Fuente UDAR - IGN - Gobierno Navarra. SIG - gvSIG 2.0.8. OSGS GNU GPL

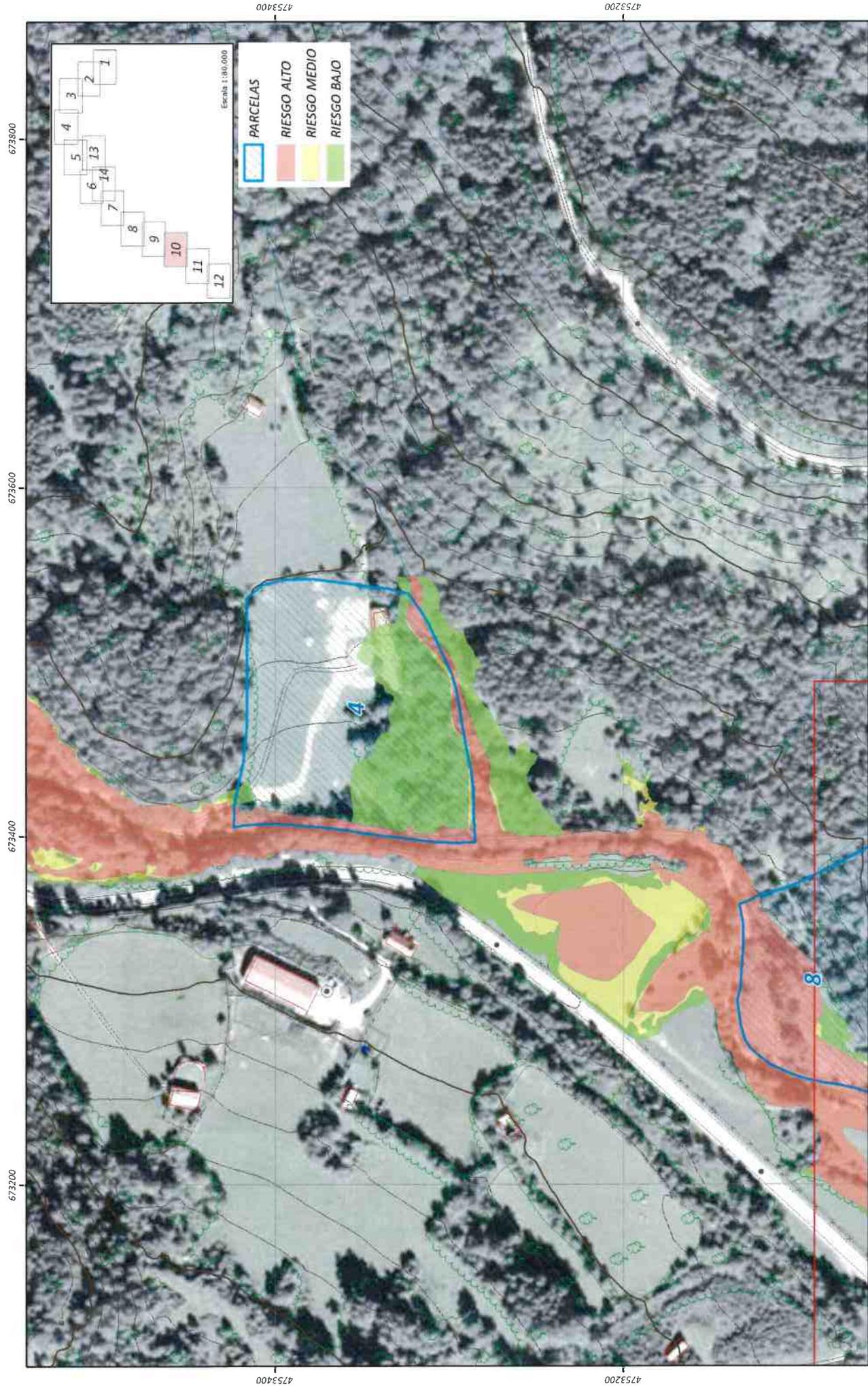


	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACOMPAÑADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

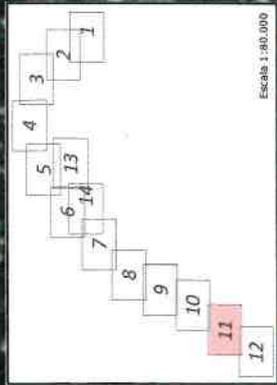
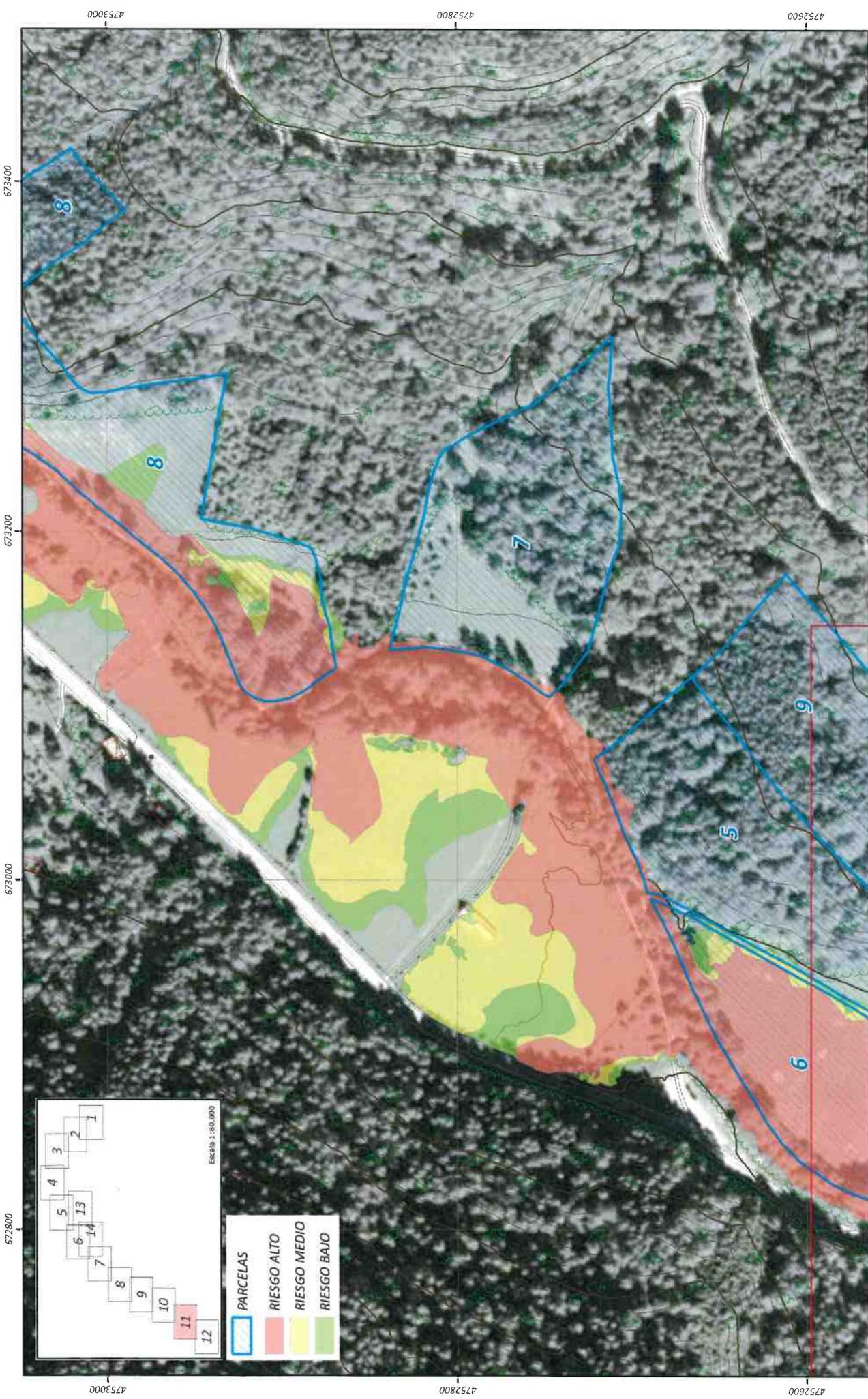


 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RIO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROMOTOR	CÓDIGO 201610H-d031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO PLANO	ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)		AUTORES CELSO GIL VICTOR LOPEZ
						ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	SECCIÓN nºº Hidráulica 3	

