

Gorospeko luizia eta eragindako ondorioak

Deslizamiento de Gorospe y sus impactos

Diciembre 2020ko Abendua

**UPV/EHUko Hidro-Ingurumeneko Prozesuak Ikerketa Talde Kontsolidatuko
(IT1029/16, Eusko Jaurlaritza) kideek aurkeztutako lana
(Egileak: Ane Zabaleta, Eñaut Izagirre eta Iñaki Antiguiedad)**

Trabajo presentado por los miembros del Grupo de Investigación Consolidado Procesos Hidro-
Ambientales de la UPV/EHU (IT1029/16, Gobierno Vasco)
(Autores: Ane Zabaleta, Eñaut Izagirre eta Iñaki Antiguiedad)

Gipuzkoako
Foru Aldundia
Ingurumena eta Obra
Hidraulikoetako Departamentua



ETORKIZUNA ORAIN
Es futuro



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Índice

1.	Introducción	5
1.1.	Primera valoración de la problemática	5
1.2.	Propuesta de trabajo para 2020	6
1.3.	Objetivos	8
2.	Localización y caracterización del entorno	9
2.1.	Aproximación mediante la teledetección de imágenes satelitales	10
2.2.	Aspectos geológicos-geomorfológicos	11
2.3.	Precipitaciones pluviales	14
2.4.	Usos del suelo	15
3.	Metodología	17
3.1.	Elaboración e interpretación de modelos fotogramétricos	17
3.2.	Seguimiento de la turbidez en aguas superficiales	18
3.2.1.	Estación de aforos de Gorospe	19
3.2.2.	Red de muestreo manual	23
4.	Resultados	26
4.1.	Modelos fotogramétricos, comparativas e impactos	26
4.1.1.	Salidas de campo de junio, julio y diciembre 2020	26
4.1.2.	Comparativas entre los diferentes modelos y cambios de volumen	28
4.1.3.	Impactos originados por el deslizamiento	30
4.2.	Afección en la dinámica de sedimentos en los sistemas acuáticos	32
4.2.1.	Seguimiento continuo de caudal y turbidez en la estación de aforos	32
4.2.2.	Muestreo manual	36
5.	Conclusiones y propuestas de seguimiento	40
	Referencias	43
	ANEXOS	45
	ANEXO 1. Aforos directos realizados con molinete en la estación de aforos de Gorospe	
	ANEXO 2. Impactos originados por el deslizamiento de Zegama en infraestructuras locales (Julio 2020)	
	ANEXO 3. Estadísticos diarios correspondientes a las series de caudal y turbidez de la estación de aforos de Gorospe	

1. Introducción

Durante la primera quincena de abril de 2020 ocurre un importante movimiento de tierra en la ladera norte de la Sierra de Aitzgorri, en el término municipal de Zegama (Gipuzkoa). Este movimiento se constata por parte de un maquinista de la cercana línea ferroviaria de RENFE en su trayecto por Zegama. Además, desde la Dirección de Medio Natural de la Diputación Foral de Gipuzkoa se alerta de un aumento de la turbidez en las aguas del río Oria en su cabecera, a su paso por el pueblo de Zegama.

En este documento se presenta una primera valoración de lo ocurrido, junto con la metodología utilizada para el seguimiento, tanto del propio deslizamiento como de sus impactos en la dinámica de sedimentos en los cauces de aguas superficiales, y los primeros resultados derivados de dicho seguimiento.

1.1. Primera valoración de la problemática

La primera valoración del movimiento de tierra se realiza desde la Dirección de Obras Hidráulicas de la Diputación de Gipuzkoa (DFG/GFA). En ese primer informe se indica que el día 9 de abril de 2020 se produce *un gran movimiento de terreno, en la ladera Norte de la Sierra de Aitzgorri en el término municipal de Zegama* (Figura 1). El terreno movilizado está *compuesto por bloques de calizas de varios tamaños, desde decimétricos a métricos, dentro de una matriz de arcillas y limos. Arrastró varios ejemplares de árboles de gran envergadura y todo ello provocó el desvío de una regata y el consiguiente aumento de la turbidez del agua.*

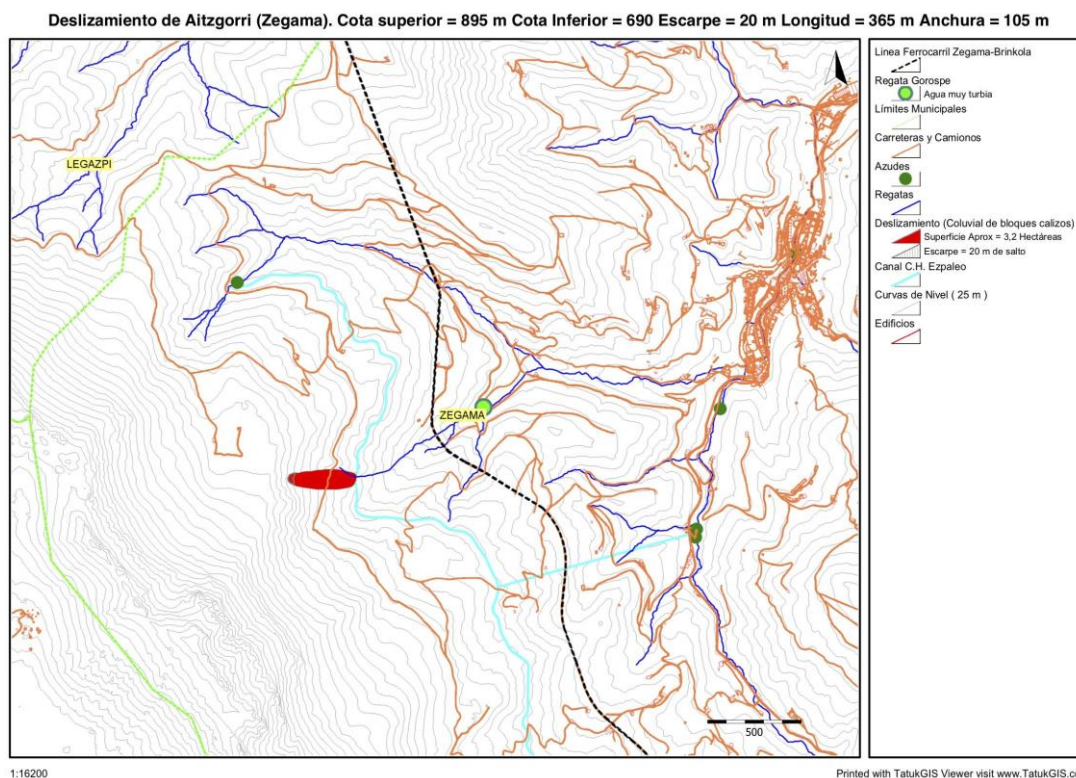


Figura 1: Localización del deslizamiento de Gorospe. Fuente: Informe interno DFG/GFA del 17 de abril de 2020.

Según dicho informe, *la Dirección de Obras Hidráulicas tuvo conocimiento del deslizamiento el martes día 14 de abril a través del Jefe de Servicio de Fauna Salvaje de la Diputación, quien pide que se realice una visita para caracterizarlo y evaluar su alcance. La visita se realizó el miércoles día 15 de abril en la que se recorre y observa la zona afectada, tomando referencia geográfica del contorno del área movilizada. Así, se define el movimiento de tierras como una rotura de ladera tipo “Corriente de derrubios” o “Debris Flow” que ha afectado a un volumen muy considerable de material, de dimensiones desconocidas en las últimas décadas en Gipuzkoa. Los parámetros físicos más significativos del mismo son: la cicatriz tiene unos 50 m de ancho, el salto del escarpe es de unos 20 m, con una longitud superior a 365 m, una anchura en la zona central de unos 100 metros, siendo su superficie aproximadamente de 3 hectáreas. El desnivel es de 205 m, el escarpe está a cota 895 m y el final del deslizamiento a cota 690 m. Los materiales afectados por el deslizamiento pertenecen a un gran coluvión de montaña constituido por bloques calizos de tamaño medio y grande dentro de una matriz limo-arcillosa.*

En la visita realizada *no se constató ninguna entrada de agua en cabecera del deslizamiento, se pudo apreciar que los materiales movilizados presentaban un grado de humedad más bien bajo, aunque no se descartó la existencia de entradas de agua subterránea procedente de las calizas próximas.*

En el informe realizado por la Dirección de Obras Hidráulicas de la DFG/GFA no se ha constatado ninguna causa antrópica (talas de árboles) o meteorológica (precipitaciones intensas) a la que imputar la causa o el carácter de detonante del movimiento de tierras producido. Por lo tanto, se concluye que es de origen natural, unido a la fuerte pendiente de la ladera. *Analizando la estructura geológica de la zona se puede constatar que existe una alineación NO-SE de los contactos entre diferentes formaciones litológicas, y fallas de gran continuidad con esa misma orientación. La estratificación buza fuertemente hacia el interior de la ladera (55º-65º), y se pueden dar las condiciones necesarias para producirse fenómenos de vuelco de estratos, o “toppling”. De hecho, el origen del desarrollo de los coluviones se puede atribuir a mecanismos de vuelco de estratos y su posterior deslizamiento ladera abajo.*

Los daños directos constatados en el informe fueron *de índole medioambiental (turbidez en el río que puede dañar a la fauna piscícola y daños en los árboles)*, y se relacionan, sobre todo con la regata Gorospe y el efecto que tienen sus aguas en el alto Oria. Sin embargo, se indica la necesidad de *vigilar la reactivación del deslizamiento mediante imágenes aéreas, así como, el seguimiento del efecto de la turbidez en las regatas afectadas.* Para ello, se realiza una petición de propuesta de seguimiento al Grupo de Investigación en Procesos Hidro-Ambientales de la UPV/EHU (Grupo Consolidado IT1029-16, reconocido por el Gobierno Vasco).

1.2. Propuesta de trabajo para 2020

Una vez realizada una primera inspección de campo con personal técnico de la Dirección de Obras Hidráulicas de la DFG/GFA el día 21 de mayo de 2020, el Grupo de Investigación en Procesos Hidro-Ambientales de la UPV/EHU realiza una propuesta de seguimiento del deslizamiento, a finales de mayo, a través de la OTRI de la UPV/EHU. La temática del seguimiento se centraba en el estudio de la afección que el deslizamiento ocurrido a primeros de abril de 2020 en la ladera norte de la Sierra de Aizkorri(Zegama) estaba teniendo sobre la dinámica de

sedimentos en las aguas superficiales (en relación con el aumento de turbidez y la consiguiente sedimentación ya observados) de las regatas próximas y su repercusión en las aguas de la cuenca alta del río Oria.

El objetivo de la propuesta realizada por el Grupo de Investigación era doble. Por un lado, se trataba de situar y diseñar la estación de control que necesariamente debía ser construida en la regata Gorospe (primer punto de afección del deslizamiento en la red de drenaje) para el seguimiento temporal de la afección (su evolución en relación al régimen de precipitaciones). Esta estación debía incluir, además del control foronómico en continuo, el de la propia turbidez, teniendo para ello que ver la posibilidad de instalar un turbidímetro en continuo alimentado por batería. De hecho, según los datos recogidos por el personal técnico de la DFG/GFA, las fuertes lluvias registradas entre el 8 y el 12 de mayo supusieron un importante aumento de la concentración de sólidos en suspensión (se midieron 19700 mg/l en la regata Gorospe, con una turbidez de >4000 NTU), si bien el caudal se mantuvo prácticamente inalterado; de ahí la necesidad de no limitar el control en continuo sólo a la lámina de agua. El seguimiento temporal de la turbidez era de gran importancia para determinar una de las cuestiones claves a responder en el estudio: si se trataba de una afección pasajera a la calidad de las aguas, o bien si estábamos ante una situación que iba a perdurar largo tiempo, en cuyo caso obligaría a pensar en posibles medidas correctoras en el entorno del deslizamiento.

Un segundo objetivo, en relación con esto último (posibles medidas a tomar), era la necesidad de caracterizar espacialmente el deslizamiento, cosa nada fácil vista la difícil accesibilidad del terreno afectado. Por eso, se planteaba la realización de un vuelo con vehículos aéreos no tripulados (drones), al menos al principio del estudio, para ver el ámbito del desplazamiento, la posible causa del mismo, la modificación de algunas de las regatas; se podría también llevar a cabo otro vuelo en la parte final del estudio para ver si se habían producido cambios.

Para poder llevar a cabo estos objetivos se proponía establecer una red de puntos de observación de la calidad de las aguas en la red de drenaje, a partir de la regata Gorospe, en la que medir parámetros físico-químicos como la turbidez y tomar muestras para la medición en laboratorio de la concentración de sólidos en suspensión (CSS), siguiendo la metodología que el Grupo de Investigación de la UPV/EHU usa habitualmente en los estudios de transporte de sedimentos (entre ellos los que ha venido desarrollando para la propia DFG/GFA desde 2003).

En lo que se refiere al uso de drones, se proponía utilizar un vuelo para actualizar las ortofotografías de la zona donde había ocurrido el deslizamiento y producir un modelo tridimensional de superficie (3D) del sector. Así, se pretendía analizar los cambios acaecidos en el terreno comparando con una imagen LIDAR que estuviese accesible anteriormente, junto con cuantificar los cambios de volumen tras el deslizamiento. La metodología propuesta permitiría generar un modelo digital de superficie (MDS) de alta resolución espacial (centimétrico) que mostrase las características topográficas del deslizamiento, además de actualizar la ortofotografía disponible para visualizar el deslizamiento, también con alta resolución espacial (centimétrico).

El estudio propuesto desde la UPV/EHU se planteaba con una duración hasta finales del 2020 (7 meses), momento en el que se proponía entregar el informe final del mismo. La propuesta presentada a la DFG/GFA fue aceptada a primeros de junio 2020 (Expediente DFG/GFA: 2020/35-RR-ZT; Código OTRI: 2020.0211). El presente informe viene a cumplir con el compromiso adquirido por el Grupo de la UPV/EHU para el año 2020.

1.3. Objetivos

El trabajo realizado persigue dos objetivos principales. Por un lado, la caracterización espacial del deslizamiento y el seguimiento de sus posibles movimientos. Por otro, realizar el seguimiento temporal de la afección del mismo en la dinámica de sedimentos en la regata de Gorospe y, a través de ella, en las aguas de la cuenca alta del río Oria.

Para ello se plantean los siguientes objetivos parciales:

- Caracterización del deslizamiento:
 - Construcción de un modelo 3D y ortomosaico de alta resolución mediante vuelos dron realizados en verano y otoño 2020.
 - Valoración del alcance y volumen del deslizamiento mediante la comparación del modelo de verano con LIDAR anterior.
 - Valoración de la progresión del deslizamiento mediante la comparación del modelo de verano y el de otoño.

- Seguimiento de la afección en la dinámica de sedimentos en los cursos de agua superficiales:
 - Seguimiento en continuo del caudal y la turbidez en la regata de Gorospe mediante la construcción de una estación de aforos equipada para tal fin.
 - Cálculo de la concentración de sedimentos en suspensión en continuo en las aguas de la regata de Gorospe, mediante un programa de toma de muestras en la estación.
 - Valoración del impacto de la turbidez procedente de la regata de Gorospe en la cuenca alta del río Oria.

2. Localización y caracterización del entorno

El movimiento de tierras estudiado en este informe (de aquí en adelante denominado deslizamiento de Gorospe) se encuentra situado en el flanco norte de la Sierra de Aizkorri, en el término municipal de Zegama, más concretamente en la cabecera de la regata Gorospe y bajo la campa de Itzubia (Figura 2).

Se sitúa en las coordenadas 42°57'59''N y 2°19'16''W, ocupando una superficie de 5.54 ha y una longitud de 846 m en la línea de la lengua principal. Tiene una anchura máxima de 155 m, y en su parte más ancha es donde se sitúa el escalón (o punta de la superficie de ruptura), lugar donde el deslizamiento se desvía en forma de lóbulo lateral unos 245 m hacia el este-sureste (Figura 3).

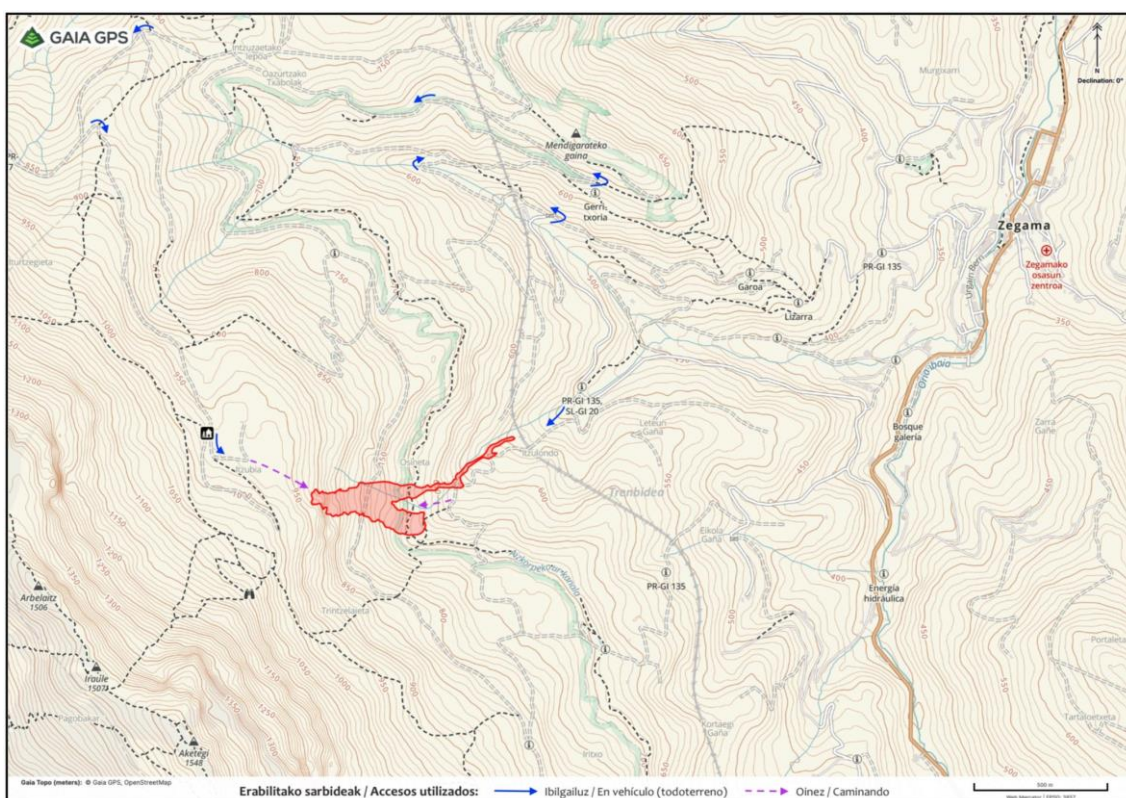


Figura 2: Mapa de ubicación del deslizamiento de Gorospe (señalado en rojo con la superficie actualizada) y los accesos utilizados para llegar al mismo (Gaia GPS).

La corona del deslizamiento se encuentra en la cota de 920 m, y la lengua principal desciende hacia el noreste hasta los 540 m, dando un desnivel total de 380 m. El lóbulo lateral, en cambio, llega hasta la cota de 650 m.

Para acceder al área de estudio desde Zegama, se utiliza la carretera asfaltada a la estación de tren, y tras poco más de 1.5 km donde la carretera traza una curva pronunciada, se encuentra la entrada a la pista que pasa por debajo de las vías del tren y da acceso a la parte inferior del deslizamiento. Para acceder a la parte alta del mismo, se llega hasta la estación para luego tomar una pista que asciende hacia el noroeste hasta Intzuaetako lepoa, para así seguir subiendo y tornando hacia el suroeste para llegar hasta la campa de Itzubia. Desde este punto y tras recorrer la campa, el acceso se realiza descendiendo por la brusca pendiente que da acceso a la corona, los escarpes y el escalón (Figura 3).

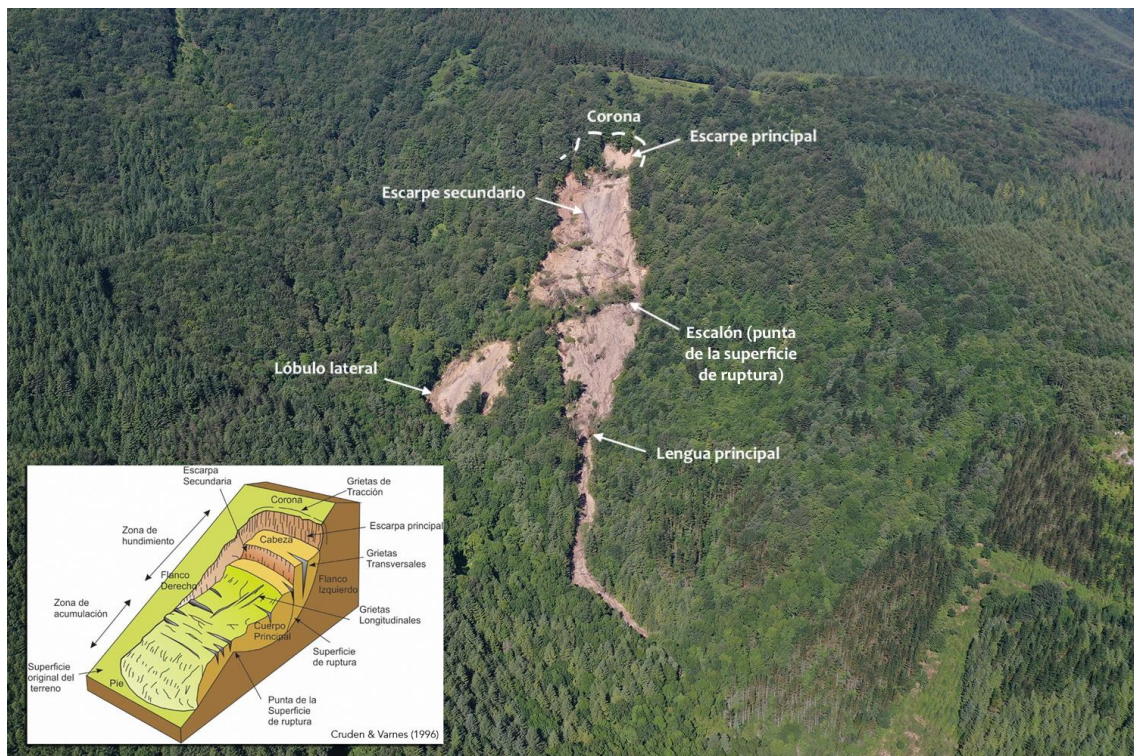


Figura 3: Fotografía aérea obtenida con el dron el 23 de junio de 2020 donde se señalan las partes descritas del deslizamiento. La imagen insertada muestra un esquema general de un deslizamiento y sus partes principales (Cruden y Varnes, 1996).

