

# Seguimiento de los pasos para peces



# Irekibai

ACCION D10

LIFE14 NAT/ES/000186

Migración 2018-19

Gestión Ambiental de Navarra



[www.irekibai.eu](http://www.irekibai.eu)

Gipuzkoako  
Foru Aldundia



Diputación Foral  
de Gipuzkoa



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

Nafarroako  
Gobernua



Gobierno  
de Navarra

Nafarroako  
Ingurumen  
Kudeaketa, S.A.



Gestión  
Ambiental de  
Navarra, S.A.

# **LIFE – IREKIBAI**

## **Seguimiento de los pasos para peces.**

Acción D.10

### **Migración 2018-19**

**GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2019). Seguimiento de los pasos para peces.  
Migración 2018-19. Informe técnico elaborado por GAN-NIK S.A. para el proyecto LIFE-  
IREKIBAI.**

Gestión Ambiental de Navarra, S.A. – Nafarroako Ingurumen Kudeaketa, S.A.  
Padre Adoain 219 Bajo, 31015 Pamplona/Iruña, Navarra/Nafarroa  
Telf. 848 420700 Fax 848 420753  
[www.gan-nik.es](http://www.gan-nik.es)

## Indice

1. RESUMEN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. INTRODUCCIÓN .....	4
4. TRABAJOS REALIZADOS .....	6
5. OBJETIVOS .....	7
6. PASOS PARA PECES A SEGUIR .....	8
7. METODOLOGÍA.....	14
a) Seguimiento automático por antenas pasivas .....	15
b) Seguimiento por radiotransmisores.....	21
8. SEGUIMIENTO .....	24
a) Seguimiento automático en Yanci I y San Tiburcio .....	25
b) Seguimiento manual en Sunbilla y Doneztebe.....	26
9. RESULTADOS .....	27
a) Seguimiento automático en la presa de Yanci I .....	27
b) Seguimiento automático en la presa de San Tiburcio.....	27
c) Radioseguimiento.....	31
10. DISCUSIÓN .....	38
11. CONCLUSIONES .....	41
12. AGRADECIMIENTOS.....	42
13. REFERENCIAS .....	42
14. Anexo I: Resumen de los movimientos individuales observados .....	46



## 1. RESUMEN

El objetivo del proyecto LIFE IREKIBAI para la cuenca del Bidasoa, en la vertiente atlántica de Navarra, es la mejora del estado de conservación de los hábitats y especies fluviales de interés comunitario presentes en este río incluido en la Red Natura 2000. Entre estas especies, la lamprea marina, el sábalo y el salmón destacan por ser especies migratorias para las que la presencia de obstáculos supone un importante problema a la hora de poder llevar a cabo la reproducción. Por ello, el Gobierno de Navarra lleva años permeabilizando los obstáculos existentes, acciones que necesitan ser evaluadas para poder verificar su funcionalidad. El proyecto LIFE IREKIBAI posibilita mediante el desarrollo de esta acción llevar a cabo el estudio de la funcionalidad de algunos de estos pasos.

Así, durante los meses de la migración reproductiva de los salmónidos en 2018, se ha llevado a cabo el estudio de la funcionalidad de dos escalas para peces construidas en el cauce principal del río Bidasoa (presas de las centrales de Yanci I y San Tiburcio, ambas propiedad de IBERDROLA), dos rampas para peces (construidas para salvar los obstáculos de la presa del Molino de Jorajuria en el cauce principal del Bidasoa y de un paso de colector en el río Ezkurra) y de los saltos de otros tres pasos de colectores (o canalizaciones) cuya permeabilidad se desconocía (uno en el río Bidasoa en Sunbilla y otros dos en el río Ezpelura en Doneztebe). El estudio ha consistido en el seguimiento de truchas marcadas para verificar si los pasos para peces construidos permiten los movimientos migratorios y si los saltos de los colectores/canalizaciones suponen un obstáculo infranqueable para los salmónidos aguas arriba de los mismos. Los métodos de seguimiento mediante el marcaje individual de los peces con telemetría (PIT tags y radioemisores), han permitido estudiar tanto la franqueabilidad de los obstáculos como el esfuerzo realizado por los peces para superar el obstáculo (medido como la velocidad y el tiempo que los peces invirtieron en remontar el paso para peces). Además, se ha obtenido información relativa a los movimientos migratorios de larga distancia, identificando algunos lugares importantes, fechas y caudales imperantes en el momento de la reproducción y las diferentes estrategias que los salmónidos utilizan durante la migración reproductiva en esta zona de la cuenca del Bidasoa. El seguimiento llevado a cabo este año 2018, completa la imagen obtenida en los años 2016 y 2017 dentro del mismo proyecto IREKIBAI, en otras zonas más bajas de la cuenca, permitiendo obtener una imagen completa de las migraciones de salmónidos y la permeabilidad de los obstáculos a lo largo de la cuenca del Bidasoa.

Los resultados del seguimiento de este año 2018 muestran que solo el 23% de los peces marcados con PIT tags y liberados aguas abajo de la presa de la Central de San Tiburcio, remontaron la escala para peces de ese obstáculo, mientras que en el caso de la Presa de la Central Yanci I, el porcentaje de peces marcados que superaron el obstáculo no pudo certificarse debido al mal funcionamiento de los equipos de detección automática, aunque sí que fue posible comprobar que algunos peces lo subieron, ya que fueron detectados aguas arriba de este obstáculo. Además, se ha certificado que los peces que remontan San Tiburcio tienen que hacer un esfuerzo importante, invirtiendo un tiempo considerable (1 hora 44 minutos de media) que es suplementario al que ya de forma natural supone la migración contra corriente. El análisis de estos resultados indica que si bien la escala de San Tiburcio permite los movimientos ascendentes de los reproductores, parece que muchos peces podrían estar teniendo problemas para encontrar el dispositivo de paso (de ahí el porcentaje tan bajo de remonte), y la causa podría encontrarse en el efecto llamada de la escala, que debería mejorarse. Además, el esfuerzo que los peces han tenido que hacer para remontar el obstáculo parece señalar que sería necesario llevar a cabo unas tareas de mantenimiento que

aseguren la funcionalidad del dispositivo de paso. Se ha observado la presencia de elementos flotantes (como ramas, etc.) en las escotaduras de las artesas que podrían dificultar el ascenso de los peces a través de la escala. Finalmente, tanto en esta presa como en la de Yanci I sería interesante colocar dispositivos que eviten la entrada de los peces en los canales de derivación durante los movimientos descendentes, para asegurar que pueden regresar a su lugar de origen en el cauce principal tras la migración, sin llegar a entrar en las turbinas.

Por su parte, el trabajo de radioseguimiento ha permitido corroborar también la franqueabilidad de la mayor parte de los otros obstáculos menores situados en este tramo tanto en el cauce principal del río Bidasoa como en el río Ezkurra, su principal afluente en la zona. Así, se ha podido comprobar que el 78% de las truchas que llegaron hasta el salto del colector de Sunbilla lo remontaron, el 80% remontó el colector del Ezkurra, el 100% la represa del Ezpelura y el 100% el colector del Ezpelura. Sin embargo, parecen detectarse problemas de franqueabilidad en la presa del Molino de Jorajuria, ya que tan solo el 43% de las truchas radiomarcadas que alcanzaron este obstáculo consiguieron remontarlo a través de la rampa para peces construida para tal efecto. La presa del Balneario de Elgorriaga por su parte, es infranqueable y supone un problema importante para las migraciones reproductivas de la trucha en el río Ezkurra.

Durante el trabajo de seguimiento ha podido comprobarse también cómo la migración reproductiva está fuertemente influenciada por los caudales circulantes, que este año han sido especialmente bajos durante el estiaje debido a la escasez de lluvias. A partir del mes de noviembre cuando empezó a llover, los caudales se normalizaron y comenzó la migración que se alargó hasta finales de diciembre. Los picos de caudal favorecieron los movimientos de los peces marcados.

Se ha comprobado que las poblaciones de trucha de la cuenca del Bidasoa se dividen en dos fracciones, una móvil que recorre distancias de hasta 7 Km para llevar a cabo la reproducción y otra estacionaria, que permanece inmóvil en un tramo de río reducido. Sin embargo, la composición de la población varía en función del tramo del río en el que estén las truchas: en el cauce principal del Bidasoa, en la zona de Sunbilla, la población está repartida casi a partes iguales entre truchas sedentarias (56%) y migradoras, mientras que en su principal afluentes, el río Ezkurra, la población está claramente dominada por truchas sedentarias (80%).

También se ha puesto en valor la importancia que los afluentes, ya sea el río Ezkurra o las regatas más pequeñas como Mendauro o Legardo, tienen para la reproducción de las poblaciones de trucha afincadas en el cauce principal del Bidasoa y se han comprobado diferentes comportamientos reproductivos relacionados con las distancias recorridas y con el tiempo de permanencia en el área de reproducción. Una fracción importante de la población freza en el cauce principal del río Bidasoa, a pesar de que las condiciones hidráulicas no sean *a priori* las más apropiadas.

Tras la freza, algunas truchas regresan a su lugar de origen, por lo que facilitar los movimientos migratorios descendentes tiene tanta importancia como los ascendentes.

La información obtenida en este seguimiento permitirá al Gobierno de Navarra continuar con las labores de recuperación de las poblaciones de peces incluidos en la Directiva Hábitats que habitan en la cuenca del Bidasoa (salmón, sábalo y lamprea) objetivo último del proyecto LIFE IREKIBAI, al identificar los puntos débiles en los que es necesario concentrar el esfuerzo de recuperación de la conectividad fluvial y del hábitat piscícola en la cuenca.

## 2. ANTECEDENTES

En aplicación de las directivas Hábitats (1992/43) y Directiva Marco del Agua (2000/60), el objetivo de conservación y restauración que el Gobierno de Navarra ha establecido para los ríos y regatas incluidos en la Red Natura 2000 es “alcanzar un buen estado ecológico y químico de los ríos y regatas”. Atendiendo a los anexos de la Directiva Marco del Agua el buen estado ecológico de los ríos no puede ser alcanzado mientras existan elementos que interrumpan la continuidad del río, ya que esta considera la “continuidad de los ríos” como uno de los indicadores de calidad hidromorfológica que se deben tener en cuenta a la hora de valorar el estado ecológico de las masas de agua superficiales. En este sentido un río “permeable”, que no presente obstáculos a los desplazamientos de las especies, o en el que los obstáculos estén dotados de dispositivos que permitan su franqueo, se encuentra en un nivel superior de calidad ecológica, que otro de sus mismas características pero jalonado de obstáculos, que impiden o dificultan la conectividad del mismo. Los salmónidos son especies que realizan migraciones tanto reproductivas como tróficas o para el establecimiento de nuevos territorios. Estas migraciones son especialmente importantes en la época reproductiva, cuando se desplazan hacia los tramos altos en busca de frezaderos, aunque pueden verse interrumpidas por la presencia de azudes. Estas discontinuidades pueden ser subsanadas mediante la ejecución de trabajos de permeabilización de los obstáculos que pueden desarrollarse mediante diversas técnicas de ingeniería, para los que la solución adecuada en cada caso debe fundamentarse en un estudio de alternativas. El derribo de los azudes es la solución ecológicamente más interesante pero debido a consideraciones socioeconómicas, no siempre es asumible. El Gobierno de Navarra, consciente de la importancia de ir solucionando esta problemática, lleva varios años trabajando en la promoción y ejecución de proyectos de permeabilización de obstáculos y los resultados positivos de estas acciones empiezan a verse reflejados en la mejora de las poblaciones de peces, como en el caso del salmón en el río Bidasoa.

Sin embargo, tan importante como la ejecución de estos proyectos es la comprobación de que los pasos para peces construidos son plenamente funcionales. A la hora de verificar su funcionamiento, una escala para peces puede presentar una serie de pequeñas deficiencias, ya sea por errores cometidos a la hora de elaborar su diseño o por la aparición de causas imprevistas durante la ejecución de las obras, que impidan su correcto funcionamiento hidráulico. En otras ocasiones, un deficiente mantenimiento de la escala puede provocar que esta no sea funcional. Estos problemas, pueden tener como consecuencia que el obstáculo que se creía permeabilizado resulte infranqueable para la fauna piscícola, haciendo que la inversión haya resultado inútil.

Por ello, para verificar que los pasos construidos funcionan correctamente y que permiten el remonte de los peces, la empresa pública Gestión Ambiental de Navarra – Nafarroako Ingurumen Kudeaketa (GAN-NIK en adelante) y el Gobierno de Navarra diseñaron conjuntamente en el año 2006 un protocolo de seguimiento, en el que aprovechando el período de migración reproductora de las truchas, se comprobaba no sólo que los salmónidos consiguen superar el obstáculo, sino también el esfuerzo que les costaba hacerlo. Este esfuerzo y el desgaste energético correspondiente son tanto menores, cuantos menos intentos tengan que hacer para pasar y cuanto menos tiempo inviertan en remontar la escala.

Así, durante los años 2006 y 2007, en el marco del proyecto Interreg IIIA Gestión Sostenible de Salmónidos (GSS), liderado por GAN-NIK (entonces GAVRN) y desarrollado junto al INRA (Institut National de la Recherche Agronomique, France), se llevaron a cabo las primeras

evaluaciones de la funcionalidad de escalas para peces en Navarra. Concretamente, se trabajó en tres azudes situados en las regatas Tximista (azudes de la Ferrería y de la Central Hidroeléctrica de Etxalar) y Zia (Azud de Petrix) y en la estación de aforos del Gobierno de Navarra en la regata Zeberia. Los resultados de este trabajo pueden consultarse en Ekolur & GAVRN (2007).

Posteriormente, durante el año 2008, GAN-NIK a petición del Gobierno de Navarra llevó a cabo el seguimiento de la funcionalidad de los pasos para peces construidos durante ese mismo año en el azud de la Central Hidroeléctrica de Etxalar y en el azud del Molino de Etxalar, ambos en la regata Tximista, en la localidad de Etxalar. Los resultados de este trabajo pueden consultarse en Álvarez, J. & Leunda, P. (2009).

Posteriormente, en el marco del proyecto POCTEFA BIDUR, cooperación transfronteriza para la gestión de los ríos Bidasoa y Urumea, liderado por GAN-NIK y con la participación de IKT Nekazal Teknologia y el Consejo General de los Pirineos Atlánticos, se estudió durante el año 2010 la funcionalidad de dos escalas para peces tipo Denil construidas en los azudes de la Central de Mugaire en las regatas Marin y Zeberia. Los resultados de este trabajo pueden consultarse en Elso, J. (2011).

Finalmente, en el marco de este proyecto LIFE IREKIBAI, en los años 2016 y 2017 se continuó con esta labor en otros obstáculos de la cuenca del Bidasoa. En 2016 se estudió la funcionalidad de dos escalas para peces construidas en el cauce principal del río Bidasoa (Murgues y Nabasturen) y un paso bajo la carretera NA-121-A, en la regata Iruribietta, afluente del Bidasoa. En 2017 se estudió la de dos escalas para peces (una en el cauce principal, Nazas, y otra en la regata Zia, Molino de Bera) y se comprobó cómo el derribo de dos obstáculos en el marco del proyecto LIFE IREKIBAI (las presas de Endarlatsa y Bera en 2016) ha posibilitado las migraciones de los salmónidos en la época de reproducción. Los resultados de estos seguimientos pueden consultarse en los informes del proyecto LIFE IREKIBAI “GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2017). Seguimiento de los pasos para peces. Migración 2016-17. IREKIBAI” y “GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2018). Seguimiento de los pasos para peces. Migración 2017-18. IREKIBAI”. Finalmente, durante este año 2018 se ha finalizado con los seguimientos previstos en el marco del proyecto IREKIBAI y en este informe se presentan los resultados.

### 3. INTRODUCCIÓN

Desde que Gerking (1953) postulara el paradigma del movimiento restringido, los movimientos de los salmónidos (y otras especies de peces fluviales) han atraído mucha atención entre los investigadores (Gerking, 1959; Saunders & Gee, 1964; Solomon & Templeton, 1976; Dollof, 1987; Harcup, Williams & Ellis, 1984; Young, 1994). Se describió que los peces adultos permanecen restringidos a unas decenas de metros que constituyen el área de campeo (*Home Range*) durante casi toda su vida (Miller, 1957; Bachman, 1984; Hill & Grossman, 1987) y que los movimientos más largos (por encima del centenar de metros hasta varios kilómetros) se restringen a movimientos estacionales, relacionados con la reproducción (Hesthagen, 1988).

Sin embargo, estudios más recientes sugirieron que los peces fluviales pueden tener una movilidad mayor que la inicialmente pensada (Fausch & Young, 1995) y que las poblaciones de salmónidos pueden estar divididas en un componente móvil y otro estacionario (Bridcut &

Giller, 1993). El componente móvil podría ser importante para la sostenibilidad de las poblaciones de salmónidos, ya que permitiría a los individuos encontrar nuevos hábitats, lugares de alimentación y zonas de freza (Northcote, 1992; Fausch & Young, 1995) posibilitando las relaciones entre poblaciones, lo que mejora la variabilidad genética y aumenta las posibilidades de supervivencia de las metapoblaciones. Estos movimientos se han descrito como locales cuando se trata de escasos metros (Hill & Grossman, 1987; Elso, 1999a, Elso & Greenberg, 2001) o migratorios, cuando llegan a ser de hasta varios kilómetros (Clapp, Clark & Diana, 1990; Meyers, Thuemler & Kornely, 1992; Bridcut & Giller, 1993).

A pesar de la importancia de estos movimientos migratorios, pueden verse retrasados (Castro-Santos, & Haro, 2003) o incluso detenidos por la presencia de presas y/o azudes, obstáculos que modifican la calidad, cantidad y accesibilidad del hábitat. Como consecuencia de ello, los peces pueden ver impedida su reproducción o sufrir importantes daños durante las migraciones e incluso mortandades durante el tránsito a través de turbinas hidráulicas o aliviaderos (Ballesteros & Vázquez, 2001), con la consiguiente merma en el tamaño de sus poblaciones. El aumento de la depredación en las especies de peces migradoras está relacionada con los azudes debido a que provocan un retraso y una concentración de los peces en las pozas a los pies de los mismos (Elso, 1999b; Elso & Giller, 2001), aumentando la capturabilidad para ciertas especies depredadoras. Además, los cambios en el régimen de caudales o en la calidad del agua pueden también provocar efectos negativos de forma indirecta en las poblaciones (Elvira & Almodóvar, 1998). Por ello, las administraciones hidráulicas y medioambientales llevan años haciendo un importante esfuerzo en la permeabilización de estos obstáculos como vía de solución al problema.

La solución ideal para permeabilizar un obstáculo es su derribo, ya que esta acción no solo posibilita el paso de los peces sino que además devuelve al río toda su naturalidad, permitiendo el flujo de sedimentos y nutrientes y recuperando los hábitats originales del río. Pero cuando el derribo no es posible, la solución habitualmente utilizada por las administraciones competentes es la construcción de pasos que permitan a los peces remontar el obstáculo aguas arriba. Así, la construcción de pasos para peces se ha convertido en un componente fundamental de las acciones de restauración de la conectividad fluvial y mejora de los ecosistemas acuáticos. Unos pasos para peces correctamente diseñados y situados, permiten a los peces migradores superar los obstáculos que les impiden acceder a los tramos de ríos apropiados para el crecimiento y la reproducción (Clay, 1995; Jungwirth et al., 1998).

El diseño efectivo de estos dispositivos es una tecnología multidisciplinar que requiere un buen conocimiento de los comportamientos migratorios y de los requisitos del hábitat de las especies, que son tan importantes para el diseño como lo son los criterios hidrodinámicos que pueda aportar la ingeniería hidráulica. Esta doble vertiente conduce a que biólogos e ingenieros deban trabajar juntos para conseguir un diseño de dispositivos efectivos (Trapote, 2009), ya que el correcto estudio de los parámetros biológicos, hidráulicos y de otras variables físicas es fundamental en un buen diseño del paso para peces elegido. Pero incluso tras un buen trabajo de diseño del dispositivo de paso apropiado, una vez la construcción del mismo ha finalizado es necesario comprobar que funciona correctamente (Castro-Santos, Cotel & Webb, 2009). Por ello, y debido al escaso coste en comparación con la inversión hecha en su construcción, la verificación de la funcionalidad de los pasos de peces debería incluirse en el protocolo de permeabilización de obstáculos de forma habitual.

Estas estructuras son especialmente importantes en los ríos habitados por especies catádomas (viven en el río y se reproducen en el mar) y anádromas (viven en el mar y se

reproducen en el río), para las que la migración es fundamental para completar su ciclo biológico. El río Bidasoa alberga algunas de estas especies, como la Anguila, el Reo, el Sábalo o la Lamprea, estas dos últimas incluidas en el anexo II de la Directiva Hábitats y otras que realizan migraciones a lo largo del río, como la trucha común. Pero sin duda, la especie más emblemática de cuantas en el río Bidasoa necesitan superar los obstáculos para reproducirse es el Salmón atlántico, especie también incluida en la Directiva Hábitats, lo que ha proporcionado al río Bidasoa la categoría de Zona de Especial Conservación dentro de la Red Natura 2000.

Las poblaciones de salmón han sufrido una lenta y constante decadencia en toda su área de distribución en el último siglo. NASCO (North Atlantic Salmon Conservation Organization), principal organismo internacional encargado de conservar y recuperar la especie, ha señalado que una de las cinco amenazas principales para las poblaciones de salmón es la presencia de presas y otros obstáculos construidos por el hombre que impiden las migraciones (las otras amenazas son la sobrepesca, las intervenciones de ingeniería fluvial que degradan los hábitat, la contaminación y la acuicultura). Las poblaciones de salmón del río Bidasoa no han sido una excepción a este declive, y mientras que los salmones se contaban “por millares” a principios de siglo, ahora tan solo unos pocos centenares de individuos adultos, remontan el río para desovar.