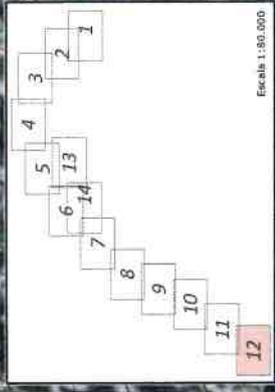
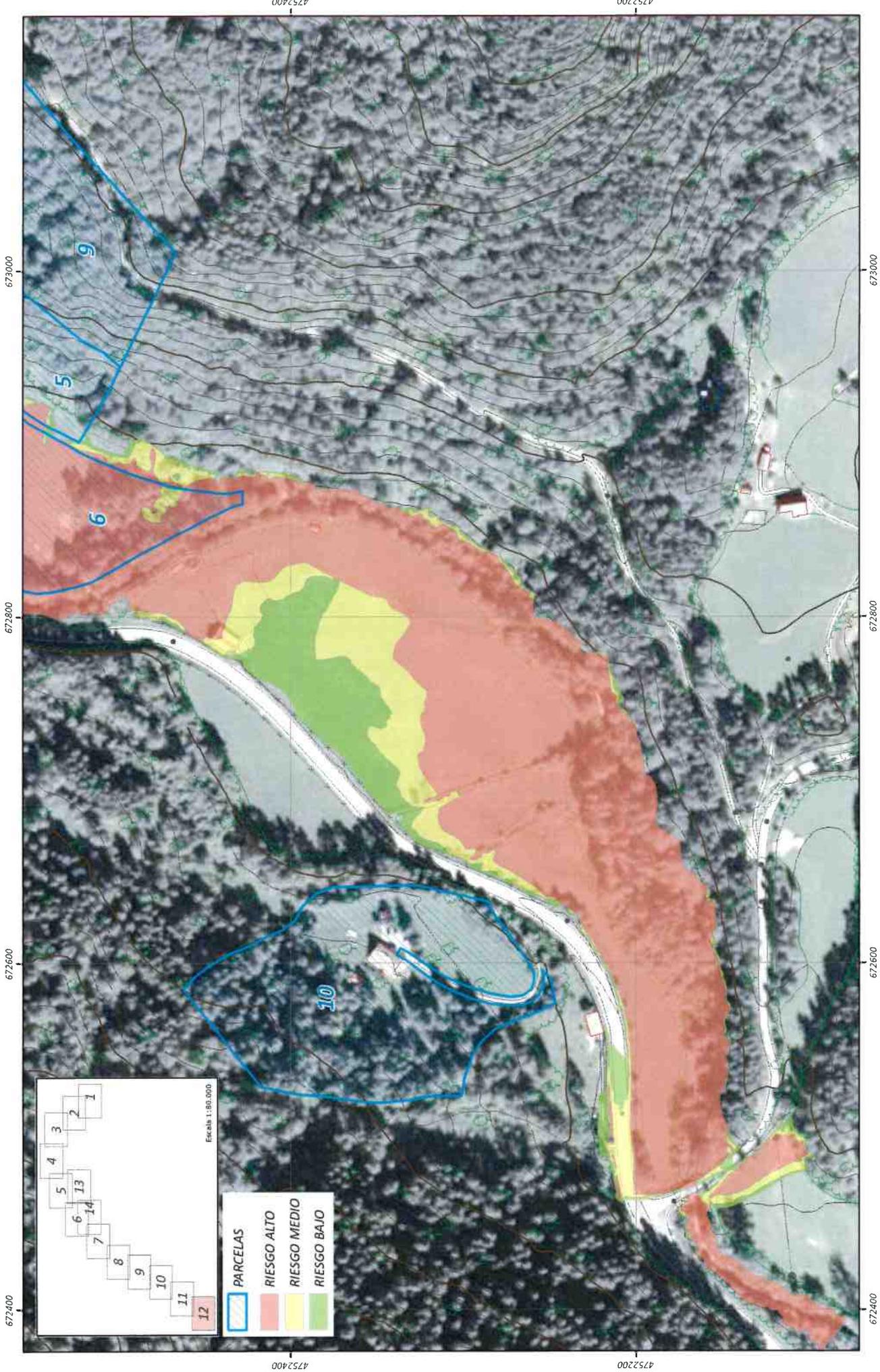
GeoNavarra S.L. - PK Inmaculada nº 19. 3º 31.000 Estella-Lizarra (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingenieros - c/ Inzarrea nº 25 - 31018 Pamplona monkaaval@monkaaval.com
 Proyección: U.T.M. Huso 30 Norte Datum: ETRS89. Equidistancia curvas de nivel 5 m. / Altiud crométrica / Fuente UDAR - IGN - Gobierno Navarra. SIG - eSIS 2.0 & OGIS GRU GAL



 MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA		PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local		CÓDIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2.018		PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)		ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 3 PLANO nº 10		AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ	
	Geonavarra S.L. - Pº Inmóvil nº 19 3º 3200 Estella-Lizarra (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - C/ Inmóvil nº 25 - 31008 Pamplona monkaval@monkaval.com Proyección UTM: Huso 30 Norte Datum ETRS89 Equidistantes curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente IUDAR - I61 - Gobierno Navarra - SIG - gis@G 2.0 & GIS GNU GPL											



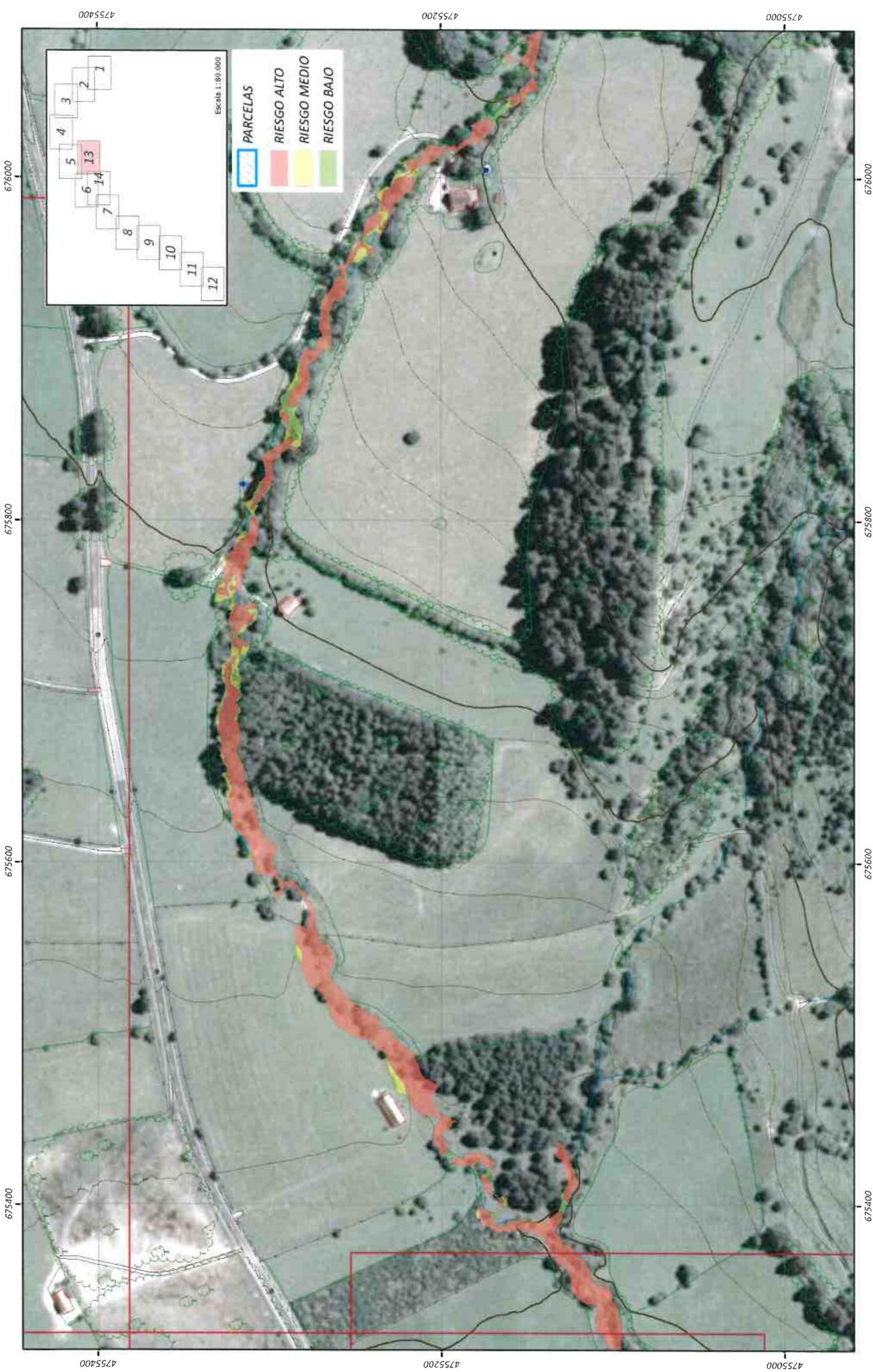
 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROMOTOR	CODIGO 201610Hd0031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 3 PLANO nº 11	AUTORES CELSO GEL VÍCTOR LÓPEZ



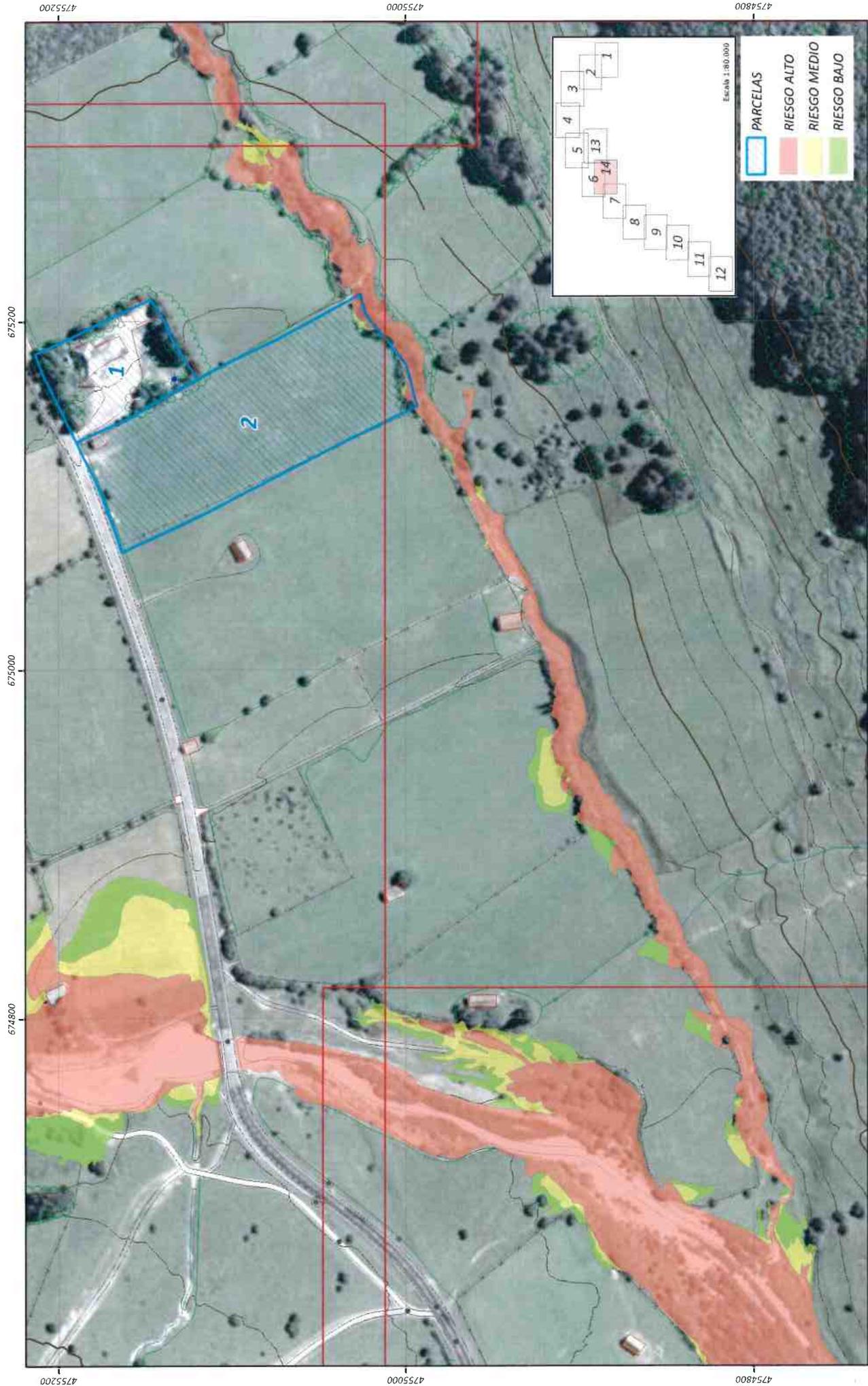
	PARCELAS
	RIESGO ALTO
	RIESGO MEDIO
	RIESGO BAJO