2.1. Aproximación mediante la teledetección de imágenes satelitales

Durante las semanas posteriores al deslizamiento, y como primer paso en situación de desescalada, recurrimos a la teledetección mediante el uso de imágenes satelitales PlanetScope. Estas imágenes ópticas cuentan con una relativa alta resolución (3 metros de resolución espacial) y una periodicidad de obtención de imágenes entre 4 a 6 días (Planet Team, 2017).

Mediante el análisis temporal de las imágenes desde el 11 de marzo hasta el 19 de mayo, observamos la aparición del deslizamiento en la imagen obtenida el 3 de mayo¹, con la cual pudimos caracterizar de forma aproximada la localización y superficie del deslizamiento, apoyados en el modelo digital de terreno (MDT) adquirido a partir del LIDAR (2017) del Gobierno Vasco (Figura 4). Fue un paso fundamental para poder generar los planes de vuelo para el dron y realizar el levantamiento fotogramétrico del deslizamiento.

¹ Fue la siguiente imagen sin cubierta de nubes tras la obtenida el 8 de abril, pudiendo apreciar el deslizamiento de forma clara.



Figura 4: Imagen satelital del 3 de mayo de 2020 con la cual se obtuvo la extensión aproximada del deslizamiento (izquierda); para después sobreponer el lugar del deslizamiento con el MDT del LIDAR (2017) y la ortofoto de 2019, la más reciente disponible en Geoeuskadi.

2.2. Aspectos geológicos-geomorfológicos

Según el mapa geológico del Ente Vasco de la Energía-EVE (1:25000; hoja 113-II Zegama) el deslizamiento de Gorospe se sitúa sobre materiales diversos del Cretácico Inferior (Barremiense y Albiense) y Superior (Cenomaniense Inferior). En la parte alta del mismo (Figura 5) destacan las lutitas negras y areniscas del Barremiense (066) pertenecientes a la Unidad de Yurre-Gorbea, las cuales se ponen en contacto mediante una falla inversa con las margas del Cenomaniense Inferior (233) de la Unidad de Oiz que afloran hacia el noreste. Esta falla podría haber facilitado el desarrollo del deslizamiento, aunque no está claro.

Siguiendo hacia la parte baja del deslizamiento, hacia el noreste, se encuentra la alternancia entre las lutitas calcáreas negras con pasadas de areniscas (186) y la alternancia de areniscas silíceas y lutitas (196) del Albiense Superior. Sobre estos materiales se han depositados coluviales con bloques calizos deslizados durante el Cuaternario (521). En principio, en el mapa geológico estos depósitos de coluviales aparecen ubicados hacia el oeste del deslizamiento, sin contacto con el mismo, sin embargo, dada la escala del mapa, y los materiales observados en el propio deslizamiento (Figura 6), se puede pensar que dicha cartografía no es del todo adecuada, y que la mancha de coluviales debería estar representada, al menos, en la parte alta del deslizamiento.

Además, en el mapa geomorfológico 1:25000 (Geoeuskadi) se representa toda la zona afectada por el deslizamiento como una zona de coluvial de bloques (Figura 7), lo cual concuerda algo mejor con los materiales observados en las visitas a la zona. Sin embargo, tampoco el mapa geomorfológico tiene el detalle que requeriría la escala del deslizamiento observado.

Según la cartografía consultada (Geoeuskadi) no existen en el entorno del deslizamiento puntos de agua inventariados, lo cual, teniendo en cuenta las dificultades del terreno para un análisis exhaustivo del mismo, no significa que no existan o que el agua, de alguna manera, no haya estado implicada en el desarrollo del deslizamiento. Se trata, en cualquier caso, de una zona con grandes pendientes, por encima del 50%, e incluso del 100% (Figura 8), propensa por tanto a dinámicas gravitacionales.

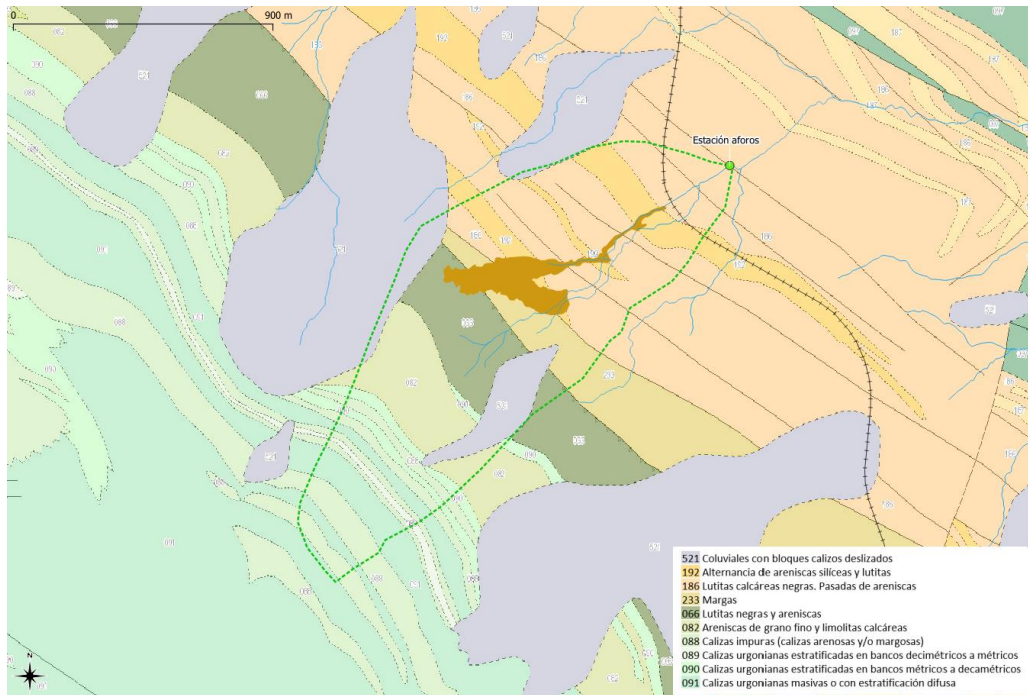


Figura 5: Mapa geológico del entorno del deslizamiento (EVE, hoja 113-II ZEGAMA). Se han señalado el propio deslizamiento de Gorospe mediante una mancha marrón, la ubicación de la nueva estación de aforos de Gorospe, la cuenca drenante hasta la misma mediante una línea verde discontinua y el trazado de la vía del ferrocarril Madrid-Irun.



Figura 6: Fotografías del deslizamiento donde se muestra el tipo de materiales que lo forman. A) y B) son de la parte alta del deslizamiento, C) de la parte baja y D) de la parte media.

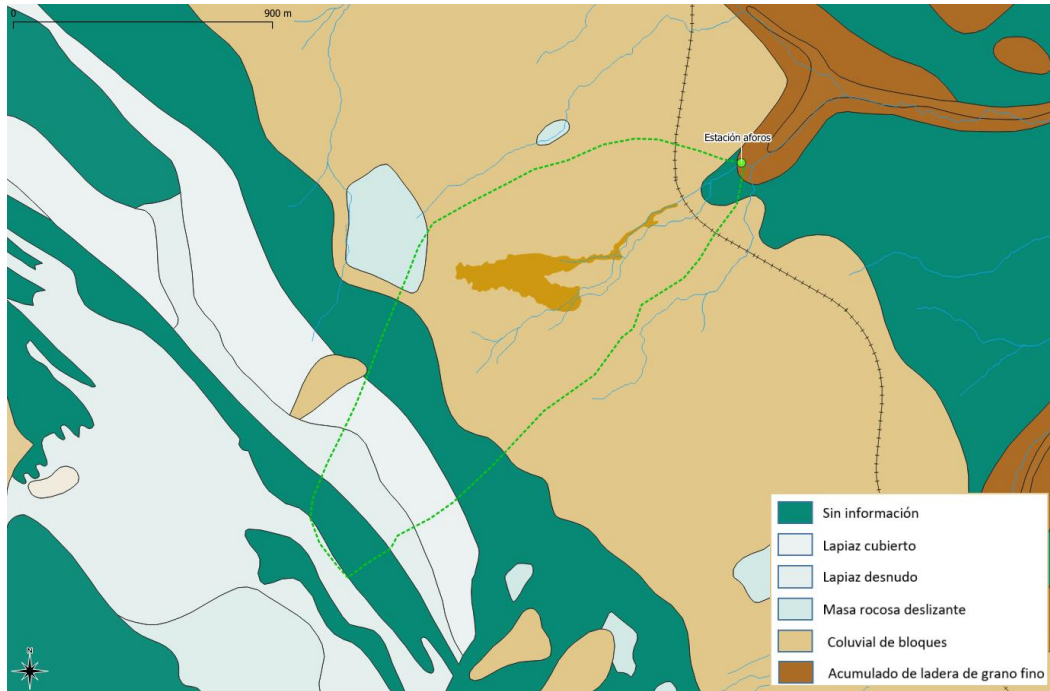


Figura 7: Mapa geomorfológico (Goeuskadi) del entorno del deslizamiento. Se han señalado el propio deslizamiento de Gorospe mediante una mancha marrón, la ubicación de la nueva estación de aforos de Gorospe, la cuenca drenante hasta la misma mediante una línea verde discontinua y el trazado de la vía del ferrocarril Madrid-Irun.

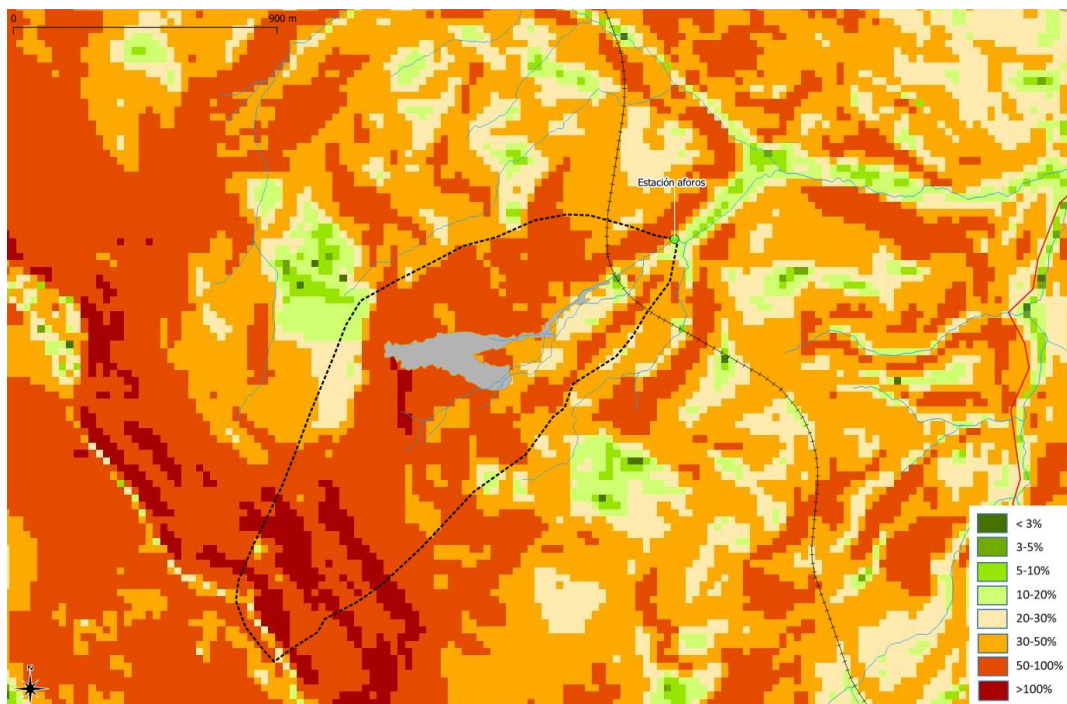


Figura 8: Mapa de pendientes (Goeuskadi) del entorno del deslizamiento. Se han señalado el propio deslizamiento de Gorospe mediante una mancha gris, la ubicación de la nueva estación de aforos de Gorospe, la cuenca drenante hasta la misma mediante una línea negra discontinua y el trazado de la vía del ferrocarril Madrid-Irun.

2.3. Precipitaciones pluviales

Según los datos de precipitaciones, en base a la información de las estaciones meteorológicas proporcionada por la DFG/GFA (Figura 9), en la vertiente atlántica de la Sierra de Aizkorri se tienen precipitaciones con un promedio anual entre 1400-1500 mm. Hay que considerar que las mayores precipitaciones se registran entre los meses de octubre a enero, si bien, aumentan también durante el mes de abril.

En la figura 10 se han incluido los datos meteorológicos diarios de la estación de Zegama (C028) desde comienzos del año 2020 hasta el 9 de abril. Más allá de una primera quincena de marzo lluviosa, en los datos no se observan eventos lluviosos intensos, ni temperaturas mínimas extremas (puntualmente próximas a 0°C al final de marzo) durante los días previos a que ocurriese el deslizamiento, y que, por tanto, pudiesen justificar el desarrollo del mismo.

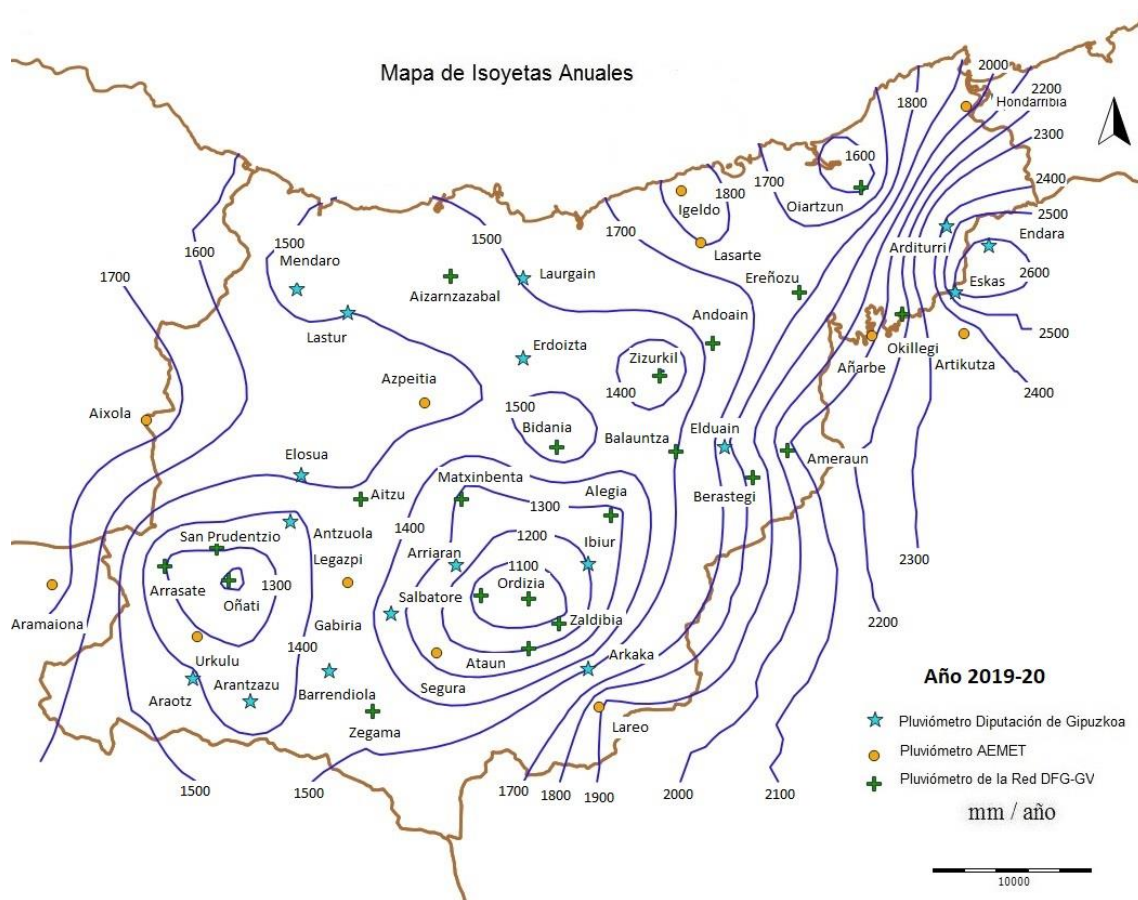


Figura 9: Mapa de isoyetas anuales de la provincia de Gipuzkoa (DFG/GFA, <https://www.gipuzkoa.eus/es/web/obrahidraulikoak/mapas/mapas-anuales/mapa-de-puviometria>).

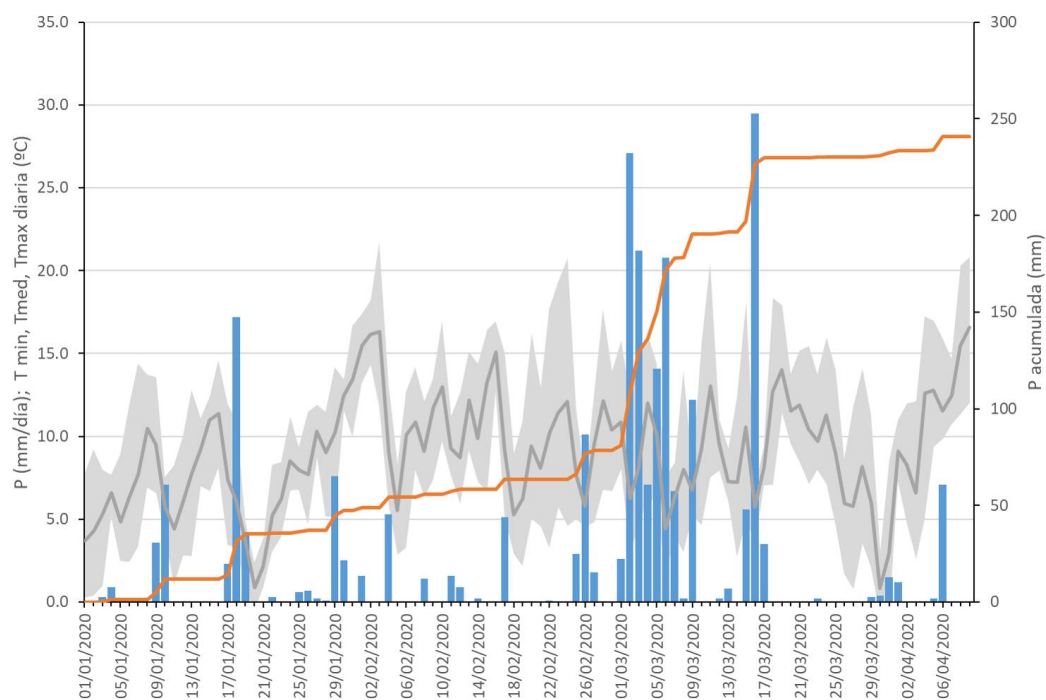


Figura 10: Precipitación diaria (columna azul) y acumulada (línea marrón) y temperatura media, mínima y máxima diarias (grises) en la estación meteorológica de Zegama (CO28) perteneciente a la red de estaciones meteorológicas de Euskalmet.

2.4. Usos del suelo

En la zona del deslizamiento las laderas están conformadas por depósitos y suelos coluviales que cubren el substrato rocoso sedimentario, escarpado a abrupto. El terreno donde ha ocurrido el deslizamiento estaba cubierto por vegetación o bosque natural, principalmente hayas (*Fagus sylvatica*), las cuales han sido extirpadas y derruidas deslizamiento abajo (Figura 11).

Asimismo, por debajo del escalón también se extiende un mosaico de bosque atlántico intersectado por plantaciones forestales, específicamente de coníferas como son los pinos insigne (*Pinus radiata*) y laricio (*Pinus nigra*), además del alerce (*Larix spp.*). Es en este sector inferior donde los árboles situados en el trayecto del deslizamiento han sido arrancados y transportados pendiente abajo.

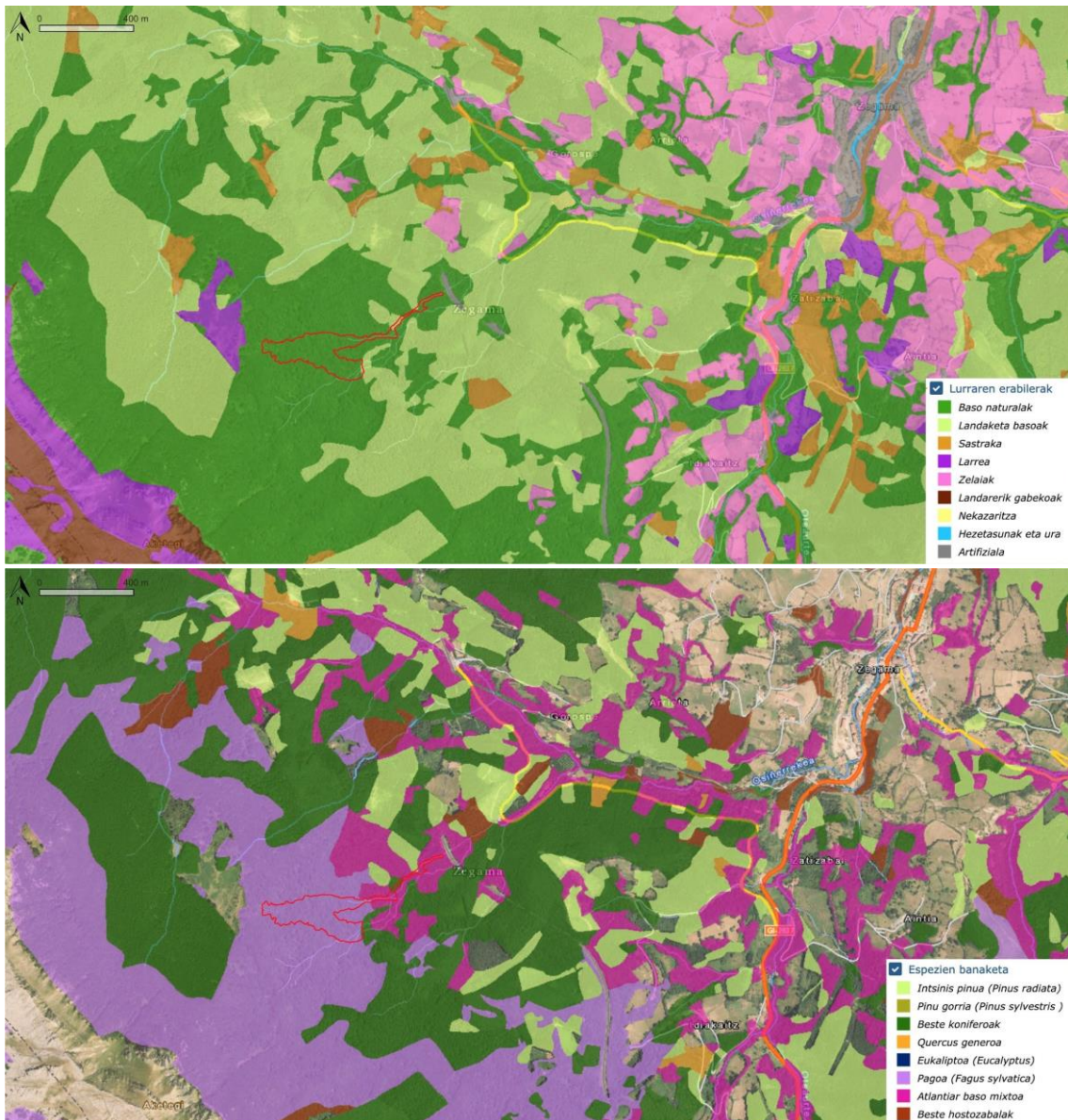


Figura 11: Mapa de usos del suelo (arriba) y distribución de especies (abajo) de 2019 en la zona del deslizamiento de Gorospe (Goeuskadi).