Por todo ello, hace años que el Gobierno de Navarra inició un programa de recuperación de la especie que ha dado como fruto el proyecto LIFE IREKIBAI, a través del cual se han planteado acciones de mejora del hábitat encaminadas a la recuperación de la continuidad longitudinal del río. Entre estas acciones, se incluye el seguimiento de aquellos pasos para peces construidos hace años, pero que su funcionalidad permanece desconocida, al no haber sido aún comprobada. Así, en el marco de este proyecto, durante 2016 se comprobó la funcionalidad de dos escalas para peces construidas en el cauce principal del río Bidasoa (Murgues y Nabasturen) y un paso bajo la carretera NA-121-A, en la regata Iruribietta, afluente del Bidasoa; en el año 2017 se estudiaron dos escalas, una de ellas construida en el cauce principal del río Bidasoa (Nazas) y otra en uno de sus principales afluentes en la parte baja de la cuenca, la regata Zia (Molino de Bera), y se comprobó la franqueabilidad, el esfuerzo que los peces hacen para remontar el obstáculo y la importancia que el derribo de las presas de Enderlatsa y Bera, ejecutado en 2016, tuvo en las migraciones de salmónidos; y finalmente durante este año 2018 se ha llevado a cabo el estudio de la funcionalidad de dos escalas para peces construidas en el cauce principal del río Bidasoa (presas de las centrales de Yanci I y San Tiburcio), dos rampas para peces (Molino de Jorajuria en Sunbilla y colector en Doneztebe) y de otros tres pasos de colectores (o canalizaciones) cuya permeabilidad se desconocía (uno en el río Bidasoa en Sunbilla y otros dos en los ríos Ezpelura y Ezkurra en Doneztebe).

## 4. TRABAJOS REALIZADOS

Durante la temporada de migración 2018-19 se ha llevado a cabo el seguimiento de los pasos para peces mencionados en el apartado anterior como parte de las tareas previstas para el desarrollo de la acción D10 del proyecto LIFE IREKIBAI (LIFE14 NAT/ES/000186). Esta acción consta de los siguientes apartados en relación con el seguimiento de los pasos para peces:

- a) Desarrollo del plan de trabajo de la acción D10 (replanteo de la acción, planificación del calendario y definición de la metodología a emplear en cada uno de los obstáculos objeto de seguimiento). **Estado: finalizado.**

- b) Adquisición de materiales necesarios para construir las antenas, etc. **Estado: finalizado.**
- c) Mediciones y replanteo de las antenas en los pasos para peces de las presas de Yanci I y San Tiburcio. **Estado: finalizado.**
- d) Diseño, construcción y puesta a punto de equipos en los pasos de las presas de Yanci I y San Tiburcio, incluyendo las pruebas necesarias antes de su instalación en campo (sintonización de antenas, medición de campos electromagnéticos, etc). **Estado: finalizado.**
- e) Montaje e instalación de equipos en campo en los pasos para peces de las presas de Yanci I y San Tiburcio. **Estado: finalizado.**
- f) Captura y marcaje de los peces, mediante cirugía sencilla, con PIT Tags aguas arriba y abajo de la presas de Yanci I y San Tiburcio, con radiotransmisores y PIT en Sunbilla (aguas arriba de la presa del Molino de Jorajuria) y únicamente con radiotransmisores aguas arriba de los colectores de Doneztebe. Como estaba previsto en proyecto, se marcaron con PIT 30 peces en cada obstáculo y con radiotransmisores 10 peces en dos lugares diferentes. **Estado: finalizado.**
- g) Seguimiento, mediante la descarga de los datos obtenidos en las antenas pasivas (PIT Tags) y geolocalización de los peces marcados con radiotransmisores. **Estado: finalizado.**
- h) Desmontaje de equipos. Se han desmontado parte de los equipos, pero las antenas se desmontarán durante el estiaje, como ya se hiciera en el verano de 2018 con las antenas instaladas en 2017. **Estado: en marcha.**
- i) Elaboración de todos los datos recopilados y redacción del informe final. **Estado: finalizado.**

Este protocolo de trabajo es el mismo que se siguió en las ocasiones anteriores (2016 y 2017) en los otros obstáculos incluidos en la propuesta LIFE IREKIBAI, según el Plan de Trabajo que se presentó en el informe de seguimiento “GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2017). Seguimiento de los pasos para peces. Migración 2016-17”.

## 5. OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo es verificar que los pasos para peces (dos escalas y dos rampas) construidos en los obstáculos mencionados funcionan correctamente y permiten a los salmónidos adultos (de talla reproductora) remontarlos a través de los dispositivos de paso que en los últimos años se han construido. También se pretende comprobar la permeabilidad de saltos o rampas de peces existentes en otros tres obstáculos (cruces de colectores o conducciones). Para ello, no sólo hay que comprobar que los peces consiguen superar los obstáculos, sino también el esfuerzo que invierten en hacerlo. Este esfuerzo y el desgaste energético correspondiente serán tanto menores, cuantos menos intentos tengan que hacer para pasar y cuanto menos tiempo inviertan en remontar el paso.

Por ello, no solo se ha estudiado cuántos peces de los que se marcaron han remontado los dispositivos, sino también cuánto tiempo han pasado aguas abajo del obstáculo antes de superarlo, cual es el esfuerzo que han tenido que hacer, si los peces que lo han remontado tienen unas características diferentes a los que no (tamaño, etc.) y cuáles son las fechas y condiciones hidrológicas dominantes en el momento de remontar el paso de peces.

Secundariamente, a lo largo del estudio se obtuvo importante información relativa a los movimientos migratorios que puede resultar de interés para la mejora en la gestión de la fauna piscícola, como la identificación de las zonas de freza y de los diferentes comportamientos migratorios.

## 6. PASOS PARA PECES A SEGUIR

Durante la temporada de migración 2018-19 se ha llevado a cabo el seguimiento de las dos escalas para peces construidas en las centrales de Yanci I y San Tiburcio, ambas situadas en el cauce principal del río Bidasoa, y de las dos rampas para peces construidas en el Molino de Jorajuria y el paso de colector en Doneztebe.

Además, se ha comprobado si los tres saltos generados por el paso de colectores o por represas en Doneztebe y Sunbilla son permeables a los movimientos migratorios reproductivos de los salmónidos y el impacto que la presa del Balneario de Elgorriaga (impermeable, al estar la escala de peces rota) puede causar en las migraciones de los salmónidos.

Todos estos obstáculos están situados en la parte media-alta de la cuenca, completando así los trabajos realizados en 2016 (parte media) y 2017 (parte baja).



Mapa 1: Ubicación de los obstáculos estudiados en la cuenca del río Bidasoa durante 2018-19

Siguiendo la dirección desde aguas abajo hacia aguas arriba, estos son los obstáculos que han sido objeto de seguimiento:

### Presa de la Central de Yanci I

El obstáculo es un azud de hormigón de perfil vertical y 4,0 metros de altura, con un recrecimiento adicional de tablones de 0,40 cm, situado en el cauce principal del río Bidasoa en el municipio de Sunbilla (UTM X: 607.860; UTM Y: 4.781.223), que embalsa una longitud fluvial de 1.200 metros del Bidasoa. Deriva agua para producción hidroeléctrica por el canal situado en la margen derecha. Este canal no tiene ningún dispositivo para evitar la entrada de los peces. El obstáculo dispone de dos dispositivos de paso para los peces en la

margen izquierda del río Bidasoa: una escala de peces y una rampa escalonada. La escala es de artesas sucesivas y tiene escotaduras alternas y orificios sumergidos, el tipo de dispositivo de artesas, el dispositivo de paso utilizado con más frecuencia en minicentrales hidroeléctricas de la cuenca del Bidasoa. Consta de 10 artesas en una estructura lineal de 26 m de longitud total. Las artesas dividen el desnivel a franquear en pequeños saltos, teóricamente superables para los salmónidos. Los muros de hormigón situados frente a cada una de las entradas de agua, ayudan a disipar la energía potencial del agua en su caída, eliminando turbulencias que permiten la natación de los peces. La entrada de los peces desde el río a la escala se hace desde una poza antes de llegar nadando a la primera artesa. La salida de la escala se hace directamente al río en su margen izquierda a través de una ventana sumergida que en caudales altos debería impedir la entrada de elementos flotantes, aunque no lo consigue del todo, como se ha podido constatar a lo largo de este trabajo.

El segundo dispositivo es una rampa escalonada de antediques situada entre la escala para peces y la margen izquierda. Consta de tres escalones de 50 cm de altura y un cuarto salto de altura superior a 1m. Por esta rampa tan solo fluye el agua en caudales altos. Este dispositivo no es funcional para la migración de la trucha y tan solo podría serlo para el salmón bajo determinadas circunstancias de caudal. Sin embargo, ejerce un importante papel al aumentar el efecto llamada, atrayendo los peces hacia la escala.



Foto 1: Azud, escala para peces (centro) y rampa de antediques (derecha) de la Central de Yanci I en el río Bidasoa

### Colector de Sunbilla

El obstáculo es una estructura recta de hormigón que protege un colector (o conducción) y que cruza perpendicularmente el río Bidasoa a su paso por la localidad de Sunbilla (UTM X: 608.165; UTM Y: 4.779.952), produciendo un salto de 0,60 metros de altura sin ningún tipo de dispositivo de paso. Esta altura de salto puede verse disminuida en caudales altos. Embalsa una longitud fluvial de unos 70 m.



Foto 2: Paso de colector en Sunbilla en el río Bidasoa

### Molino de Jorajuria

Se trata de un azud situado en el río Bidasoa (UTM X: 608.123; UTM Y: 4.779.759) a su paso por la localidad de Sunbilla, 200m aguas arriba del obstáculo anterior. Es un azud de mampostería en rampa de 1,5 metros de altura que embalsa una longitud fluvial de 700 m. Aunque originalmente la presa derivaba agua a un molino a través del canal situado en la margen izquierda, el canal ha desaparecido y en la actualidad la presa se encuentra en desuso. En 2009 se construyó una rampa rústica en la margen derecha para permitir el paso de los peces.



Foto 3: Azud y rampa de paso para peces del Molino de Jorajuria en el río Bidasoa

### Central de San Tiburcio

El obstáculo es un azud situado en el cauce principal del río Bidasoa en el municipio de Doneztebe (UTM X: 608.343; UTM Y: 4.777.581). Es el último gran obstáculo del cauce principal que deben remontar los peces en la migración ascendente. Se trata de una presa móvil con dos compuertas superiores, cuya parte inferior está construida en hormigón. La estructura total tiene una altura de 6 metros de altura y embalsa una longitud fluvial de unos 1.000 m y deriva agua para la central a través de un canal situado en la margen derecha. Como dispositivo de paso para peces tiene una escala de 18 artesas en la margen izquierda, que consta de dos tramos de aproximadamente 8 metros (3 artesas) y 31 metros (14 artesas) de longitud, entre los que hay otra artesa en la curva que separa ambos tramos, por lo que la longitud total del dispositivo es de 39 metros. También en este caso la entrada de los peces desde el río a la escala se hace desde una poza a pie de presa antes de llegar nadando a la primera artesa y la salida de la escala se hace directamente al río en su margen izquierda a través de una ventana sumergida, que tampoco impide completamente la entrada de flotantes. Entre la estructura de la presa y la escala de peces hay un canal por el que cae el agua que aumenta la llamada de los peces hacia la escala.



Foto 4: Azud y escala para peces de la Central de San Tiburcio en el río Bidasoa

### Colector de Doneztebe

El obstáculo es un azud situado en el río Ezkurra, afluente del Bidasoa, a su paso por el casco urbano de Doneztebe (UTM X: 608.335; UTM Y: 4.776.415), tan solo 350 metros aguas arriba de la desembocadura del Ezkurra al Bidasoa. Se trata del paso de un colector a la depuradora en la zona donde antiguamente existía una presa de molino. Es un azud vertical de hormigón de 1 metro de altura que apenas produce embalsamiento, ya que el vaso se encuentra completamente colmatado. En el año 2013 se construyó una rampa rústica en la margen derecha para permitir el paso de los peces.



Foto 5: Azud y rampa de paso para peces del colector de Doneztebe en el río Ezkurra

### Represa del Ezpelura

El obstáculo es una represa escalonada de hormigón de 1 metro de altura, situada en la regata Ezpelura, a escasos 25 metros de su desembocadura al río Ezkurra (UTM X: 608.043; UTM Y: 4.776.286), también en el casco urbano de Doneztebe. No parece tener un uso definido.



Foto 6: Represa en el río Ezpelura en Doneztebe

### Colector del Ezpelura

El obstáculo es el paso de un colector que cruza oblicuamente la regata Ezpelura en el tramo urbano de Doneztebe, a unos 100 metros aguas arriba del obstáculo anterior (UTM X: 608.084; UTM Y: 4.776.185) y que embalsa una longitud fluvial de unos 100 m. No dispone de ningún dispositivo de franqueo.



Foto 7: Paso de canalización en Doneztebe en el río Ezpelura

### **Presa del Balneario de Elgorriaga (Molino de Elgorriaga)**

El obstáculo es un azud de mampostería de perfil vertical y 3,0 metros de altura con un recrecimiento temporal de 0,8 metros, situado en el río Ezkurra en el municipio de Elgorriaga (UTM X: 606.638; UTM Y: 4.776.629). Embalsa una longitud fluvial de 150 metros del Ezkurra y se trata de la presa del antiguo Molino de Elgorriaga, ahora desaparecido. Ya no deriva agua, aunque aún queda un canal de mampostería abandonado en la margen izquierda. Tras la desaparición del Molino, la presa se ha mantenido en pie como elemento estético en el área de recreo del Balneario de Elgorriaga, desde que este se inaugurara en 2009 en los terrenos adyacentes. Se construyó entonces una escala para peces en la margen izquierda, pero nunca fue completamente funcional, debido a que los acarreo de gravas la colmataban e impedían el tránsito de los peces. En la actualidad la escala se encuentra rota y el agua no circula por ella, por lo que no es útil para el remonte de los peces y el obstáculo resulta infranqueable.



Foto 8: Azud y restos de la escala para peces en la presa del Balneario de Elgorriaga, en el río Ezkurra

## 7. METODOLOGÍA

Aunque la especie objetivo de seguimiento en el proyecto LIFE IREKIBAI es el salmón atlántico (*Salmo salar*), especie incluida en la Directiva Hábitats, para llevar a cabo este estudio sobre la eficiencia de los pasos para peces se ha trabajado con la trucha común (*Salmo trutta fario*), tal y como ya se explicó en el formulario de propuesta del proyecto LIFE IREKIBAI. Es conocido que las dos especies tienen un comportamiento migratorio reproductivo similar en la cuenca del Bidasoa, por lo que los datos que se obtengan relativos a la capacidad de remonte de un obstáculo, fechas de migración, caudales, etc. de la trucha, serían aplicables al salmón. Es política del Gobierno de Navarra interferir lo menos posible en la reproducción del salmón salvaje, especie escasa en el Bidasoa para la que cada reproductor puede ser vital en el proceso de recuperación de sus poblaciones, razón por la que se decidió llevar a cabo el trabajo con la trucha común.

El trabajo ha consistido en el marcaje de truchas de tamaño reproductor para poder seguir las y comprobar si durante la migración reproductiva son capaces de remontar los dispositivos de paso objeto de estudio. Se llevaron a cabo para ello dos tipos de técnicas de marcaje: la inoculación de marcas PIT y su seguimiento con antenas pasivas colocadas en los azudes (Elso & Greenberg, 2001) y el marcaje con radiotransmisores y su seguimiento a lo largo del río (Evans, 1994).

En ambos casos, el marcaje de las truchas es individualizado, lo que permite obtener datos sobre el comportamiento individual de cada una de las truchas marcadas, pudiendo así sacar conclusiones relevantes con respecto a las diferencias entre individuos, estrategias, tallas, etc. El seguimiento individual de los peces se ha mostrado como una herramienta eficaz en el estudio de los movimientos de peces (Greenberg & Elso, 2000) y resulta muy práctico para poner en evidencia los factores que influyen en la eficacia de los dispositivos (localización de las entradas, caudal en el paso, esfuerzo necesario, etc.), ya que se lleva a cabo un seguimiento directo del desplazamiento y del comportamiento de los individuos cuando se aproximan al dispositivo de paso.

Sin embargo, la información que se obtiene a través de los dos métodos de seguimiento es diferente. A través del seguimiento automático se obtiene información detallada de los movimientos que cada trucha hace en la escala: momento de entrada y salida de la escala, y el tiempo transcurrido en ella, pudiendo así determinar el esfuerzo que le cuesta a cada pez atravesar el paso y relacionarlo con los caudales circulantes en ese momento. Sin embargo, este método no permite obtener información acerca de lo que el pez hace antes y después del paso a través de la escala.

En cambio, a través del radioseguimiento se obtiene información durante periodos de tiempo más largos y el detalle de la información que se obtiene tan solo depende del esfuerzo realizado en el trabajo de campo. Así, es posible definir estrategias migratorias, lugares de freza, etc. Por el contrario, en esta situación generalmente no es posible saber exactamente cuándo un pez ha atravesado un paso para peces ni qué esfuerzo ha tenido que realizar.

En cada presa se han marcado con PIT 30 truchas que han sido identificadas con códigos que hacen referencia al lugar en el que fueron soltadas tras su marcaje, de forma que cada trucha está identificada por la letra “Y” seguida de un número (del 1 al 30) para las truchas soltadas

aguas debajo de la presa de Yanci I y por las letras “ST” seguida de un número (del 1 al 30) para las truchas soltadas aguas abajo de San Tiburcio.

Se explican a continuación brevemente los dos métodos de seguimiento, aunque si se desea conocer con mayor profundidad la metodología completa y los fundamentos técnicos en los que se basa, se puede consultar el informe de seguimiento “GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2017). Seguimiento de los pasos para peces. Migración 2016-17. IREKIBAI” donde se dieron todos los detalles.

### a) Seguimiento automático por antenas pasivas

El seguimiento se basa en la instalación de unas antenas en el dispositivo de paso que automáticamente detectan el cruce de los peces previamente marcados con transmisores.

#### Antenas

Se han utilizado dos equipos CIPAM de detección automática de marcas PIT (Passive Integrated Transponder o Transmisores Pasivos Integrados) de doble antena, con funciones de lectura y registro. Los equipos fueron instalados en las presas de las centrales de Yanci I y San Tiburcio, ambas propiedad de la empresa IBERDROLA. En la presa de San Tiburcio, los equipos se alimentaron por corriente proporcionada por una toma conectada a los automatismos de derivación de agua de la central, gentilmente cedida por los propietarios de la central, lo que se agradece profundamente. El equipo de detección se mantuvo protegido de las inclemencias meteorológicas en una caseta de madera construida a tal efecto y alojada sobre la estructura de la presa, a salvo de las posibles crecidas del río Bidasoa. En el caso de la presa de Yanci I, al no haber cerca ninguna fuente de corriente eléctrica a la que poder conectar los equipos, se alimentaron por baterías que se sustituyeron como mínimo cada cuatro días, garantizando así el funcionamiento continuo de los equipos durante todo el seguimiento. Tanto el equipo de detección como la batería que lo alimenta estuvieron protegidos en el interior de un contenedor de obra alquilado para tal fin y situado entre el río y la vía verde del Bidasoa, a salvo de las posibles crecidas del Bidasoa.



Foto 9: contenedor de obra donde se alojó el equipo de detección en la presa de Yanci I

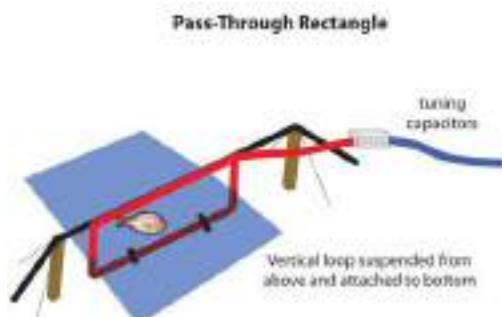
Los detalles acerca de la composición y funcionamiento de los equipos de detección de marcas PIT de CIPAM se pueden consultar en “GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2017). Seguimiento de los pasos para peces. Migración 2016-17. IREKIBAI”.



Foto 10: detalle del equipo de detección de marcas PIT de CIPAM

### Instalación y características de las antenas

En ambos casos, se han utilizado antenas del tipo “pass-through”, en las que el pez nada a través del rectángulo formado por la antena, que se coloca verticalmente en el orificio de entrada (o salida) de la escala para peces. Las antenas se deben construir a medida para adaptarlas a las características concretas del paso para peces a estudiar. La construcción, sintonía e instalación de las antenas se llevó a cabo durante los meses de agosto y septiembre, aprovechando los bajos caudales del estiaje en los que las centrales no están en funcionamiento y por lo tanto no circula agua por las escalas para peces, condiciones que permiten colocar y asegurar correctamente las antenas.



Esquema 1: Esquema de una antena Pass-Through (Fuente: Oregon RFID)



Fotos 11 y 12: Labores de instalación de las antenas pass-through en la presa de la central de Yanci I

En la presa de San Tiburcio, el buen estado de las antenas y del resto del sistema de control automático fue comprobado con una periodicidad mínima semanal durante todo el periodo de seguimiento, en las visitas de campo realizadas para la descarga de datos del sistema y reemplazo de baterías en Yanci I. Sin embargo, una vez que la central de Yanci I empieza a funcionar y el agua circula a través de la escala para peces y la rampa entre esta y la orilla, no es posible acceder a la escala, por lo que no pudo comprobarse si el sistema de control automático funcionaba correctamente hasta su desconexión. Como se verá más adelante, esto fue fatal, ya que posteriormente se comprobó que el equipo no había funcionado en todo el periodo de seguimiento.