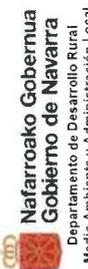
Escala 1:50.000

 MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H4031 FECHA Diciembre 2018	PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.628 SECCIÓN nº Hidráulica 3 FLANO nº 12	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ



 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 PROYECTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031		PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828		AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
			FECHA Diciembre 2.018			SECCIÓN nºº Hidráulica 3		



	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 PROYOMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H4031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONAS DE RIESGO (Según normativa POT-1)	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 3 PLANO nº 14	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

ZONA FLUJO PREFERENTE

the 1990s, the number of people in the world who are living in poverty has increased from 1.2 billion to 1.6 billion (World Bank 2000).

There are a number of reasons for this increase in poverty. One of the main reasons is the rapid population growth in the developing world. The population of the world is expected to reach 8 billion by the year 2025, with the majority of the increase occurring in the developing world (United Nations 2000). This rapid population growth has led to a corresponding increase in the demand for food and other basic necessities, which has put a strain on the resources of the developing world.

Another reason for the increase in poverty is the rapid technological change in the developed world. The developed world has experienced a rapid increase in technological innovation, which has led to a corresponding increase in the demand for skilled labour. This has led to a corresponding increase in the demand for education, which has put a strain on the resources of the developing world.

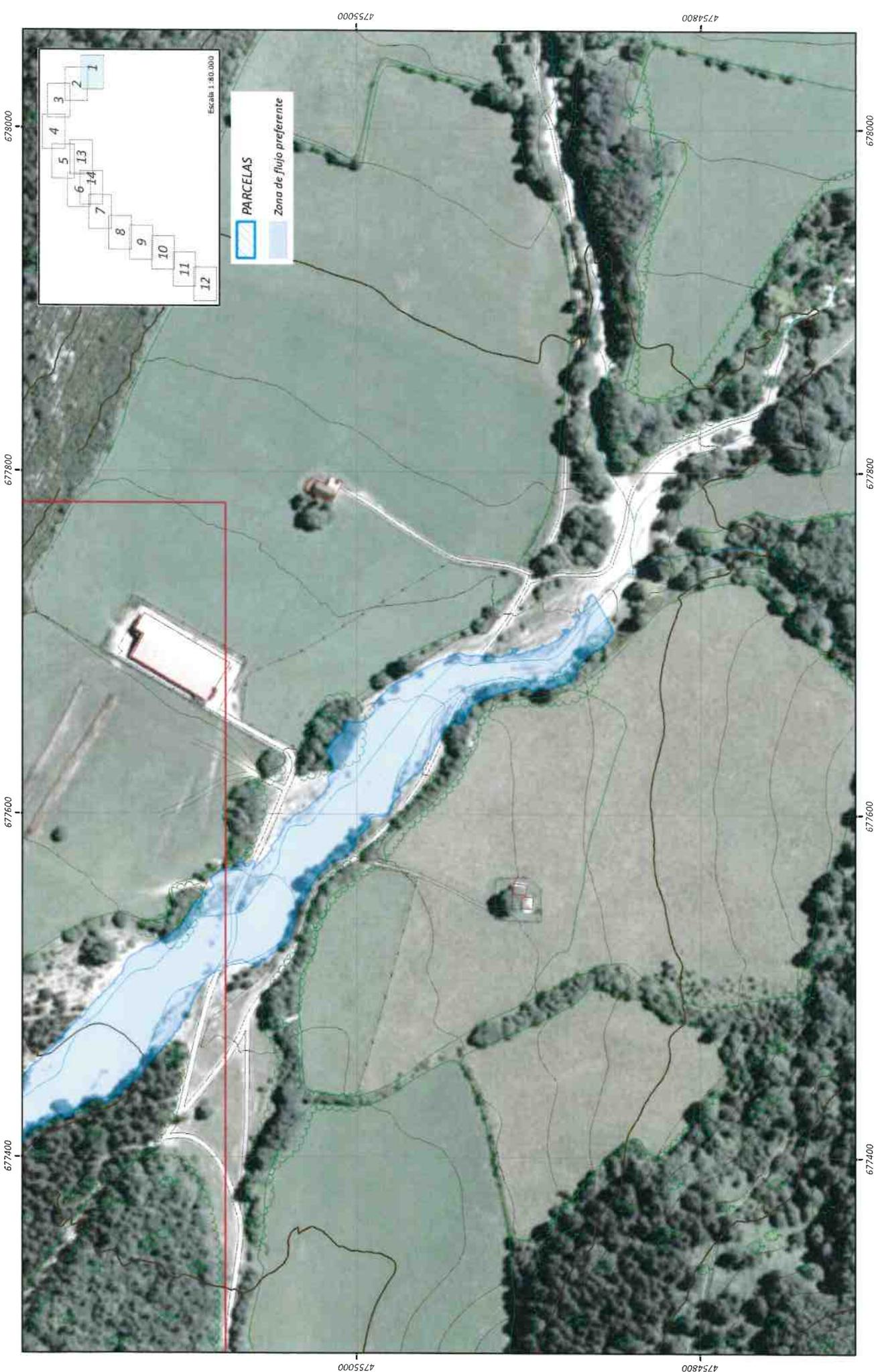
There are a number of other reasons for the increase in poverty, including the rapid increase in the cost of living in the developed world, the rapid increase in the cost of education in the developing world, and the rapid increase in the cost of health care in the developing world. All of these factors have contributed to the increase in poverty in the developing world.

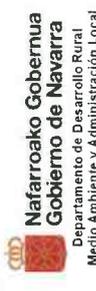
The World Bank has identified a number of key factors that contribute to poverty in the developing world. These factors include low levels of income, low levels of education, and low levels of health care. The World Bank has also identified a number of key strategies for reducing poverty in the developing world. These strategies include increasing income, increasing education, and increasing health care.

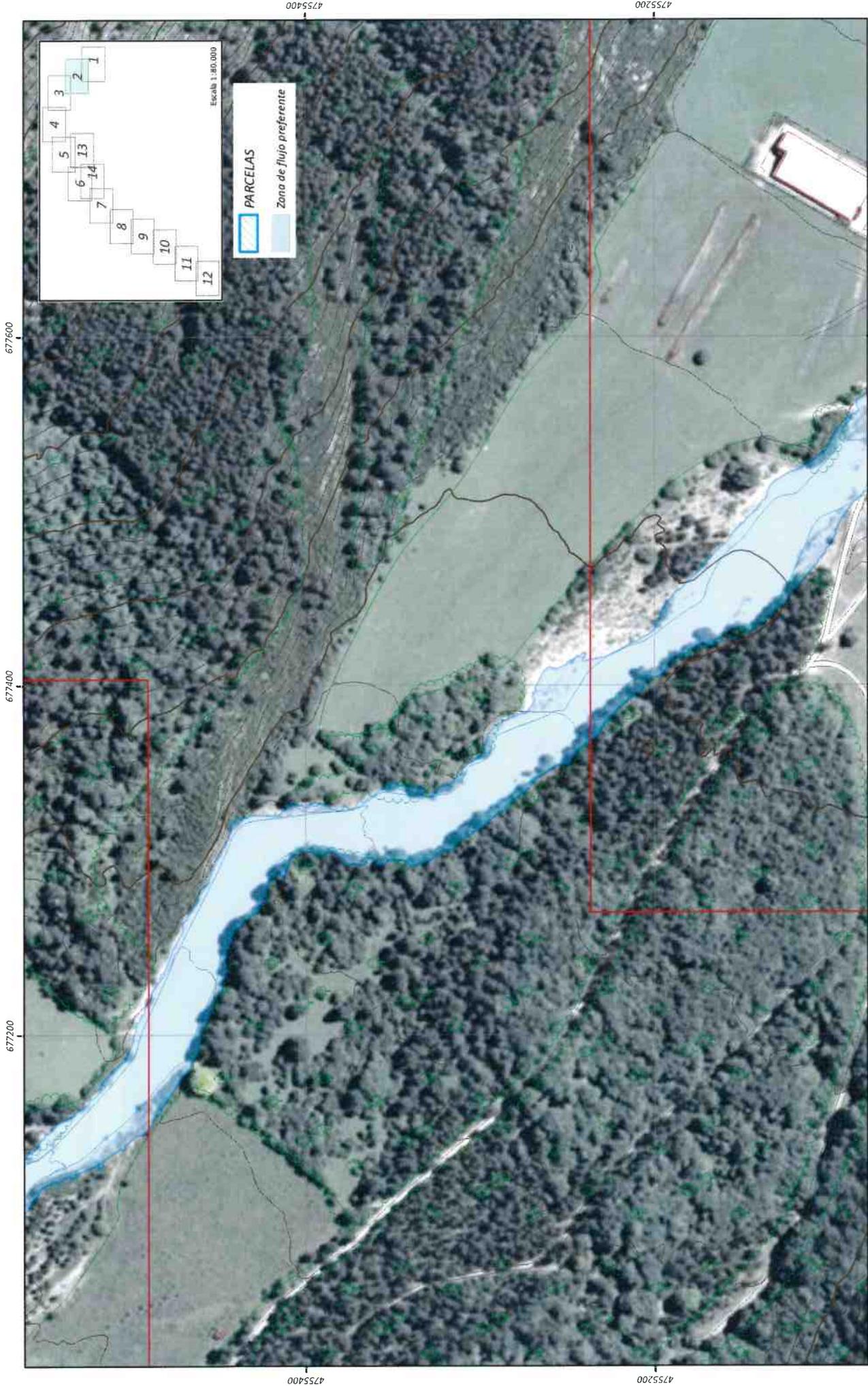
There are a number of other strategies for reducing poverty in the developing world, including increasing access to credit, increasing access to land, and increasing access to markets. All of these strategies are essential for reducing poverty in the developing world.