3. Metodología

3.1. Elaboración e interpretación de modelos fotogramétricos

La fotogrametría es la ciencia de realizar mediciones mediante fotografías aéreas. Los resultados y productos más comunes son ortofotografías que representan la realidad, además de elaborar diferentes productos:

- Modelo Digital de Elevación (DEM en inglés), es un modelo de elevación de “tierra desnuda” referida a un dato vertical. Los edificios construidos (líneas eléctricas, edificios y torres) y naturales (árboles y otros tipos de vegetación) no están incluidos en un DEM.
- Modelos Digitales de Terreno (MDT), se derivan a partir de DEMs (realizados mediante vuelos LIDAR, por ejemplo) y son una representación tridimensional de una superficie de terreno incrementado con elementos tales como líneas de ruptura y observaciones que puedan ser de interés para su estudio. Este es el caso del LIDAR 2017 del Gobierno Vasco, donde se pueden apreciar infraestructuras antrópicas (carreteras, pistas y vías del tren).
- Modelos Digitales de Superficie (MDS), representan las elevaciones sobre el nivel del mar de las superficies reflectantes de árboles, edificios y otras características elevadas sobre la “tierra desnuda”. Los modelos realizados mediante dron para este proyecto son de este tipo.

En este sentido, hemos utilizado un vehículo aéreo no tripulado (drón) para actualizar las ortofotografías de la zona donde ha ocurrido el deslizamiento y producir una colección de modelos 3D (MDS) para la zona de estudio. Utilizamos estos modelos para analizar los cambios ocurridos en el terreno del deslizamiento entre los diferentes vuelos y, también, compararlos con el modelo 3D anterior (en este caso MDT) del LIDAR 2017. Así podremos cuantificar el aproximado cambio de volumen ocurrido debido al deslizamiento.

El dron *DJI Mavic Pro 2* está equipado con una cámara digital compacta de 20 Megapíxeles, al cual le añadimos un dispositivo GPS con antena diferencial que estaba en contacto con una estación base de GPS. Esta técnica se utiliza comúnmente en trabajos topográficos, donde una estación GPS de referencia provee las correcciones en tiempo real a otro dispositivo GPS móvil, obteniendo así una exactitud centimétrica (Raquet y Lachapelle, 2001; Valente et al., 2020).

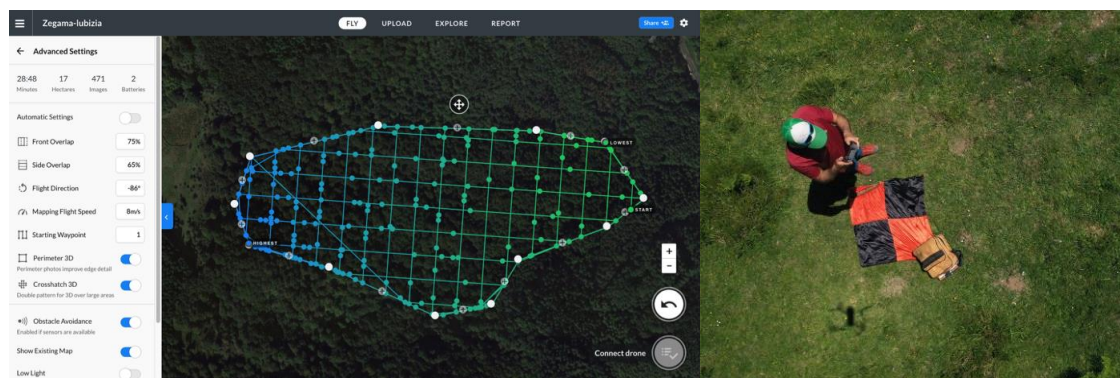


Figura 12: Plan de vuelo para los vuelos realizados en junio y diciembre (izquierda) y fotografía vertical del lugar de lanzamiento (derecha).

Tras la planificación del vuelo dirigido, utilizado en los vuelos realizados en junio y diciembre de 2020, el dron se lanzó desde la parte alta del deslizamiento (límite de la campa de Itzubia) a una elevación de 100 m sobre la cota de lanzamiento (Figura 12).

El plan de vuelo, realizado con la asistencia del LIDAR 2017 (1 m de resolución espacial), fue realizado en ambos vuelos a una velocidad constante de 8 m/s y con los mismos parámetros de superposición entre imágenes (65% lateralmente y 75% frontalmente), aunque la superposición real terminó siendo más grande ya que el terreno modelado se encuentra por debajo (y en pendiente) del lugar de lanzamiento.

Los productos fotogramétricos derivados de las imágenes y el geoposicionamiento del dron se trabajaron con el software *Agisoft Metashape Professional* (v1.6.3), y el cálculo fotogramétrico se realizó utilizando el algoritmo *Structure-from-Motion* (SfM) con el cual se obtuvo la nube de puntos final de donde se derivaron los ortomosaicos (ortofotos con 10 cm de resolución espacial) y los modelos de superficie (MDS con 20 cm de resolución espacial) de junio y diciembre (Figura 13).

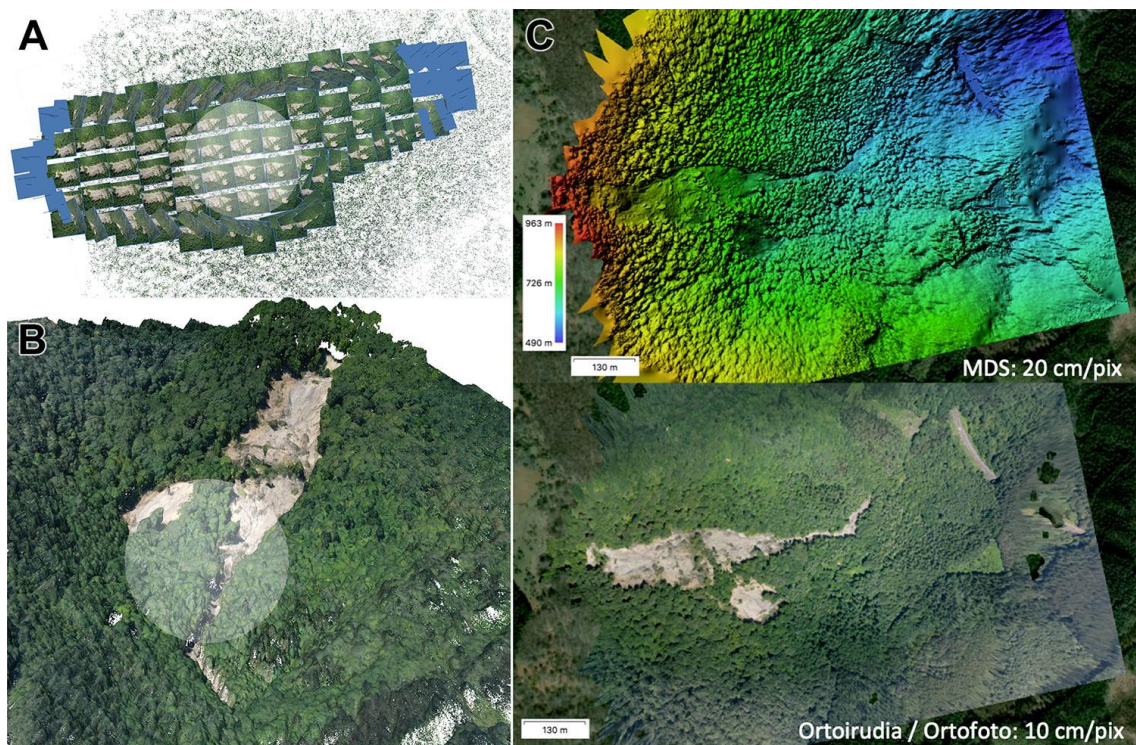


Figura 13: (A) Imágenes individuales obtenidas por el dron con su geoposicionamiento; (B) nube de puntos generada a partir de la técnica fotogramétrica SfM; (C) productos derivados de la nube de puntos con su resolución correspondiente.

3.2. Seguimiento de la turbidez en aguas superficiales

El aumento de la turbidez del agua en la cuenca más alta del Oria fue una de las primeras consecuencias del deslizamiento detectadas. De ahí la importancia de establecer una red de control de la turbidez que informe sobre la evolución de la misma en el tiempo (con datos en continuo) y en el espacio (con datos en diferentes puntos de la red de drenaje). Con el fin de abarcar estos dos objetivos, el temporal y el espacial, se ha establecido; por un lado, una estación de aforos a la salida de la regata Gorospe, donde se toman datos de caudal y turbidez

del agua en continuo, y, por otro, una red de puntos de muestreo en los cursos de agua superficiales de la cuenca alta del Oria.

3.2.1. Estación de aforos de Gorospe

Con el objetivo de realizar el seguimiento temporal de la afección del deslizamiento en la turbidez de los cursos de agua superficiales se diseñó una estación de aforos para su localización en la regata Gorospe (primer punto de afección del deslizamiento en la red de drenaje). Esta estación se ubicó cerca de la carretera que va desde Zegama hacia el apeadero del ferrocarril de ADIF que realiza el trayecto Madrid-Irun (Figura 14), de modo que fuera de fácil acceso tanto para la instalación, como para la toma de datos y muestras y para realizar el mantenimiento. Las coordenadas UTM de la ubicación son X: 556150.25; Y: 4757695.796. Se debe tener en consideración que en esta zona no se cuenta con toma de electricidad, por lo que la instalación realizada debe funcionar con baterías, que necesitan ser reemplazadas con asiduidad (actualmente, una vez por semana) para asegurar una toma de datos de caudal y turbidez exhaustiva en el tiempo (actualmente, cada diez minutos).

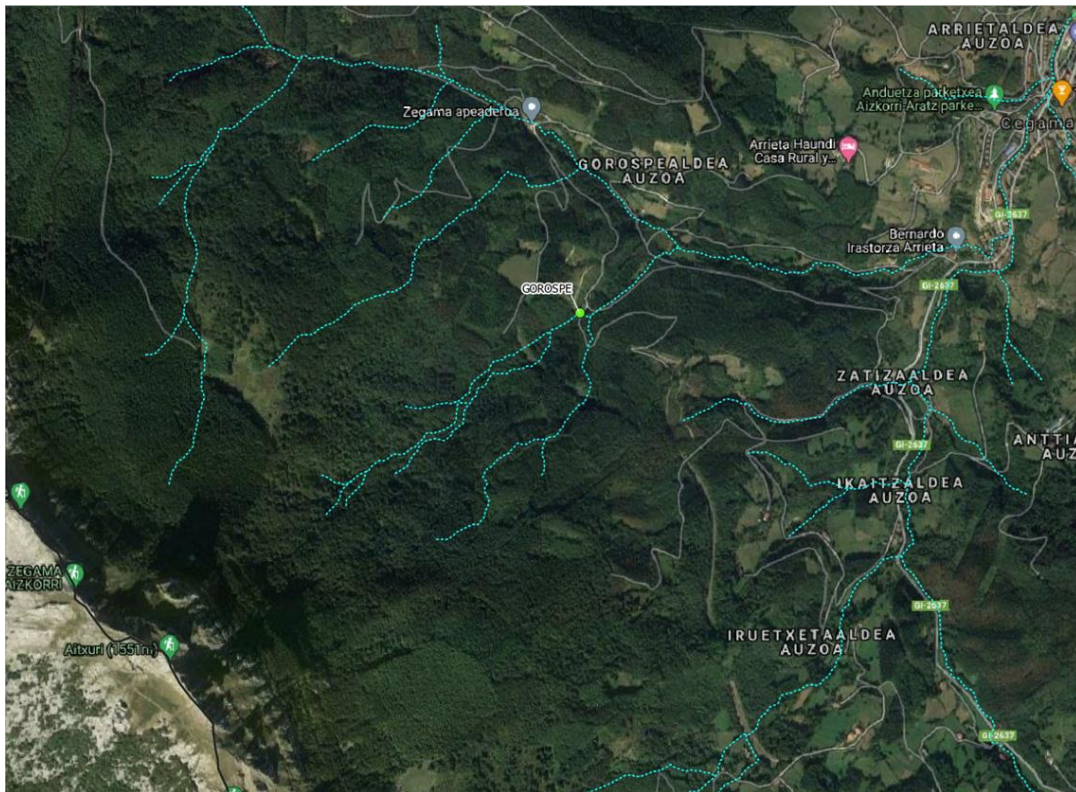


Figura 14: Localización de la estación de aforos de Gorospe sobre una imagen google satellite.

La obra e instalación del equipamiento necesario en la estación de aforos la realiza la DFG/GFA mediante la empresa Montajes e Instalaciones Gorbea S.L. Las obras de la estación, incluyendo la colocación de un vertedero triangular, una regleta para la comprobación del nivel de agua en el cauce y la instalación de una sonda de nivel para poder medir el nivel de agua en el cauce en continuo, se concluyeron el 9 de julio de 2020 (Figura 15). La sonda de nivel instalada fue la CNC4200-MT3 de Isurki, que según sus especificaciones técnicas mide en un rango de 0 a 2 metros la presión hidrostática entre la superficie del líquido y la posición de la sonda. Desde la conclusión de esta primera fase de la instalación, los aforadores de la DFG/GFA han venido realizando aforos directos en el cauce del río (Anexo 1) para la creación de una curva de gastos

real (relación entre nivel de agua y caudal) y la comprobación de la curva teórica de la estación (Figura 16).

La instalación de la sonda de turbidez llevó algo más de tiempo debido a las dificultades de encontrar una sonda con la suficiente autonomía para una toma de datos exhaustiva en el tiempo. La sonda instalada fue la OBS 501 de Campbell Scientific®, que, según sus especificaciones técnicas, permite medir una turbidez de hasta 4000 unidades en su modo BS, es decir, en su modo backscatter o retrodispersión, que proporciona medidas de alto rango en unidades FBU (Fomazine Backscatter Units) siguiendo las especificaciones del documento "U.S. Geological Survey Implements New Turbidity Data-Reporting Procedures" (USGS, s/f). La sonda de turbidez se coloca en la parte alta del vertedero triangular y se pone en funcionamiento el 2 de septiembre de 2020 (Figura 17).



Figura 15: Fotos de la estación de aforo durante la primera fase de instalación, donde se completó la obra de instalación del vertedero y se colocaron la sonda de nivel y la regleta.

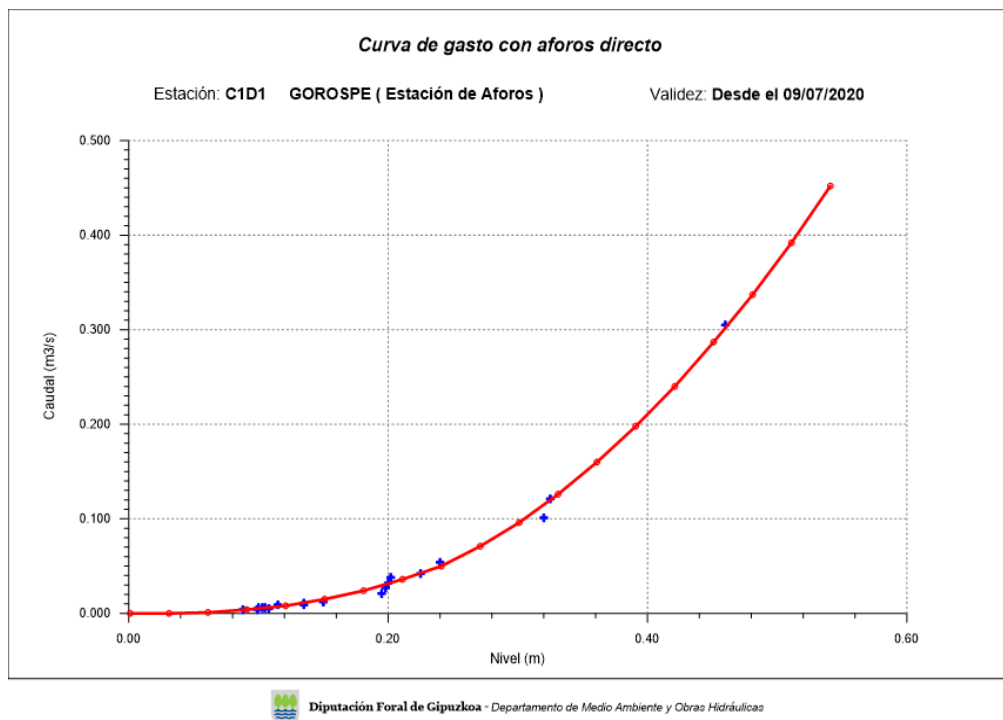


Figura 16: Curva de gastos de la estación de aforos de Gorospe construida a partir de los aforos directos con molinete (recogidos en el Anexo 1) realizados por los aforadores de la DFG/GFA.



Figura 17: Fotos de la estación de aforos una vez instalado el sensor de turbidez.

El siguiente paso en la instalación de la estación de aforos fue colocar un tomamuestras automático acoplado al turbidímetro, de manera que se tomaran muestras de agua a diferentes niveles de turbidez pre-establecidos. El 23 de septiembre se completa lo que sería la instalación de la estación de aforos de Gorospe con la puesta en marcha del tomamuestras automático (Figura 18).

Se trata de un tomamuestras SIGMA 900 de la casa Hach Lange® con bomba peristáltica que tiene una capacidad para 24 botellas. El tomamuestras se programa para que recoja una sola muestra de agua cada vez que se rebasen los umbrales de turbidez definidos en la tabla 1.



Figura 18: Fotografías del tomamuestras una vez instalado y asegurado al armario donde se encuentra el controlador de las sondas.

Tabla 1: Umbrales de turbidez (FBU) que definen la toma de muestras por parte del tomamuestras automático.

Umbrales muestras					
250	500	750	1000	1250	1500
1750	2000	2250	2500	2750	3000
3250	3500	3750	>3900 cada 90 minutos		

El objetivo de esta toma de muestras es doble. Por un lado, se pretende obtener datos de turbidez y de concentración de sólidos en suspensión medida físicamente en laboratorio en las aguas del Gorospe, tanto en el rango de medida del turbidímetro de campo (0-4000 FBU) como en los momentos en los que se rebase el límite de 4000 FBUs establecido por el turbidímetro (en los que no se dispone de dato de turbidez de campo), y, por otro, conocer la cantidad de sedimentos que se aportan desde la cuenca del Gorospe hacia el Oria y su evolución en el tiempo.

Para abordar ambos objetivos es necesaria la toma de muestras y su posterior procesamiento en el laboratorio. La metodología a aplicar en el estudio en relación a la cantidad de sedimentos exportados desde la cuenca del Gorospe se basa en la que ya se ha utilizado en los estudios de cuantificación de la tasa de sedimentos exportados en las cuencas del Territorio Histórico de Gipuzkoa desde, al menos, 2006 (DFG/GFA, 2015) y también en los trabajos realizados en la cuenca del Leizaran en el marco de los proyectos GURATRANS (UPV/EHU, 2015) y LIFE IREKIBAI (UPV/EHU, 2020). Dicha metodología está descrita en profundidad en Zabaleta (2008).

El método consiste en el control continuo mediante métodos ópticos de la turbidez, en las estaciones de aforo, combinado con la toma de muestras. Los métodos ópticos se pueden utilizar para estimar el flujo de sedimentos en suspensión (Gippel, 1989; Brasington y Richards, 2000), porque si la relación entre la lectura óptica (en este caso, turbidez) y la concentración de sedimentos en suspensión real (CSS, mg/l) se calibra de manera frecuente se pueden derivar series continuas de CSS a partir de las medidas ópticas (Lewis, 1996). En este sentido, resultan de gran ayuda los muestreadores de agua automáticos que permiten la recogida automática de muestras durante los eventos de crecida para su posterior tratamiento en el laboratorio (filtrado, secado y pesado) de modo que sea posible obtener la concentración de sedimentos en suspensión real, medida de manera física (CSS, mg/l), de una muestra recogida en el río en un momento determinado.

Las muestras recogidas por el tomamuestras de Gorospe se llevan al laboratorio del Grupo de Procesos Hidro-Ambientales en el Departamento de Geología (UPV/EHU) para medir la turbidez y la concentración de sedimentos. Además de las medidas de campo, la turbidez también se mide en las muestras en laboratorio con un turbidímetro WTW Turb 555 IR que tiene un rango de 0 – 10000 NTU. La metodología de la medida de ambos turbidímetros no es exactamente la misma por lo que las medidas no son directamente comparables. Sin embargo, se trata de establecer una relación entre ambas que posibilite la estimación de valores de turbidez de campo superiores a 4000 FBU.

Después de medir la turbidez de las muestras y con la ayuda de una bomba de vacío se filtran las muestras a través de filtros (pre-pesados) de nylon Millipore de poros de 45 µm de diámetro. Los filtros se pesan en una balanza ADAM AFP-360L, con una resolución de 1 mg, antes de ser utilizados. Una vez filtrada la muestra se deja secar el filtro con el sedimento a temperatura ambiente (Rovira y Batalla, 2006) y una vez seco se vuelve a pesar. La diferencia entre las dos pesadas corresponderá al peso de sedimento que contiene la muestra. Por otro lado, se mide el volumen de agua filtrado. De este modo, con el peso del sedimento y el volumen de la muestra, es posible calcular la concentración de sedimentos en suspensión (mg/l) de la muestra. Se mide la concentración de sedimentos en suspensión en todas las muestras recogidas.

Siguiendo esta metodología se pretende establecer para la estación de aforos de Gorospe la curva de relación entre la turbidez medida en continuo mediante método óptico en la estación de aforos y la correspondiente concentración de sedimentos en suspensión real medida en laboratorio.