### Marcaje con PIT

Las truchas a marcar fueron capturadas el día 6 de noviembre en San Tiburcio y el 9 de noviembre en Yanci, mediante pesca eléctrica realizada por el personal de GAN-NIK con suficiente experiencia en esta técnica como para garantizar la seguridad de las personas y los peces. En ambos casos, la captura de los peces se llevó a cabo pocos días después de la puesta en funcionamiento de las centrales (26 de octubre San Tiburcio y 31 de octubre Yanci I) y por lo tanto de los pasos para peces. Para cada azud se capturaron 30 individuos reproductores (talla mínima 193 mm) y se procuraron pescar la mitad de los individuos aguas arriba y la otra mitad aguas abajo del obstáculo correspondiente. El motivo de este doble origen de los peces es por un lado asegurar que habrá individuos que van a intentar superar el obstáculo para retornar a sus territorios habituales (peces capturados aguas arriba y desplazados abajo que

realizan movimientos de *Homing*) y por otro comprobar que el paso también funciona con el comportamiento natural, no inducido, de migración reproductora (peces cuyo territorio habitual está por debajo del obstáculo y deben remontarlo en busca de frezaderos). Las zonas de captura estaban situadas inmediatamente aguas abajo de los obstáculos y en las zonas vadeables más cercanas situadas aguas arriba de los obstáculos objeto de seguimiento.



Foto 13: Captura de los peces mediante pesca eléctrica

Los peces se marcaron con ampollas transponder (Passive Integrated Transponder o PIT tags) de 32 mm de longitud de baja frecuencia (RI-TRP-GR30ATGB a 64bits, 134Khz HDX) de Texas Instruments, que mediante códigos individuales permiten identificar a cada uno de los peces marcados.



Foto 14: PIT tag

Tras su captura, los individuos fueron anestesiados con Ethylen glycol (1/2.000) y se procedió a insertar las ampollas a nivel de la cavidad peritoneal, mediante cirugía sencilla, tomando para cada individuo los correspondientes datos de longitud furcal y peso. Una vez marcados, y tras esperar un tiempo prudencial para que se recuperaran de la anestesia, los 30 individuos se

liberaron unos metros aguas abajo del obstáculo correspondiente. En la siguiente tabla se incluyen las características biométricas de las 30 truchas marcadas en Yanci I:

YANCI I (capturadas 9/11/2018)				
Nº trucha	Código PIT	Lugar de captura	Talla (mm)	Peso (g)
Y01	07116DB25A4E5E32	Aguas arriba	290	317
Y02	07116DB25A4E3433	Aguas abajo	305	311
Y03	07116DB25A4E9F35	Aguas arriba	258	201
Y04	07116DB25A4E4C37	Aguas arriba	321	392
Y05	07116DB25A4E0934	Aguas abajo	255	176
Y06	07116DB25A4E9E34	Aguas abajo	290	272
Y07	07116DB25A4EAB32	Aguas arriba	270	246
Y08	07116DB25A4EA537	Aguas arriba	244	174
Y09	07116DB25A4E7433	Aguas abajo	291	279
Y10	07116DB25A4E5E37	Aguas abajo	205	100
Y11	07116DB25A4E9532	Aguas abajo	200	91
Y12	07116DB25A4EAE36	Aguas abajo	221	117
Y13	07116DB25A4E8F33	Aguas abajo	261	207
Y14	07116DB25A4E2F37	Aguas arriba	300	329
Y15	07116DB25A4EB234	Aguas arriba	274	217
Y16	07116DB25A4E6D33	Aguas arriba	270	247
Y17	07116DB25A4E8833	Aguas abajo	205	123
Y18	07116DB25A4E4937	Aguas arriba	237	178
Y19	07116DB25A4E8325	Aguas abajo	200	99
Y20	07116DB25A4EA933	Aguas arriba	279	243
Y21	07116DB25A4E9D34	Aguas arriba	427	860
Y22	07116DB25A4EA732	Aguas arriba	500	1.100
Y23	07116DB25A4E9737	Aguas arriba	235	127
Y24	07116DB25A4E1A33	Aguas arriba	199	82
Y25	07116DB25A4E6736	Aguas arriba	222	149
Y26	07116DB25A4E8125	Aguas abajo	255	183
Y27	07116DB25A4E9435	Aguas abajo	296	283
Y28	07116DB25A4E9434	Aguas abajo	260	218
Y29	07116DB25A4E1134	Aguas abajo	260	199
Y30	07116DB25A4E6B33	Aguas abajo	260	215

Tabla 1: características biométricas de las truchas marcadas en Yanci I

El número de peces con el que se trabaja es demasiado pequeño como para poder aplicar test estadísticos que permitan hacer comparativas fiables. A pesar de ello, se llevó a cabo un análisis que permitiera comprobar si existían diferencias entre los peces capturados aguas arriba y abajo de la presa. Aunque las truchas capturadas aguas abajo de la presa presentan una longitud y peso ligeramente superior a los de las truchas capturadas aguas arriba, la diferencia no es estadísticamente significativa, por lo que se puede considerar que ambos grupos presentan similares características biométricas. Lo mismo sucede con el factor de condición (K).

	n	LF (mm)		Peso (g)		K	
		x min	SD max	x min	SD max	x min	SD max
Capturadas arriba	15	250,9 200	36,6 305	191,3 91	73,7 311	1,159 1,058	0,091 1,422
Capturadas abajo	15	288,4 199	78,8 500	324 82	281,8 1.100	1,163 0,880	0,135 1,362

Tabla 2: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas capturadas aguas arriba y abajo de la presa de Yanci I

En la siguiente tabla se incluyen las características de las 30 truchas marcadas aguas arriba y abajo de la presa de San Tiburcio:

SAN TIBURCIO (6/11/2018)				
Nº trucha	Código PIT	Lugar de captura	Talla (mm)	Peso (g)
ST01	07116DB25A4E5E32	Aguas arriba	358	528
ST02	07116DB25A4E3433	Aguas abajo	240	168
ST03	07116DB25A4E9F35	Aguas arriba	288	254
ST04	07116DB25A4E4C37	Aguas arriba	209	108
ST05	07116DB25A4E0934	Aguas arriba	333	449
ST06	07116DB25A4E9E34	Aguas arriba	238	147
ST07	07116DB25A4EAB32	Aguas abajo	230	140
ST08	07116DB25A4EA537	Aguas arriba	220	129
ST09	07116DB25A4E7433	Aguas arriba	220	114
ST10	07116DB25A4E5E37	Aguas arriba	212	97
ST11	07116DB25A4E9532	Aguas abajo	214	116
ST12	07116DB25A4EAE36	Aguas abajo	200	94
ST13	07116DB25A4E8F33	Aguas abajo	410	680
ST14	07116DB25A4E2F37	Aguas arriba	330	391
ST15	07116DB25A4EB234	Aguas arriba	343	515
ST16	07116DB25A4E6D33	Aguas arriba	330	279
ST17	07116DB25A4E8833	Aguas arriba	302	287
ST18	07116DB25A4E4937	Aguas arriba	314	352
ST19	07116DB25A4E8325	Aguas abajo	241	168
ST20	07116DB25A4EA933	Aguas abajo	308	295
ST21	07116DB25A4E9D34	Aguas abajo	288	272
ST22	07116DB25A4EA732	Aguas abajo	241	169
ST23	07116DB25A4E9737	Aguas abajo	268	236
ST24	07116DB25A4E1A33	Aguas abajo	251	195
ST25	07116DB25A4E6736	Aguas abajo	252	179
ST26	07116DB25A4E8125	Aguas arriba	237	175
ST27	07116DB25A4E9435	Aguas arriba	222	112
ST28	07116DB25A4E9434	Aguas abajo	201	96
ST29	07116DB25A4E1134	Aguas abajo	198	85
ST30	07116DB25A4E6B33	Aguas abajo	193	77

Tabla 3: características de las truchas marcadas aguas arriba y abajo de la presa de San Tiburcio

En este caso, la diferencia de tamaño (longitud y peso) entre las truchas capturadas aguas arriba y aguas abajo tampoco es estadísticamente diferente. Lo mismo sucede con el factor de

condición, aunque es necesario insistir en que el tamaño de la muestra utilizada en el análisis es muy pequeño como para que los resultados sean concluyentes.

	n	LF (mm)		Peso (g)		K	
		x min	SD max	x min	SD max	x min	SD max
Capturadas arriba	15	249,0 193	55,8 410	197,8 77	148,9 680	1,145 0,987	0,077 1,230
Capturadas abajo	15	277,1 209	55,6 358	262 97	153,4 528	1,110 0,776	0,130 1,316

Tabla 4: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas capturadas aguas arriba y abajo de la presa de San Tiburcio

### ***b) Seguimiento por radiotransmisores***

El seguimiento se basa en la inoculación de radiotransmisores a los peces y la localización periódica de su posición en el río mediante antenas receptoras.

#### **Marcaje con radiotransmisores**

Al igual que en los casos anteriores las truchas se capturaron mediante pesca eléctrica: 10 peces fueron capturados aguas arriba de los dos obstáculos cuya permeabilidad se pretendía comprobar en Sunbilla y otros 10 peces aguas arriba de los tres obstáculos de Doneztebe. De entre todos los individuos capturados, se seleccionaron aquellos individuos de una talla mínima de 200 mm y fueron transportados en cisterna aireada a la piscifactoría del Gobierno de Navarra en Mugaire, situada a pocos kilómetros del lugar de captura. Una vez allí, las truchas fueron anestesiadas con Etylen glycol (1/2.000) antes de someterlas a intervención quirúrgica para la colocación de un emisor de radiofrecuencia en la cavidad peritoneal. Para la intervención, se utilizó un sistema mediante el cual el pez mantiene las branquias dentro del agua mientras que su zona ventral se encuentra fuera, de forma que es posible realizar la intervención sin que el pez sufra anoxia. Ninguna de las intervenciones efectuadas se prolongó durante más de tres minutos, evitando así sufrimientos innecesarios a los peces.



Foto 15: Detalle de la intervención quirúrgica de implante del transmisor

El radiotransmisor implantado permite llevar a cabo un seguimiento continuo de los peces, una vez incluso hubieran superado el obstáculo objeto de estudio. Se utilizaron para ello radiotransmisores modelo F1150 (ATS Inc.; 148.140-149.121 MHz), de 24 mm de longitud, 3,1 g de peso y una vida de 198 días, aunque el fabricante tan solo garantiza una duración máxima de 99 días, suficiente para cubrir la duración de la migración reproductiva de la trucha en el Bidasoa. Para evitar molestias al pez y asegurar un desarrollo natural del estudio, el peso del radiotransmisor no debe superar el 2 % del peso total de la trucha. Cada radiotransmisor emite a una frecuencia determinada que permite identificar individualmente la posición de cada trucha marcada desde los márgenes del río incluso sin necesidad de que sean vistas.

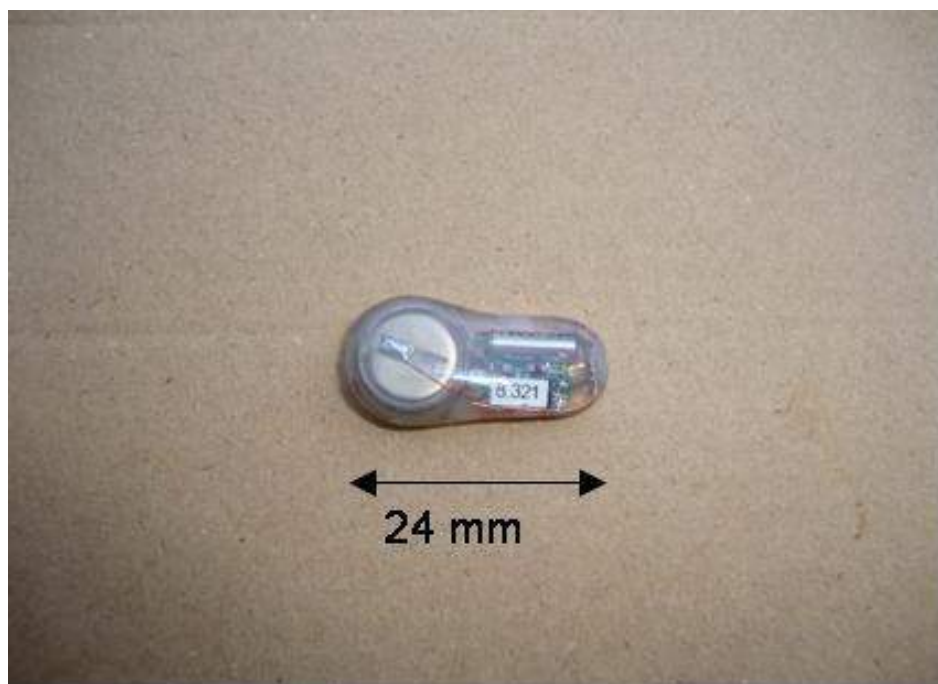


Foto 16: Radiotransmisor

Durante la intervención quirúrgica, a las truchas capturadas el 26 de octubre en Sunbilla además del radiotransmisor se les colocó una ampolla PIT siguiendo el protocolo descrito en el apartado anterior. De esta forma, además del seguimiento por radiocontrol, estas truchas pudieron ser controladas de forma automática en caso de que pasaran por la escala de la presa de San Tiburcio (situado a 2.535 m aguas arriba del lugar donde fueron liberadas).

Tras la intervención, los individuos fueron colocados en uno de los estanques de la piscifactoría de Mugaire y se dejaron ahí durante toda la noche para permitir su recuperación completa. Al día siguiente, tras comprobar que todas las truchas se encontraban en perfecto estado y que no había ninguna baja, las truchas fueron soltadas aguas abajo de los obstáculos cuya permeabilidad era objeto de estudio en Sunbilla (UTM X: 608.140; UTM Y: 4.780.052). A lo largo del estudio no se verificó la muerte de ninguna de las truchas radiomarcadas. En la siguiente tabla se incluyen las características biométricas de las 10 truchas capturadas aguas arriba de los obstáculos de Sunbilla:

SUNBILLA (26/10/2018)				
Nº trucha	Código PIT	Talla (mm)	Peso (g)	Frecuencia (MHz)
S40	07116DB25A4E9933	310	331	148.140
S41	07116DB25A4E8832	328	319	148.667
S42	07116DB25A4E9825	315	370	148.940
S43	07116DB25A4EB233	292	319	148.601
S44	07116DB25A4E8625	285	270	148.799
S45	07116DB25A4E7E37	280	259	148.382
S46	07116DB25A4EAC32	290	292	149.121
S47	07116DB25A4EA832	249	183	148.862
S48	07116DB25A4EB032	259	183	148.701
S49	07116DB25A4E9137	257	210	148.870

Tabla 5: características de las truchas marcadas en Sunbilla

Se procedió de igual forma con las truchas capturadas el 25 de octubre en Doneztebe, aunque en este caso no se insertaron marcas PIT, ya que no existía ninguna antena aguas arriba por la que poder controlar su paso. Estas truchas radiomarcadas fueron liberadas al día siguiente aguas abajo de la rampa de peces del colector de Doneztebe (UTM X: 608.350; UTM Y: 4.776.434). En la siguiente tabla se incluyen las características biométricas de las 10 truchas:

DONEZTEBE (26/10/2018)			
Nº trucha	Talla (mm)	Peso (g)	Frecuencia (MHz)
D30	279	254	148.911
D31	248	193	149.041
D32	250	184	149.060
D33	244	166	148.261
D34	229	142	148.420
D35	292	278	149.100
D36	311	386	148.721
D37	230	162	148.822
D38	231	157	148.740
D39	473	1.120	148.901

Tabla 6: características de las truchas marcadas en Doneztebe

### Radioseguimiento

Para la localización de las truchas marcadas con emisores de radiofrecuencia, se utilizó un escáner de frecuencias modelo R1000 Telemetry Receiver de Communications Specialists, INC. (148-174 MHz) y una antena tipo Yagi direccional. El uso de esta metodología permite localizar los individuos a lo largo del río hasta una precisión de aproximadamente 1 m<sup>2</sup>. Se efectuaron transectos longitudinales a pie o en vehículo paralelos al cauce principal del río Bidasoa y los afluentes situados en el tramo de estudio (Ezkurra, Ezpelura, Ameztia, Mendaur, Errekalde y Legardo principalmente), intentando localizar todas las truchas al menos dos veces por semana. Una vez localizado, para cada individuo se tomaron las coordenadas UTM, la fecha y la hora así como otros datos de importancia como la localización de los lugares de reproducción, condiciones hidráulicas adversas, mortandad de peces o cualquier otra incidencia relevante.



Foto 17: Antena y receptor de radiofrecuencias

## 8. SEGUIMIENTO

El trabajo se llevó a cabo durante la época de reproducción de la trucha, ya que es en esta época cuando la fracción móvil de la población emprende las migraciones más largas en busca de los frezaderos situados aguas arriba. Este año, el estiaje se prolongó hasta principios de noviembre, cuando comenzaron las lluvias y bajó la temperatura. El marcaje y el inicio del seguimiento se llevó a cabo el 26 de octubre de 2018 en Doneztebe, 31 de octubre en Sunbilla, 6 de noviembre en San Tiburcio y 9 de noviembre en Yanci I, justo antes de que comenzaran las lluvias que desencadenan los primeros movimientos migratorios de los peces hacia las zonas de desove y se mantuvo hasta el 28 de febrero de 2019. Para el análisis de la relación entre los movimientos de los peces y los caudales circulantes, se utilizaron los datos hidrológicos (caudales medios diarios) proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico para la estación del Río Bidasoa en Legasa (código 1100), y los proporcionados por el Gobierno de Navarra para la estación del Río Ezkurra en Elgorriaga que son representativos de los caudales circulantes en Sunbilla y Doneztebe, respectivamente.

Como se ha explicado anteriormente, se han llevado a cabo dos tipos de seguimientos: un seguimiento automático y continuo a través de las antenas colocadas en los obstáculos objeto de estudio y un seguimiento manual por radiofrecuencias, llevado a cabo con una alta frecuencia en toda la zona de estudio.

### **a) Seguimiento automático en Yanci I y San Tiburcio**

En estos dos obstáculos, se llevó a cabo el seguimiento automático por antenas pasivas y marcas PIT. La descarga de los datos recogidos por el sistema se llevó a cabo una vez por semana y en cada ocasión, se comprobó que el sistema instalado en la presa de San Tiburcio se encontraba en perfecto estado y que las antenas funcionaban correctamente. En la escala de Yanci I se sustituyeron las baterías que alimentan el sistema cada cuatro días, asegurando así que el sistema funcionaba ininterrumpidamente, pero la comprobación de las antenas no pudo llevarse a cabo en todo el periodo de estudio, debido a que la escala de peces donde se instalan las antenas permanece inaccesible durante todo el invierno. Una vez descargados los datos, se procedió a la interpretación y análisis de los patrones de movimiento llevados a cabo por cada pez de forma individualizada.



Foto 18: la escala para peces permanecen inaccesible durante todo el invierno en la presa de Yanci I, por lo que no es posible comprobar el estado de las antenas

Durante el análisis de los datos, se consideró que un pez había remontado la escala cuando se habían producido dos lecturas consecutivas en las dos antenas, primero aguas abajo y luego aguas arriba. Si las dos lecturas se sucedieran en orden inverso, se consideraría que el pez había descendido a través del dispositivo controlado, pero esto nunca sucedió. Debido a que algunos peces merodean por la zona de entrada a la escala, en ocasiones se recogen registros de individuos en la antena situada aguas abajo sin que realmente estén remontando el dispositivo. Esto dificulta el análisis de los datos ya que no resulta fácil saber cuándo una trucha ha hecho un intento de remontar la escala o simplemente ha pasado por la antena sin el objetivo de remontarla. Generalmente, en este segundo caso, los registros se producen de

forma continua: son peces que se están moviendo continuamente alrededor de la antena. Por ello fue necesario definir de forma arbitraria qué se entendía por “intento de remonte”: todo registro de movimiento de un individuo producido con un intervalo superior a 15 minutos desde el anterior en la misma antena. Se estimó que ese periodo de 15 minutos era suficiente como para considerar que el pez había intentado remontar pero por alguna razón no lo había conseguido.

El esfuerzo de remonte, por lo tanto, es una combinación del número de intentos y el tiempo invertido en remontar la escala, que se obtiene comparando la hora de paso por cada una de las antenas. El número de intentos previos podría interpretarse como una medida de la atracción del paso para peces, ya que un paso poco atractivo generaría más dudas y por lo tanto podrían registrarse más intentos previos que no llegan a materializarse. Por su parte, el tiempo que a un pez le cuesta superar un obstáculo, podría estar relacionado con la dificultad que el pez encuentra en su recorrido a través de la escala, ya sea por los caudales circulantes, por dificultades de salto, por la presencia de ramas o por otras causas similares. Esto define la velocidad de remonte por el dispositivo, que será tanto menor cuanto mayor sea el tiempo que el pez invierte en su paso.

### ***b) Seguimiento manual en Sunbilla y Doneztebe***

En los dos obstáculos situados en Sunbilla (el salto del colector y la rampa de peces del Molino de Jorajuria) y en los tres de Doneztebe (la rampa de peces del colector del Ezkurra y los saltos del Ezkurra y el Ezpelura), se llevó a cabo el seguimiento manual utilizando para ello el receptor de radiofrecuencias. La localización de las truchas radiomarcadas se llevó a cabo mediante su búsqueda a partir del punto de suelta, recorriendo los márgenes del río Bidasoa y sus afluentes aguas arriba y abajo.