The World Bank has also identified a number of key challenges to reducing poverty in the developing world. These challenges include the rapid population growth in the developing world, the rapid technological change in the developed world, and the rapid increase in the cost of living in the developed world. All of these challenges are essential for reducing poverty in the developing world.

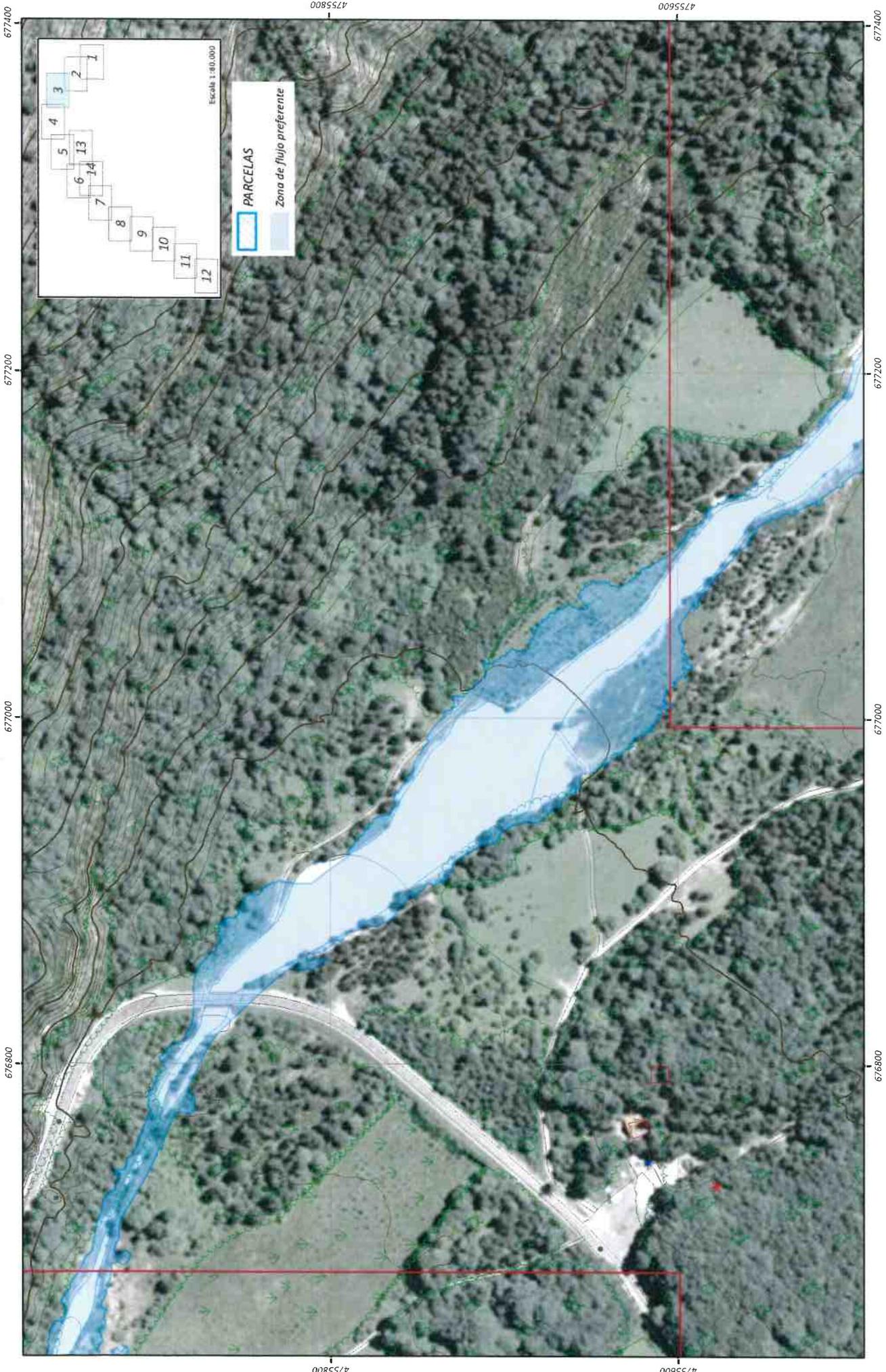
The World Bank has also identified a number of key opportunities for reducing poverty in the developing world. These opportunities include the rapid increase in the demand for food and other basic necessities in the developing world, the rapid increase in the demand for skilled labour in the developed world, and the rapid increase in the demand for education in the developing world.



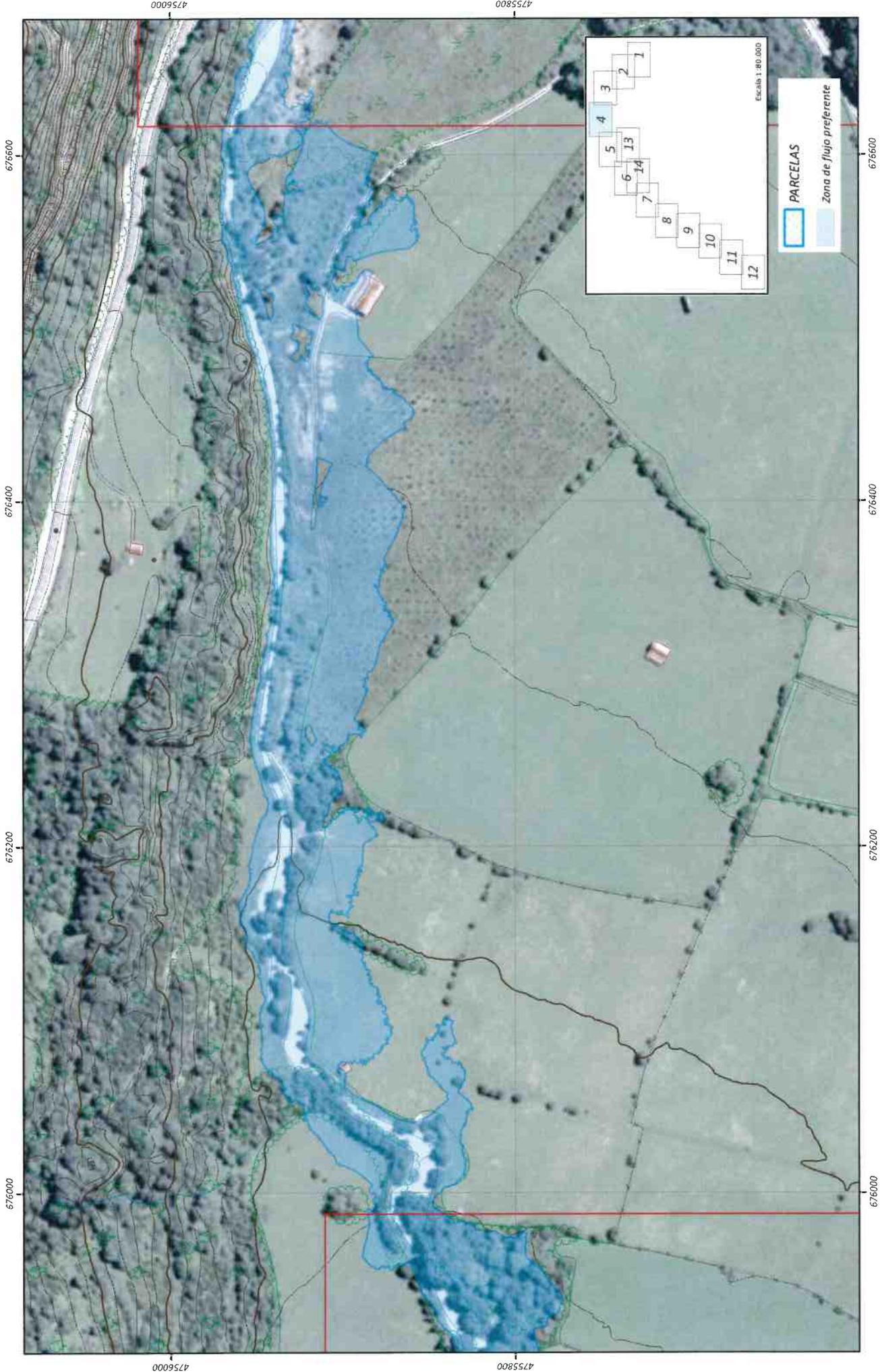
	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYECTOR  Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810Hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LOPEZ
			SECCIÓN nº Hidráulica 4	PLANO nº 1		