Los estudios previos efectuados en Gipuzkoa evidencian que la mayor parte de la exportación de sedimentos se da durante pocos días al año. Como ejemplo, en una sola crecida en enero de 2004 se exportó desde la cuenca del Añarbe el 80 % de los sedimentos en suspensión de dos años (Zabaleta, 2008) y entre el 5 y el 6 de noviembre de 2011 se exportó casi el 90 % de los sedimentos del año 2011-2012 de la cuenca del Oria (DFG/GFA, 2012). Sin embargo, se espera que el caso de Gorospe sea un tanto singular en este aspecto, ya que, de momento, y como consecuencia del deslizamiento, existe una disponibilidad de sedimentos muy importante en la cabecera del Gorospe. Por ello, por lo menos en esta etapa inicial del estudio, es importante muestrear el mayor número de crecidas posibles, momentos en los que se moviliza una mayor parte del sedimento.

Cada semana los aforadores de la DFG/GFA realizan una visita a la estación de aforos con el fin de realizar el mantenimiento necesario, cambiar las baterías, realizar un aforo, recoger las muestras del tomamuestras automático y tomar una muestra manual de agua en ese mismo punto (la estación de Gorospe se incluye en la red de muestreo manual que se comentará en el siguiente subapartado).

3.2.2. Red de muestreo manual

Teniendo en cuenta la afección del deslizamiento en la turbidez de los cursos superficiales de aguas del alto Oria, y con el objetivo de realizar un seguimiento espacial de dicha afección, la DFG/GFA diseñó una red de puntos en los que se toma una muestra manual de agua una vez por semana (Figura 19).

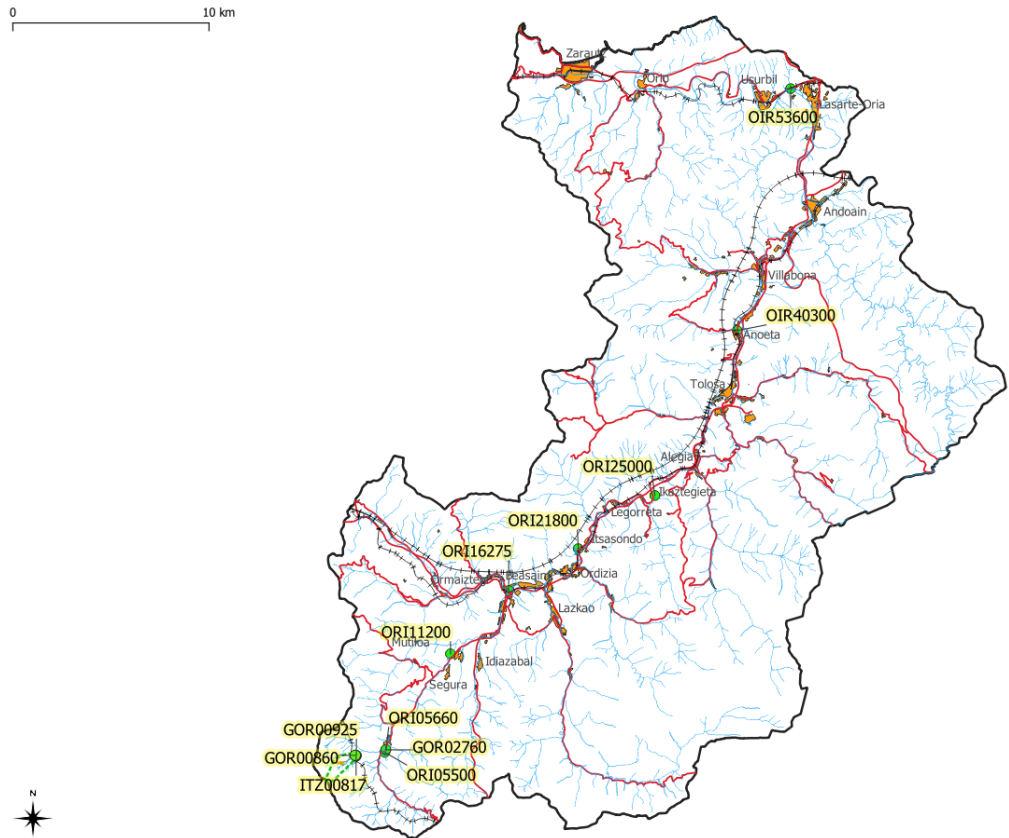


Figura 19: Red de muestreo manual en la cuenca del Oría. La mayor parte de los muestreos se realizan hasta el punto situado en Beasain (ORI16275).

La red de muestreo completa consta de 12 puntos que van desde la estación de aforos de Gorospe (GOR00860) hasta la estación de aforos de Lasarte (ORI53600). Sin embargo, la mayoría de los muestreos cubren la parte alta del Oría desde Gorospe hasta Beasain (ORI16275), ya que ésta es la zona más afectada por el aumento de turbidez.

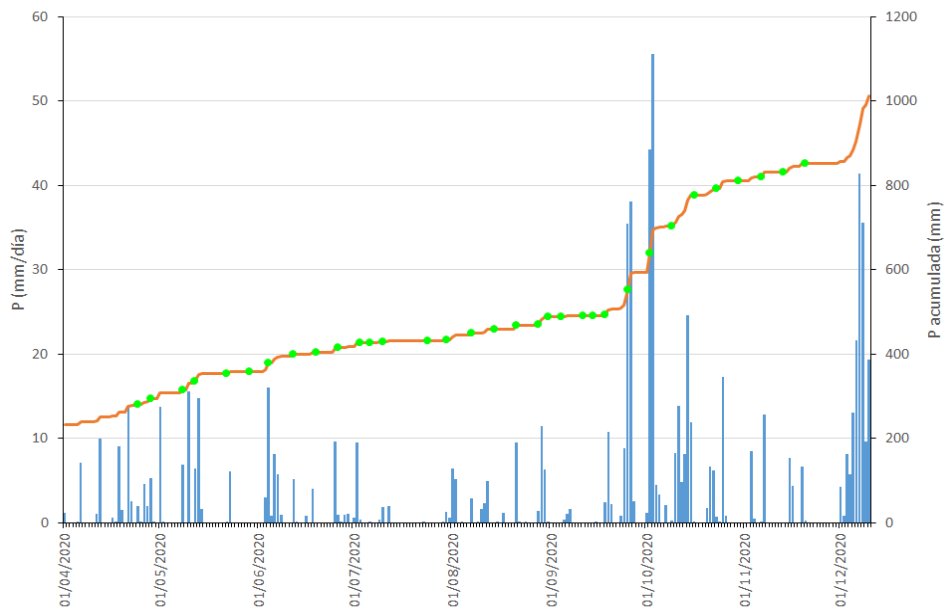


Figura 20: Momentos en los que se realizaron los muestreos manuales en el Oría (puntos verdes) representados sobre la precipitación acumulada desde el 1 de abril de 2020.

En la figura 20 se han ubicado en el tiempo los muestreos manuales, aquellos de los que se tienen datos hasta la realización de este informe, es decir entre abril y finales de noviembre de 2020. Se trata de un total de 33 muestreos, que tal y como muestra el gráfico de precipitaciones, se han realizado en situaciones meteorológicas muy diversas. Las muestras se recogen de forma manual en botes de 1 litro (Figura 21), y se envían al laboratorio agroambiental de Fraisoro, donde se mide la turbidez y la concentración de sedimentos en suspensión de las mismas.

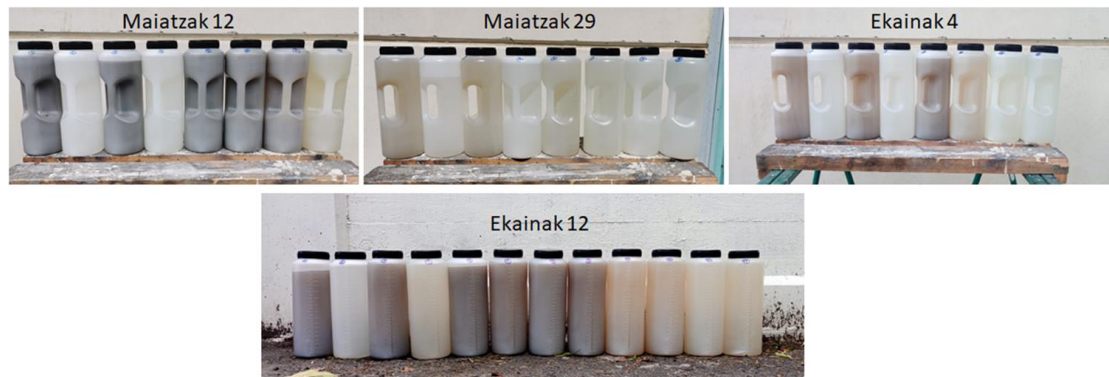


Figura 21: Fotografías realizadas a las muestras manuales tras algunos de los muestreos.

4. Resultados

4.1. Modelos fotogramétricos, comparativas e impactos

En el siguiente apartado se muestran los resultados obtenidos a partir de los modelos digitales y ortofotografías derivadas de los vuelos fotogramétricos realizados con el dron en junio y diciembre de 2020. Asimismo, se analizan las diferentes comparativas realizadas a partir del cambio topográfico entre el modelo digital existente (LIDAR 2017) y el modelo generado mediante el vuelo de diciembre de 2020, junto con comparar los dos vuelos de dron realizados (junio y diciembre de 2020) para observar si existen cambios en el terreno.

Por último, se añade el estudio de los impactos físicos originados por el deslizamiento de Gorospe, realizado a partir de las visitas al área de estudio y la comparación de la ortofoto de 2019 existente (Geoeuskadi) y el ortomosaico generado por el vuelo dron de junio de 2020.

4.1.1. Salidas de campo de junio, julio y diciembre 2020

Durante los trabajos de campo realizados en junio, julio y diciembre de 2020, se realizaron dos vuelos fotogramétricos diferentes (junio y diciembre) para después procesar las imágenes y contar con ortomosaicos y modelos digitales de superficie en dos fechas distintas (Figura 22).



Figura 22: Con el ortomosaico derivado de las imágenes fotogramétricas obtenidas por el dron en junio 2020 y el trabajo de campo se genera la superficie actualizada del deslizamiento.

Asimismo, en esas tres salidas de campo se aprovechó para capturar imágenes aéreas oblicuas (de forma manual) del deslizamiento, ya que entre los casi 6 meses de diferencia se observan una iluminación y cobertura vegetal diferentes (Figura 23). Por ejemplo, en las imágenes de

diciembre, donde las hayas no tienen hojas, se pueden visualizar otros elementos que en las imágenes de junio (con el hayedo frondoso) no se pueden observar (Figura 24).



Figura 23: Imagen aérea oblicua de junio 2020 (izquierda), e imagen aérea oblicua de diciembre 2020 (derecha). Si bien esta última tiene menos luminosidad, a través de las hayas se puede ver mejor la pista intermedia que fue barrida por el deslizamiento.



Figura 24: Imágenes aéreas oblicuas de diciembre 2020 donde se observa la pista intermedia destruida por el deslizamiento. Sin embargo, nuevos indicios antrópicos muestran que la gente ya ha comenzado a rehacer el sendero para conectar ambos tramos por encima de la superficie del deslizamiento.

En cambio, en la primera salida de campo realizada en junio de 2020, accedimos al deslizamiento desde la campa de Itzubia (parte alta) y según descendíamos por el caótico terreno de escarpes pronunciados y acumulaciones de sedimentos por encima de la zona del escalón, observamos la gran cantidad de sedimentos disponibles que aún se encontraban en la zona superior del deslizamiento (Figura 25).

Asimismo, realizamos una segunda incursión desde la parte inferior (donde se instaló la estación de aforo de la regata Gorospe) para descubrir que el deslizamiento continuaba aguas abajo en forma de lengua, con claros signos de tener un carácter de tipo *debris flow*, lo cual genera que se adentre entre el bosque atlántico mixto y las plantaciones forestales. Como la carga de material pesado es menor en esta sección, el flujo de detritos no ha derruido los árboles (como sí ocurre tras el escalón en la lengua principal y en el lóbulo lateral), para dar lugar a la acumulación de material fino en las cercanías del muro que eleva la vía del tren (Figura 26).

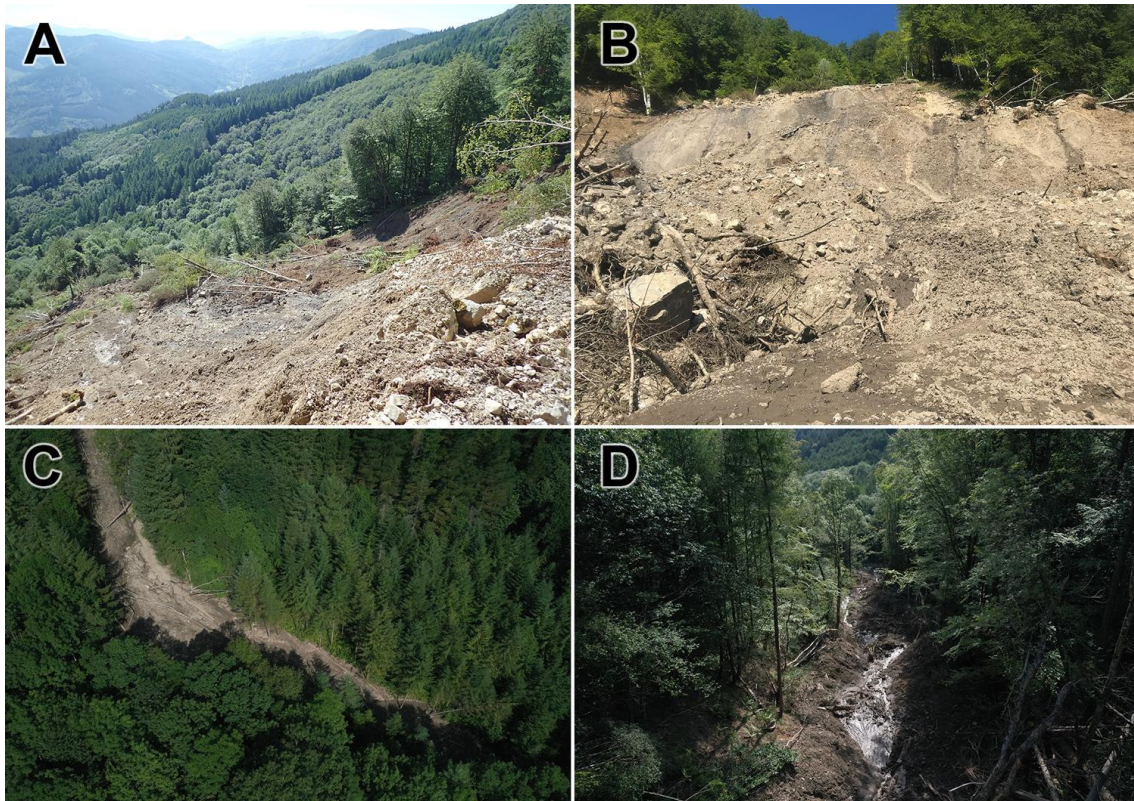


Figura 25: (A-B) Fotografías de campo donde se muestra la parte superior del deslizamiento, con marcados escarpes y zonas donde se ha acumulado sedimento. (C-D) Imágenes aéreas tomadas por el dron donde se aprecia la lengua principal y cómo ésta se va internando en la vegetación de la parte inferior.



Figura 26: Fotografías de la zona inferior del deslizamiento donde parte del deslizamiento discurre por la pista forestal que asciende (izquierda) y el material fino que ha ido depositando (derecha).

4.1.2. Comparativas entre los diferentes modelos y cambios de volumen

A partir de los vuelos de dron de junio y diciembre de 2020 se generaron sendos modelos tridimensionales (3D) que representan la superficie (MDS) de la zona de estudio tras el deslizamiento. Así, se han podido comparar los modelos entre ellos mismos para analizar si ocurrieron cambios en el propio deslizamiento entre junio y diciembre (Figura 27).

Los resultados de este análisis muestran, por lo general, la estabilidad del deslizamiento en gran parte de su superficie (el rango de error es de ± 1 m). Aun así, se aprecian ciertas zonas donde

en diciembre de 2020 el terreno del deslizamiento se ha hundido (hasta -2 m respecto a la superficie de junio de 2020) debido al movimiento de los sedimentos, sobre todo en aquellos sectores donde están los escarpes (parte alta) y en los costados de la regata Gorospe (en la lengua principal). En cambio, en otras zonas ha habido una leve acumulación (hasta +2 m respecto a la superficie de junio), localizados en la zona del escalón y el lóbulo lateral. En la zona baja de la lengua principal al contar con una densa cubierta de vegetación, el análisis realizado no es representativo.

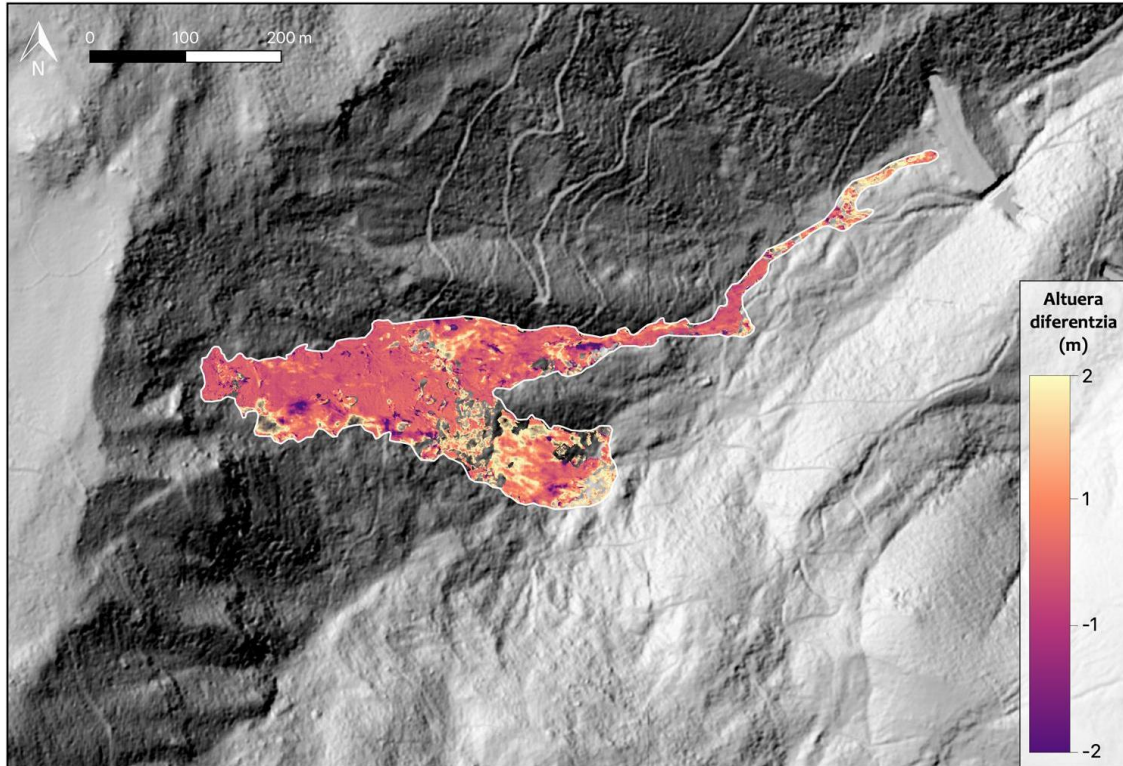


Figura 27: Diferencia de elevación en el área del deslizamiento a partir del análisis comparativo entre los modelos 3D de junio y diciembre de 2020.

En relación a esto, y contando con el modelo LIDAR del año 2017 del Gobierno Vasco (Geoeskadi), el análisis de cambio de volumen debido al deslizamiento entre la configuración topográfica inicial (LIDAR 2017) y el modelo 3D posterior al evento (diciembre 2020²) permite calcular el cambio de volumen total que ha ocurrido tras el deslizamiento en $\pm 165.900 \text{ m}^3$ (Figura 28). Se trata de un volumen muy elevado para una cuenca tan pequeña, algo superior incluso a los 135.000 m^3 en que se estimó el volumen de sedimentos acumulados tras la presa de Inturia en el río Leizaran, demolida por completo en 2016.

² Se decide utilizar el modelo 3D de diciembre (en vez del de junio de 2020), ya que la menor frondosidad del hayedo (sin hojas) permite reconstruir mejor la superficie real del terreno.

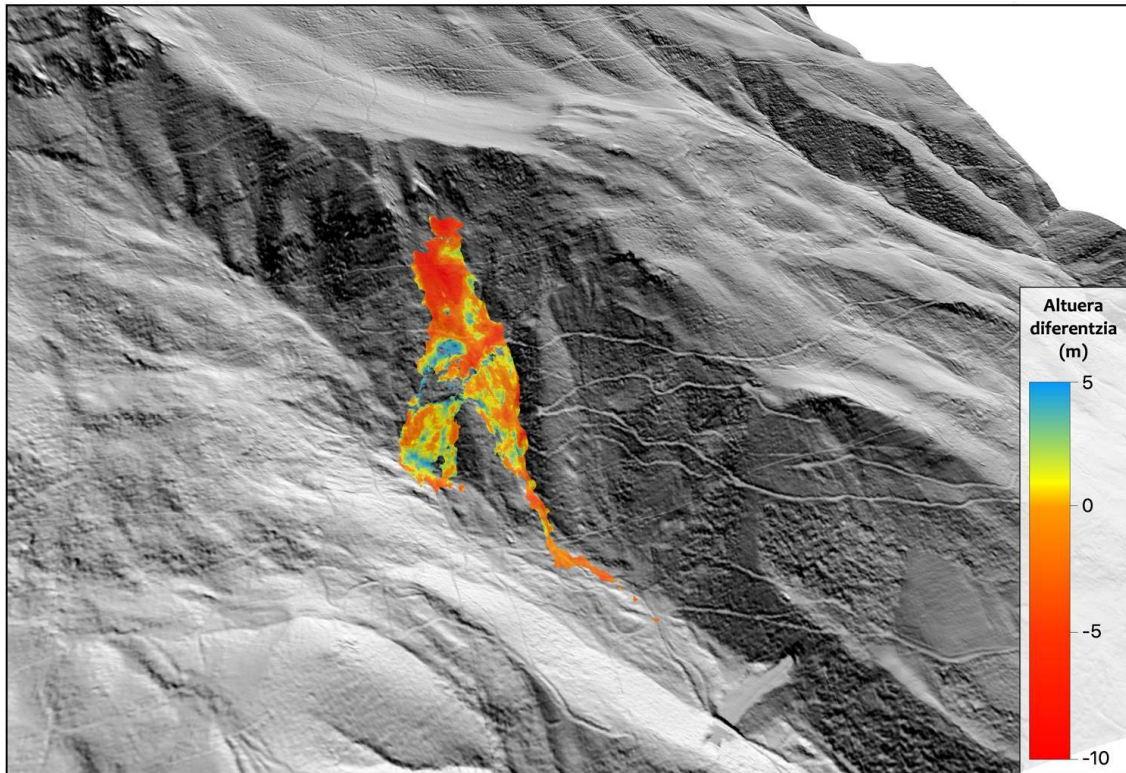


Figura 28: Diferencia de elevación en el área del deslizamiento a partir del análisis entre el LIDAR 2017 (Gobierno Vasco) y el modelo 3D de diciembre de 2020.