Para localizar las truchas liberadas en Sunbilla se recorría el río en dirección aguas arriba hasta la presa de San Tiburcio (unos 2.500 m), punto en el que estaba ubicada la antena pasiva de marcas PIT que habría detectado la llegada de cualquiera de las truchas radiomarcadas, como sucedió en una ocasión. Aguas abajo del punto de suelta, también se recorrió el cauce principal, aunque nunca se localizó ninguna trucha marcada más abajo de la presa de Yanci I. Se incluyeron también en el seguimiento las regatas afluentes Mendaur, Errekalde, Legardo y Ezkurra, recorriéndolas hasta llegar a algún punto en el que la presencia de obstáculos insalvables descartaba la presencia de las truchas aguas arriba.

Las truchas liberadas en Doneztebe, aguas abajo de la rampa para peces del colector, fueron seguidas a lo largo de los cauces de los ríos Ezkurra y el Ezpelura y los afluentes de este, principalmente Ameztia y Txaruta.

Esta metodología sí que permite hacer el seguimiento de los movimientos migratorios en tiempo casi real, lo que permite identificar las regatas importantes, lugares de freza, fechas y caudales circulantes durante la migración reproductiva.

## 9. RESULTADOS

Se analizan por separado los resultados obtenidos mediante el seguimiento automático (antenas PIT) y el radioseguimiento.

### ***a) Seguimiento automático en la presa de Yanci I***

El seguimiento automático de las truchas marcadas comenzó el 9 de noviembre de 2018, con la suelta de las 30 truchas marcadas, 15 capturadas aguas arriba y 15 aguas abajo. Todas las truchas fueron soltadas en el mismo lugar, al pie de la presa de la central Yanci I. El seguimiento concluyó el 12 de febrero de 2019, fecha en la que se desmontaron los equipos al considerar que la migración reproductiva había terminado y las truchas migradoras habían tenido tiempo suficiente para regresar a su lugar de origen. Por lo tanto, la duración total del trabajo de seguimiento fue de 95 días.

En todo el periodo del seguimiento no se registraron incidencias destacables, con la excepción de la crecida de finales de enero, en la que tanto la escala para peces como las antenas y las cajas de sintonía quedaron sumergidas bajo el río. A pesar de ser esta la única incidencia, durante todo el periodo de seguimiento no se registró ni un solo movimiento de peces marcados en ninguna de las antenas instaladas. Teniendo en cuenta que al menos una de las truchas marcadas en este lugar fue detectada aguas arriba (en la presa de San Tiburcio), la ausencia de datos registrados parece estar relacionada con un mal funcionamiento de los equipos instalados, ya que efectivamente los peces llegaron a cruzar por la escala pero sin ser detectados. En el momento de redactar este informe se desconoce cual pudo ser la causa de ese mal funcionamiento, ya que las antenas continúan instaladas y no podrán ser desmontadas hasta el estiaje. Será entonces cuando se pueda comprobar si las conexiones y las cajas de sintonía presentan alguna tara que pueda explicar el mal funcionamiento del sistema.

### ***b) Seguimiento automático en la presa de San Tiburcio***

El seguimiento en la presa de San Tiburcio comenzó el 6 de noviembre de 2018, con la suelta de las 30 truchas marcadas con PIT (15 de ellas capturadas aguas abajo de la presa y 15 aguas arriba). Todas las truchas fueron soltadas en el mismo lugar, en la poza aguas abajo de la presa de San Tiburcio, a pocos metros del paso para peces. El seguimiento concluyó el 21 de febrero de 2019, fecha en la que se desmontaron los equipos al considerar que la migración reproductiva había terminado y las truchas migradoras habían tenido tiempo de regresar a su lugar de origen. Por lo tanto, la duración total del trabajo de seguimiento fue de 107 días.

Durante este periodo se contabilizaron un total de 85 registros automáticos en las antenas, 32 en la antena situada aguas arriba y 53 en la antena aguas abajo. Todos los registros pudieron ser correctamente asignados a alguna de las truchas marcadas sin contabilizarse ningún registro contradictorio. Además de los registros de las truchas marcadas en este punto, se contabilizaron registros de dos truchas marcadas en otros lugares aguas abajo: una de ellas en la presa de Yanci I y otra es una de las truchas marcada con radioemisores en Sunbilla.

No se registraron incidencias reseñables en este caso, por lo que se estima que los equipos funcionaron perfectamente durante todo el periodo de seguimiento.

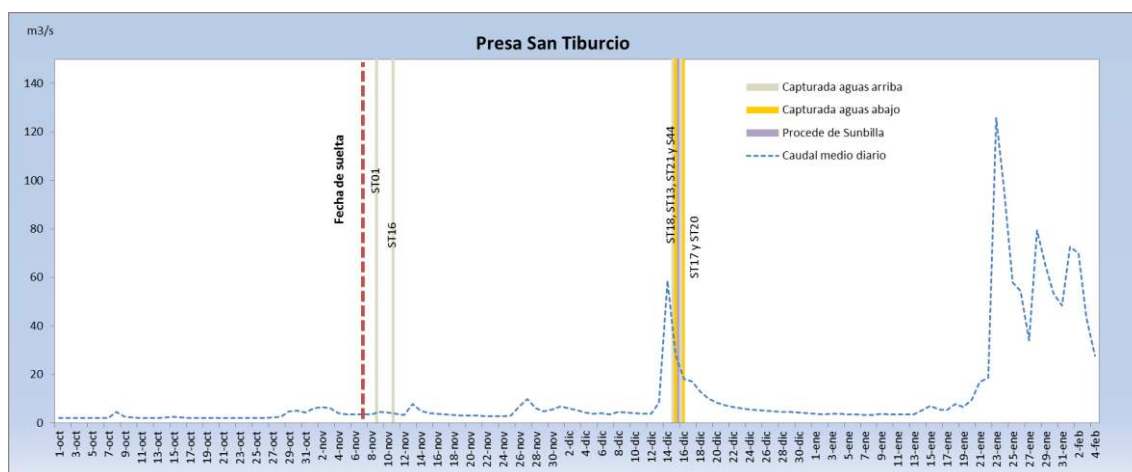
### Pasos por la escala

Tan solo 7 de las 30 truchas marcadas y liberadas aguas abajo de la presa San Tiburcio (23%) consiguieron remontar la escala; otras tres, hicieron al menos un intento pero sin llegar a remontar el obstáculo y de las restantes 20 truchas no se obtuvo ningún registro en todo el periodo de seguimiento. De las siete truchas que remontaron, cuatro habían sido capturadas aguas arriba del obstáculo y tres aguas abajo. El tamaño de la muestra es demasiado pequeño como para aplicar ningún test estadístico en esta comparativa, pero estos resultados parecen indicar que en este caso la franqueabilidad no está relacionada con el origen de las truchas.

Además de estas, otras dos truchas de origen diferente fueron detectadas por las antenas: una de ellas (Y21) había sido capturada entre la presa de Yanci I y Sunbilla y tras ser marcada con una PIT, fue liberada aguas abajo de la presa de Yanci I (situada 4,4 Km aguas abajo). Esta trucha no llegó a remontar la escala de San Tiburcio, ya que tan solo hubo un registro en la antena de abajo, pero no en la de arriba. La otra trucha (S44) había sido marcada con PIT y radioemisor antes de ser liberada en Sunbilla (2,5 Km aguas abajo de la presa de San Tiburcio). 46 días después de ser liberada remontó el obstáculo de la presa de San Tiburcio.

Durante el seguimiento no se detectó ningún movimiento descendente a través de la escala, lo que hace suponer que las truchas descienden este obstáculo dejándose caer por la coronación del azud, sin usar la escala. Concretamente, la trucha S44 (marcada con transmisor y PIT) que había remontado la escala, volvió a bajar el obstáculo sin que su paso fuera detectado por las antenas PIT, lo que corroboraría esta teoría.

Los dos primeros pasos por la escala se produjeron pocos días después de la suelta de las truchas el día 7 de noviembre. Se trata de dos truchas capturadas aguas arriba: una trucha remontó el día 9 (ST01) y la otra el 11 (ST16), por lo que realizaron movimientos de regreso a su lugar de residencia. El resto de pasos, se produjeron los días 15 (ST13, ST18, ST21 y S44) y 16 (ST20 y ST27) de diciembre, coincidiendo con un pico de caudal, lo que parece indicar que efectivamente se trata de movimientos migratorios.



Gráfica 2: fechas en las que las truchas remontaron la escala de San Tiburcio y caudales medios circulantes por el río Bidasoa

La siguiente tabla resume las características de las truchas que remontaron y las que no:

Truchas que remontaron la escala					Truchas que no remontaron la escala			
Nº	Capturada	Peso	Longitud	Fecha	Nº	Capturada	Peso	Longitud
ST01	Aguas arriba	528	358	09/11/2018	ST02	Aguas abajo	168	240
ST13	Aguas abajo	680	410	15/12/2018	ST03	Aguas arriba	254	288
ST16	Aguas arriba	279	330	11/11/2018	ST04	Aguas arriba	108	209
ST18	Aguas arriba	352	314	15/12/2018	ST05	Aguas arriba	449	333
ST20	Aguas abajo	295	308	16/12/2018	ST06	Aguas arriba	147	238
ST21	Aguas abajo	272	288	15/12/2018	ST07	Aguas abajo	140	230
ST27	Aguas arriba	112	222	16/12/2018	ST08	Aguas arriba	129	220
ST44	Aguas arriba	270	285	15/12/2018	ST09	Aguas arriba	114	220
					ST10	Aguas arriba	97	212
					ST11	Aguas abajo	116	214
					ST12	Aguas abajo	94	200
					ST14	Aguas arriba	391	330
					ST15	Aguas arriba	515	343
					ST17	Aguas arriba	287	302
					ST19	Aguas abajo	168	241
					ST22	Aguas abajo	169	241
					ST23	Aguas abajo	236	268
					ST24	Aguas abajo	195	251
					ST25	Aguas abajo	179	252
					ST26	Aguas arriba	175	237
					ST28	Aguas abajo	96	201
					ST29	Aguas abajo	85	198
					ST30	Aguas abajo	77	193

Tabla 10: Características biométricas de las truchas que remontaron y las que no la escala de San Tiburcio

Se ha observado una diferencia significativa en el peso y longitud entre las truchas que remontaron la escala y las que no, siendo más grandes las primeras que las segundas. Curiosamente, las truchas que no remontaron presentaron un factor de condición (K) significativamente superior al de las truchas que remontaron la escala. Estos análisis se han llevado a cabo con un tamaño de muestra demasiado pequeño como para que pueda aplicarse un test estadístico fiable, por lo que los resultados deben interpretarse con precaución.

	LF (mm)		Peso (g)		K		n
	x	SD	x	SD	x	SD	
	min	max	min	max	min	max	
Truchas que remontaron la escala	314,4	55,3	348,4	176,5	1,048	0,131	8
	222	410	111,6	680	0,776	1,165	
Truchas que no remontaron la escala	246,1	44,8	190,7	118,1	1,157	0,079	23
	193	343	76,5	514,7	1,017	1,316	

Tabla 11: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas que remontaron y las que no remontaron la escala de la presa del San Tiburcio

## Esfuerzo

El número de intentos previos que hicieron las truchas antes de conseguir remontar el paso es bajo (0,8 de media) comparado con lo que se observó en los seguimientos llevados a cabo en otras presas del cauce principal del Bidasoa (1,6 intentos de promedio en la presa de Nazas y 1,2 en la de Murgues). Ningún individuo hizo más de dos intentos antes de remontar la escala. Además, estando la antena de abajo situada inmediatamente contigua a la poza, es posible

que estas truchas no estuvieran realizando intentos de remontar la escala sino que simplemente se movieran por la zona o incluso se alimentaran de los invertebrados que la corriente de la escala arrastraba, por lo que no deben tenerse demasiado en cuenta. Tres peces han realizado algún intento sin llegar a remontar la escala (ST03, ST05 y ST23), lo que puede considerarse un número bajo. Cuatro de los peces (ST01, ST16, ST18 y S44) cruzaron la escala sin llevar a cabo ningún intento previo, dos lo intentaron en una ocasión antes de remontarla (ST13 y ST21) y otros dos lo hicieron en dos ocasiones antes de conseguir remontar el paso (ST20 y ST27). Todo esto parece indicar que los peces decididos a migrar, no encuentran problemas significativos para superar el obstáculo.

El tiempo medio que las truchas invirtieron en poder remontar la escala para peces fue de 1:44 horas, tiempo parecido al observado para las otras presas del cauce principal del río Bidasoa de similar longitud (1:49 horas para remontar la presa de Nazas y 1:10 horas para la de Murgues). Este es un tiempo considerable, pero propio de las escalas de estanques sucesivos donde los peces suelen pasar más tiempo que en las de tipo Denil. A cambio, el desgaste energético en este tipo de escalas parece que no es demasiado elevado, ya que pueden tomar pequeños descansos a lo largo de la travesía por la escala. La distancia total que las truchas debieron recorrer para atravesar la escala es de aproximadamente 39 metros, lo que significa que la velocidad media de remonte fue de 38,7 m/hora (con un máximo de 124 y mínimo de 11 m/hora), también similar a la observada en Murgues (39 m/hora) y Nazas (33 m/hora). La trucha que más rápidamente superó el obstáculo lo hizo en 18 minutos y 48 segundos. Tan solo una de las truchas remontó la escala de noche, produciéndose el resto de los pasos al mediodía (entre las 12 y las 15 horas aproximadamente). Por lo tanto, no se ha verificado una mayor actividad en los movimientos de los peces relacionada con las horas del amanecer y/o atardecer, como se ha reportado en otros trabajos (Elsø & Greenberg, 2001).

Nº	Fecha	Hora entrada	Hora salida	Duración	Velocidad	Caudal medio
ST01	09/11/2018	19:03:52	20:04:25	1:00:33	38,6	11,75
ST13	15/12/2018	12:34:59	13:49:46	1:14:47	31,3	91,42
ST16	11/11/2018	12:43:37	14:41:58	1:58:21	19,8	66,87
ST18	15/12/2018	15:43:59	19:11:46	3:27:47	11,3	91,42
ST20	16/12/2018	15:27:37	16:13:02	0:45:25	51,5	66,87
ST21	15/12/2018	14:06:00	14:24:48	0:18:48	124,5	91,42
ST27	16/12/2018	14:59:20	17:12:08	2:12:48	17,6	66,87
S44	15/12/2018	13:42:49	16:17:22	2:34:33	15,1	91,42

Tabla 12: Características de los pasos por la escala de la presa de San Tiburcio. Las velocidades son en m/hora y los caudales medios en m<sup>3</sup>/s

### Permeabilidad de los obstáculos

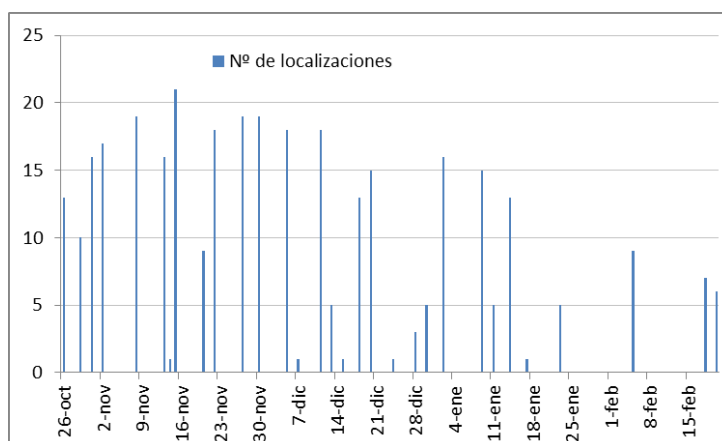
Debido al mal funcionamiento de los equipos de detección, no ha podido evaluarse el correctamente la funcionalidad de la escala para peces de la presa de Yanci I. Sin embargo, el hecho de que una trucha marcada con PIT y liberada aguas abajo de esta presa fuera detectada subiendo la escala de la presa de San Tiburcio (situada a 4,4 Km), parece indicar que la presa de Yanci I es permeable para las truchas, aunque no puede determinarse el grado de dificultad que ello supone durante la migración reproductiva.

En lo que respecta a la presa de San Tiburcio, se ha certificado el paso del 26% de las truchas marcadas, lo que representa un porcentaje bastante bajo. Entre las truchas que remontaron la

escala, se ha comprobado que los peces decididos a migrar, no encuentran problemas significativos para superar el obstáculo, por lo que la causa de este bajo porcentaje puede estar tanto en la composición de la población migradora como en la dificultad de las truchas migradoras para encontrar la entrada a la escala.

### c) Radioseguimiento

El radioseguimiento de las 10 truchas marcadas en Doneztebe comenzó el día 26 y el de las otras 10 marcadas en Sunbilla el día 31 de octubre de 2018, justo antes de que cayeran las primeras lluvias del otoño que provocaron el primer aumento de caudal en el río, marcando el inicio de la migración reproductiva en el Bidasoa. El seguimiento concluyó el día 18 en Doneztebe y el día 20 de febrero de 2018 en Sunbilla, fechas en la que se consideró que la migración reproductiva había terminado y las truchas migradoras habían tenido tiempo de regresar a su lugar de origen, por lo que la duración total del trabajo de campo fue de 112-115 días. Durante ese periodo al menos dos veces por semana se intentaron localizar las truchas marcadas, lo que da idea del considerable esfuerzo realizado durante el seguimiento. A lo largo de todas esas salidas de campo, se localizaron un total de 335 posiciones de truchas radiomarcadas (176 en Doneztebe y 159 en Sunbilla), lo que significa que cada trucha fue localizada una media de 17 veces a lo largo del periodo de estudio con máximos de hasta 20 localizaciones. Tan solo una trucha (S49) fue localizada solo en cuatro ocasiones tras ser marcada.



Gráfica 3: número de truchas localizadas cada día durante todo el periodo de seguimiento

Los dispositivos de paso objeto del radioseguimiento estaban situados en las localidades de Sunbilla y Doneztebe. En Sunbilla se estudió el paso de los peces a través del salto del colector y a través de la rampa para peces construida en el Molino de Jorajuria, mientras que en Doneztebe se estudiaron la rampa para peces del azud del colector en el río Ezkurra, el salto por la represa del Ezpelura y el salto del colector del Ezpelura. Adicionalmente, se obtuvo información acerca de la permeabilidad del azud de la presa del Balneario de Elgorriaga, en el río Ezkurra, situado aguas arriba de los anteriores.

### Incidencias

Durante el seguimiento de las truchas radiomarcadas y liberadas en Doneztebe (río Ezkurra) no se registraron incidencias destacables. Todas las truchas, excepto una, pudieron ser localizadas con la frecuencia necesaria como para poder conocer sus patrones de movimientos y la permeabilidad de los obstáculos objeto de estudio.

Sin embargo, a una de las truchas liberadas en Sunbilla (S49) se le perdió la pista a los 15 días de ser liberada en el río Bidasoa y estuvo desaparecida durante prácticamente todo el periodo de estudio, a pesar de que se le estuvo buscando tanto por el cauce principal del Bidasoa como por las escasas regatas afluentes del tramo de estudio aguas abajo de la presa de San Tiburcio, por donde su paso habría sido detectado por las antenas PIT. Se desconoce qué pudo suceder con esta trucha, aunque es muy posible que fuera depredada, probablemente por algún ave que dejara el radiotransmisor en algún lugar alejado del cauce (como ya se ha visto en otras ocasiones), evitando que su señal pudiera volver a ser localizada. Ya hacia el final del seguimiento (finales de enero) se perdió la pista de otra trucha (S46), aunque para ese momento parecía que sus movimientos migratorios ya estaban definidos. No hay indicios de posible mortandad para ninguna de las demás truchas.

Todas las truchas fueron localizadas por última vez a lo largo del mes de febrero, lo que garantiza que para todas ellas se realizó el seguimiento durante todo el periodo migratorio y el posible retorno a su lugar de origen (*Homing*).

### Estrategias migratorias observadas

Aunque el número de individuos con el que se ha trabajado es demasiado pequeño como para poder sacar resultados estadísticamente concluyentes, se ha observado que, al igual que se ha documentado en otros trabajos (Bridcut & Giller, 1993; Elso, 1999a), las truchas del río Bidasoa han seguido diferentes estrategias reproductivas, con una fracción de la población realizando movimientos migratorios tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo en busca de frezaderos, mientras que otra fracción permanece estacionaria en un tramo de río relativamente pequeño. Es más, se ha podido comprobar que la proporción de truchas que han elegido una u otra estrategia ha variado en función del lugar en el que las truchas fueron capturadas.

Así, se ha observado que el 80% de las truchas marcadas en Doneztebe (en el estudio 8 de 10 individuos) permanecieron estacionarias en un tramo de río relativamente reducido (alrededor de 500 metros) durante todo el periodo reproductor y tan solo el 20% (2 truchas) migraron: D32 migró aguas arriba por las regatas Ezpelura y Ameztia hasta una zona de rápidos (Arretxekeo borda) situada a 7,5 Km del lugar en el que fue soltada y D35 remontó el Ezkurra hasta toparse con el obstáculo infranqueable de la presa del Balneario de Elgorriaga 2,4 Km aguas arriba del lugar donde fue soltada. Las demás truchas marcadas permanecieron durante todo el periodo de seguimiento en la zona donde fueron soltadas (50%) o regresaron al lugar donde fueron capturadas (50%), realizando tan solo pequeños movimientos que no pueden ser considerados migraciones reproductivas.

Trucha	Destino	Distancia máxima (m)
D32	Regata Ameztia (Arretxekeo borda)	7.583
D35	Río Ezkurra (presa del Balneario de Elgorriaga)	2.368

Tabla 13: Distancias máximas recorridas desde el punto de suelta por las truchas migradoras marcadas y liberadas en el río Ezkurra en Doneztebe.



Mapa 2: Punto más distante del lugar de suelta en el que fue localizada cada una de las truchas que ha sido objeto de radioseguimiento en Doneztebe.