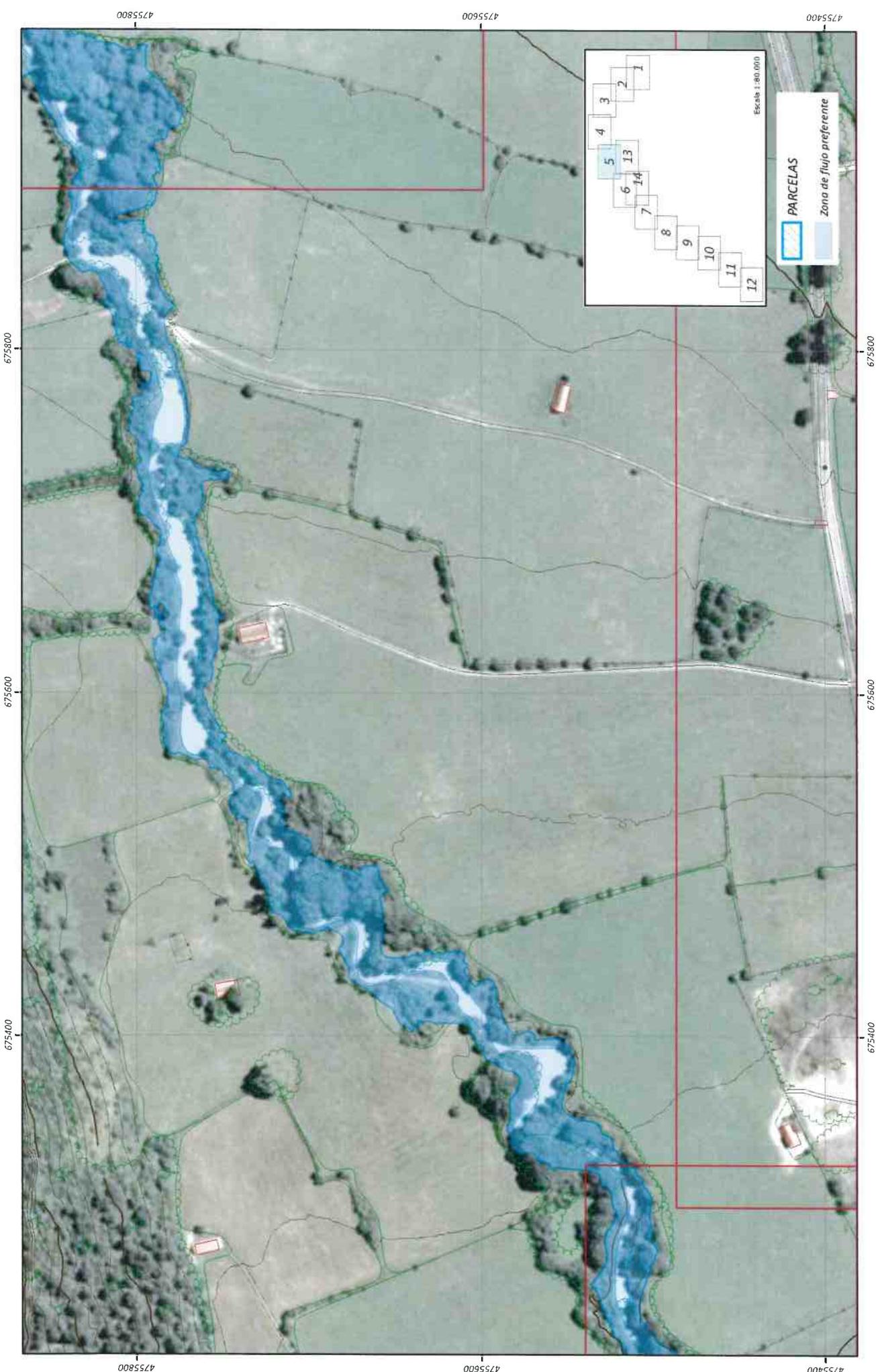
 MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACOMPAÑADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LOPEZ



 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYOMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local <small>Proyección: UTM, Huso 30 Norte Espain, ETRS89 / Fuente: IGN-R, IGN - Gobierno Navarra / SIG - geSIG 2.0 & SIG6 GNU GPL</small>	CÓDIGO 201810hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCION nº Hidráulica 4 PLANO nº 3	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

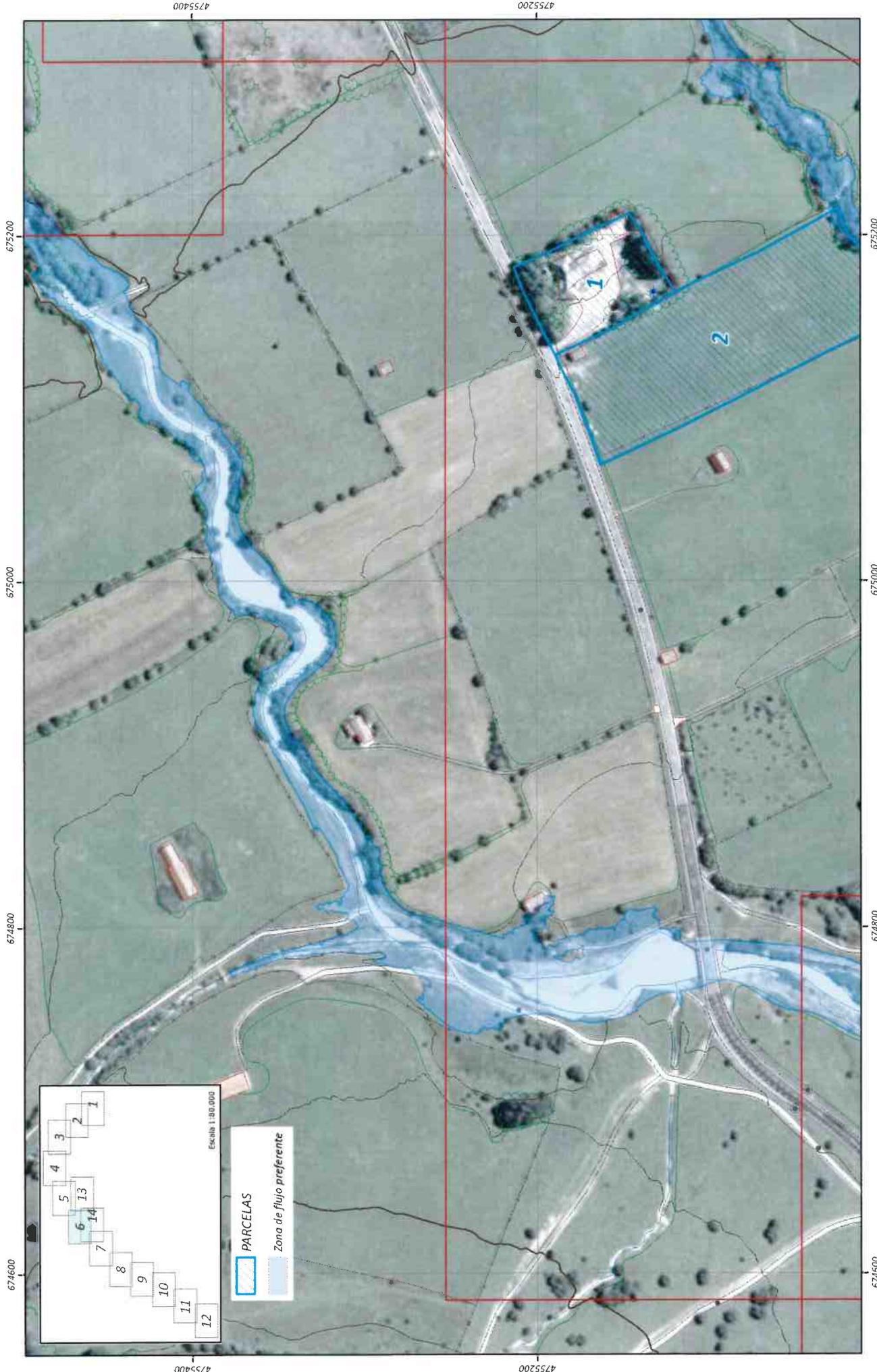


 MONKAVAL Soluciones Ingenierías	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

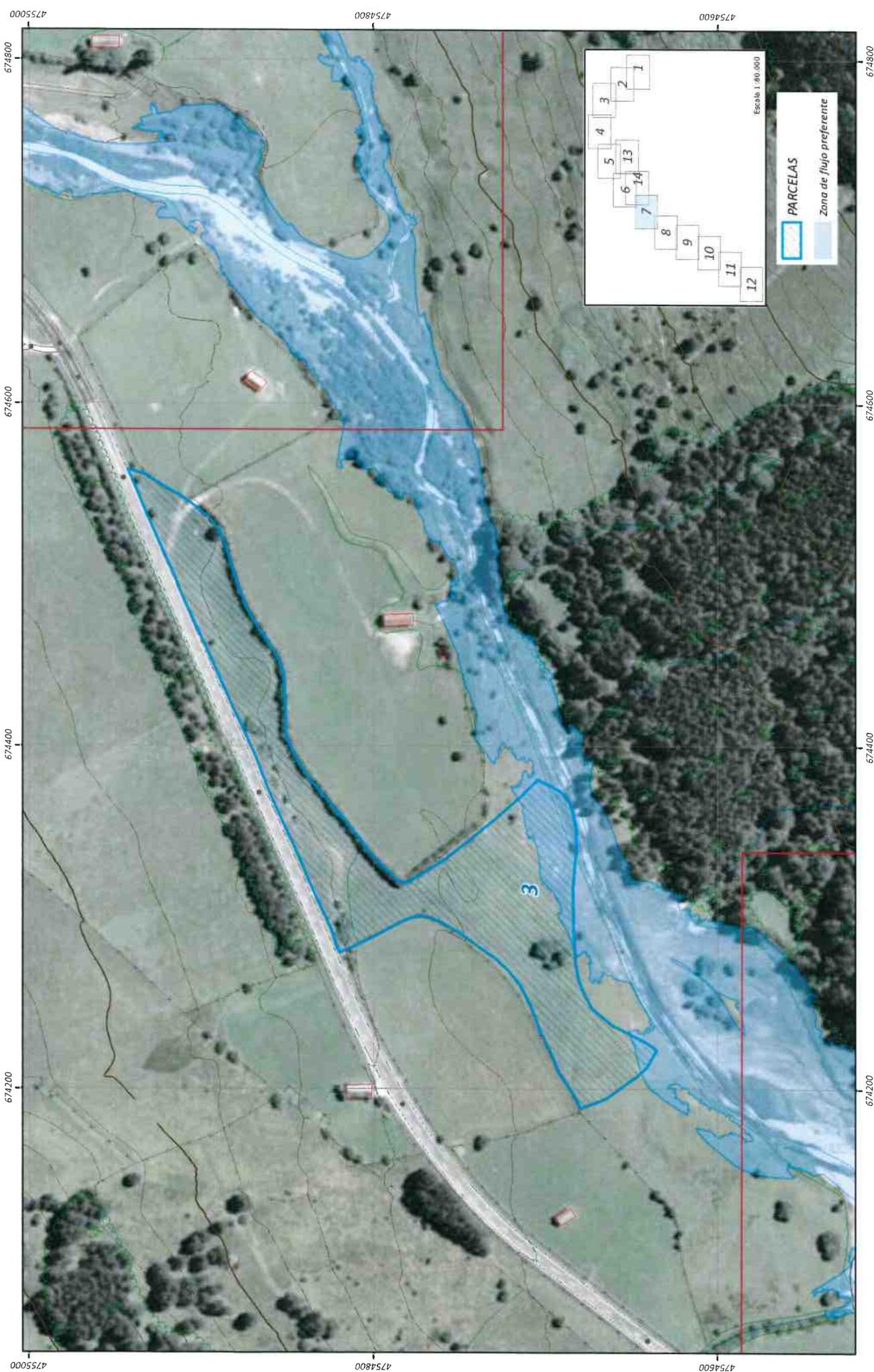


 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYECTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 201810hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VICTOR LÓPEZ
						SECCION nº Hidráulica 4