4.1.3. Impactos originados por el deslizamiento

En el modelo digital de superficie (MDS) derivado del vuelo de dron tras el deslizamiento (junio 2020), se constató que la pendiente resultante tras el evento no es homogénea, ya que existen, como se ha mencionado anteriormente, varios sectores con brusca pendiente (escarpes en la zona alta y la lengua principal y el lóbulo lateral en la zona inferior) y zonas más planas en forma de escalón (donde los árboles además no fueron completamente destruidos). Es en esta zona intermedia, junto con la parte alta donde se encuentra la corona del deslizamiento, donde se han observado algunos sectores con grietas que podrían desprender o deslizarse en el futuro (Figura 29).



Figura 29: Fotografía tomada a los pocos días de ocurrir el deslizamiento en la parte superior (izquierda), y la zona de grietas tras el escalón de la zona intermedia (derecha).

En referencia a los impactos originados por el deslizamiento de Gorospe en las infraestructuras lineales (red de drenaje y canal de agua, línea del tren, pistas y caminos de montaña) y puntuales (construcciones) próximas al lugar del suceso, a finales de julio de 2020 se entregó a la Dirección de Obras Hidráulicas de la Diputación de Gipuzkoa (DFG/GFA) un informe técnico (Anexo 2) donde se señalan las afecciones ocurridas junto con incorporar el ortomosaico realizado con el vuelo de dron (junio de 2020) para mostrar la configuración inicial y posterior al evento descrito (Figura 30).

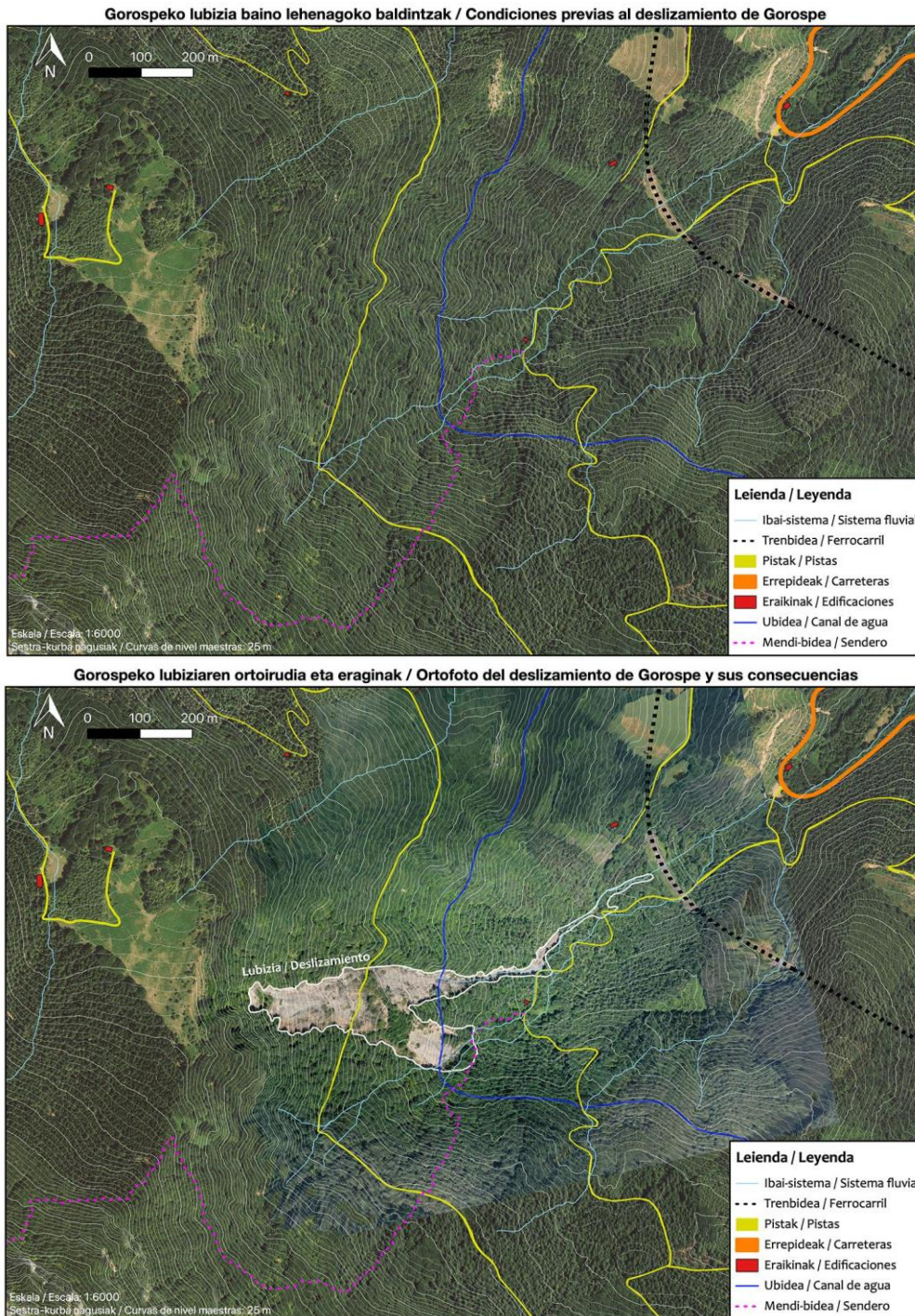


Figura 30: Condiciones previas al deslizamiento de Gorospe (arriba), y condiciones posteriores con la ortofoto actualizada (abajo).

4.2. Afección en la dinámica de sedimentos en los sistemas acuáticos

4.2.1. Seguimiento continuo de caudal y turbidez en la estación de aforos

La figura 31 muestra los datos diezminutales de caudal (Q; l/s) y turbidez (T, FBU) registrados en la estación de aforos de Gorospe desde la puesta en marcha de la estación (el 9 de julio de 2020) hasta primeros de diciembre (5 de diciembre) de 2020. Ésta es la serie temporal de la estación de aforos que se trata en este informe.

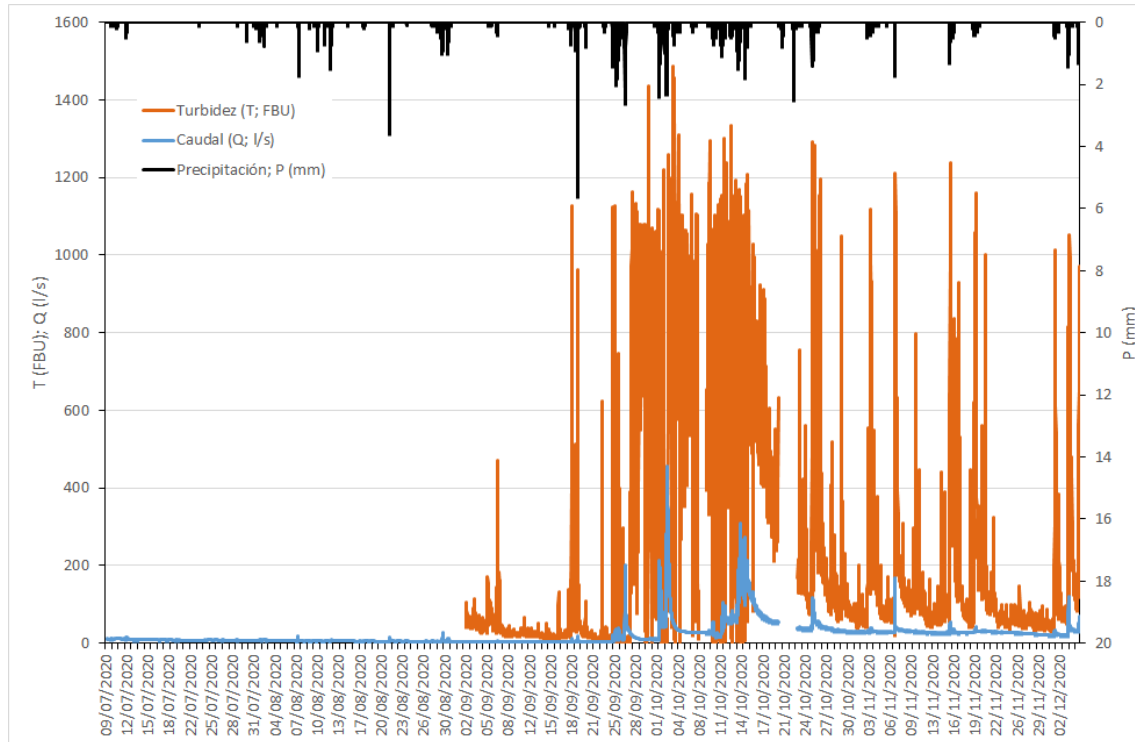


Figura 31: Caudal (Q; l/s) y turbidez (T; FBU) diezminutales en la estación de aforos de Gorospe desde el 9 de julio hasta el 5 de diciembre de 2020. También se ha incluido la precipitación (P; mm) diezminutal de la estación meteorológica de Zegama (C028)

Durante el periodo mostrado en la figura 31 el caudal medio ha sido de 21.4 l/s, con mínimos de 3 l/s registrados durante el mes de septiembre, y un máximo de 456 l/s correspondiente al 3 de octubre. Los estadísticos diarios correspondientes a la serie de caudales, y de turbidez, de Gorospe se pueden consultar en el Anexo 3.

El gráfico muestra que la turbidez responde de manera inmediata y abrupta a cualquier tipo de precipitación. Sin embargo, existen dos partes bien diferenciadas en la serie de turbidez; una primera parte (T1) que va desde el 2 de septiembre (instalación de la sonda de turbidez) hasta el 20 de octubre, y otra segunda (T2) que comienza el 23 de octubre. La primera parte, la que va hasta el 20 de octubre, muestra mucho ruido en los datos, sobre todo a partir de la última semana de septiembre, y los datos son difíciles de interpretar. Durante este periodo, tanto las sondas de turbidez y nivel como el tubo de entrada de agua del tomamuestras automático, quedaron enterrados en varias ocasiones por los sedimentos que provenían del deslizamiento, por lo que los datos obtenidos carecen de sentido. En la figura 32 se pueden observar varias fotografías del 9 de octubre de 2020, cuando la estación de aforos quedó totalmente colmatada por sedimentos en los que las sondas y el tubo del tomamuestras quedaron enterrados.



Figura 32: Fotografías de algunos momentos en los que la estación de aforos se ha colmatado de sedimentos enterrando las sondas y el tubo de entrada del tomamuestras.

Tras varios eventos de este tipo se decidió cambiar la sonda de turbidez de ubicación para evitar el enterramiento de la misma. La sonda y el tubo de entrada del tomamuestras se ubicaron inmediatamente aguas abajo del vertedero (Figura 33). La nueva instalación se puso en marcha el 23 de octubre de 2020. Los datos del segundo tramo del gráfico de turbidez (Figura 31) corresponden a esta nueva ubicación y son los que se toman por válidos, ya que disminuye de manera importante el ruido presente en los datos y no ha habido hasta el momento problemas de enterramiento de los aparatos instalados.



Figura 33: Nueva ubicación de la sonda de turbidez y del tubo del tomamuestras tras el 23 de octubre de 2020.

Durante los periodos correspondientes a ambos tramos se han recogido muestras de agua automáticas para su procesamiento en el laboratorio (Figura 34). Debido al enterramiento ocasional del tubo de entrada de agua del tomamuestras, las muestras recogidas durante el primer tramo (T1) de la serie no se considerarán en el análisis posterior. El caudal muestra una evolución decreciente (desde los 10 l/s al principio del registro) hasta finales de septiembre donde se inicia el periodo de lluvias del nuevo año hidrológico; desde entonces el caudal se mantiene en valores altos, llegando hasta los 451 l/s al principio de octubre.

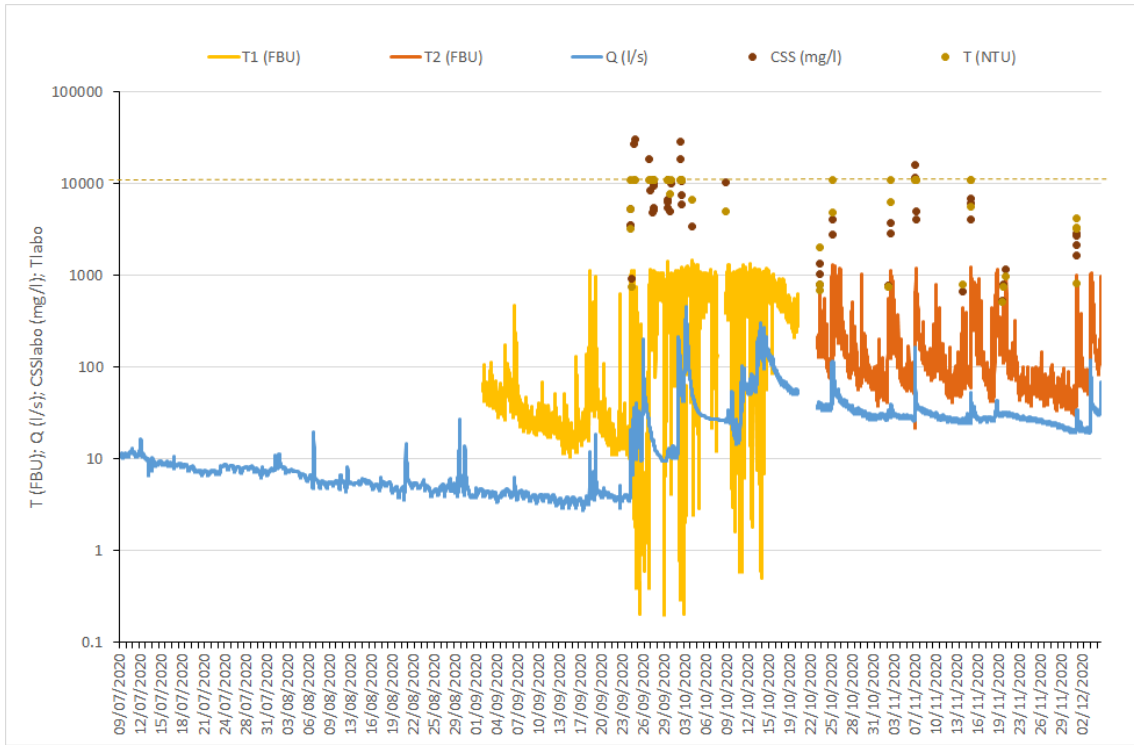


Figura 34: Caudal (Q; l/s) y turbidez (T; FBU) diezminutales en sus dos ubicaciones (T1 y T2) de la estación de Gorospe y concentración de sedimentos en suspensión (CSS; mg/l) y turbidez (T; NTU) medidas en laboratorio en las muestras recogidas por el tomamuestras automático durante el periodo entre el 9 de julio y el 5 de diciembre de 2020.

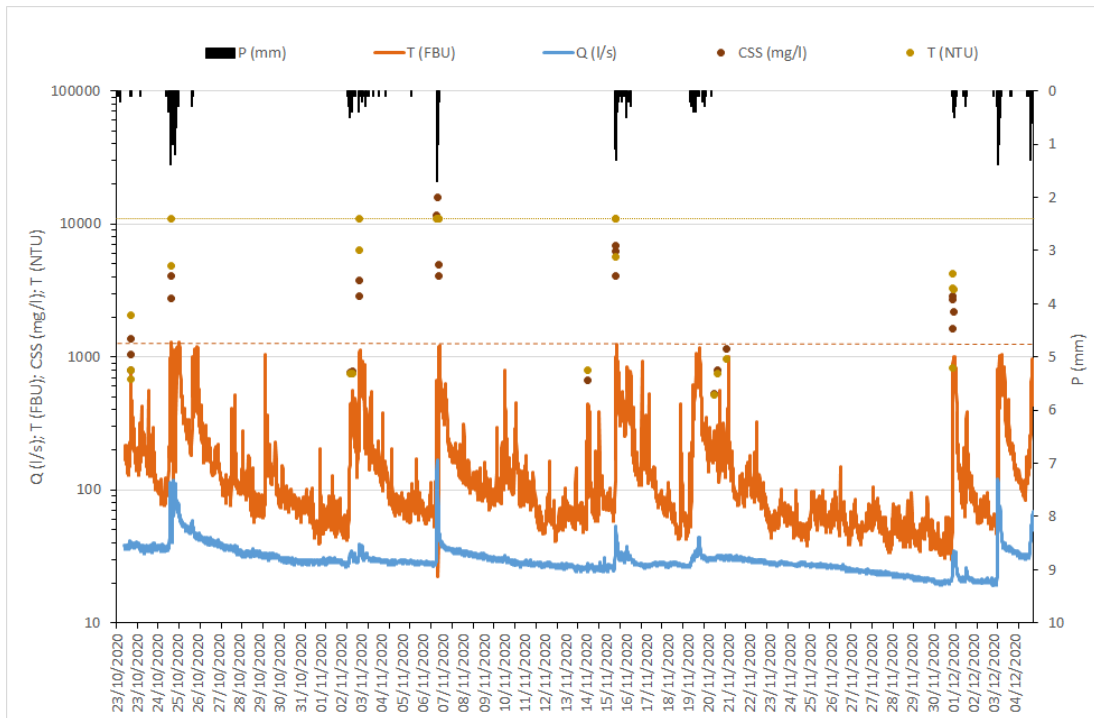


Figura 35: Caudal (Q; l/s) y turbidez (T; FBU) diezminutales de la estación de Gorospe y concentración de sedimentos en suspensión (CSS; mg/l) y turbidez (T; NTU) medidas en laboratorio en las muestras recogidas por el tomamuestras automático durante el periodo entre el 23 de octubre y el 5 de diciembre de 2020, con la sonda y el tomamuestras en la segunda ubicación.

En la figura 35 se muestran los datos de la estación de aforos del segundo tramo (T2) que son los que, en principio, se consideran válidos. La figura muestra el caudal (Q; l/s), la turbidez (T; FBU) y los datos de concentración de sedimentos en suspensión (CSS; mg/l) y turbidez (T; NTU) medidos en laboratorio en las muestras recogidas por el tomamuestras automático. En la figura se observa, más claramente que en la figura general, que, además de una respuesta inmediata de la turbidez a las precipitaciones (P; mm), también se dan aumentos en la turbidez en ausencia de las mismas. Este comportamiento indica una gran disponibilidad de sedimentos en la parte alta del Gorospe, que, en este caso, se relaciona con los materiales depositados por el deslizamiento.

Como se ha indicado en el apartado de metodología la sonda de turbidez tiene un rango de medida que va hasta los 4000 FBU, sin embargo, en el gráfico de la figura 35 se observa que los datos de turbidez de campo parecen tener un límite de unos 1200 FBU (límite marcado por una línea naranja discontinua). En principio el turbidímetro debería tomar datos por encima de ese límite que, sin embargo, hasta el momento no ha rebasado. Este es un tema que se está tratando con la empresa suministradora de la sonda.

También se ha incluido en la figura una línea de puntos en el límite superior del rango de medida del turbidímetro de laboratorio (11000 NTU) que se ha visto superado en varias ocasiones. La concentración de sedimentos en suspensión medida en el laboratorio, por su parte, al ser una medida física, no tiene este tipo de límites, y se han medido valores superiores a 1 g/l de manera habitual y de hasta 16 g/l, muy superiores a los observados en estudios de transporte de sedimentos del territorio (Zabaleta, 2008; DFG/GFA, 2015; UPV/EHU, 2015; UPV/EHU, 2020). Utilizando estos datos se han querido relacionar los datos de laboratorio con los datos de campo en el momento de recogida de la muestra (Figura 36). Las relaciones muestran unos coeficientes de determinación de 0.59 entre los valores de turbidez y de 0.48 entre el valor de turbidez de campo y el de concentración de sedimentos en laboratorio.

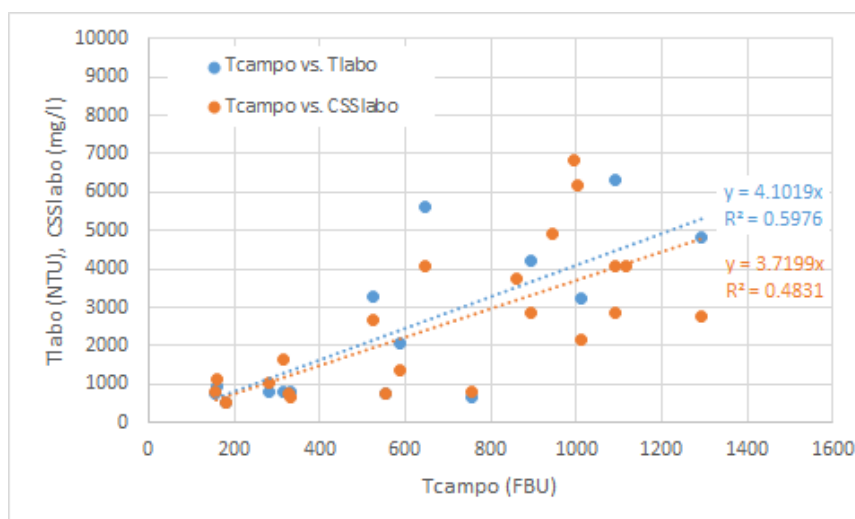


Figura 36: En azul, la relación entre la turbidez medida en la estación de aforos de Gorospe mediante la sonda en continuo (Tcampo; FBU) y la turbidez medida en laboratorio (Tlabo, NTU); en naranja, la relación entre la turbidez medida en la estación (Tcampo; FBU) y la concentración de sedimentos en suspensión medida en laboratorio (CSSLabo, mg/l). Se han utilizado las muestras representadas en la figura 35.