En cambio, la estrategia migratoria mostrada por las truchas marcadas en Sunbilla es diferente. Si se exceptúa del análisis la trucha que presumiblemente fue depredada (S49), el porcentaje de truchas que permanecieron estacionarias es del 44% (4 truchas) mientras que el 56% (5 truchas) realizaron movimientos migratorios, tres aguas arriba y dos aguas abajo. Las distancias recorridas por la fracción migratoria de la población oscilaron entre 1 y 2,5 Km.

Trucha	Destino	Distancia máxima (m)
S40	Bidasoa (San Tiburcio)	2.529
S42	Bidasoa (Mendaur)	-1.546
S43	Bidasoa (Mendaur)	-1.790
S44	Bidasoa (San Tiburcio)	2.575
S48	Regata Legardo	1.015

Tabla 14: Distancias máximas recorridas desde el punto de suelta por las truchas migradoras marcadas y liberadas en el río Bidasoa en Sunbilla.

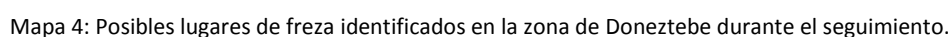


Mapa 3: Punto más distante del lugar de suelta en el que fue localizada cada una de las truchas que ha sido objeto de radioseguimiento en Sunbilla.

### Identificación de zonas de freza

Como resultado del seguimiento de estos movimientos migratorios, han podido identificarse algunas de las probables zonas de freza de las truchas en las dos zonas de estudio. Si bien la freza propiamente dicha no fue observada a lo largo del estudio, se consideró que una trucha había elegido un lugar para frezar cuando tras moverse desde su lugar de origen, permanecía en un nuevo lugar durante un número significativo de días.

De las 2 truchas que se marcaron en Doneztebe y migraron, una frezó en la regata Ameztia (D32) y la otra en el río Ezkurra, al pie de la presa de Elgorriaga (D35). Pero además de estas, otras tres truchas podrían haber frezado en el propio río Ezkurra, a poca distancia del lugar donde fueron soltadas y por lo tanto, sin necesidad de migrar. Así D33, D35 y D36 permanecieron una buena parte de los días en los que se produjo la freza en el río Ezkurra, aguas arriba del azud del colector, un lugar con hábitat apropiado para la freza.



Por su parte, entre las truchas marcadas y liberadas en Sunbilla, se identificaron dos posibles zonas de freza, aunque en ninguno de los dos casos pudo determinarse el lugar exacto en el que se produjo la freza. Una de las zonas está situada aguas arriba del azud del Molino de Jorajuria, en la regata Legardo donde la trucha S48 permaneció durante la freza antes de regresar al lugar donde fue capturada. La otra zona a la que migraron las truchas S42 y S43 podría situarse en la regata Mendaaur, 1,5 Km en dirección aguas abajo, aunque ambas truchas tan solo fueron localizadas en su desembocadura al Bidasoa.



Mapa 5: Posibles lugares de freza identificados en la zona de Sunbilla durante el seguimiento.

### Homing

Otros trabajos llevados a cabo en otras cuencas (Näslund, 1993; Armstrong & Herbert, 1997; Frank *et al.*, 2012) han descrito diferentes grados de fidelidad a las áreas de residencia de las truchas adultas, que abandonan durante la freza para regresar tras ella. A los movimientos de retorno al lugar de residencia se le denomina *Homing*. A lo largo de este trabajo, tan solo el 43% de las truchas que migraron mostraron este comportamiento mientras duró el seguimiento aunque no puede descartarse que lo hicieran en fechas posteriores.

### Permeabilidad de los obstáculos

Tan solo una trucha radiomarcada se acercó a la presa de Elgorriaga y no la remontó, dejando claro que esta presa supone un obstáculo importante y que debería ser permeabilizado. Dos truchas se acercaron a la presa de San Tiburcio y mientras que una de ellas la remontó (S44) la otra (S40) decidió dar media vuelta y moverse aguas abajo hacia otras zonas en busca de frezaderos.

Aparte de estos dos pasos, el trabajo de radioseguimiento ha permitido corroborar también la franqueabilidad de la mayor parte de los otros obstáculos menores situados tanto en el cauce principal del río Bidasoa como en el río Ezkurra, su principal afluente en la zona (colector de sunbilla, Molino de Jorajuria, colector del Ezkurra, represa del Ezpelura y colector del Ezpelura). Así, se ha podido comprobar que el 78% de las truchas que llegaron hasta el salto del colector de Sunbilla lo remontaron, el 80% remontó el colector del Ezkurra, el 100% la represa del Ezpelura y el 100% el colector del Ezpelura. Sin embargo, parecen detectarse problemas de franqueabilidad en la presa del Molino de Jorajuria, ya que tan solo el 43% de las truchas radiomarcadas que alcanzaron este obstáculo consiguieron remontarlo a través de la rampa para peces construida para tal efecto.

Además, se ha comprobado que todos estos obstáculos menores suponen un importante retraso en la migración, especialmente si los caudales son escasos como ha ocurrido durante este otoño debido a las pocas lluvias. Así por ejemplo, el 50% de las truchas que remontaron la presa del colector del Ezkurra estuvieron paradas durante al menos siete días (con un promedio de 25 días) antes de poder remontar la rampa. Lo mismo ha ocurrido aguas abajo del colector de Sunbilla, donde el 86% de las truchas que consiguieron remontarlo, estuvieron antes paradas durante al menos siete días (con un promedio de 25 días).

### **Resumen de los movimientos individuales observados**

En el Anexo I se ha incluido un análisis individualizado de los movimientos que cada trucha realizó a lo largo del estudio, con un resumen del historial de sus movimientos, distancias recorridas, fechas de migración y/o remonte de escalas y un mapa individualizado en que se representan las localizaciones y los movimientos de cada una de las truchas durante el periodo de estudio.

## 10. DISCUSIÓN

La metodología utilizada se ha mostrado eficaz no solo para comprobar la franqueabilidad de los pasos para peces contruidos, sino también para obtener al mismo tiempo una gran cantidad de información acerca de las migraciones reproductivas de los salmónidos en la cuenca del Bidasoa, que ayudarán a comprender y gestionar mejor sus poblaciones. El uso de la biotelemetría, ya sea por medio de radiotransmisores o del uso de PIT tags, permite determinar no solo la proporción de peces marcados que atraviesan el obstáculo, sino también conocer las rutas migratorias, el número de intentos hechos, el esfuerzo realizado, la fracción migradora de la población, etc. posibilitando así la gestión adaptativa de los pasos, de forma que se minimice su impacto en los movimientos de los peces.

Solo el 23% de los peces marcados y liberados aguas abajo de la presa de San Tiburcio, remontaron la escala para peces de ese obstáculo. Este bajo porcentaje podría estar relacionado con la composición de la población de trucha en este punto del río. Tal y como se ha podido comprobar a partir del radioseguimiento llevado a cabo aguas abajo de esta presa (en Sunbilla), la fracción de truchas que migran aguas arriba en este tramo de río es pequeña (33%), lo que significa que probablemente algunas de las truchas marcadas con PIT no fueran realmente a migrar. Sin embargo, no puede descartarse el hecho de que las truchas migradoras podrían estar teniendo dificultades a la hora de encontrar la entrada a la escala para peces. Durante la migración, los caudales del río Bidasoa son elevados y por el canal por el que se ejerce la llamada hacia la escala para peces baja tanta agua, en comparación con la que baja por la escala, que podría estar atrayendo erróneamente a las truchas hacia ese punto, desviándolas de la escala. Además, la entrada a la escala es muy estrecha, por lo que podría costar a los peces encontrarla. Así podría explicarse el cambio de comportamiento observado mediante radioseguimiento en truchas que llegaron hasta el obstáculo y se acercaron a la escala pero no llegaron a remontarla, volviéndose en dirección aguas abajo. Además, tal y como se deduce del bajo número de intentos registrados, las truchas que intentaron remontar la escala lo consiguieron hacer, lo que certificaría que la escala funciona de forma correcta una vez que las truchas han encontrado la entrada a la escala. A pesar de ello, la diferencia de tamaño observada entre las truchas que remontaron el obstáculo y las que no, parece indicar que existe algún factor que provoca una cierta selectividad a la hora de permitir el remonte. En otros lugares se ha identificado esta selección de tallas con el estado de mantenimiento de la escala (GAN-NIK, 2017), por lo que parece fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de la escala asegurar un buen mantenimiento de la misma durante las fechas de la migración, eliminando ramas, etc. que puedan dificultar el ascenso de los peces. Estas labores de mantenimiento no solo posibilitarían el ascenso de los peces más pequeños o que no saltan (como las anguilas) a través de los orificios, sino que además garantizarían un esfuerzo menor a todos los peces en su ascenso, permitiendo que llegaran antes y en mejores condiciones a las zonas de freza. Por lo tanto, se puede concluir que la presa de San Tiburcio es permeable a la migración de las truchas, aunque supone un obstáculo importante y puede estar teniendo un efecto negativo en la migración en la selección de reproductores que lo remontan. Este efecto podría reducirse mejorando la llamada a la escala (tal vez aumentando el caudal que circula por ella y ampliando la entrada) y llevando a cabo un buen mantenimiento de la escala.

En lo que respecta a la presa de Yanci I, el mal funcionamiento de los equipos de detección instalados no permitió llevar a cabo el análisis de su funcionalidad. Sin embargo, teniendo en cuenta que al menos una de las truchas marcadas y liberadas aguas abajo de este lugar fue detectada aguas arriba (en la presa de San Tiburcio) y que durante el trabajo de

radioseguimiento de salmones llevado a cabo en otra acción de este mismo proyecto (ver informe de la acción D.9 del IREKIBAI *Seguimiento del salmón: memoria de la campaña 2018-19*) se ha comprobado que los salmones remontan esta presa sin aparentes dificultades, puede concluirse que esta presa es permeable a los movimientos migratorios de los peces, aunque no ha podido estimarse si tiene algún efecto negativo en la selección de los peces migradores.

El esfuerzo que los peces tuvieron que hacer para remontar los dispositivos de paso tan solo pudo ser medido en la escala de la presa de San Tiburcio. En este caso el esfuerzo ha sido importante, como muestra el hecho de que hayan tenido que invertir tanto tiempo (1 hora 41 minutos de media) en remontar la escala, siendo este un esfuerzo suplementario al que ya de forma natural supone la migración contra corriente. Sin embargo, hay que indicar que las escalas de artesas ofrecen zonas de descanso para los peces que podrían estar aprovechando, alargando por tanto el tiempo de remonte. Cuando se compara este tiempo invertido en remontar la escala de San Tiburcio (de 39 metros de longitud, 18 artesas y 6 metros de altura) con el que se ha observado en otras escalas de artesas de similares características, como la de la presa de Nazas (de 29 metros de longitud, 9 artesas y 2,6 metros de altura) o la de la presa de Murgues (de 42 metros de longitud, 12 artesas y 3,3 metros de altura) se observa que en las tres escalas los tiempos de remonte son muy similares (1:49 horas para remontar la presa de Nazas y 1:10 horas para la de Murgues) y muy superiores a los observados en escalas tipo Denil, como las escalas de las presas del Molino de Bera (23 metros de longitud y 3 de altura) donde en promediaron 21 minutos (GAN-NIK, 2018) o la del azud de Zeberia (11 metros de longitud y 2,4 de altura) con un promedio de 31 minutos (GAVRN, 2011).

La comparativa es tal vez más clara al analizar las velocidades de remonte. En San Tiburcio, se ha observado una velocidad de remonte de 38,7 m/hora, similar a la registrada en los seguimientos de otras escalas de artesas como los realizados en las migraciones de 2017-18 (GAN - NIK, 2018) en la presa de Nazas (velocidad media de remonte fue 32 m/h), en 2016-17 (GAN - NIK, 2017) en la presa de Murgues (velocidad media de remonte fue de 39 m/h), o en el año 2006 (Ekolur & GAVRN, 2007) en la presa de Petrix (velocidad media de remonte fue 31,5 m/hora). En cambio, las velocidades de remonte observadas en las escalas tipo Denil, son superiores, como se observó en el Molino de Bera (GAN-NIK, 2018) donde la velocidad media observada fue de 84 m/h y en el azud de Zeberia (GAVRN, 2011), donde la velocidad media fue de 43 m/h. Las escalas tipo Denil ofrecen peores refugios para que los peces puedan descansar, por lo que los peces deben cruzarla a mayor velocidad, siendo habitual que se registren mayores velocidades que en las de artesas, donde los peces pueden permanecer descansando entre cada salto.

La mayor parte de los otros obstáculos menores para los que se llevó a cabo el seguimiento se mostraron permeables a los movimientos ascendentes de las truchas reproductoras, aunque se detectó que suponen un retraso importante en la migración. Estos retrasos son especialmente patentes en los momentos en los que los caudales son más bajos ya que los peces pueden llegar a permanecer varios días aguas abajo esperando a que haya un caudal suficiente como para poder remontar el obstáculo. Los mayores problemas se detectaron en la presa del Molino de Jorajuria (donde tan solo el 43% de las truchas que llegaron consiguieron remontar la rampa para peces), en la presa del colector del Ezkurra (donde el 50% de los peces que llegaron estuvieron parados durante al menos siete días antes de poder remontar la rampa) y en el salto del colector de Sunbilla (donde el 86% de las truchas que consiguieron remontarlo, estuvieron antes paradas durante al menos siete días). Se ha comprobado también que la presa del Balneario de Elgorriaga es infranqueable e impide las migraciones de las truchas que

intentan subir por el Ezkurra, por lo que sería deseable llevar a cabo alguna actuación de permeabilización de este obstáculo a la mayor brevedad posible.

En lo que respecta a las fechas de remonte de los dispositivos, si bien los primeros pasos observados pueden ser una respuesta al movimiento inducido (traslocación), y por lo tanto no necesariamente indican el comienzo de la migración, los últimos pasos podrían estar señalando cuándo se produjo el final de la migración reproductiva ascendente en la cuenca, que este año se produjo a principios de enero. Durante el mes de enero se produjeron los movimientos descendentes de *homing*. Se ha certificado una clara relación entre los caudales circulantes y el ascenso de las truchas a través de los dispositivos de paso (antenas PIT), al igual que a través del radioseguimiento se ha certificado que los movimientos a lo largo del río han estado relacionados con las crecidas de caudal ocurridas en el periodo de tiempo comprendido entre dichas fechas, por lo que se puede concluir que la migración reproductiva en 2018 se activó tras los aumentos de caudal ocurridos en las lluvias de otoño y que ha durado desde mediados de diciembre hasta principios de enero.

El análisis de los movimientos individuales de los peces ha mostrado que no todas las truchas del cauce principal del río Bidasoa llevan a cabo migraciones en la época reproductiva y que no todas las que migran lo hacen de igual manera. Tal y como se ha descrito en trabajos llevados a cabo en otras cuencas (Bridcut & Giller, 1993), las poblaciones de trucha de la cuenca del Bidasoa también se dividen en dos fracciones, una móvil capaz de recorrer largas distancias (de hasta 7 Km) para llevar a cabo la reproducción y otra estacionaria, que permanece en un tramo de río reducido. Pero además, este trabajo ha desvelado que el porcentaje de truchas que pertenecen a una u otra fracción de la población varía dependiendo del lugar de la cuenca en el que se encuentren, siendo diferente en el cauce principal del Bidasoa (en el área de Sunbilla) al de uno de sus principales afluentes, como es el río Ezkurra. Mientras que en Sunbilla el porcentaje de truchas migradoras fue del 56%, en el río Ezkurra en Doneztebe el porcentaje de truchas migradoras fue del 20%. Las truchas sedentarias (44% en Sunbilla y 80% en el río Ezkurra) permanecieron en un tramo de río relativamente pequeño (unos 500m) durante toda la época de freza, por lo que habrían podido encontrar hábitats apropiados en las cercanías para poder frezar sin necesidad de migrar hacia otras zonas. El hecho de que el porcentaje de truchas migradoras en el Ezkurra sea tan bajo, junto a que entre las truchas migradoras del Bidasoa se haya detectado un movimiento hacia las regatas (3 de 5), parece confirmar lo observado en otros trabajos sobre la importancia de las regatas como áreas de freza (Elso, 2011; GAN-NIK, 2017), pero al mismo tiempo establece que el cauce principal juega también un papel fundamental durante esta época del ciclo de vida de los salmónidos.

El nivel de fidelidad (42%) al lugar de origen observado en este tramo de la cuenca es superior al registrado durante la migración del año 2017-18 (GAN-NIK, 2018) en la parte baja de la cuenca (Endarlatsa), pero inferior al observado en la migración 2016-17 (GAN-NIK, 2017) en el tramo medio (30%) en la zona de Nabasturen. En cualquier caso, está claro que a lo largo de la cuenca estos movimientos de retorno por los cuales las truchas regresan a su lugar de origen tras la freza se producen con una frecuencia importante, por lo que sería deseable instalar sistemas que impidan que los reproductores entren en el movimiento descendente en los canales de las centrales, permitiendo el Homing post-freza.

## 11. CONCLUSIONES

A modo de resumen, el seguimiento llevado a cabo permite extraer las siguientes conclusiones:

- La metodología utilizada es válida y aporta una gran cantidad de información, por lo que sería interesante seguir aplicándola en otros pasos para peces.
- La escala para peces de la presa de San Tiburcio es permeable a la migración de las truchas: parece estar bien dimensionada y permite el remonte de los salmónidos en la migración reproductiva aunque ello les supone llevar a cabo un esfuerzo importante. Sin embargo, supone un obstáculo importante y puede estar teniendo un efecto negativo en la migración en la selección de reproductores que lo remontan. Este efecto podría reducirse mejorando la llamada a la escala y llevando a cabo un buen mantenimiento de la escala
- El mal funcionamiento de los equipos de detección instalados en la escala para peces de la presa de Yanci I no permitió llevar a cabo el análisis de su funcionalidad: aunque ha podido comprobarse que es permeable a los movimientos migratorios de los peces, no pudo estimarse si tiene algún efecto negativo en la selección de los peces migradores
- Es necesario llevar a cabo un continuo mantenimiento de las dos escalas que asegure que se mantienen limpias de ramas u otros elementos que pudieran obstaculizar el paso de los peces a través de las escotaduras y los orificios sumergidos. En ambos casos sería además conveniente instalar dispositivos que impidan la entrada de los peces en los canales de derivación durante los movimientos descendentes.
- Parecen detectarse problemas de franqueabilidad en la presa del Molino de Jorajuria, ya que tan solo el 43% de las truchas radiomarcadas que alcanzaron este obstáculo consiguieron remontarlo a través de la rampa para peces construida.
- Los otros obstáculos estudiados fueron permeables para las truchas, aunque su permeabilidad es dependiente de las condiciones de caudal imperantes. Se ha podido comprobar que el 78% de las truchas que llegaron hasta el salto del colector de Sunbilla lo remontaron, el 80% remontó el colector del Ezkurra, el 100% la represa del Ezpelura y el 100% el colector del Ezpelura.
- A pesar de ser permeables, todos estos casos supusieron un retraso en la migración, en ocasiones bastante importante: en la presa del colector del Ezkurra el 50% de los peces que llegaron estuvieron parados durante al menos siete días antes de poder remontar la rampa y en el salto del colector de Sunbilla el 86% de las truchas que consiguieron remontarlo, estuvieron antes paradas durante al menos siete días.
- La presa del Balneario de Elgorriaga (Molino de Elgorriaga) en el río Ezkurra supone un obstáculo infranqueable que limita las migraciones de las truchas en ese río, por lo que sería deseable llevar a cabo alguna actuación de permeabilización de este obstáculo a la mayor brevedad posible
- La migración reproductiva 2017-18 se ha producido entre mediados de diciembre y enero y ha estado relacionada con los aumentos de caudal ocurridos tras las lluvias de otoño, aunque este año han sido escasas.
- La composición de la población de trucha es diferente en el tramo principal del Bidasoa en Sunbilla, donde se reparte casi por igual el número de truchas migradoras y sedentarias, y en su principal afluente aguas arriba, el Ezkurra en Doneztebe, donde la población está dominada por truchas sedentarias.

- La fracción migradora de la población es capaz de recorrer largas distancias (de hasta 7 Km) en busca de lugares apropiados para la freza.
- Se han identificado cinco lugares de freza en el área de estudio, dos en el Ezkurra y los otros tres en las regatas Legardo, Mendaur y Ameztia.
- Tras la freza, algunas truchas regresan a su lugar de origen, por lo que facilitar los movimientos migratorios descendentes tiene tanta importancia como los ascendentes.

## 12. AGRADECIMIENTOS

Los fondos para llevar a cabo este trabajo proceden del desarrollo de la acción D10 del proyecto LIFE IREKIBAI (LIFE14 NAT/ES/000186), cofinanciado por la UE, la Diputación de Gipuzkoa y el Gobierno de Navarra.

Aunque el trabajo fue desarrollado por técnicos y personal de campo de Gestión Ambiental de Navarra – Nafarroako Ingurumen Kudeaketa, no hubiera sido posible llevarlo a cabo sin la ayuda de otras personas, a las que se agradece su colaboración. Así, el personal de mantenimiento de IBERDROLA en las Centrales de Yanci I y San Tiburcio facilitó las tareas de montaje de las antenas de detección en las escalas de las presas de dichas centrales. Además, los equipos de detección automática fueron alimentados en San Tiburcio por corriente eléctrica proveniente de la conexión proporcionada por la propiedad de la central. Finalmente, los datos de caudales en el río Bidasoa fueron proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y el Gobierno de Navarra.

A todos ellos se agradece su colaboración.

## 13. REFERENCIAS

Álvarez, J. & Leunda, P. (2009). Seguimiento de la eficacia de los pasos para peces construidos en presas del río Tximista en Etxalar (Navarra). Informe técnico inédito. Gobierno de Navarra.