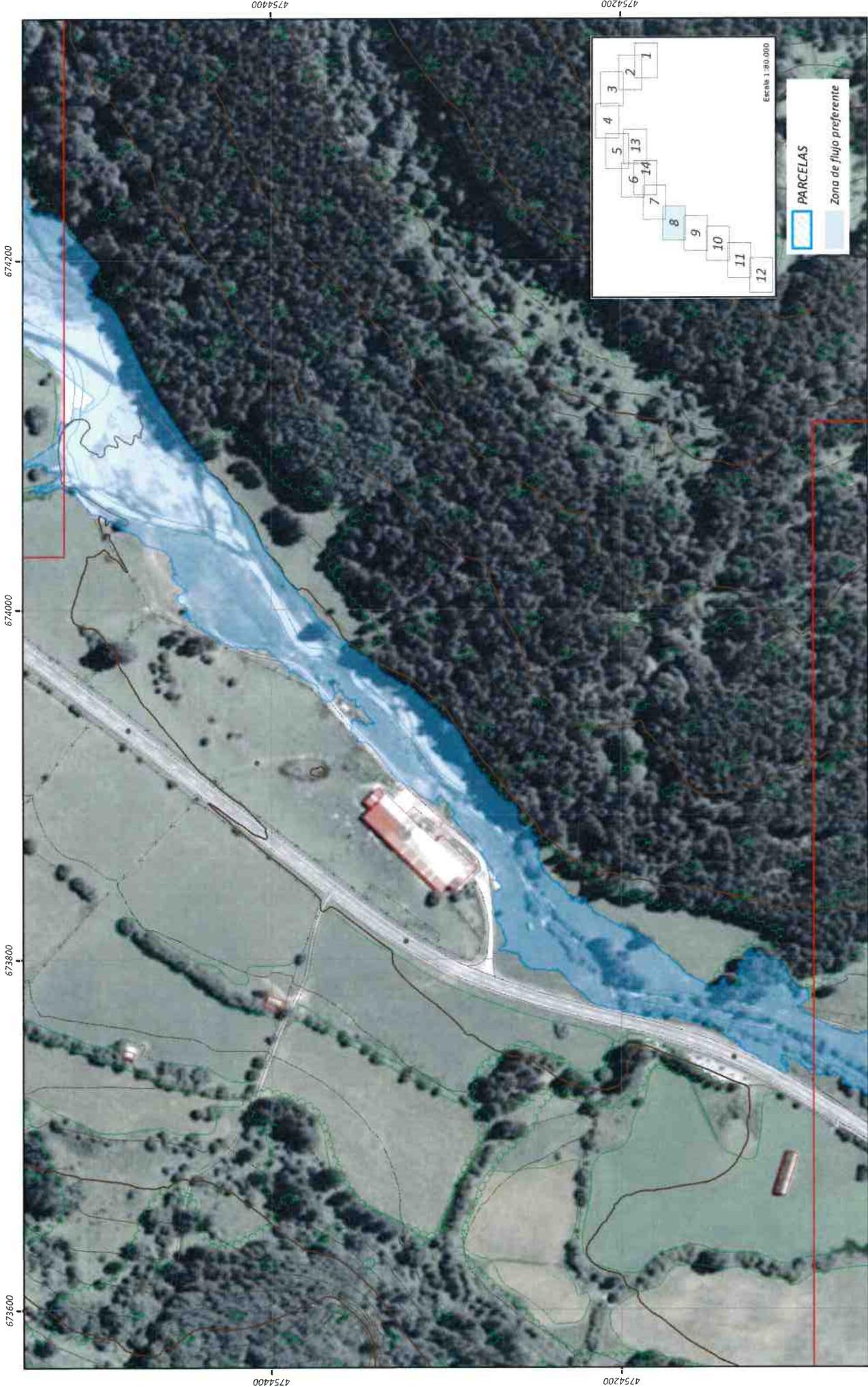
Proyección: U.T.M. Huso 30 Norte Datum: ETRS89 Equidistante curvas de nivel 5 m. / Altitud ortométrica / Fuente: LIDAR - IGN - Gobierno Navarra SIG - 8904G 2.0 & QGIS GNU GPL



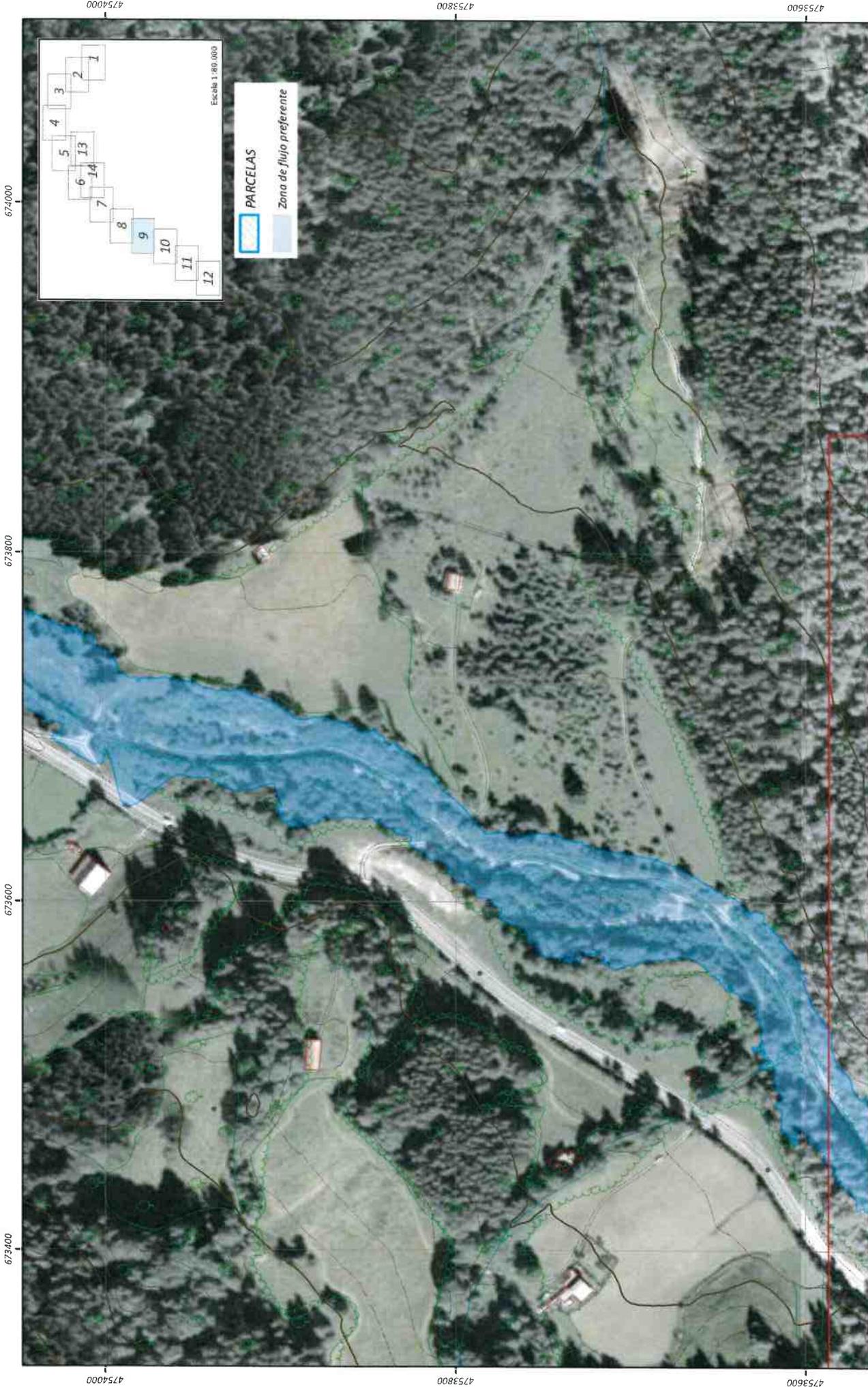
 GeoNavarra soluciones. ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROMOTOR 201810H0031 Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
					ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828