Las relaciones obtenidas en la figura 36 deben ser consideradas con una gran cautela, ya que, es necesario un seguimiento más duradero en el tiempo para que las relaciones sean suficientemente fiables. Entre otras características, la propia variabilidad natural del tipo de sedimento transportado influye en las relaciones entre las medidas ópticas y las físicas, y un mayor número de muestras debería incluir en mayor medida esa variabilidad. En cualquier caso, y a modo de aproximación, se ha tenido en cuenta la relación entre la turbidez de campo y la CSS de laboratorio para calcular una serie de CSS calibrada, continua en el tiempo, entre el 23 de octubre y el 5 de diciembre de 2020. Teniendo en cuenta los datos obtenidos se estima que desde la cuenca del Gorospe se han exportado unas 80 t de sedimento fino en apenas 44 días. Teniendo en cuenta que se trata de una cuenca muy pequeña, de alrededor de 1 km² de superficie, se trata de una masa muy importante de sedimento.

4.2.2. Muestreo manual

En la figura 37 se han agrupado los datos de los 33 muestreos (Figura 20) para cada uno de los puntos de la red de control de la red de muestreo manual (Figura 19). En ella se observa claramente la influencia de los sedimentos procedentes del deslizamiento en la parte alta de la cuenca del Oria, desde la estación de aforos de Gorospe (GOR00860) hasta el punto de muestreo de Beasain (ORI16275). La concentración de sedimentos en suspensión es máxima en Gorospe (llegando hasta casi 40 g/l) y disminuye paulatinamente hasta Beasain (con un máximo que no llega a 1 g/l). Solamente se observan dos puntos que no siguen esta tendencia: el de la regata Itzulondo (ITZ00817), cercana a Gorospe y no influenciada por el deslizamiento y el del Oria aguas arriba de su confluencia con el Gorospe (ORI05500).

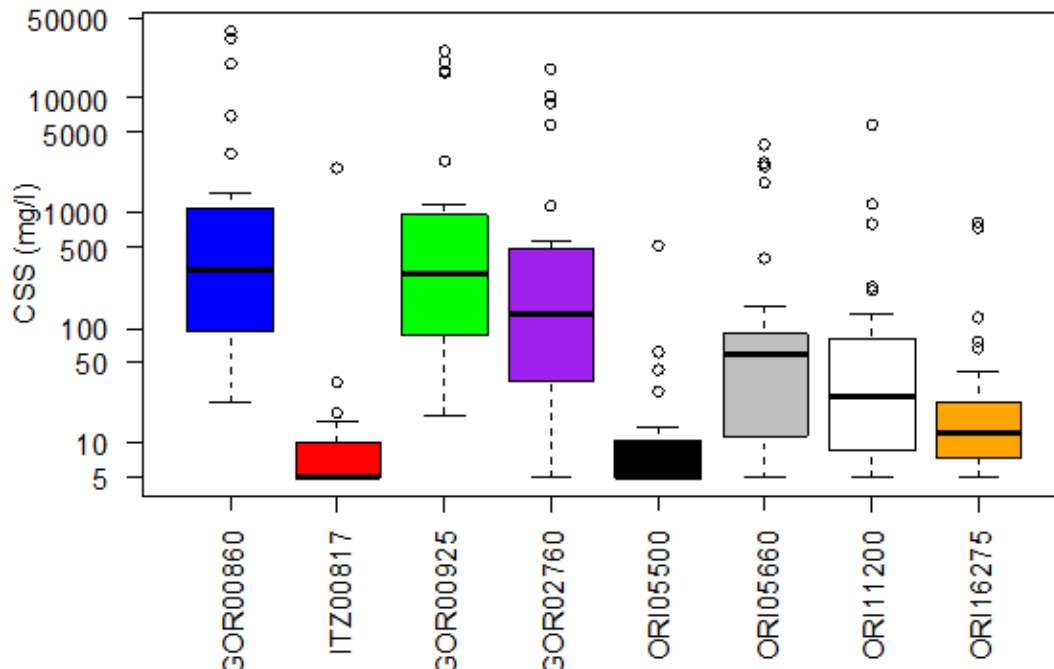


Figura 37: Gráficos tipo boxplot de la concentración de sedimentos en suspensión (CSS; mg/l) en los puntos de la red de muestreo manual. Se han considerado los 33 muestreos representados en la figura 20.

La figura 38 permite una mejor visión de los datos de cada día de muestreo tanto a escala aritmética, como a escala logarítmica, la cual posibilita visualizar los datos inferiores a 5 g/l. Se observa una influencia desigual de la CSS generada en Gorospe dependiendo del momento de

muestreo, ya que, en algunos casos, como es el muestreo del 2 de octubre, uno de los muestreos con mayores valores de CSS (indicado mediante una línea de color naranja), otras subcuencas no relacionadas con el deslizamiento de Gorospe (por ejemplo, ITZ00817 y ORI05500), también aportan una importante carga de sedimentos. Por ello, en este mismo muestreo se puede observar un aumento de la CSS en el río Oria en Segura (ORI11200), probablemente por el aporte de sedimentos de otros arroyos laterales. Debido a esto, aunque se han tomado datos en aguas debajo de Beasain, es difícil relacionar los datos de concentración de sedimentos en Gorospe con la carga de sedimentos en Alegia o en Lasarte, donde también existen estaciones de aforo en las que se mide la concentración de sedimentos en suspensión.

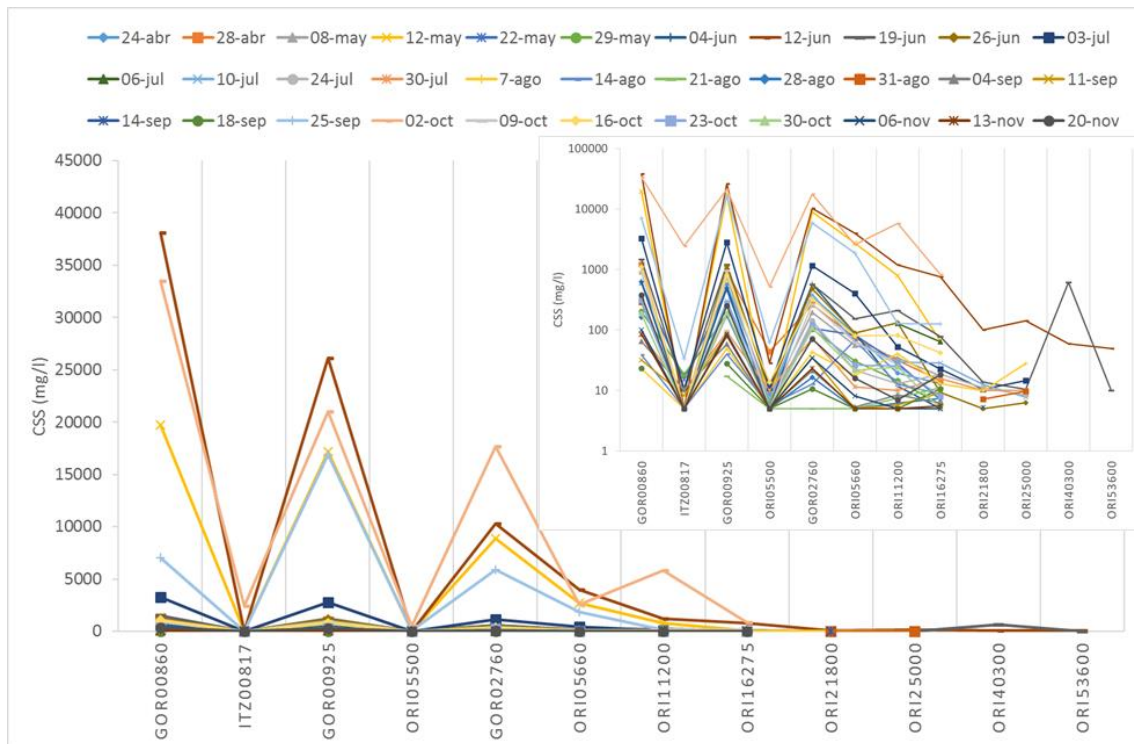


Figura 38: Concentración de sedimentos en suspensión (CSS; mg/l) en los puntos de la red de muestreo manual para cada uno de los días de muestreo. Se han considerado los 33 muestreos representados en la figura 20. Se muestran los mismos datos con el eje de CSS en escala lineal y logarítmica.

En la figura 39 se ha representado la distancia desde el punto de muestreo GOR00860, en la estación de aforos de Gorospe, hasta algunos otros puntos de muestreo localizados en Zegama (ORI05500 (aguas arriba de la confluencia con el Gorospe), GOR02760, ORI05660), Segura (ORI11200) y Beasain (ORI16275), con el fin de tener una mejor visión del alcance de la influencia del deslizamiento de Gorospe en la dinámica de sedimentos de las aguas de la cabecera del río Oria. Para ello, es necesario también tener en cuenta las dimensiones, tanto del deslizamiento en sí, como de la cuenca del Gorospe. El deslizamiento tiene un área de unas 5.5 ha y la cuenca de la regata Gorospe hasta la estación de aforos (primer punto de muestreo de aguas) tiene aproximadamente 1 km² de extensión. Como ya se ha comentado, la influencia del aumento de la CSS en el agua llega, por lo menos, hasta Beasain, que se encuentra a unos 14.5 km de río del punto de Gorospe. Además, entre Gorospe y Beasain confluyen en el Oria otras regatas, que evidentemente van diluyendo CSS aportada por Gorospe. Esta red drenaje del alto Oria forma una cuenca de unos 150 km² hasta el punto de muestreo de Beasain, es decir, un área unas 150 veces mayor que la de la regata Gorospe. Se trata de un dato importante para valorar de manera

adecuada la escala de la afección de este tipo de deslizamientos en la dinámica de sedimentos de los sistemas acuáticos.

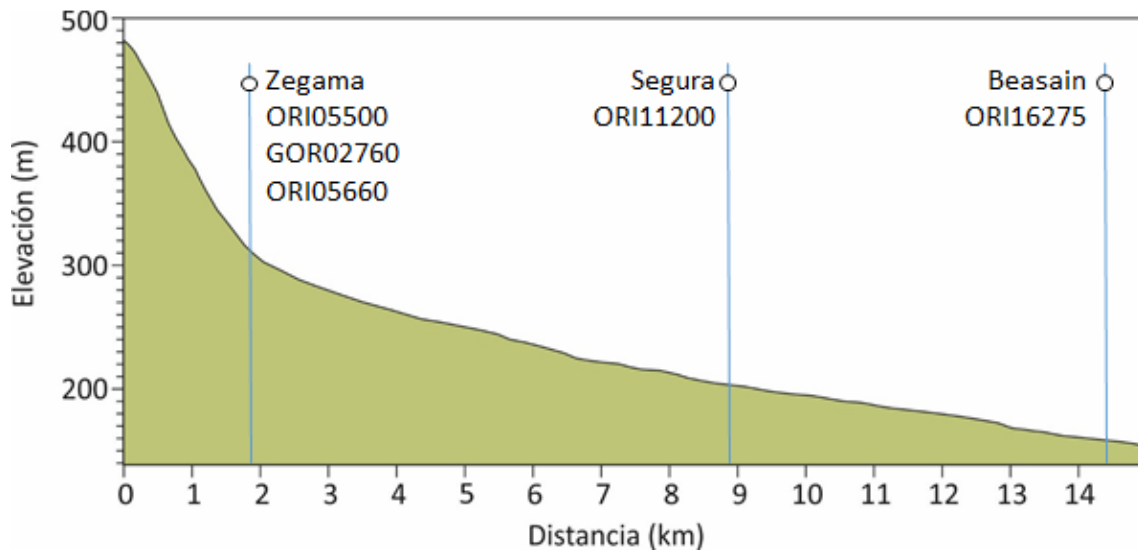


Figura 39: Perfil longitudinal de los cursos de agua afectados por el deslizamiento, comenzando en la estación de aforos de la regata Gorospe y terminando en el río Oria en Beasain.

Además, el momento hidrológico en el que se realizan los muestreos también puede tener influencia en los resultados, y el alcance del aumento de la CSS en el río Oria podría ser diferente dependiendo de los caudales provenientes de cada parte de la cuenca. Por ello, como una primera aproximación, se han dividido los muestreos en dos grupos: los de aguas bajas (junio, julio, agosto y las tres primeras semanas de septiembre) (Figura 40 a)) y los de aguas medias-altas (abril, mayo, finales de septiembre, octubre y noviembre) (Figura 40 b)). En los muestreos de aguas bajas, se observa una menor CSS en los puntos de muestreo no relacionados con el deslizamiento de Gorospe (ITZ0817 y ORI05500), pero esto no parece suponer una mayor dilución de la CSS que proviene de Gorospe, probablemente debido a un menor caudal circulante. En los muestreos de aguas medias-altas, el caudal circulante será mayor, sin embargo, esto tampoco parece suponer una mayor dilución, ya que los aportes sólidos de CSS de puntos no relacionados con el deslizamiento (ITZ0817 y ORI05500) también son mayores. Por tanto, de momento, y con el análisis realizado no es posible determinar diferencias en la afección a la dinámica de sedimentos del alto Oria en diferentes momentos hidrológicos.

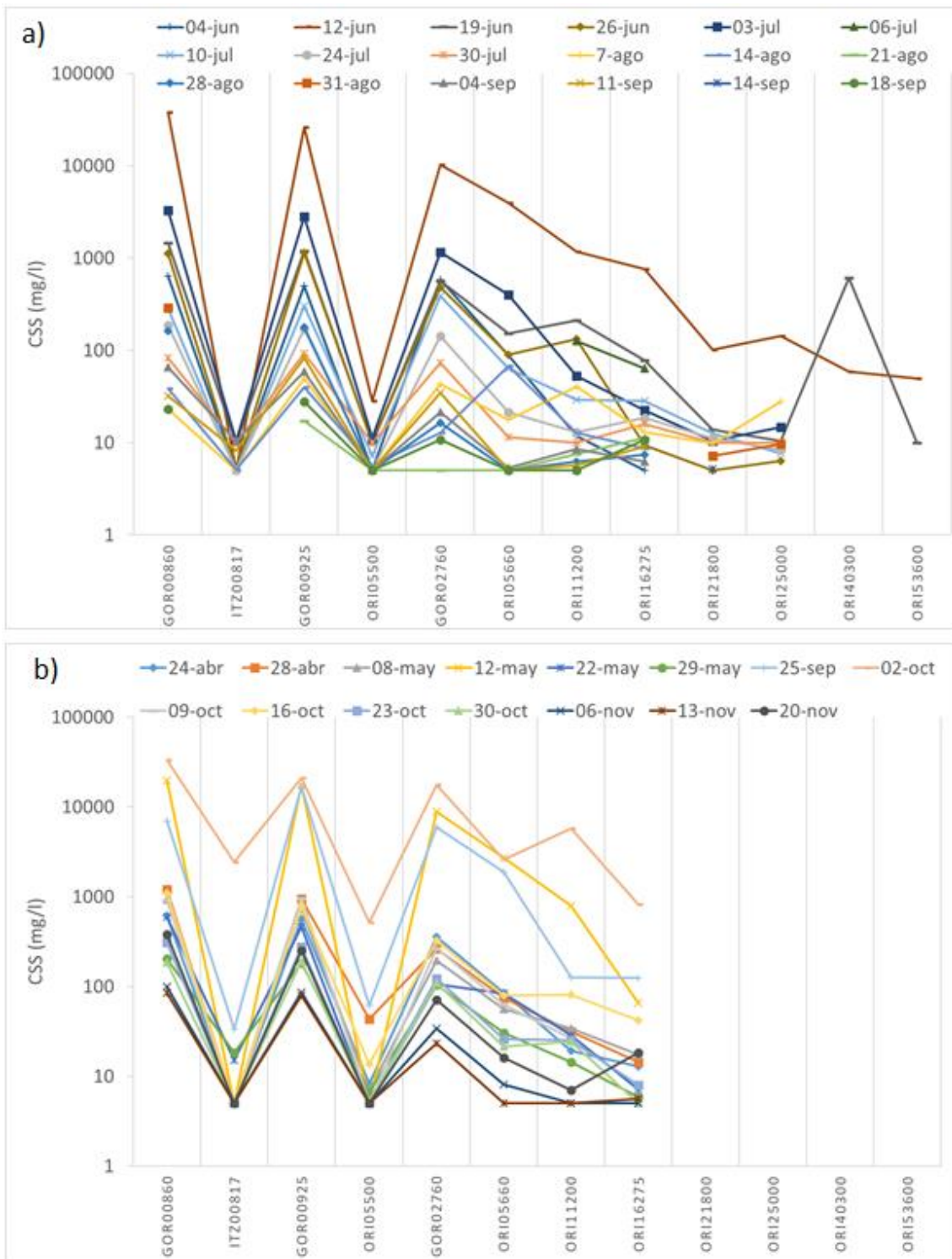


Figura 40: Concentración de sedimentos en suspensión (CSS; mg/l) en los puntos de la red de muestreo manual para cada uno de los días de muestreo. a) muestreos realizados en momentos considerados de aguas bajas (junio, julio, agosto y las tres primeras semanas de septiembre) y b) muestreos realizados en momentos considerados de aguas medias-altas (abril, mayo, finales de septiembre, octubre y noviembre).

5. Conclusiones y propuestas de seguimiento

El seguimiento realizado durante los meses posteriores a que ocurriera el deslizamiento de Gorospe ha sido determinante a la hora de comenzar a entender dos cuestiones complementarias planteadas en los objetivos de este mismo informe. Por un lado, la caracterización y posible evolución del propio deslizamiento. Por otro, el alcance de la afección a la dinámica de sedimentos de los cursos superficiales de agua en la cuenca alta del Oria.

En lo referente al propio deslizamiento, se ha realizado una detallada caracterización del mismo, utilizando herramientas de última generación que han aportado una alta resolución (escala centimétrica) y, asimismo, se ha podido cuantificar el cambio de volumen ocurrido tras el deslizamiento, junto con analizar la evolución temporal del mismo.

- Los datos obtenidos muestran que el deslizamiento se caracteriza por una superficie de 5.54 ha y una longitud total de 846 m en el perfil de la lengua principal, si bien se divide también en un lóbulo lateral de menor longitud, pero mayor anchura. El desnivel total del deslizamiento es de 380 m y responde a un evento complejo relacionado con un deslizamiento inicial (en la parte superior) y la continuación en forma de flujo de detritos (*debris flow*) tras la zona del escalón.

Este hecho genera que los sedimentos más finos se hayan acumulado junto al muro que eleva la vía del tren, generando una gran disponibilidad de sedimento fino en esta zona inferior. Además, la regata Gorospe, proveniente de la zona superior adyacente del deslizamiento, continúa su curso por su cauce (con roca madre a la vista) en la lengua principal del deslizamiento, lo cual da un continuo aporte dinámico de sedimentos hacia la parte baja descrita.

- La comparación entre los vuelos del dron en junio y diciembre de 2020, muestra la relativa estabilidad del deslizamiento, si bien es cierto que ciertas zonas han evolucionado con leves hundimientos o con acumulaciones (de hasta ± 2 m), lo cual subraya que sigue dándose la movilidad de sedimentos. Asimismo, el cambio de volumen total tras el deslizamiento se ha calculado en $\pm 165.900 \text{ m}^3$, muestra de la gran magnitud del evento, originando una alta disponibilidad de sedimentos que ha repercutido, y probablemente siga haciéndolo, en la dinámica de sedimentos de las aguas superficiales en la regata Gorospe y en el río Oria aguas abajo de la misma.

Así, durante los meses de estudio (junio a diciembre de 2020) el deslizamiento presenta un sistema dinámico donde su superficie, es decir, los propios sedimentos siguen evolucionando, dando lugar a cambios moderados que siguen manteniendo la disponibilidad de sedimentos en la regata Gorospe. Por ello, se propone seguir estudiando la evolución del deslizamiento, para conocer con mayor exactitud estos cambios dinámicos, y, así, poder evaluar la evolución de la disponibilidad de sedimentos. La continuación del estudio del deslizamiento de Gorospe supondría la caracterización cuantitativa y cualitativa de este tipo de deslizamientos desde su etapa inicial, pudiendo constituir una referencia básica para posibles futuros deslizamientos similares que puedan ocurrir en el territorio.

En lo que respecta a la dinámica de sedimentos de los cursos de agua, se han llevado a cabo dos estrategias diferentes para poder abordar la escala espacial y temporal de la afección. Los datos de registro continuo de turbidez en la estación de aforos de Gorospe son necesarios para

obtener una visión temporal de gran resolución de la evolución en el transporte de sedimentos generados por el deslizamiento. Los muestreos manuales, por su parte, abordan la escala espacial, determinando el alcance, en el espacio, del impacto en la dinámica de sedimentos de las aguas del alto Oria. Son, por tanto, dos estrategias complementarias.

- Los datos obtenidos en la estación de Gorospe dejan en evidencia la alta disponibilidad de sedimentos generada por el deslizamiento en la cabecera del Gorospe, lo cual implica que las concentraciones de sedimentos en suspensión medidas en las muestras tomadas en la estación de Gorospe (superiores a 1 g/l de manera habitual y de hasta 30 g/l, con un total de 80 t de sedimento exportado desde una cuenca de 1 km² en 44 días, octubre - diciembre 2020) sean superiores a las observadas en los estudios llevados a cabo en los últimos años en otras cuencas de diversos tamaños de Gipuzkoa.

Sin embargo, es necesario considerar la muy corta serie de datos disponibles en este momento en la estación de aforos de Gorospe, así como los problemas habidos con la medición de la turbidez. Por ello, se cree necesario continuar con el seguimiento para, una vez que ya se ha establecido la metodología de trabajo, poder analizar, al menos, un año hidrológico completo, que permita, por un lado, observar la dinámica de transporte de sedimentos en diferentes condiciones hidrológicas. Y por otro, determinar la evolución temporal de este transporte, ligada, sin ninguna duda, a la disponibilidad de sedimentos, que depende, a su vez, de la magnitud y evolución del propio deslizamiento.

Así, en este momento se está en contacto con la empresa suministradora de la sonda de turbidez para intentar resolver el problema existente con el límite superior de medida de la sonda, que, aunque, según las especificaciones técnicas, debería de ser de 4000 FBU, en las figuras se observa claramente que no supera los 1200 FBU aproximadamente. Por otro lado, en caso de que no sea posible llegar a esos límites, se ha preparado una estrategia alternativa de muestreo automático que permitirá tomar muestras en momentos en los que la turbidez rebase los 1200 FBU, para tener así un mayor rango de datos.

- Los datos de los muestreos manuales muestran que la influencia del deslizamiento de Gorospe sobre la dinámica de sedimentos de las aguas del alto Oria, llega, por lo menos, hasta Beasain, es decir, afecta a, al menos, 14.5 km de cursos superficiales. Así, se establece que el deslizamiento de unas 5.5 ha, integrado en una subcuenca de 1 km², llega a afectar a una zona en el río Oria con una cuenca 150 veces superior en superficie (calculada a partir del punto de muestreo de Beasain), con lo que esa diferencia de área supone en dilución de los sedimentos transportados. Éste es un dato que puede resultar de interés de cara a otros eventos parecidos que puedan ocurrir en el territorio.