Armstrong, J.D. & Herbert, N.A. (1997). Homing movements of displaced stream-dwelling brown trout. *Journal of Fish Biology* **50**, 445-449.

Bachman, R.A. (1984). Foraging behaviour of free-ranging wild and hatchery brown trout in a stream. *Transactions of the American Fisheries Society* **113**, 1-32.

Ballesteros, F. & Vázquez, V. (2001). Evaluación de la mortalidad de peces tras su paso por turbinas hidroeléctricas en ríos del Norte de España. *Ecología* **15**, 275-284.

Bridcut, E.E. & Giller, P.S. (1993). Movement and site fidelity of young brown trout *Salmo trutta* populations in a Southern Irish stream. *Journal of Fish Biology* **43**, 889-899.

Calles, E.O. and Greenberg, L.A. (2005). Evaluation of nature-like fishways for re-establishing connectivity in fragmented salmonid populations in the River Eman. *River Research and Applications* **21**, 951-960.

Calles, E.O. and Greenberg, L.A. (2007). The use of two nature-like fishways by some fish species in the Swedish River Eman. *Ecology of Freshwater Fish* 16, 183–190.

Calles, E.O. and Greenberg, L.A. (2009). Connectivity is a two-way street – The need for a holistic approach to fish passage problems in regulated rivers. *River Research and Applications* 25, 1268–1286.

Castro-Santos, T., Cotel, A & Webb, P. (2009). Fishways evaluations for better bioengineering: an integrative approach. *American Fisheries Society Symposium* 69: 557-575

Castro-Santos, T. & Haro, A. (2003). Quantifying migratory delay: a new application of survival analysis methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **60**: 986–996

Clappa, D.F., Clark, R.D.Jr. & Diana, J.S. (1990). Range, activity and habitat of large, free-ranging brown trout in a Michigan stream. *Transactions of the American Fisheries Society* **119**, 1022-1034.

Clay, C.H. (1995) *Design of Fishways and Other Fish Facilities*, 2nd edn. Lewis Publishers, Boca Raton.

Dollof, C.A. (1987). Seasonal population characteristics and habitat use by juvenile coho salmon in a small Southeast Alaska stream. *Transactions of the American Fisheries Society* **116**, 829-838.

Ekolur & GAVRN (2007). Estudio de la eficacia de dispositivos de paso para fauna piscícola en obras realizadas por el Gobierno de Navarra. Periodo 2006 / 2007. Informe técnico inédito. Gobierno de Navarra.

Elsó, J. (1999a). Movement, site fidelity and home range of salmonids with particular reference to the use of pools. En *The Ecology of Salmonids in an Afforested Stream* **6**, 147-168. University College Cork. Ireland

Elsó, J. (1999b). Comparison of pool use by brown trout in catchments of contrasting land use. En *The Ecology of Salmonids in an Afforested Stream* **3**, 60-86. University College Cork. Ireland

Elsó, J. (1999c). *The Ecology of Salmonids in an Afforested Stream*. University College Cork. Ireland. PhD Thesis.

Elsó, J. & Giller, P. (2001). Physical characteristics influencing the utilization of pools in an afforested catchment in Southern Ireland. *Journal of Fish Biology* **58**, 201-221

Elsó, J. & Greenberg, L. (2001). Habitat use, movements and survival of 0+ brown trout (*Salmo trutta*) during winter. *Arch. Hydrobiol.* **152**, 279-295.

Elsó, J. (2011). Estudio de la funcionalidad de pasos para peces en la cuenca del río Bidasoa. Informe técnico inédito del proyecto BIDUR. GAVRN y Gobierno de Navarra.

Elvira, B. & Almodóvar, A. (1998). Estudio sobre la incidencia de las minicentrales en las poblaciones de trucha común. *Revista Trofeo Pesca* de Julio de 1998

Evans, D.M. (1994). Observations on the spawning behaviour of male and female adult sea trout, *Salmo trutta* L., using radio-telemetry. Fisheries Management and Ecology **1-2**, 91-105.

Fausch, K.D. & Young, M.K. (1995). Evolutionarily significant units and movements of resident stream fishes: a cautionary tale. American Fisheries Society Symposium **17**, 360-370.

Frank, B.M., Gimenez, O. & Baret, P.V. (2012). Assessing brown trout (*Salmo trutta*) spawning movements with multistate capture–recapture models: a case study in a fully controlled Belgian brook. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2012, 69(6): 1091-1104

GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2017). Seguimiento de los pasos para peces. Migración 2016-17. Informe técnico elaborado por GAN-NIK S.A. para el proyecto LIFE-IREKIBAI.

GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola (2018). Seguimiento de los pasos para peces. Migración 2017-18. Informe técnico elaborado por GAN-NIK S.A. para el proyecto LIFE-IREKIBAI.

Gerking, S.D. (1953). Evidence for the concepts of home range and territory in stream fishes. Ecology **34**, 347-365.

Gerking, S.D. (1959). The restricted movement of fish populations. Biological Review **34**, 221-242.

Greenberg, L. & Elso, J. (2000). Individual variation in growth and habitat use by brown trout during winter. Proceedings of “Consequences of salmonid growth variability”, International Congress on the Biology of Fish, Aberdeen. American Fisheries Society.

Harcup, M.F., Williams, R. & Ellis, D.M. (1984). Movements of brown trout, *Salmo trutta* L., in the River Gwyddon, South Wales. Journal of Fish Biology **24**, 415-426.

Hesthagen, T. (1988). Movements of brown trout, *Salmo trutta*, and juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in a coastal stream in Northern Norway. Journal of Fish Biology **32**, 639-653.

Hill, J. & Grossman, G.D. (1987). Home range estimates for three North American stream fishes. Copeia 1987, 376-380.

Jensen, A.J. & Aass, P. (1995). Migration of a fast-growing population of brown trout (*Salmo trutta* L.) through a fish ladder in relation to water flow and water temperature. Regulated Rivers: Research & Management **10**, 2-4, 217-228

Jonsson, N. & Jonsson, B. (2002). Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. Freshwater Biology **47-8**, 1391-1401

Jungwirth M., Schmutz S., Weiss S. (1998): Fish Migration and Fish Bypasses. Fishing News Books. Blackwell Science, 438 pp

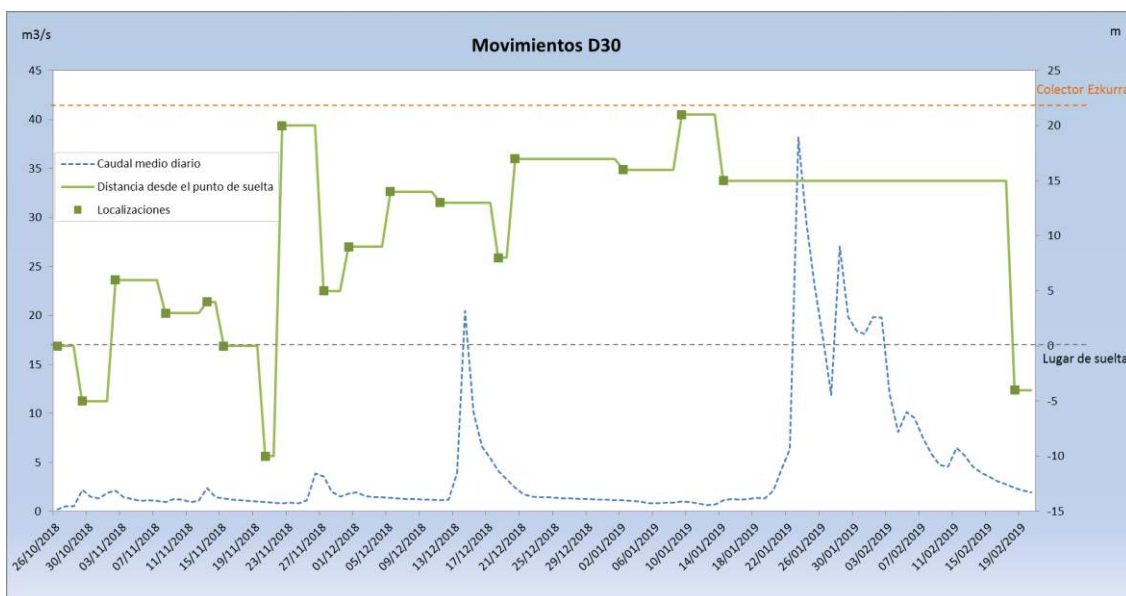
Larinier, M. (1977). Les passes a poissons (Fishways). Study 16. Ministry for Agriculture, CTGREFRep., 136 p.

- Larinier, M. (1978). Etude de fonctionnement d'une passe a poissons a ralentisseurs plans (Study of the operation of a fishway with plane baffles). Bull. Fr. Pisc., 271: 40-54.
- Larinier, M. (1992). Facteurs biologiques a prendre en compte dans la conception des ouvrages de franchissement, notions d'obstacles a la migration. Bull. Fr. Pêche Piscic. **326-327**: 20-29
- Larinier, M. (Editeur), Porcher, J.P. (Editeur), Travade, F. (Editeur), Gosset, C. (Editeur) (1994). Passes a poissons. Expertise, conception des ouvrages de franchissement. Paris, FRA : Conseil Supérieur de la Pêche, 386 p.
- Larinier, M. (2002). Baffle fishways. Bull. Fr. Pisc., **364**: 83-101.
- Meyers, L.S., Thuemler, T.F. & Kornely, G.W. (1992). Seasonal movements of brown trout in Northeast Wisconsin. North American Journal of Fisheries Management **12**, 433-441.
- Miller, R.B. (1957). Permanence and size of home territory in stream-dwelling cutthroat trout. Journal of the Fisheries Research Board of Canada **14**, 687-691.
- Näslund, I. (1993) Migratory behaviour of brown trout, *Salmo trutta* L: importance of genetic and environmental influences. Journal of Fish Biology **2**, 51-57.
- Northcote, T.G. (1992). Migration and residency in stream salmonids- some ecological considerations and evolutionary consequences. Nordic Journal of Freshwater Research **67**, 5-17.
- Saunders, G.A. & Gees, J.H. (1964). Movements of young Atlantic salmon in a small stream. Journal of the Fisheries Research Board of Canada **21**, 27-36.
- Solomon, D.J. & Templeton, R.G. (1976). Movements of brown trout *Salmo trutta* L. in a chalk stream. Journal of Fish Biology **9**, 411-423.
- Trapote, B. (2009). Estudio teórico de pasos de peces y desarrollo de una metodología de evaluación de su eficacia. Tesina. Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental. Universitat Politècnica de Catalunya
- Young, M.K. (1994). Mobility of brown trout in South-central Wyoming streams. Canadian Journal of Zoology **72**, 2078-2083.

## 14. Anexo I: Resumen de los movimientos individuales observados

**Código de trucha D30**

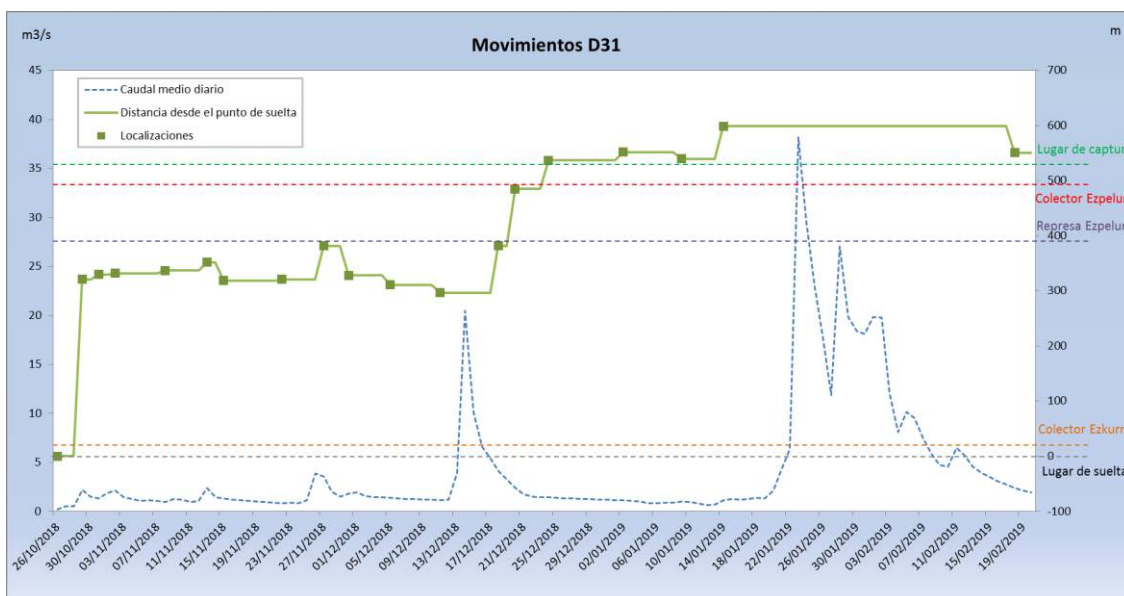
<b>Peso</b>	254 g	<b>Frecuencia</b>	148.911 MHz
<b>Longitud</b>	279 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	21
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No migra	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-10
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	115	<b>Nº veces localizada</b>	19
<b>Descripción de los movimientos</b> Permanece durante todo el periodo de seguimiento aguas abajo del azud donde fue liberada (azud del colector del Ezkurra) sin llegar a remontar ninguno de los obstáculos objeto de seguimiento. Solo hace movimientos locales muy cortos (de menos de 30 metros). Podría haber frezado en esa zona, pero no se puede confirmar. No migra			





**Código de trucha D31**

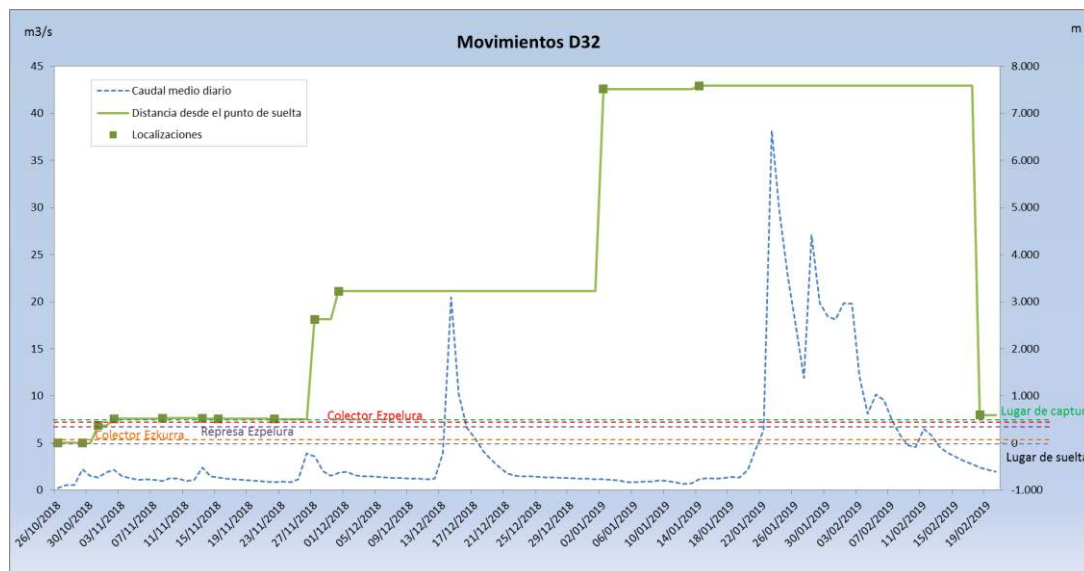
<b>Peso</b>	193 g	<b>Frecuencia</b>	149.911 MHz
<b>Longitud</b>	248 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	599
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	115	<b>Nº veces localizada</b>	19
<b>Descripción de los movimientos</b> Inmediatamente tras la suelta, inicia el regreso a la zona de captura pero permanece algunos días retenida aguas abajo de la represa del Ezpelura. Finalmente, tras el pico de caudal de mediados de diciembre, remonta la represa del Ezpelura y el colector del Ezpelura para llegar a la zona de captura y ya no se mueve de allí. No migra			





**Código de trucha D32**

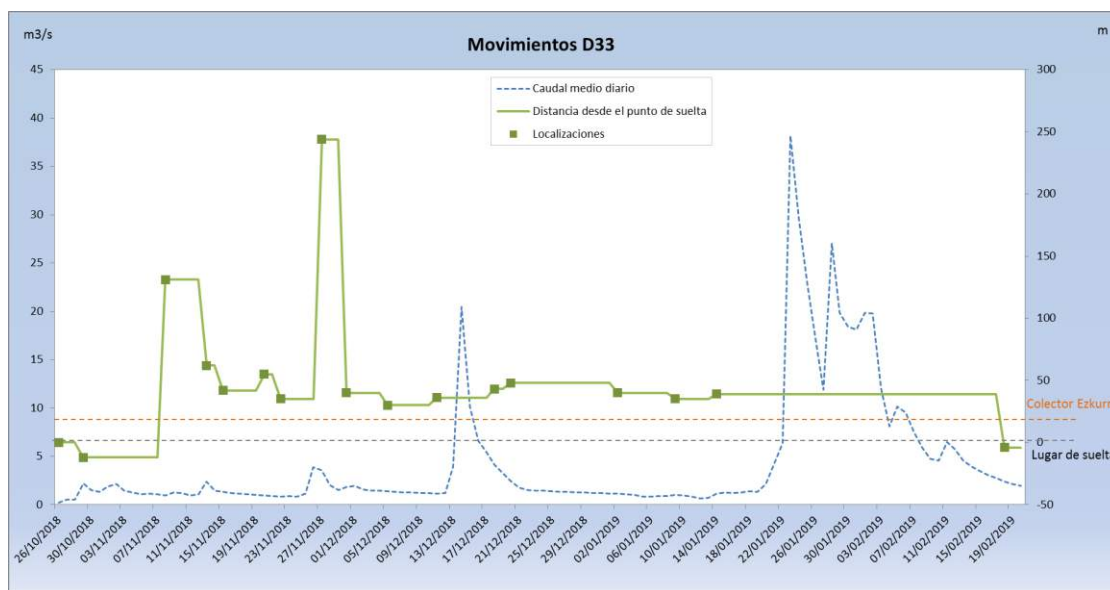
<b>Peso</b>	184 g	<b>Frecuencia</b>	149.060 MHz
<b>Longitud</b>	250 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	7.583
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	Si	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-5
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Posible	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Regata Ameztia, Arretxekeo borda		604.549	4.773.169
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	115	<b>Nº veces localizada</b>	13
<b>Descripción de los movimientos</b> Regresa a la zona de captura donde permanece hasta que entre el 22 y 27 de diciembre inicia la migración aguas arriba del Ezpelura y remonta la regata Ameztia hasta Arretxekeo borda, donde podría haber frezado. Tras pasar unas semanas allí, regresa al punto de captura.			





**Código de trucha D33**

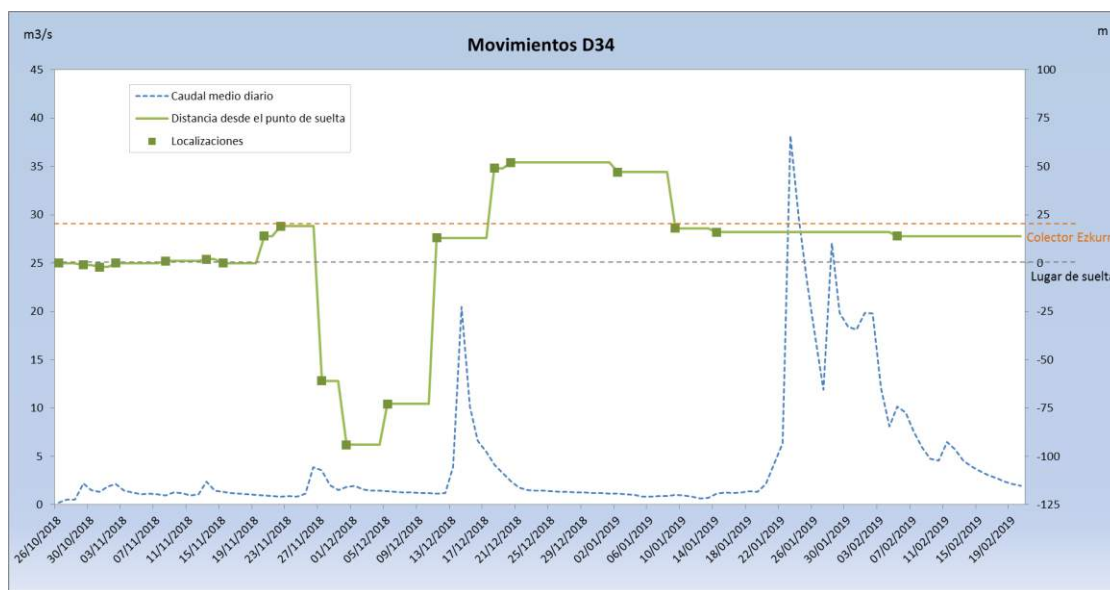
<b>Peso</b>	166 g	<b>Frecuencia</b>	148.261 MHz
<b>Longitud</b>	244 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	244
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-12
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Si	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Río Ezkurra, Doneztebe. Aguas arriba del azud del colector		608.324	4.776.396
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	115	<b>Nº veces localizada</b>	19
<b>Descripción de los movimientos</b> Tras permanecer una semana en el lugar de suelta, remonta el azud del colector del Ezkurra pero sin llegar a migrar más allá del embalsamiento de este azud. Permanece en la misma zona durante tres meses, por lo que podría haber frezado ahí. Durante ese tiempo, hace pequeños movimientos locales. Al final del seguimiento ha vuelto a bajar al lugar donde se soltó, pero no regresa a su lugar de origen.			