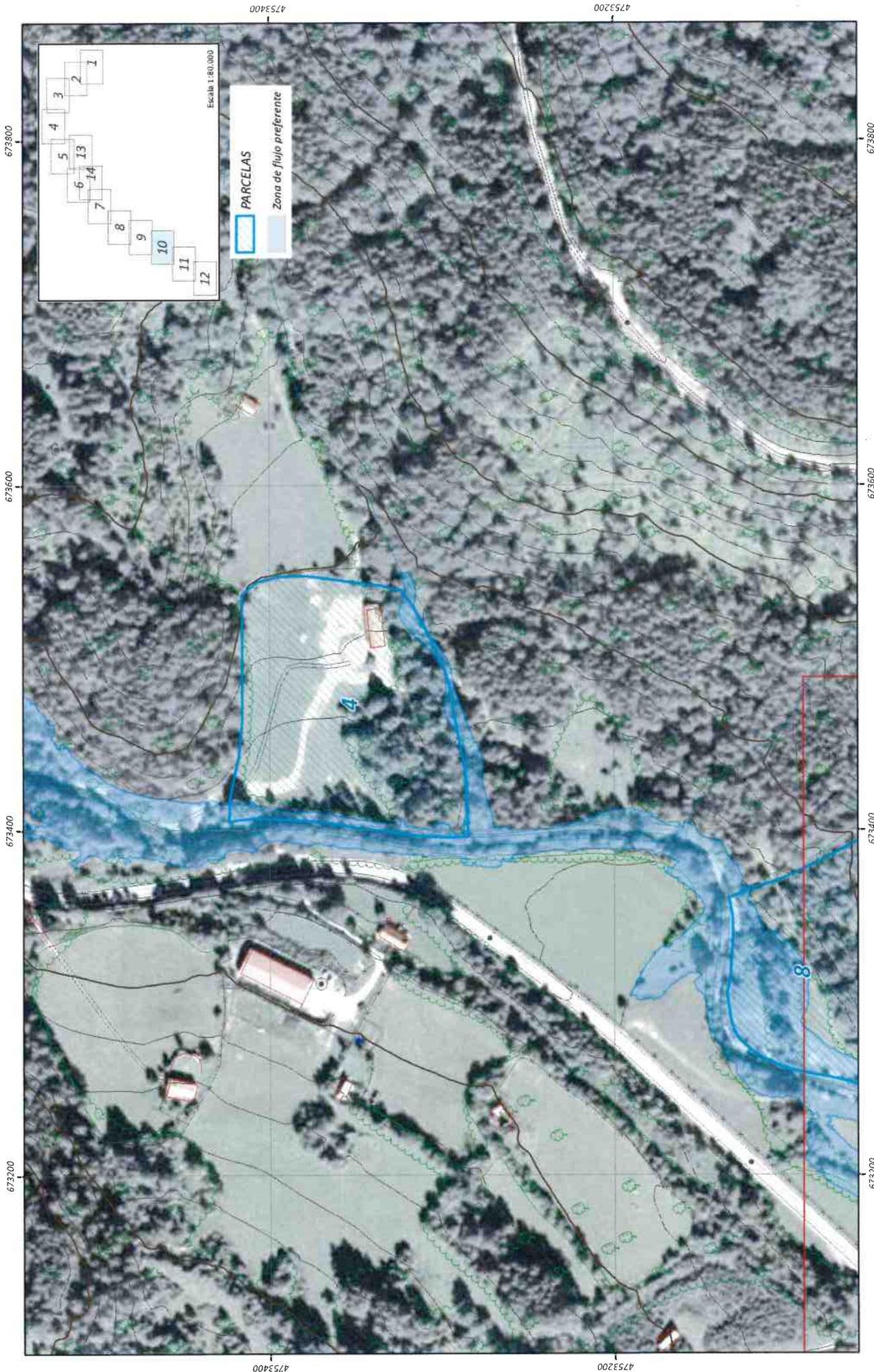
 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ



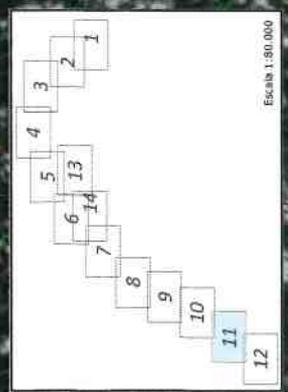
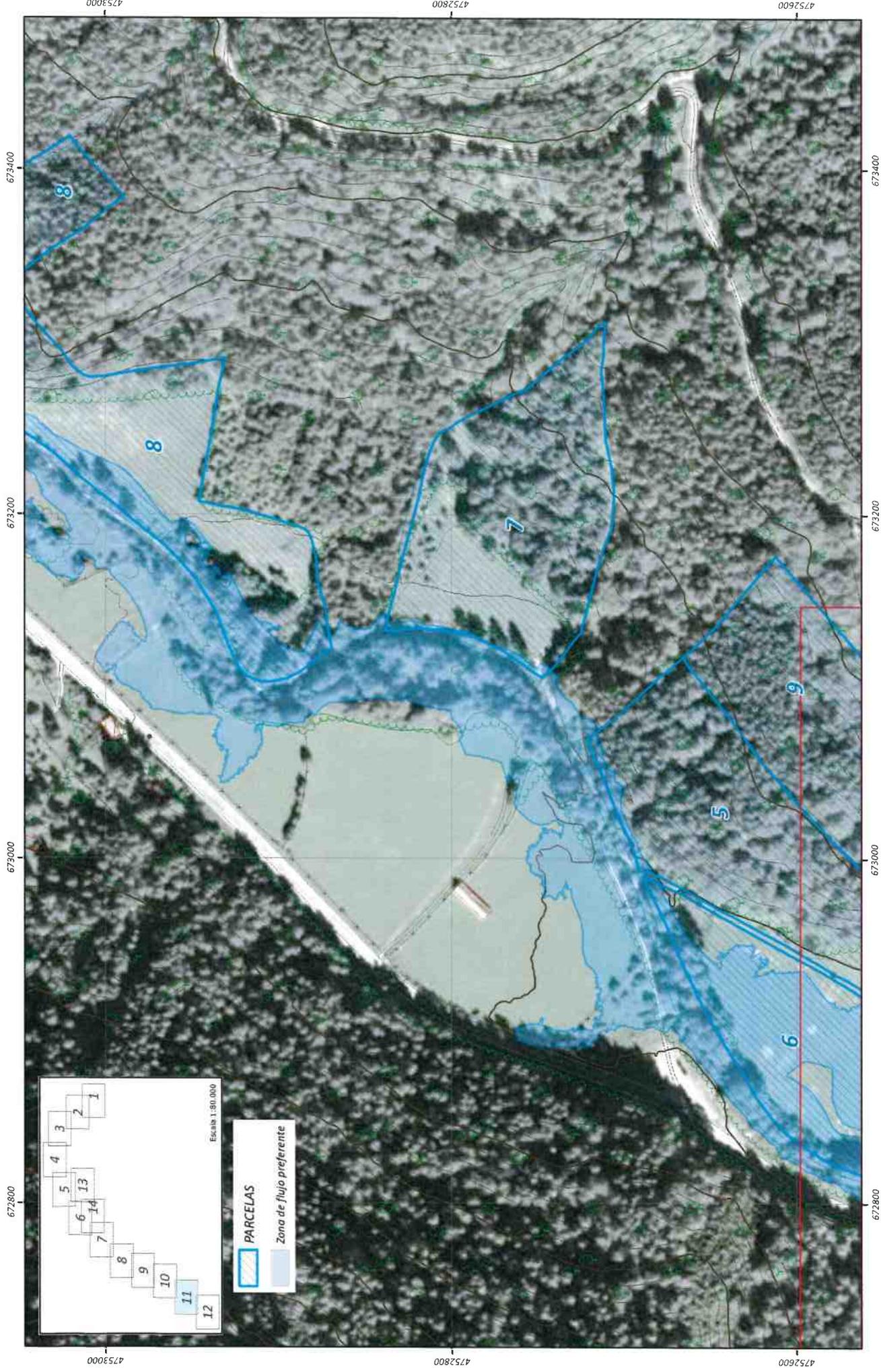
 MONKAVAL soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810H0031		PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ
			FECHA Diciembre 2.018				



 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810hd031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ



 MONKAVAL soluciones ingenierías GeoNavarra	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACOMPAÑADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 2018L10Hd031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