Además, se ha tratado de determinar una posible diferencia en la afección a la dinámica de sedimentos de las aguas superficiales en diferentes momentos hidrológicos, lo cual no ha podido ser probado por la corta serie de datos disponibles. Sin embargo, no hay que descartar que, a medida que avance el tiempo, la dinámica relacionada con el aporte de sedimentos desde el deslizamiento a la regata Gorospe cambie, y, como consecuencia, cambie también la dinámica de sedimentos en suspensión en el alto Oria. Por ello, sería de interés continuar con el muestreo manual en la red de control actual, asegurando el muestreo semanal en la cuenca alta del Oria (hasta Beasain), y en caso

de que sea posible, incluyendo ocasionalmente los puntos aguas abajo de Beasain. El muestreo completo sería interesante realizarlo en diferentes momentos hidrológicos y, sobre todo, en aguas bajas, donde el aporte de sedimentos desde otras subcuencas que no sean la de Gorospe es menor.

Referencias

- Brasington, J., Richards, K., 2000. Turbidity and suspended sediment dynamics in small catchments in the Nepal Middle Hills. *Hydrological Processes* 14, 2559-2574.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996. *Landslide Types and Processes*. Transportation Research Board, U.S. National Academy of Sciences, Special Report, 247: 36-75.
- DFG/GFA - Diputación Foral de Gipuzkoa/Gipuzkoako Foru Aldundia, 2015. Cuantificación de la tasa de sedimentos exportados de las cuencas del Territorio Histórico de Gipuzkoa. Fase IX. (Año hidrológico 2014-2015). Caracterización de los contaminantes del sedimento de la cuenca del Urumea. Informe inédito realizado por el Grupo de Hidrogeología y Medio Ambiente de la UPV/EHU.
- DFG/GFA, Mapa de pluviometría 2019/2020. <https://www.gipuzkoa.eus/es/web/obrahidraulikoak/mapas/mapas-anales/mapa-de-puviometria>
- GeoEuskadi. Infraestructura de datos espaciales - IDE Euskadi. <https://www.geo.euskadi.eus/s69-15375/es/>
- Gippel, C.J., 1989. The use of turbidimeters in suspended sediment research. *Hydrobiologia* 176/177, 465-480.
- Lewis, J., 1996. Turbidity-controlled suspended sediment sampling for runoff-event load estimation. *Water Resources Research* 32(7), 2299-2310.
- Planet Team. 2017. *Planet application program interface: In space for life on earth*. <https://api.planet.com>
- Raquet, J., Lachapelle, G., 2001. RTK positioning with multiple reference stations. *GPS World* 12, 48-53.
- Rovira, A., Batalla R.J., 2006. Temporal distribution of suspended sediment transport in a Mediterranean basin: the Lower Tordera (NE Spain). *Geomorphology* 79, 58-71.
- UPV/EHU, 2015. Cuantificación de la tasa de sedimentos exportados de la cuenca del río Leizaran antes, durante y después de la demolición de la presa de Inturia. Informe final inédito. Trabajo presentado para el proyecto GURATRANS por los miembros del Grupo de Investigación Consolidado Hidrogeología y Medio Ambiente de la UPV/EHU (IT598/13, Gobierno Vasco)
- UPV/EHU, 2020. Seguimiento del transporte de sedimentos en la cuenca del río Leizaran debido a los trabajos del Life IREKIBAI. Leizaran ibaiko sedimentuen garraioaren jarraipena IREKIBAI Life-ko lanen ondorioz. Año hidrológico 2019-2020 urte hidrologikoa. Trabajo presentado para el proyecto IREKIBAI por los miembros del Grupo de Investigación Consolidado Procesos Hidro-Ambientales de la UPV/EHU (IT1029/16, Gobierno Vasco).

USGS. s/f. US Geological Survey Implements New Turbidity Data-Reporting Procedures.
<http://water.usgs.gov/owq/turbidity/TurbidityInfoSheet.pdf>

Valente, D.S.M., Momin, A., Grift, T., Hansen, A., 2020. Accuracy and precision evaluation of two low-cost RTK global navigation satellite systems. *Comput. Electron. Agric.* 168, 105142.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105142>.

Zabaleta, A., 2008. Análisis de la respuesta hidrosedimentaria en pequeñas cuencas de Gipuzkoa. Departamento de Geodinámica. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Tesis Doctoral. 252 pp, anexos y CD.

ANEXOS

ANEXO 1

Aforos directos realizados con molinete en la estación de
aforos de Gorospe



Red hidrológica

AFOROS DIRECTOS

Estación **C1D1 - GOROSPE (Ag/Arr ITZULONDO)**

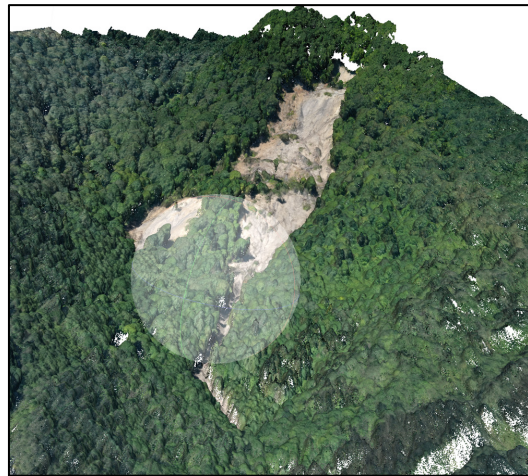
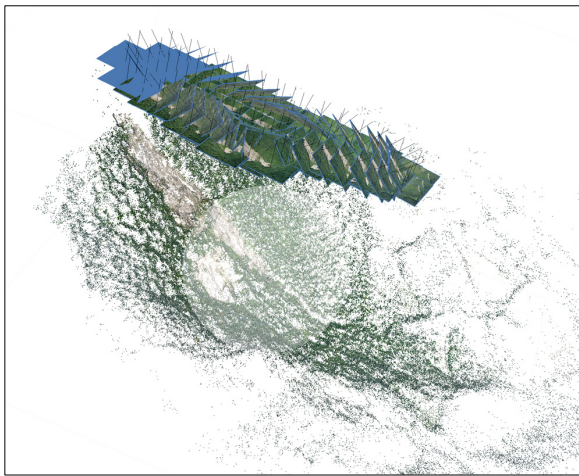
Fecha	Regleta (m)	Caudal (m ³ /s)	Molinete	Autor
03/07/2020	0.150	0.012	2501357	DIPUTACION
10/07/2020	0.135	0.011	371756	DIPUTACION
17/07/2020	0.135	0.009	371756	DIPUTACION
24/07/2020	0.115	0.009	327893	DIPUTACION
30/07/2020	0.105	0.006	383758	DIPUTACION
07/08/2020	0.100	0.006	050234	DIPUTACION
14/08/2020	0.103	0.006	050154	DIPUTACION
21/08/2020	0.099	0.004	050486	DIPUTACION
28/08/2020	0.108	0.005	050486	DIPUTACION
18/09/2020	0.088	0.004	050486	DIPUTACION
25/09/2020	0.200	0.032	2501357	DIPUTACION
02/10/2020	0.320	0.101	250141	DIPUTACION
03/10/2020	0.460	0.305	441801B	DIPUTACION
09/10/2020	0.198	0.027	050486	DIPUTACION
16/10/2020	0.325	0.121	F-1-2384	DIPUTACION
23/10/2020	0.225	0.042	8250141	DIPUTACION
30/10/2020	0.202	0.038	6250141	DIPUTACION
06/11/2020	0.195	0.021	250141	DIPUTACION
23/12/2020	0.240	0.054	2501357	DIPUTACION

ANEXO 2

Impactos originados por el deslizamiento de Zegama en
infraestructuras locales (Julio 2020)

Impactos originados por el deslizamiento de Zegama en infraestructuras locales (Julio 2020)

Se presenta en este documento una primera valoración de los impactos originados por el deslizamiento de Zegama en infraestructuras lineales próximas al lugar del suceso. La información presentada está fundamentada en la interpretación de las imágenes de varios vuelos, posteriores al suceso, llevados a cabo con dron y en la cartografía de base disponible, así como en las visitas efectuadas al terreno.



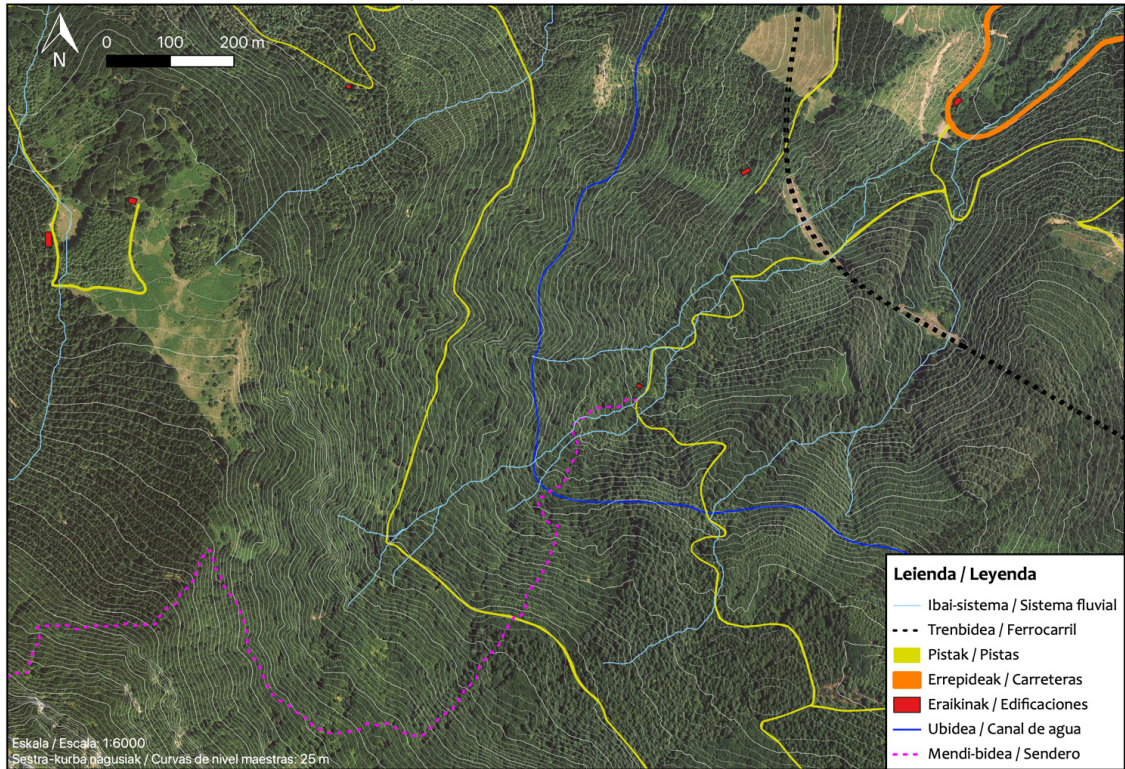
Elaboración de los modelos virtuales a partir de los vuelos de dron realizados.



Imagen aérea oblicua del deslizamiento de Gorospe (Zegama) del dron.

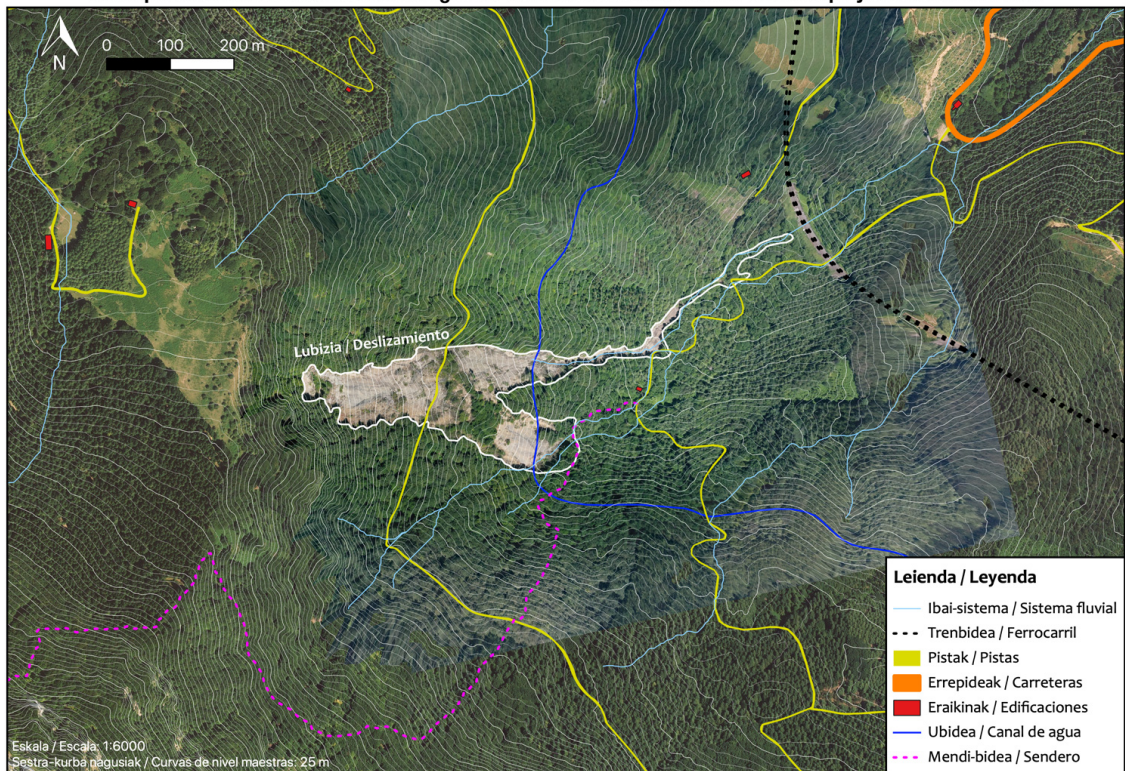
Se adjuntan 2 imágenes, una previa y otra posterior al deslizamiento.

Gorospeko lubizia baino lehenagoko baldintzak / Condiciones previas al deslizamiento de Gorospe



Condiciones previas al deslizamiento de Gorospe.

Gorospeko lubiziaren ortoirudia eta eraginak / Ortofoto del deslizamiento de Gorospe y sus consecuencias



Condiciones posteriores al deslizamiento de Gorospe con la ortofoto actualizada.

Características del deslizamiento

El deslizamiento ocupa **5,54 ha**. La mayor parte es claramente visible en la imagen, si bien en su parte baja adquiere la forma de un flujo de lodo (*mudflow*) que tiende a concentrarse hacia el arroyo Gorospe sin que, en esa zona, el flujo haya provocado la caída de árboles. Esta parte baja no es fácilmente observable en la imagen.

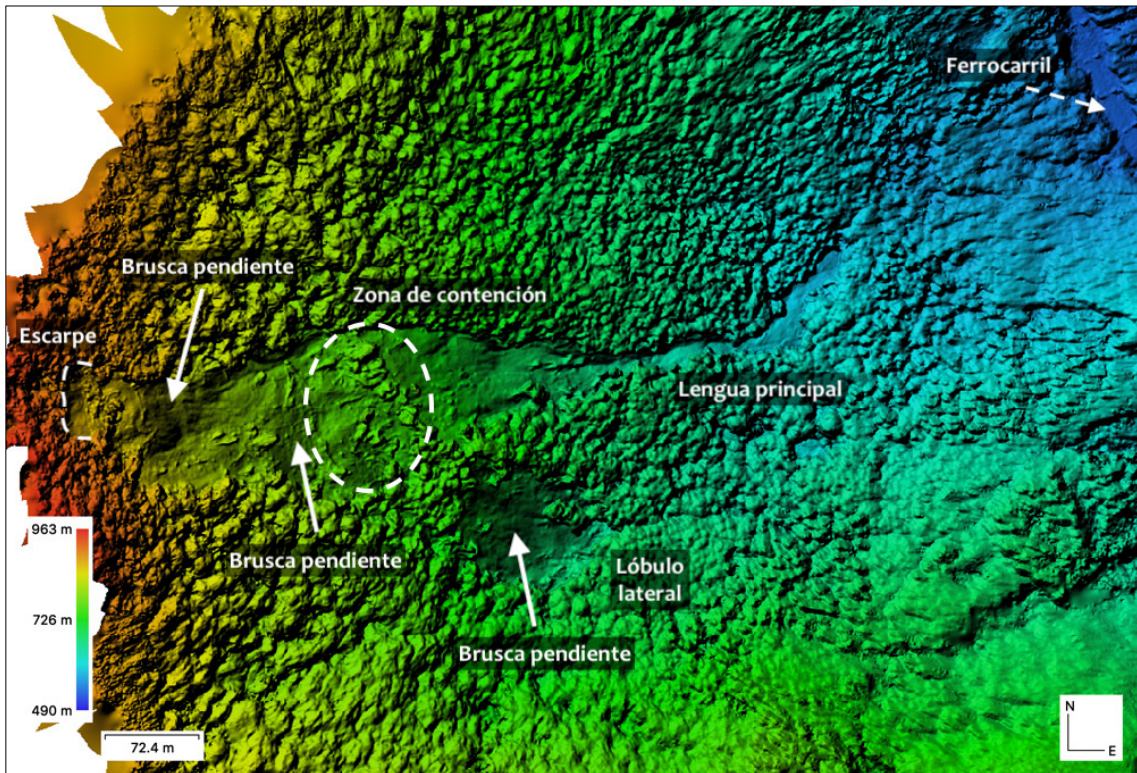


El flujo de lodo continúa hacia abajo hasta llegar a la escollera del ferrocarril.

La anchura máxima del deslizamiento es de **155 m**, en el plano horizontal. La longitud es de **846 m** en la línea de la lengua principal. El lóbulo lateral se desvía **246 m** hacia el sureste.

En lo que al desnivel se refiere, el escarpe inicial está en cota de 890 m, y la lengua principal llega hasta los 540 m, dando un desnivel de **350 m**. El lóbulo lateral, por su parte, llega hasta la cota de 650 m.

Asimismo, en el modelo digital de elevación elaborado tras el deslizamiento se ha constatado que la pendiente no es homogénea, ya que existen varios sectores de brusca pendiente y zonas de mayor contención ya que los árboles no fueron destruidos. Algunos de estos sectores (grietas observables) podrían desprender o deslizarse en el futuro dando lugar a la reactivación del deslizamiento.



Modelo digital de elevación del deslizamiento de Gorospe con los principales características topográficas señaladas.

Elementos lineales afectados

Red de drenaje:

- Se han visto afectados al menos 3 regatas
- Uno de ellos ha tomado como curso parcial una de las pistas de la parte baja.



Algunas de las regatas afectadas por el deslizamiento; las primeras dos fotografías (izquierda y centro) muestran la regata que es afectada por el lóbulo lateral, la tercera (derecha) muestra parte del desvío de la regata de Gorospe hacia la pista que asciende desde el túnel del ferrocarril.

Línea del tren:

- La línea ferroviaria no se ha visto directamente afectada pero la parte frontal del deslizamiento ha llegado hasta prácticamente la escollera que sujeta la vía en el tramo entre túneles. En ese lugar se ha originado una balsa de agua cuya evaluación habrá que seguir de cerca, más aún si afecta al drenaje de la regata hacia aguas abajo.

Pistas:

- Afecta directamente a la primera curva de la pista inferior, haciéndola impracticable para cualquier tipo de vehículo. Afecta también totalmente a la siguiente curva de la pista.

- Ha cortado totalmente la pista superior en un tramo de **130 m**.



Límite inferior del deslizamiento sobre la pista que sube tras pasar el túnel del ferrocarril.

Edificios:

- Ninguna construcción ha sufrido daños, si bien se ha originado un tramo de regata cerca de una chabola.



Chabola próxima a la regata que se generó tras el deslizamiento

Canal:

- El canal ha sido afectado tanto por la lengua principal como por la del lóbulo lateral.

- En la primera el deslizamiento ha afectado **58 m** de canal. A partir de ahí hay un tramo de 54 m no afectado, pero que ha quedado cortado. A continuación, el lóbulo lateral ha afectado un tramo de **88 m**.

- En total, por tanto, de una u otra manera son **200 m** de canal los que han quedado inutilizados (146 m directamente y el resto indirectamente).



Fotografías desde el tramo no afectado (en forma de isla) del canal de agua (y el sendero alledaño); mirando hacia la lengua principal (izquierda) y hacia el lóbulo lateral (derecha).

Caminos de montaña:

.- Se han encontrado restos del deslizamiento en algún tramo del sendero seguido en el Kilómetro Vertical Zegama-Aizkorri; habría que pensar en alguna modificación puntual del itinerario.

.- En el camino que va junto al canal las afecciones son las comentadas para este último.

Comentar, también, que debido al deslizamiento se han movilizado algunos bloques de gran tamaño (2-3 m), pero que no hay producido daño alguno.



Bloques de gran tamaño en la parte inferior del lóbulo lateral (izquierda) y en la zona intermedia del deslizamiento (derecha).