**Código de trucha D34**

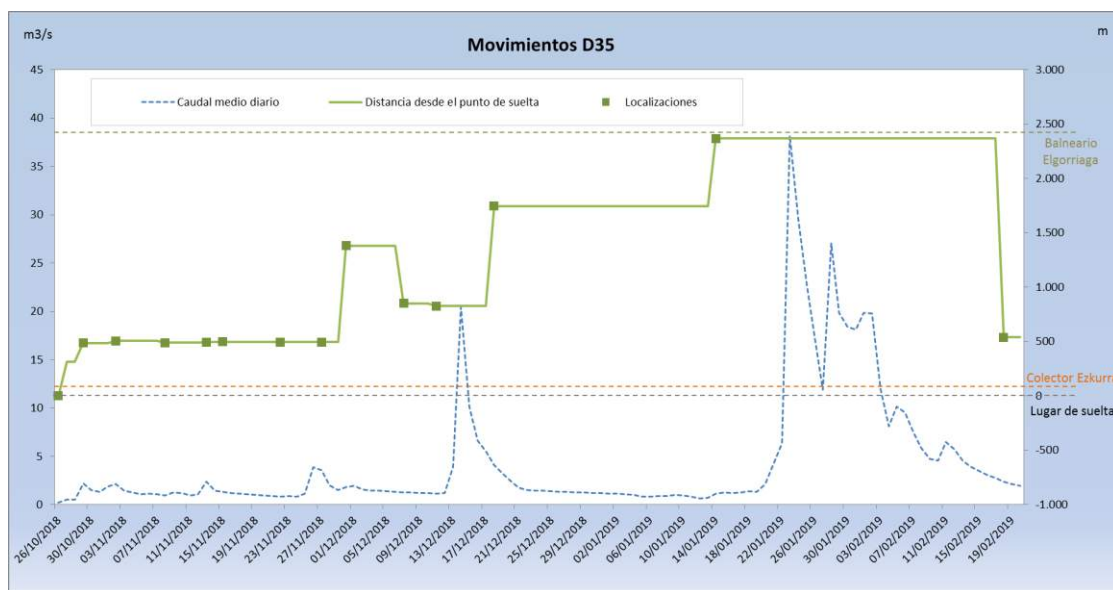
<b>Peso</b>	142 g	<b>Frecuencia</b>	148.420 MHz
<b>Longitud</b>	229 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	52
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-94
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Probable	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Río Ezkurra, Doneztebe. Aguas arriba del azud del colector		608.319	4.776.397
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	102	<b>Nº veces localizada</b>	19
<b>Descripción de los movimientos</b> Permanece en el lugar de suelta haciendo pequeños movimientos locales hasta que entre el 11 y 18 de diciembre, coincidiendo con un pico de caudal, remonta el azud del colector del Ezkurra, pero sin migrar más allá. Un par de semanas después vuelve a bajar el azud. Probablemente frezó a finales de diciembre en el lugar aguas arriba del azud.			





**Código de trucha D35**

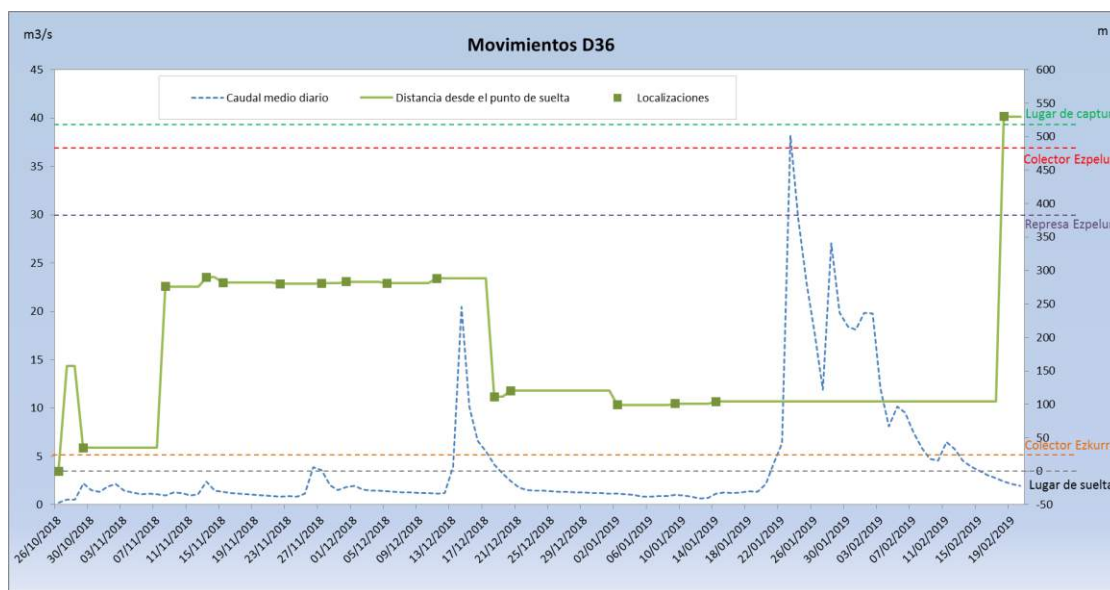
<b>Peso</b>	278 g	<b>Frecuencia</b>	149.100 MHz
<b>Longitud</b>	292 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	2.368
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-41
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Si	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Pie de presa del Balneario de Elgorriaga		606.627	4.776.660
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	115	<b>Nº veces localizada</b>	17
<b>Descripción de los movimientos</b> Tras la suelta, remonta el azud del colector y sube por el río Ezkurra. Hacia mediados de diciembre llega a la presa del Balneario de Elgorriaga, que no remonta. Pasa ahí varias semanas donde probablemente freza antes de volver a bajar por el Ezkurra.			





**Código de trucha D36**

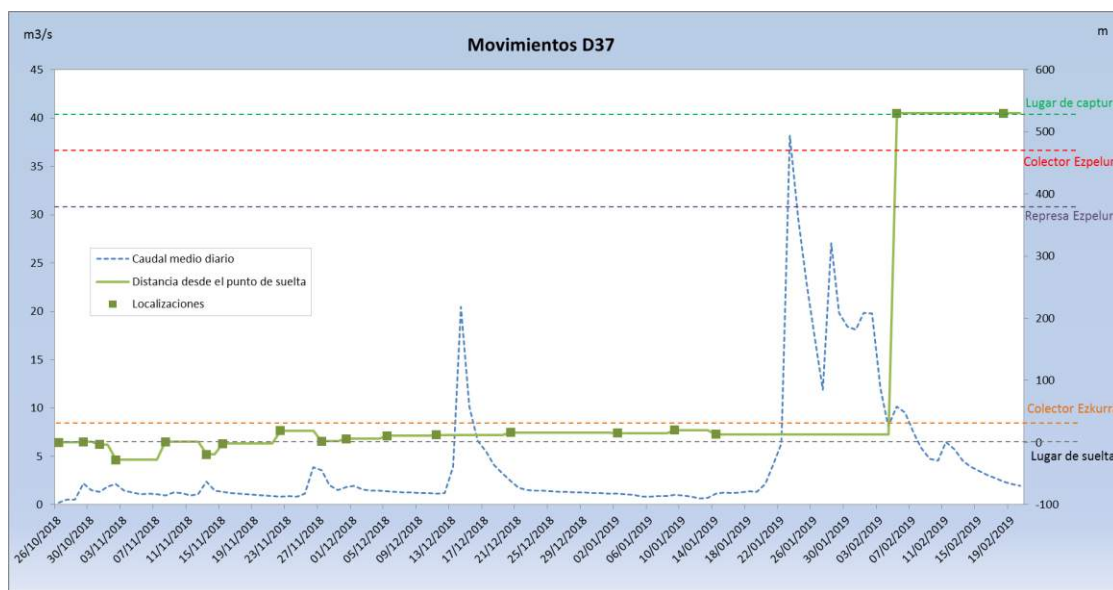
<b>Peso</b>	386 g	<b>Frecuencia</b>	148.721 MHz
<b>Longitud</b>	311 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	530
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	Si	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Si	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Río Ezkurra, Doneztebe. Aguas arriba del azud del colector		608.257	4.776.376
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	115	<b>Nº veces localizada</b>	17
<b>Descripción de los movimientos</b> Tras ser liberada, remonta el azud del colector y permanece durante semanas aguas abajo de la confluencia del Ezkurra y el Ezpelura. A mediados de diciembre baja unos metros hasta la zona de freza localizada aguas arriba del colector. Durante la segunda quincena de enero, coincidiendo lo la crecida que hubo, regresó al lugar donde fue capturada, remontando el colector del Ezkurra, la represa del Ezpelura y el colector del Ezpelura			





**Código de trucha D37**

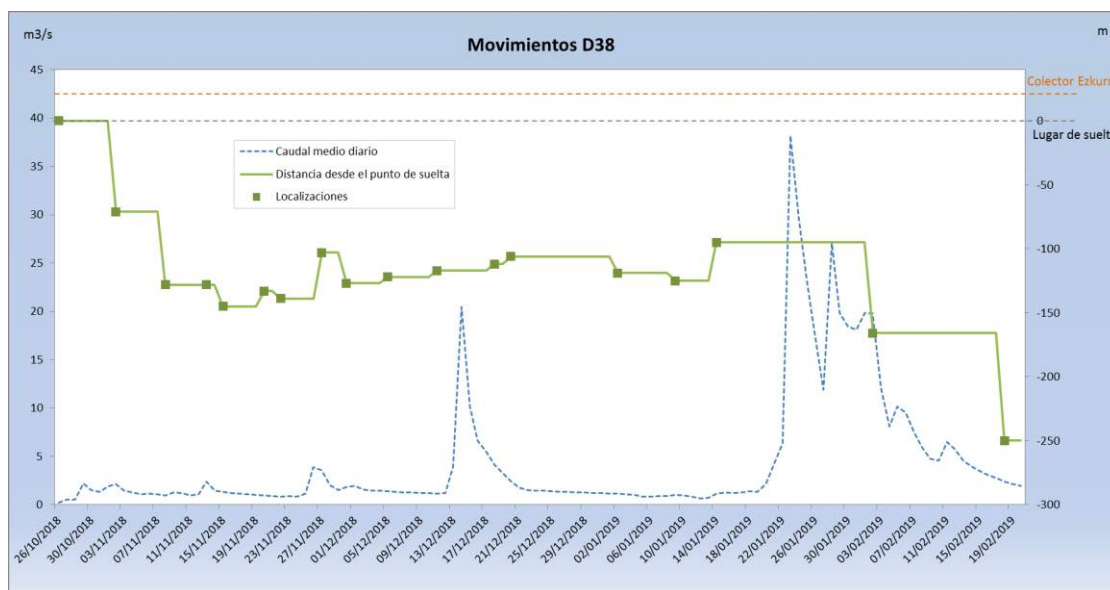
<b>Peso</b>	162 g	<b>Frecuencia</b>	148.822 MHz
<b>Longitud</b>	230 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	530
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	Si	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-28
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	102	<b>Nº veces localizada</b>	17
<b>Descripción de los movimientos</b> Permanece durante todo el periodo de seguimiento en el lugar de suelta, aguas abajo del azud del colector. Podría haber frezado en esa zona, pero no se puede confirmar. Durante la segunda quincena de enero, coincidiendo lo la crecida que hubo, regresó al lugar donde fue capturada, remontando el colector del Ezkurra, la represa del Ezpelura y el colector del Ezpelura.			





**Código de trucha D38**

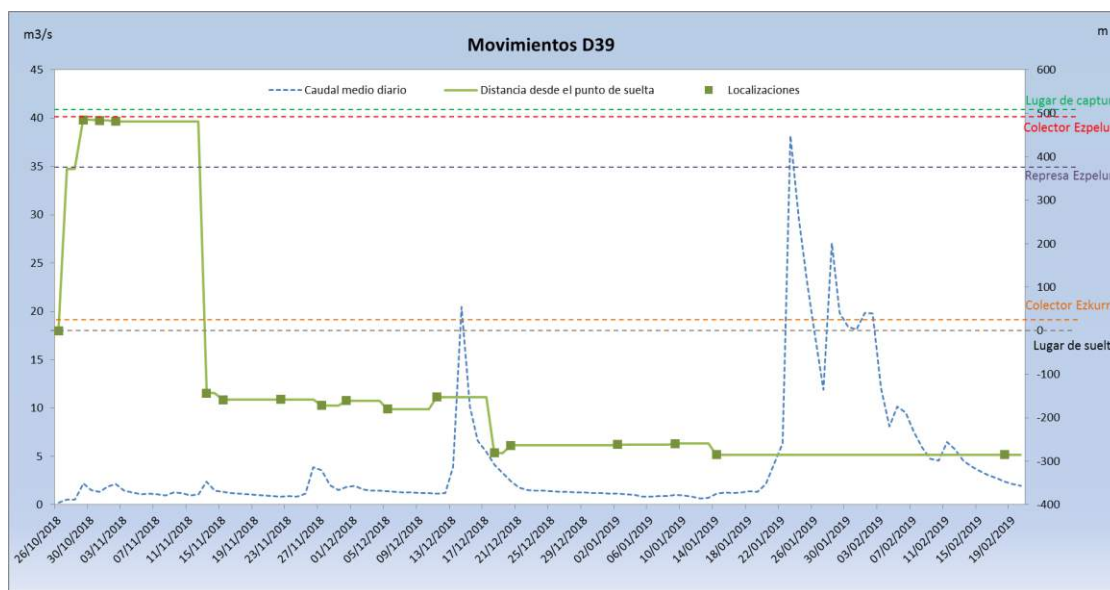
<b>Peso</b>	157 g	<b>Frecuencia</b>	148.740 MHz
<b>Longitud</b>	231 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	0
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-250
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	115	<b>Nº veces localizada</b>	19
<b>Descripción de los movimientos</b> Permanece durante todo el periodo de seguimiento aguas abajo del azud donde fue liberada (azud del colector del Ezkurra) sin llegar a remontar ninguno de los obstáculos objeto de seguimiento. Tan solo lleva a cabo pequeños movimientos locales en un tramo de unos 250 metros aguas abajo del azud, pero no migra. Podría haber frezado en esa zona, pero no se puede confirmar.			





**Código de trucha D39**

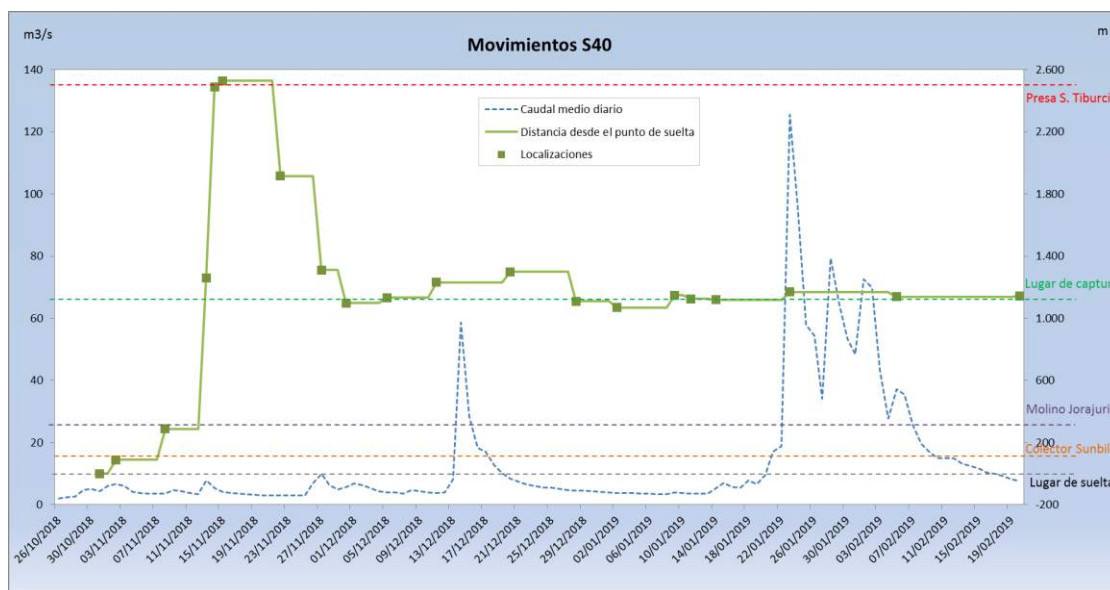
<b>Peso</b>	1120 g	<b>Frecuencia</b>	148.901 MHz
<b>Longitud</b>	473 mm		
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba colector Ezpelura	25/10/2018	608.100	4.776.143
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector Ezkurra	26/10/2018	608.350	4.776.434
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	485
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-285
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	80	<b>Nº veces localizada</b>	17
<b>Descripción de los movimientos</b> Tras ser liberada, regresa a su lugar de captura remontando el colector del Ezkurra y el salto del Ezpelura, pero no llega a remontar el último obstáculo (el colector del Ezpelura). Permanece bajo este último salto hasta el 11 de noviembre cuando vuelve a bajar aguas abajo del azud del colector del Ezkurra. Permanece el resto del periodo de seguimiento a una distancia de entre 180 y 300m aguas abajo del azud.			

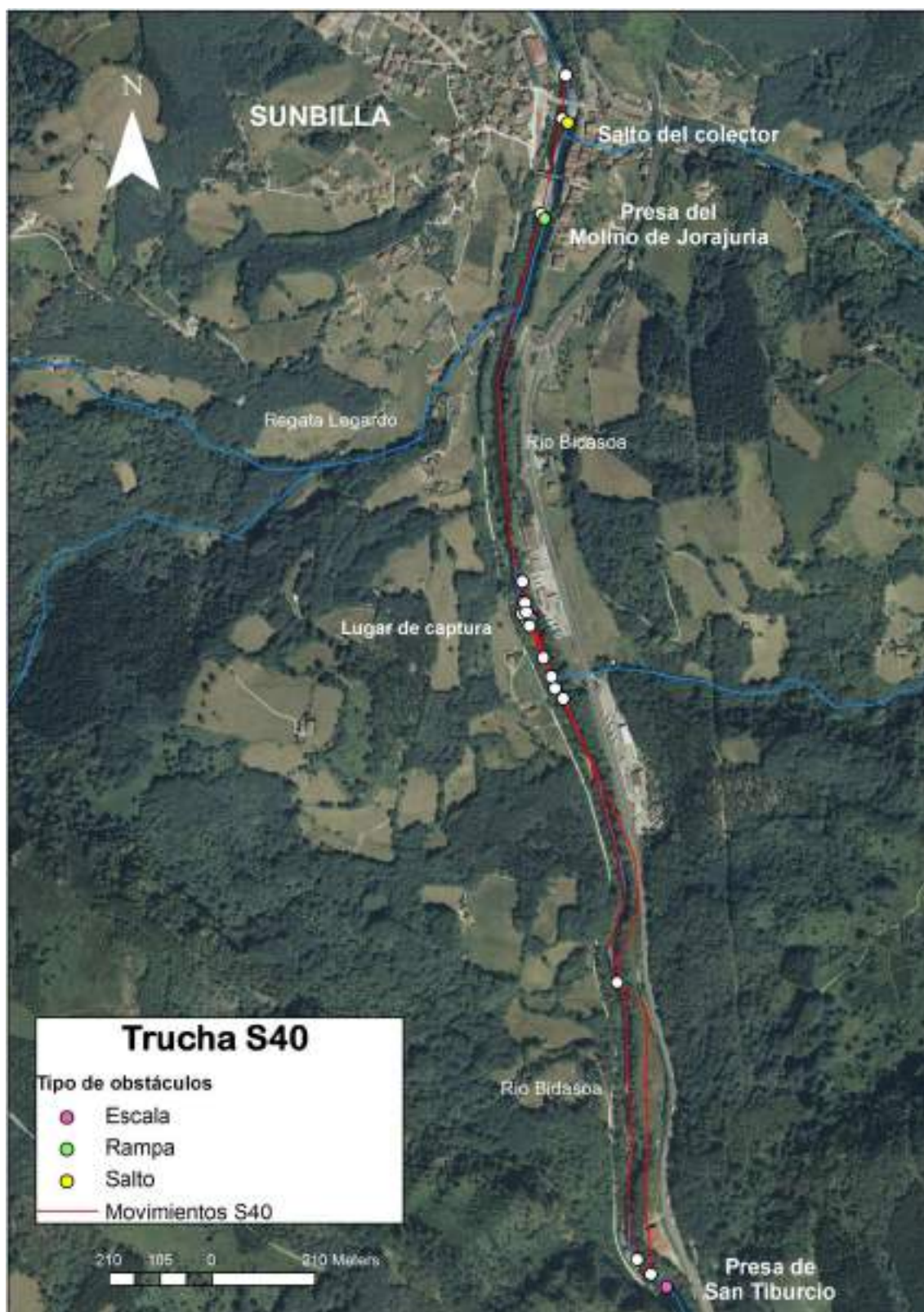




**Código de trucha S40**

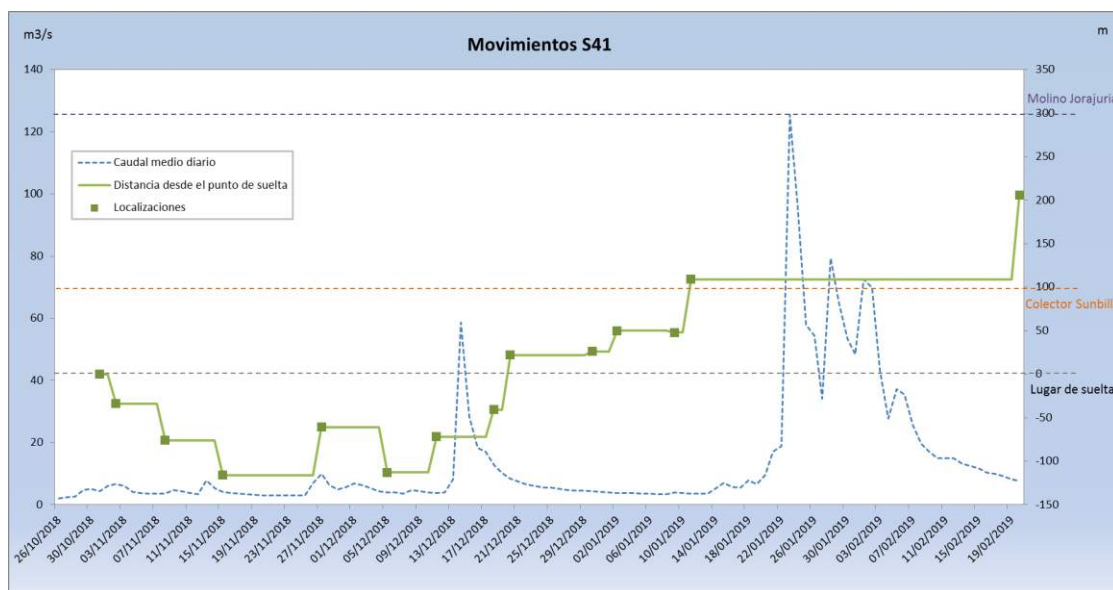
<b>Peso</b>	331 g	<b>Frecuencia</b>	148.140 MHz
<b>Longitud</b>	310 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4E9933
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	2.529
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	112	<b>Nº veces localizada</b>	20
<b>Descripción de los movimientos</b> Inmediatamente tras la suelta, remonta el río Bidasoa, pasa los dos obstáculos de Sunbilla (salto del colector y presa del Molino de Jorajuria) y remonta el lugar de captura, continuando hasta la presa de San Tiburcio. Una vez allí, da la vuelta y se mueve aguas abajo hasta el lugar de captura donde permanece hasta el final del seguimiento.			