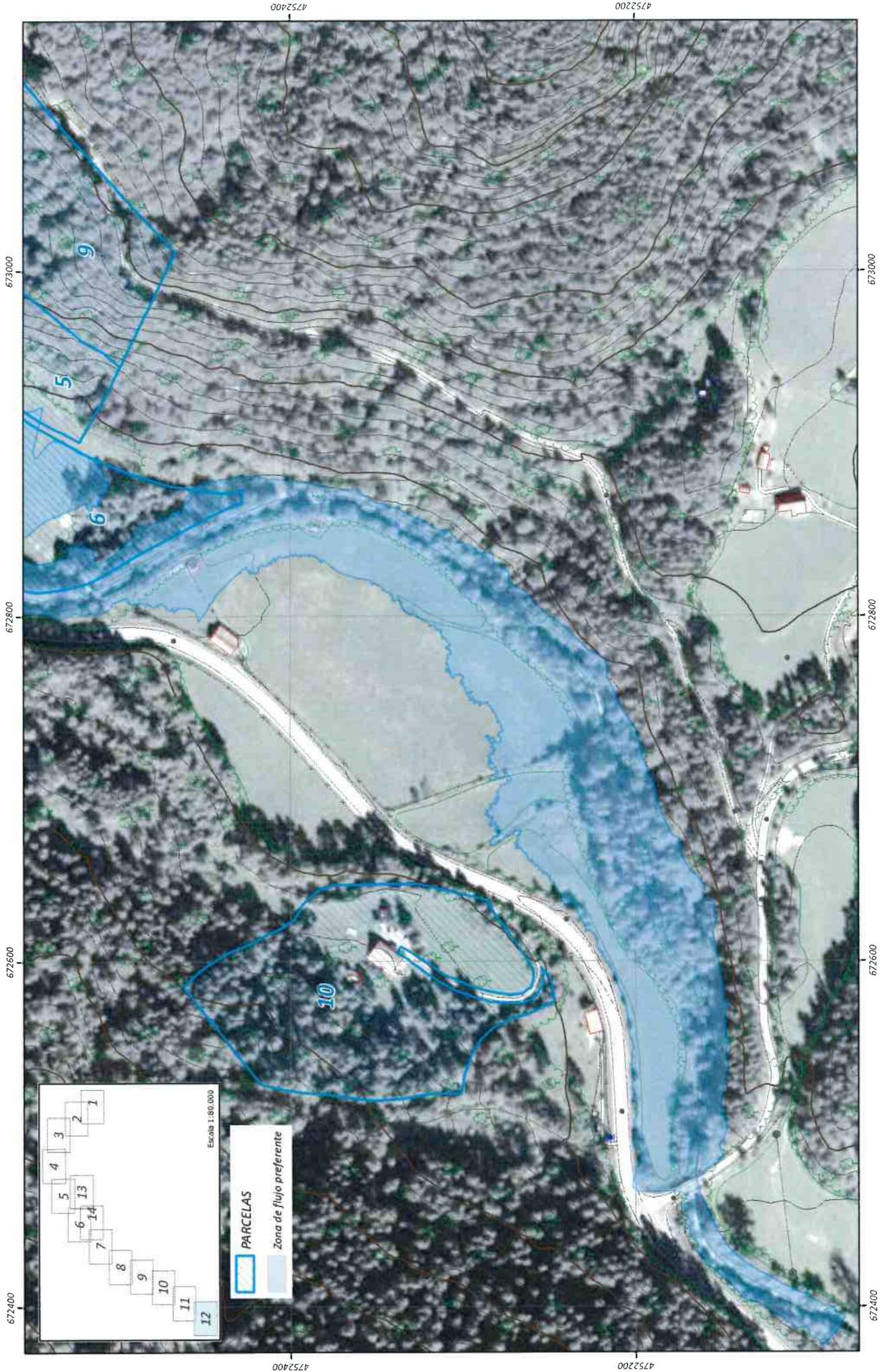


PARCELAS

Zona de flujo preferente

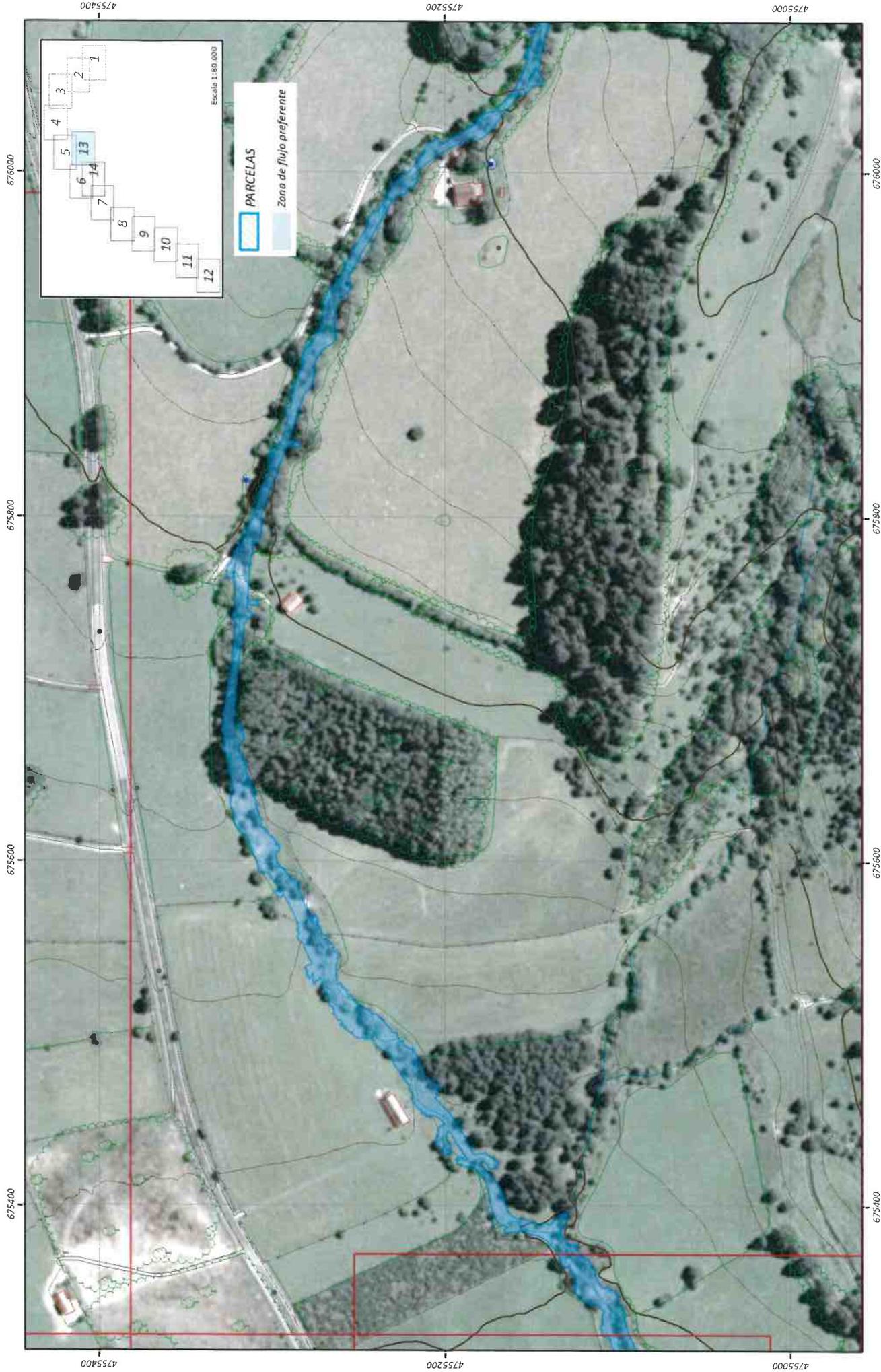
 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROYECTOR Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 201810H0031 FECHA Diciembre 2, 2018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

Geohazans S.L. - Pl. Inmascubada nº 19 38 3 1200 Estella-Lizena (Navarra) geohazans@geohazans.es / MONKAVAI, Soluciones Ingenieria - C/ Inualarra nº 25 - 31008 Pamplona monkaval@monkaval.com
 Proyección: U.T.M. - Huso 30 Norte Datum: ETRS89 Equidistancia curvas de nivel 5 m / Altitud ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra SIG - 8x5IG 2.0 & QGIS GNU GPL



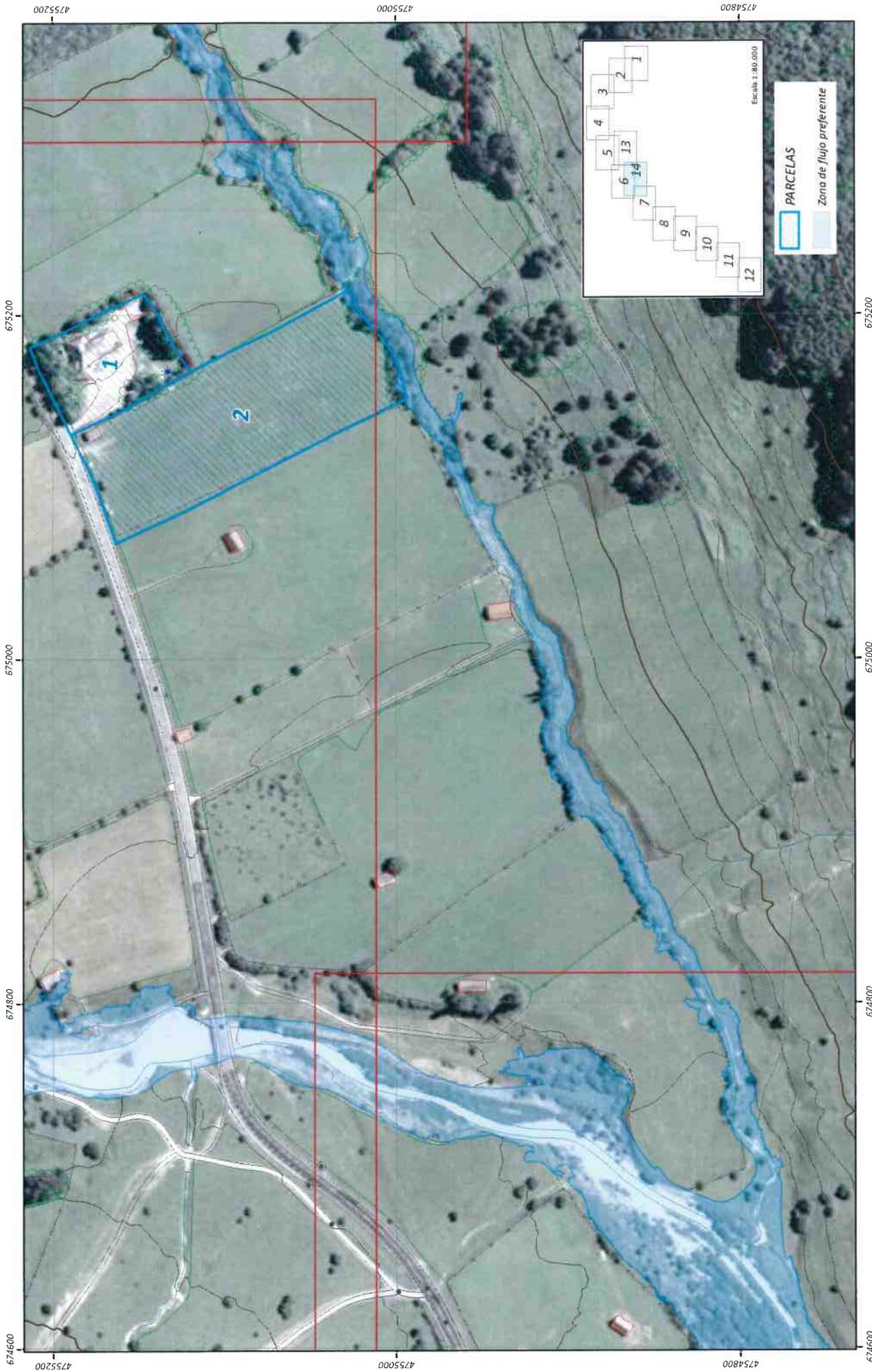
 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	 Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	PROMOTOR 201810Hd031 FECHA: Diciembre 2. 018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

Geot Navarra S.L. - Pº Inmaculada, nº 19 - 4813200 Estella-Literna (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingenieros - C/ Fontanarrea nº 25 - 31028 Penapoboa monkaval@monkaval.com
 Proyección UTM, Huso 30 Norte Datum ETRF89 - Eje horizontal: curvas de nivel 5 m. / Altura ortométrica / Fuente: IGN - Gobierno Navarra - SIG - gvSIG 2.0 & QGIS GNU GPL



 GeoNavarra soluciones ingeniería	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CÓDIGO 201810HD031 FECHA Diciembre 2.018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ

GeoNavarra S.L. - PR Inundabilidad nº 19 3º 31200 Estello-Lizarra (Navarra) geonavarra@geonavarra.es / MONKAVAL Soluciones Ingeniería - C/ Inundables nº 35 - 31008 Pamplona monkaaval@monkaaval.com
 Proyección: U.T.M. Huco 30 Norte Europa ETRS89 Equidistante curvas de nivel 5 m. / Altitud ortométrica / Fuente: UDAR - IGN - Gobierno Navarra SIG - gdSIG 2.0 & QGIS GNU GPL



 GeoNavarra soluciones ingenierías	PROYECTO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD PARA ZONAS DE ACAMPADA EN EL ENTORNO DEL RÍO BELAGUA	PROMOTOR  Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local	CODIGO 201.810Hd031 FECHA Diciembre 2, 018	PLANO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA A3 - 1/2.000 A4 - 1/2.828 SECCIÓN nº Hidráulica 4 PLANO nº 14	AUTORES CELSO GIL VÍCTOR LÓPEZ