Leioa, 30 julio 2020 uztailaren 30ean

Eñaut Izagirre, Ane Zabaleta, Iñaki Antigüedad

“Hidro-Ingurumeneko Prozesuak” Ikertalde Finkatua
Grupo de Investigación Consolidado “Procesos Hidro-Ambientales”



ANEXO 3

Estadísticos diarios correspondientes a las series de caudal y turbidez de la estación de aforos de Gorospe

Estadísticos diarios Caudal (m3/s)

Fecha	Media diaria	Valor máximo	Hora máximo	Valor mínimo	Hora mínimo
09/07/2020	(0.011)	(0.012)	09/07/2020 8:50	(0.010)	09/07/2020 12:30
10/07/2020	0.012	0.013	10/07/2020 23:00	0.011	10/07/2020 6:40
11/07/2020	0.011	0.012	11/07/2020 0:00	0.011	11/07/2020 13:50
12/07/2020	0.012	0.016	12/07/2020 7:00	0.01	12/07/2020 23:00
13/07/2020	0.01	0.01	13/07/2020 0:00	0.007	13/07/2020 10:50
14/07/2020	0.009	0.01	14/07/2020 2:10	0.008	14/07/2020 0:30
15/07/2020	0.009	0.01	15/07/2020 7:00	0.009	15/07/2020 16:00
16/07/2020	0.009	0.009	16/07/2020 5:30	0.008	16/07/2020 11:20
17/07/2020	0.009	0.011	17/07/2020 8:30	0.008	17/07/2020 8:20
18/07/2020	0.009	0.009	18/07/2020 1:40	0.008	18/07/2020 11:40
19/07/2020	0.008	0.009	19/07/2020 0:30	0.008	19/07/2020 12:40
20/07/2020	0.008	0.008	20/07/2020 3:40	0.007	20/07/2020 13:30
21/07/2020	0.007	0.008	21/07/2020 2:00	0.007	21/07/2020 12:40
22/07/2020	0.007	0.008	22/07/2020 0:00	0.007	22/07/2020 13:10
23/07/2020	0.007	0.008	23/07/2020 1:20	0.007	23/07/2020 16:00
24/07/2020	0.008	0.009	24/07/2020 21:00	0.007	24/07/2020 3:30
25/07/2020	0.008	0.009	25/07/2020 0:00	0.008	25/07/2020 12:20
26/07/2020	0.008	0.008	26/07/2020 0:00	0.007	26/07/2020 12:20
27/07/2020	0.008	0.008	27/07/2020 0:00	0.007	27/07/2020 12:20
28/07/2020	0.008	0.008	28/07/2020 4:00	0.008	28/07/2020 15:50
29/07/2020	0.008	0.008	29/07/2020 5:20	0.007	29/07/2020 14:30
30/07/2020	0.007	0.008	30/07/2020 18:00	0.006	30/07/2020 15:00
31/07/2020	0.007	0.008	31/07/2020 23:20	0.007	31/07/2020 11:30
01/08/2020	0.008	0.011	01/08/2020 19:20	0.008	01/08/2020 0:00
02/08/2020	0.009	0.011	02/08/2020 7:40	0.008	02/08/2020 2:00
03/08/2020	0.008	0.008	03/08/2020 0:00	0.007	03/08/2020 7:20
04/08/2020	0.007	0.008	04/08/2020 3:50	0.007	04/08/2020 14:50
05/08/2020	0.007	0.007	05/08/2020 0:00	0.006	05/08/2020 14:00
06/08/2020	0.006	0.007	06/08/2020 0:00	0.006	06/08/2020 13:00
07/08/2020	0.007	0.019	07/08/2020 15:40	0.005	07/08/2020 11:10
08/08/2020	0.006	0.006	08/08/2020 0:00	0.005	08/08/2020 12:50
09/08/2020	0.005	0.006	09/08/2020 0:00	0.005	09/08/2020 13:50
10/08/2020	0.006	0.006	10/08/2020 23:30	0.005	10/08/2020 12:30
11/08/2020	0.006	0.007	11/08/2020 16:10	0.005	11/08/2020 15:20
12/08/2020	0.006	0.008	12/08/2020 19:00	0.004	12/08/2020 13:10
13/08/2020	0.005	0.006	13/08/2020 4:10	0.005	13/08/2020 12:20
14/08/2020	0.005	0.006	14/08/2020 23:00	0.005	14/08/2020 14:10
15/08/2020	0.006	0.006	15/08/2020 0:00	0.005	15/08/2020 13:00
16/08/2020	0.005	0.006	16/08/2020 0:10	0.005	16/08/2020 14:30
17/08/2020	0.005	0.006	17/08/2020 20:10	0.005	17/08/2020 14:10
18/08/2020	0.005	0.006	18/08/2020 0:50	0.005	18/08/2020 12:30
19/08/2020	0.005	0.006	19/08/2020 3:40	0.004	19/08/2020 13:40
20/08/2020	0.005	0.005	20/08/2020 5:10	0.004	20/08/2020 13:20
21/08/2020	0.006	0.015	21/08/2020 15:50	0.004	21/08/2020 10:30
22/08/2020	0.005	0.006	22/08/2020 0:00	0.005	22/08/2020 13:10
23/08/2020	0.005	0.005	23/08/2020 0:00	0.005	23/08/2020 11:40
24/08/2020	0.005	0.006	24/08/2020 7:40	0.005	24/08/2020 15:00
25/08/2020	0.005	0.005	25/08/2020 0:10	0.004	25/08/2020 11:50
26/08/2020	0.005	0.005	26/08/2020 20:10	0.004	26/08/2020 14:00
27/08/2020	0.005	0.005	27/08/2020 7:10	0.004	27/08/2020 14:30
28/08/2020	0.005	0.006	28/08/2020 11:00	0.004	28/08/2020 14:40

29/08/2020	0.007	0.027	29/08/2020 20:40	0.004	29/08/2020 11:50
30/08/2020	0.006	0.014	30/08/2020 16:20	0.004	30/08/2020 14:10
31/08/2020	0.004	0.005	31/08/2020 0:00	0.004	31/08/2020 12:20
01/09/2020	0.004	0.005	01/09/2020 7:30	0.004	01/09/2020 2:30
02/09/2020	0.004	0.005	02/09/2020 0:00	0.004	02/09/2020 11:50
03/09/2020	0.004	0.004	03/09/2020 0:00	0.004	03/09/2020 12:30
04/09/2020	0.004	0.004	04/09/2020 0:10	0.003	04/09/2020 12:40
05/09/2020	0.004	0.005	05/09/2020 18:10	0.004	05/09/2020 0:20
06/09/2020	0.004	0.005	06/09/2020 1:00	0.004	06/09/2020 15:50
07/09/2020	0.004	0.006	07/09/2020 6:00	0.004	07/09/2020 14:10
08/09/2020	0.004	0.005	08/09/2020 4:30	0.004	08/09/2020 13:40
09/09/2020	0.004	0.004	09/09/2020 0:10	0.004	09/09/2020 12:40
10/09/2020	0.004	0.004	10/09/2020 1:40	0.003	10/09/2020 13:50
11/09/2020	0.004	0.004	11/09/2020 0:20	0.004	11/09/2020 13:10
12/09/2020	0.004	0.004	12/09/2020 0:20	0.003	12/09/2020 14:00
13/09/2020	0.004	0.004	13/09/2020 1:50	0.003	13/09/2020 13:40
14/09/2020	0.003	0.004	14/09/2020 4:00	0.003	14/09/2020 11:40
15/09/2020	0.003	0.004	15/09/2020 2:30	0.003	15/09/2020 13:10
16/09/2020	0.003	0.004	16/09/2020 2:10	0.003	16/09/2020 14:40
17/09/2020	0.003	0.004	17/09/2020 2:50	0.003	17/09/2020 15:30
18/09/2020	0.004	0.012	18/09/2020 15:20	0.003	18/09/2020 10:30
19/09/2020	0.005	0.019	19/09/2020 13:10	0.004	19/09/2020 9:50
20/09/2020	0.004	0.005	20/09/2020 18:40	0.004	20/09/2020 12:30
21/09/2020	0.004	0.004	21/09/2020 0:10	0.004	21/09/2020 12:50
22/09/2020	0.004	0.004	22/09/2020 0:10	0.004	22/09/2020 13:20
23/09/2020	0.004	0.005	23/09/2020 8:50	0.003	23/09/2020 8:40
24/09/2020	0.005	0.021	24/09/2020 23:40	0.004	24/09/2020 15:00
25/09/2020	0.017	0.041	25/09/2020 20:30	0.007	25/09/2020 4:10
26/09/2020	0.029	0.201	26/09/2020 20:20	0.01	26/09/2020 14:00
27/09/2020	0.034	0.074	27/09/2020 0:20	0.02	27/09/2020 23:30
28/09/2020	0.015	0.019	28/09/2020 0:00	0.011	28/09/2020 22:50
29/09/2020	0.01	0.011	29/09/2020 0:00	0.009	29/09/2020 21:10
30/09/2020	0.011	0.013	30/09/2020 19:00	0.009	30/09/2020 0:20
01/10/2020	0.011	0.014	01/10/2020 8:50	0.01	01/10/2020 6:40
02/10/2020	0.07	0.213	02/10/2020 3:50	0.011	02/10/2020 1:00
03/10/2020	0.182	0.456	03/10/2020 7:50	0.043	03/10/2020 2:10
04/10/2020	0.048	0.074	04/10/2020 0:00	0.035	04/10/2020 23:40
05/10/2020	0.031	0.035	05/10/2020 0:00	0.03	05/10/2020 18:20
06/10/2020	0.028	0.03	06/10/2020 0:00	0.028	06/10/2020 12:00
07/10/2020	0.027	0.028	07/10/2020 0:00	0.027	07/10/2020 16:50
08/10/2020	0.027	0.027	08/10/2020 0:00	0.026	08/10/2020 18:20
09/10/2020	0.027	0.034	09/10/2020 19:30	0.026	09/10/2020 11:20
10/10/2020	0.026	0.054	10/10/2020 9:10	0.016	10/10/2020 23:30
11/10/2020	0.026	0.105	11/10/2020 21:10	0.015	11/10/2020 0:30
12/10/2020	0.06	0.096	12/10/2020 6:00	0.043	12/10/2020 0:30
13/10/2020	0.063	0.085	13/10/2020 9:20	0.052	13/10/2020 2:30
14/10/2020	0.151	0.308	14/10/2020 15:40	0.054	14/10/2020 0:30
15/10/2020	0.147	0.272	15/10/2020 7:20	0.098	15/10/2020 6:40
16/10/2020	0.114	0.145	16/10/2020 0:40	0.087	16/10/2020 23:30
17/10/2020	0.079	0.095	17/10/2020 0:30	0.066	17/10/2020 23:00
18/10/2020	0.065	0.072	18/10/2020 5:40	0.056	18/10/2020 23:40
19/10/2020	0.056	0.062	19/10/2020 1:10	0.051	19/10/2020 16:00
20/10/2020	(0.054)	(0.058)	20/10/2020 6:40	(0.051)	20/10/2020 4:10

23/10/2020	(0.038)	(0.042)	23/10/2020 16:00	(0.036)	23/10/2020 13:20
24/10/2020	0.037	0.04	24/10/2020 1:50	0.034	24/10/2020 7:40
25/10/2020	0.055	0.118	25/10/2020 17:10	0.035	25/10/2020 3:40
26/10/2020	0.051	0.066	26/10/2020 0:00	0.042	26/10/2020 22:30
27/10/2020	0.041	0.045	27/10/2020 0:00	0.037	27/10/2020 21:20
28/10/2020	0.036	0.04	28/10/2020 0:00	0.032	28/10/2020 23:00
29/10/2020	0.033	0.036	29/10/2020 12:30	0.031	29/10/2020 23:00
30/10/2020	(0.032)	(0.034)	30/10/2020 2:00	(0.029)	30/10/2020 21:30
31/10/2020	0.029	0.031	31/10/2020 1:40	0.027	31/10/2020 10:50
01/11/2020	0.029	0.031	01/11/2020 21:10	0.027	01/11/2020 4:20
02/11/2020	0.029	0.031	02/11/2020 2:40	0.027	02/11/2020 22:30
03/11/2020	0.032	0.039	03/11/2020 13:50	0.027	03/11/2020 0:40
04/11/2020	0.03	0.031	04/11/2020 0:00	0.028	04/11/2020 22:40
05/11/2020	0.029	0.030	05/11/2020 13:30	0.028	05/11/2020 0:40
06/11/2020	(0.028)	(0.030)	06/11/2020 0:40	(0.027)	06/11/2020 23:20
07/11/2020	0.042	0.167	07/11/2020 6:50	0.027	07/11/2020 2:50
08/11/2020	0.034	0.036	08/11/2020 8:20	0.032	08/11/2020 19:50
09/11/2020	0.032	0.034	09/11/2020 0:00	0.029	09/11/2020 22:10
10/11/2020	0.03	0.033	10/11/2020 11:50	0.027	10/11/2020 23:10
11/11/2020	0.028	0.03	11/11/2020 12:50	0.027	11/11/2020 6:10
12/11/2020	0.027	0.029	12/11/2020 1:20	0.026	12/11/2020 7:00
13/11/2020	0.027	0.028	13/11/2020 5:40	0.025	13/11/2020 22:30
14/11/2020	0.026	0.028	14/11/2020 11:30	0.025	14/11/2020 3:40
15/11/2020	0.029	0.054	15/11/2020 19:00	0.025	15/11/2020 1:50
16/11/2020	0.03	0.037	16/11/2020 8:00	0.027	16/11/2020 22:20
17/11/2020	0.027	0.029	17/11/2020 16:20	0.026	17/11/2020 4:20
18/11/2020	0.028	0.029	18/11/2020 14:30	0.026	18/11/2020 7:40
19/11/2020	0.031	0.044	19/11/2020 18:00	0.026	19/11/2020 2:00
20/11/2020	0.031	0.033	20/11/2020 14:50	0.029	20/11/2020 4:20
21/11/2020	0.031	0.033	21/11/2020 3:50	0.029	21/11/2020 20:50
22/11/2020	0.03	0.031	22/11/2020 3:00	0.028	22/11/2020 21:20
23/11/2020	0.028	0.029	23/11/2020 16:20	0.027	23/11/2020 11:30
24/11/2020	0.028	0.029	24/11/2020 16:00	0.027	24/11/2020 10:50
25/11/2020	0.027	0.028	25/11/2020 2:40	0.026	25/11/2020 21:10
26/11/2020	0.026	0.027	26/11/2020 0:30	0.025	26/11/2020 18:20
27/11/2020	0.025	0.025	27/11/2020 1:10	0.024	27/11/2020 17:50
28/11/2020	0.024	0.025	28/11/2020 0:20	0.023	28/11/2020 21:20
29/11/2020	0.023	0.024	29/11/2020 0:30	0.021	29/11/2020 23:00
30/11/2020	0.021	0.022	30/11/2020 1:30	0.021	30/11/2020 21:10
01/12/2020	0.022	0.035	01/12/2020 21:50	0.019	01/12/2020 6:10
02/12/2020	0.022	0.031	02/12/2020 0:00	0.02	02/12/2020 20:30
03/12/2020	0.022	0.115	03/12/2020 23:50	0.019	03/12/2020 17:50
04/12/2020	0.042	0.121	04/12/2020 0:00	0.032	04/12/2020 23:10
05/12/2020	(0.036)	(0.069)	05/12/2020 16:00	(0.030)	05/12/2020 7:30

Estadísticos diarios Turbidez (FBU)					
Fecha	Media diaria	Valor máximo	Hora máximo	Valor mínimo	Hora mínimo
02/09/2020	(55.8)	(106.8)	02/09/2020 13:20	(43.0)	02/09/2020 17:50
03/09/2020	55.6	114.6	03/09/2020 17:30	38.8	03/09/2020 10:30
04/09/2020	40.8	71.2	04/09/2020 10:40	0	04/09/2020 10:20
05/09/2020	47.1	172.8	05/09/2020 18:40	26.8	05/09/2020 17:10
06/09/2020	59.2	111	06/09/2020 1:20	33.7	06/09/2020 17:00
07/09/2020	77.2	471.7	07/09/2020 6:20	27.4	07/09/2020 21:50
08/09/2020	28.5	44.6	08/09/2020 0:40	20	08/09/2020 15:40
09/09/2020	26.3	47.1	09/09/2020 1:00	19.6	09/09/2020 9:10
10/09/2020	25.1	41	10/09/2020 21:20	18.8	10/09/2020 15:20
11/09/2020	(26.4)	(67.9)	11/09/2020 11:00	(0.0)	11/09/2020 9:20
12/09/2020	23.4	38.8	12/09/2020 10:10	17.3	12/09/2020 14:50
13/09/2020	23.1	51.9	13/09/2020 11:20	16.8	13/09/2020 22:00
14/09/2020	17.4	51.9	14/09/2020 19:00	11.6	14/09/2020 14:50
15/09/2020	18.1	38	15/09/2020 3:20	10.7	15/09/2020 16:20
16/09/2020	(19.5)	(132.4)	16/09/2020 16:00	(0.0)	16/09/2020 9:00
17/09/2020	19.9	32.2	17/09/2020 15:20	14.4	17/09/2020 11:40
18/09/2020	116.1	1127	18/09/2020 15:50	15.9	18/09/2020 14:30
19/09/2020	157.5	962	19/09/2020 14:20	30	19/09/2020 10:00
20/09/2020	36.7	108.8	20/09/2020 19:00	18.2	20/09/2020 15:20
21/09/2020	20.7	41	21/09/2020 0:20	14.1	21/09/2020 22:20
22/09/2020	13.7	24.3	22/09/2020 7:20	11.2	22/09/2020 14:00
23/09/2020	(27.9)	(623.3)	23/09/2020 8:50	(0.0)	23/09/2020 6:50
24/09/2020	85.4	1019	24/09/2020 22:50	10.3	24/09/2020 17:00
25/09/2020	358.4	1126	25/09/2020 8:30	0	25/09/2020 9:40
26/09/2020	38.8	353	26/09/2020 0:00	0	26/09/2020 0:50
27/09/2020	206.5	1163	27/09/2020 22:40	0	27/09/2020 0:00
28/09/2020	(716.7)	(1132.0)	28/09/2020 1:30	(77.6)	28/09/2020 17:00
29/09/2020	912.2	1080	29/09/2020 1:30	98.8	29/09/2020 23:50
30/09/2020	621.2	1437	30/09/2020 12:10	0	30/09/2020 0:50
01/10/2020	753.7	1119	01/10/2020 21:10	4.2	01/10/2020 2:20
02/10/2020	(372.5)	(1221.0)	02/10/2020 18:40	(0.0)	02/10/2020 3:10
03/10/2020	(570.1)	(1258.0)	03/10/2020 12:20	(0.0)	03/10/2020 0:00
04/10/2020	848.5	1488	04/10/2020 4:50	2.5	04/10/2020 12:40
05/10/2020	765.2	1310	05/10/2020 1:50	0	05/10/2020 6:10
06/10/2020	753.9	1065	06/10/2020 2:50	354.1	06/10/2020 2:20
07/10/2020	703.3	1157	07/10/2020 3:30	22	07/10/2020 7:10
08/10/2020	(117.8)	(970.0)	08/10/2020 0:50	(0.0)	08/10/2020 2:30
09/10/2020	(602.7)	(1295.0)	09/10/2020 20:50	(0.0)	09/10/2020 0:00
10/10/2020	497.6	1103	10/10/2020 16:50	0	10/10/2020 8:30
11/10/2020	694.9	1153	11/10/2020 18:40	0	11/10/2020 16:10
12/10/2020	674.1	1301	12/10/2020 2:00	6.4	12/10/2020 6:10
13/10/2020	728.4	1333	13/10/2020 4:10	0	13/10/2020 7:30
14/10/2020	442.9	1170	14/10/2020 10:10	0	14/10/2020 3:20
15/10/2020	783.9	1208	15/10/2020 16:30	0	15/10/2020 7:30
16/10/2020	(681.4)	(1027.0)	16/10/2020 14:20	(0.0)	16/10/2020 10:20

17/10/2020	567.2	922	17/10/2020 13:40	412.6	17/10/2020 21:50
18/10/2020	498.3	912	18/10/2020 4:20	313.6	18/10/2020 22:30
19/10/2020	355.3	606.3	19/10/2020 0:40	214.8	19/10/2020 20:10
20/10/2020	(324.0)	(633.9)	20/10/2020 9:20	(241.7)	20/10/2020 3:10
23/10/2020	(226.8)	(756.4)	23/10/2020 17:00	(130.3)	23/10/2020 14:10
24/10/2020	176.1	562.3	24/10/2020 12:40	100.8	24/10/2020 23:30
25/10/2020	413.2	1293	25/10/2020 15:10	76.8	25/10/2020 7:30
26/10/2020	516.2	1284	26/10/2020 0:00	183.2	26/10/2020 13:20
27/10/2020	193.3	439.1	27/10/2020 1:00	119.3	27/10/2020 23:40
28/10/2020	121	519.4	28/10/2020 16:00	76.8	28/10/2020 10:20
29/10/2020	91.6	278.6	29/10/2020 1:10	58.1	29/10/2020 13:10
30/10/2020	(145.1)	(1048.0)	30/10/2020 2:10	(0.0)	30/10/2020 11:50
31/10/2020	79.6	107.7	31/10/2020 2:50	58.3	31/10/2020 19:10
01/11/2020	65.2	202.8	01/11/2020 17:10	39	01/11/2020 16:20
02/11/2020	59.3	127.3	02/11/2020 6:50	42	02/11/2020 23:50
03/11/2020	369.2	1119	03/11/2020 14:30	43.6	03/11/2020 0:30
04/11/2020	167.1	548.3	04/11/2020 3:20	86.8	04/11/2020 23:50
05/11/2020	77.8	202.7	05/11/2020 3:20	58.8	05/11/2020 20:20
06/11/2020	(76.1)	(171.0)	06/11/2020 7:10	0	06/11/2020 11:20
07/11/2020	311.5	1212	07/11/2020 9:40	6.9	07/11/2020 7:10
08/11/2020	146.1	310.2	08/11/2020 13:30	96.1	08/11/2020 20:50
09/11/2020	100.3	162	09/11/2020 12:50	72.1	09/11/2020 18:40
10/11/2020	146.8	796.6	10/11/2020 12:30	77.7	10/11/2020 0:30
11/11/2020	121.8	448.5	11/11/2020 1:00	71.7	11/11/2020 18:00
12/11/2020	61	164.1	12/11/2020 15:20	41.8	12/11/2020 21:50
13/11/2020	(64.9)	(147.1)	13/11/2020 21:40	(0.0)	13/11/2020 11:00
14/11/2020	92.7	441.8	14/11/2020 11:30	48.6	14/11/2020 6:00
15/11/2020	244.1	1238	15/11/2020 20:00	58.9	15/11/2020 16:30
16/11/2020	333.1	836	16/11/2020 8:20	108.8	16/11/2020 23:50
17/11/2020	147.2	928	17/11/2020 1:10	74	17/11/2020 20:00
18/11/2020	75.1	447.4	18/11/2020 21:40	43.3	18/11/2020 18:50
19/11/2020	364.7	1161	19/11/2020 19:10	43.4	19/11/2020 4:00
20/11/2020	206.4	559.7	20/11/2020 17:50	113.1	20/11/2020 17:20
21/11/2020	141.1	1001.9	21/11/2020 4:00	75.3	21/11/2020 22:10
22/11/2020	107.5	323.4	22/11/2020 12:00	64.4	22/11/2020 22:50
23/11/2020	61.8	101	23/11/2020 16:00	44.1	23/11/2020 4:40
24/11/2020	54.3	100.3	24/11/2020 9:10	38.1	24/11/2020 21:50
25/11/2020	68.9	100.3	25/11/2020 15:50	48.2	25/11/2020 19:30
26/11/2020	61.6	148.4	26/11/2020 11:40	39	26/11/2020 23:00
27/11/2020	56.4	85.2	27/11/2020 4:20	39.2	27/11/2020 11:00
28/11/2020	55.5	106	28/11/2020 1:50	34	28/11/2020 20:40
29/11/2020	51.8	96.6	29/11/2020 21:30	37.6	29/11/2020 14:10
30/11/2020	48.8	89.1	30/11/2020 15:20	35.1	30/11/2020 6:40