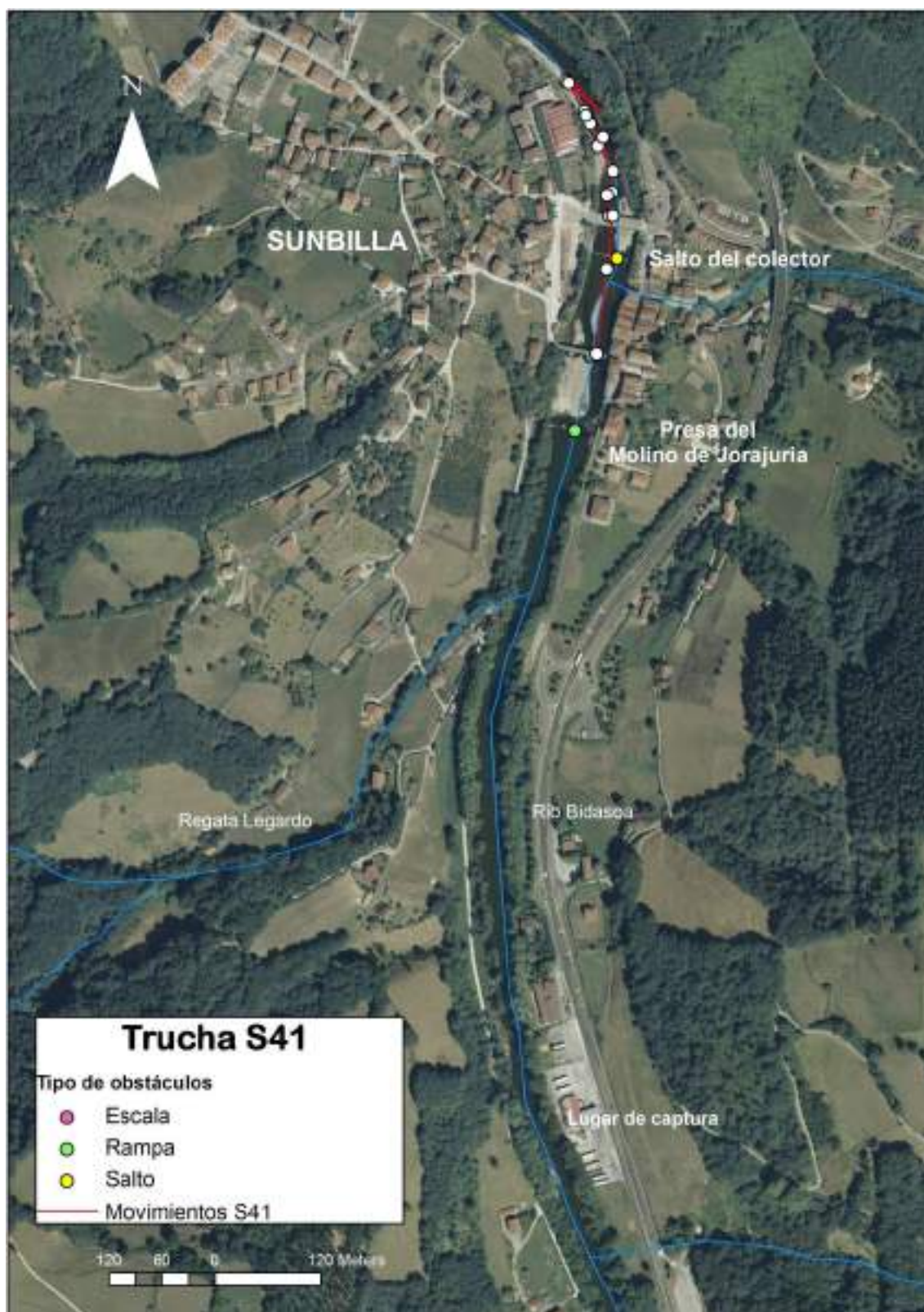




**Código de trucha S41**

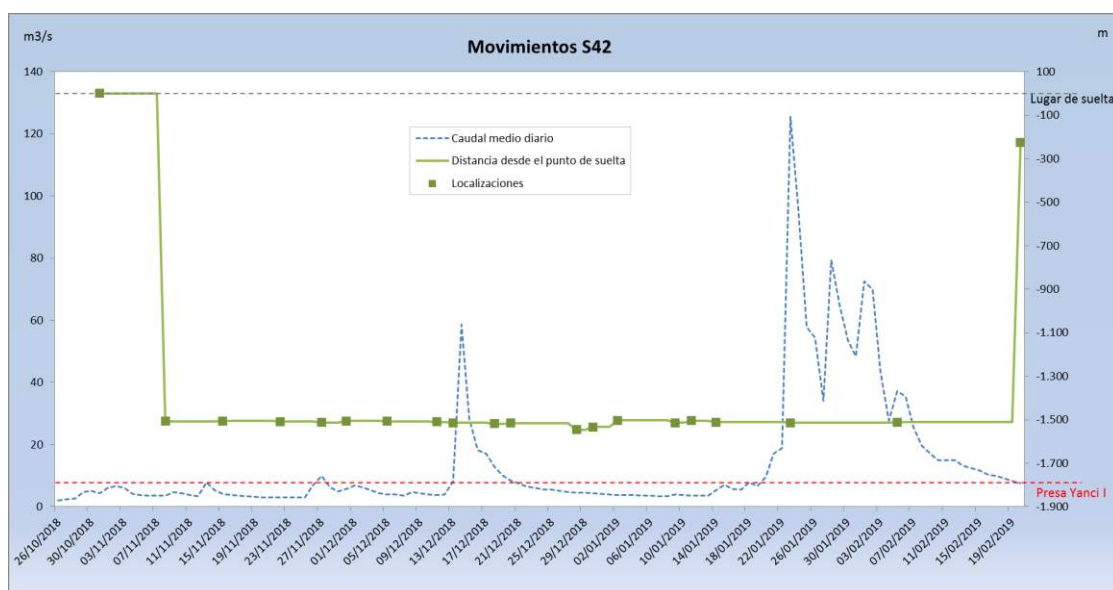
<b>Peso</b>	319 g	<b>Frecuencia</b>	148.667 MHz
<b>Longitud</b>	328 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4E8832
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	206
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-116
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	112	<b>Nº veces localizada</b>	14
<b>Descripción de los movimientos</b> Desde la suelta, permanece en el tramo de río entre el azud del colector y 200 metros aguas abajo del mismo, realizando pequeños movimientos locales. El 10 de enero sube el salto del colector y permanece entre este obstáculo y la presa del Molino de Jorajuria hasta el final del seguimiento. No migra			

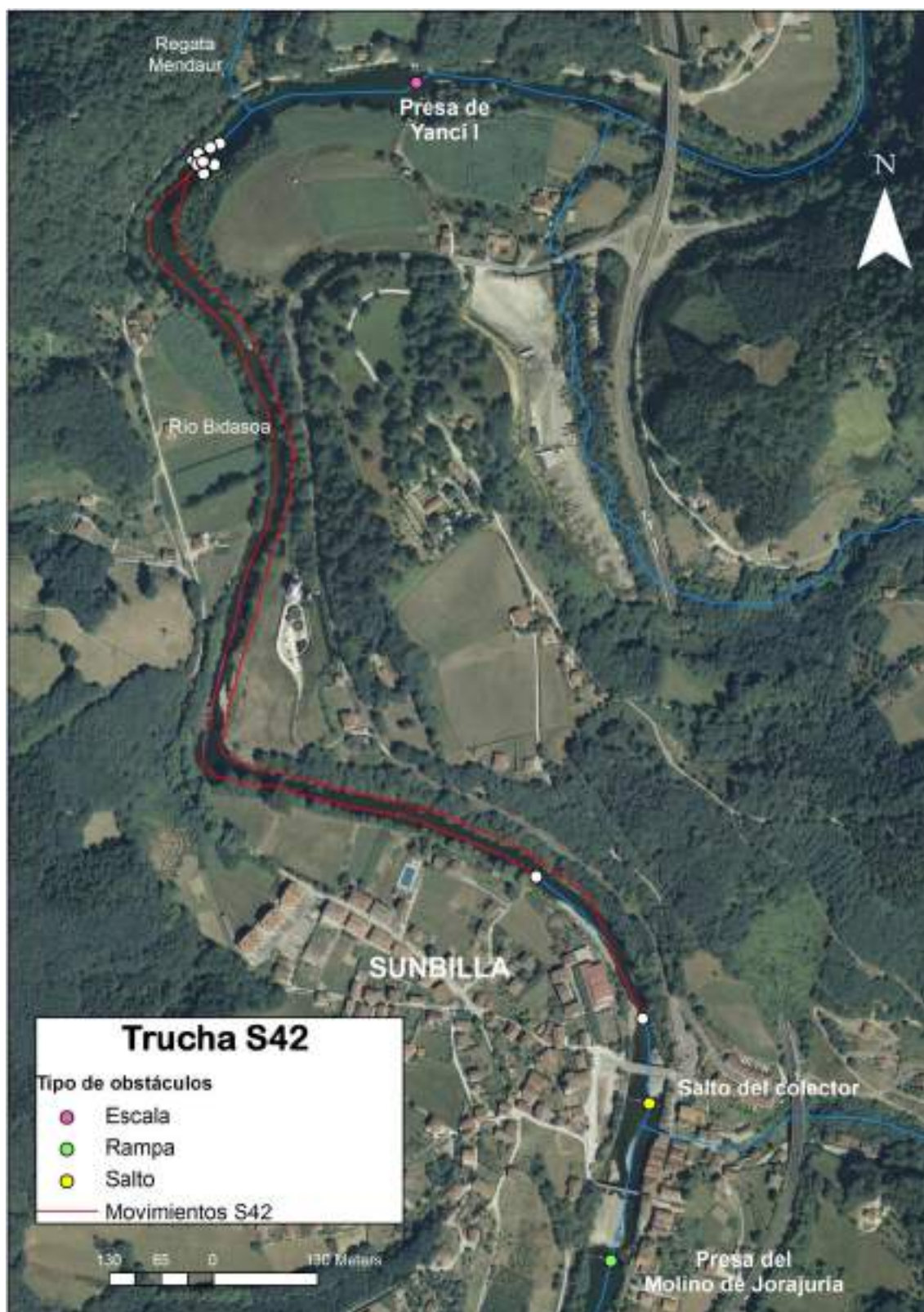




**Código de trucha S42**

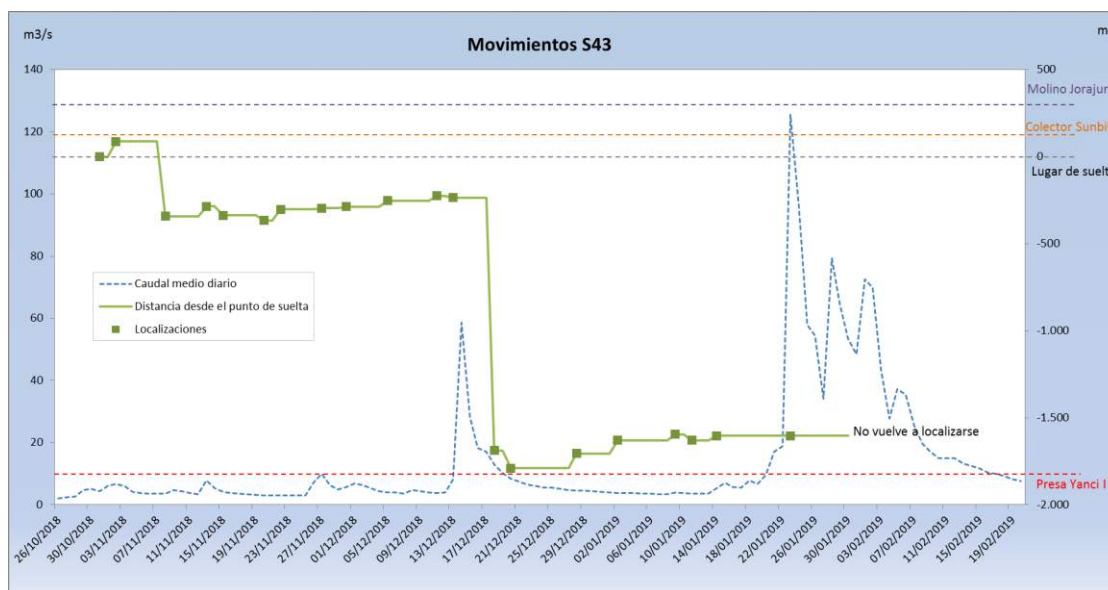
<b>Peso</b>	370 g	<b>Frecuencia</b>	148.940 MHz
<b>Longitud</b>	315 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4E9825
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	0
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-1.546
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Probable	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Regata Mendaur (en algún lugar sin identificar cerca de la desembocadura)	-	-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	112	<b>Nº veces localizada</b>	20
<b>Descripción de los movimientos</b> Tras la suelta se mueve 1,5 Km aguas abajo hasta el embalsamiento de la presa de Yanci I (aguas arriba de la regata Mendaur). No parece que ahí haya frezado, ya que las condiciones del hábitat en ese lugar no son apropiadas, pero se encuentra tan cerca de la desembocadura de Mendaur, que podría haber frezado ahí. Permanece ahí hasta que acaba el seguimiento, que es localizada nuevamente retornando al lugar donde se había soltado.			

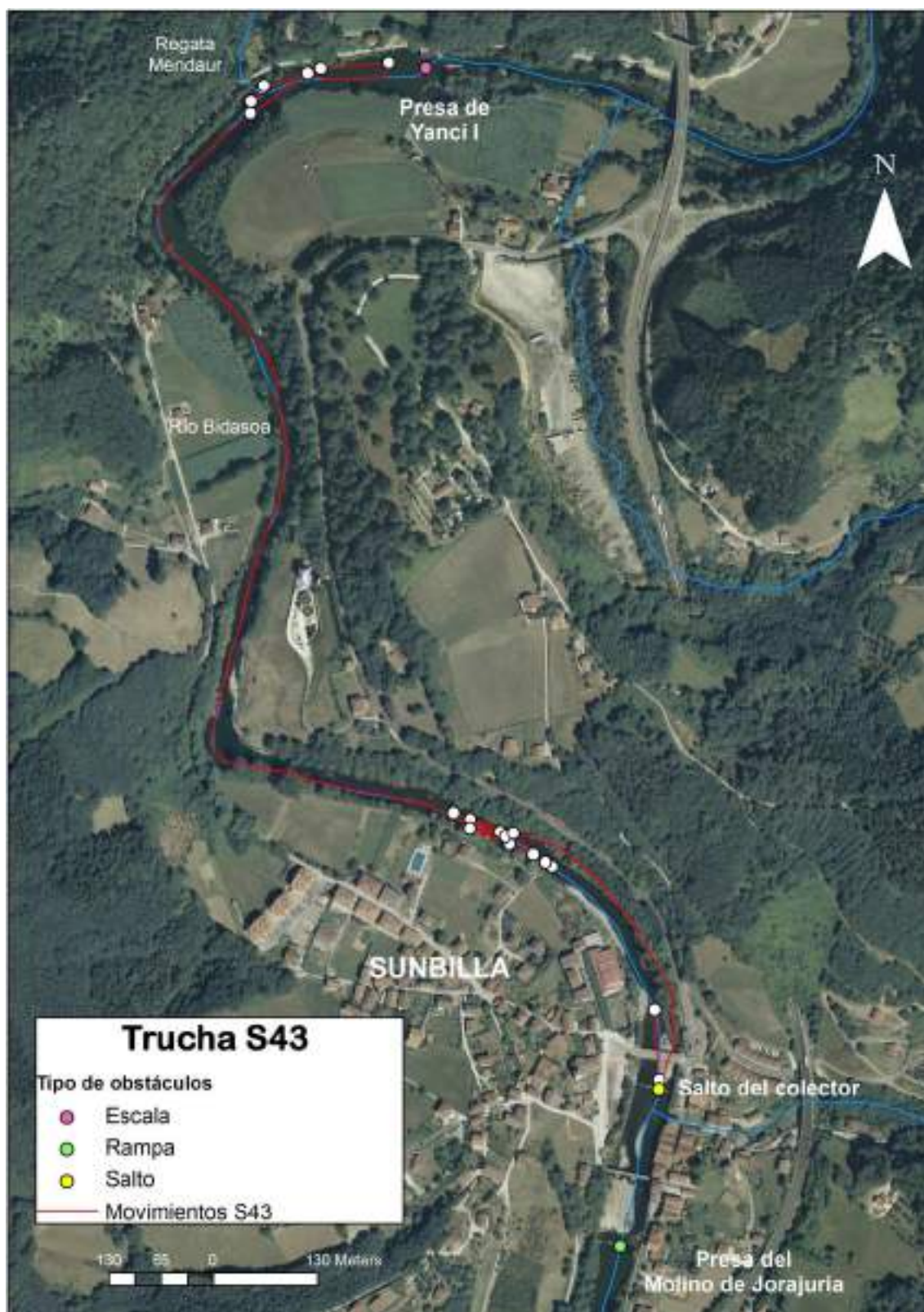




## Código de trucha S43

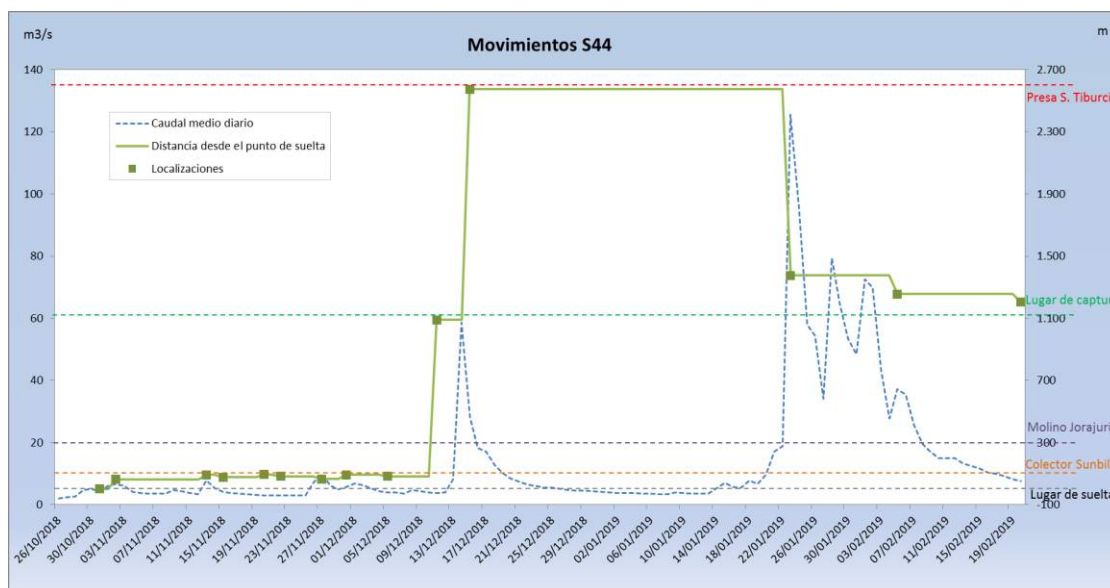
<b>Peso</b>	319 g	<b>Frecuencia</b>	148.601 MHz
<b>Longitud</b>	292 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4EB233
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	88
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-1.790
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Probable	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Regata Mendaur (en algún lugar sin identificar cerca de la desembocadura)		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	84	<b>Nº veces localizada</b>	20
<b>Descripción de los movimientos</b> Tras la suelta, desciende unos 400 metros aguas abajo y permanece ahí hasta mediados de diciembre. Entonces vuelve a moverse aguas abajo 1 Km hasta el embalsamiento de la presa de Yanci I (aguas arriba de la regata Mendaur). No parece que ahí haya frezado, ya que las condiciones del hábitat en ese lugar no son apropiadas, pero se encuentra tan cerca de la desembocadura de Mendaur, que podría haber frezado ahí. Permanece ahí hasta que acaba el seguimiento			

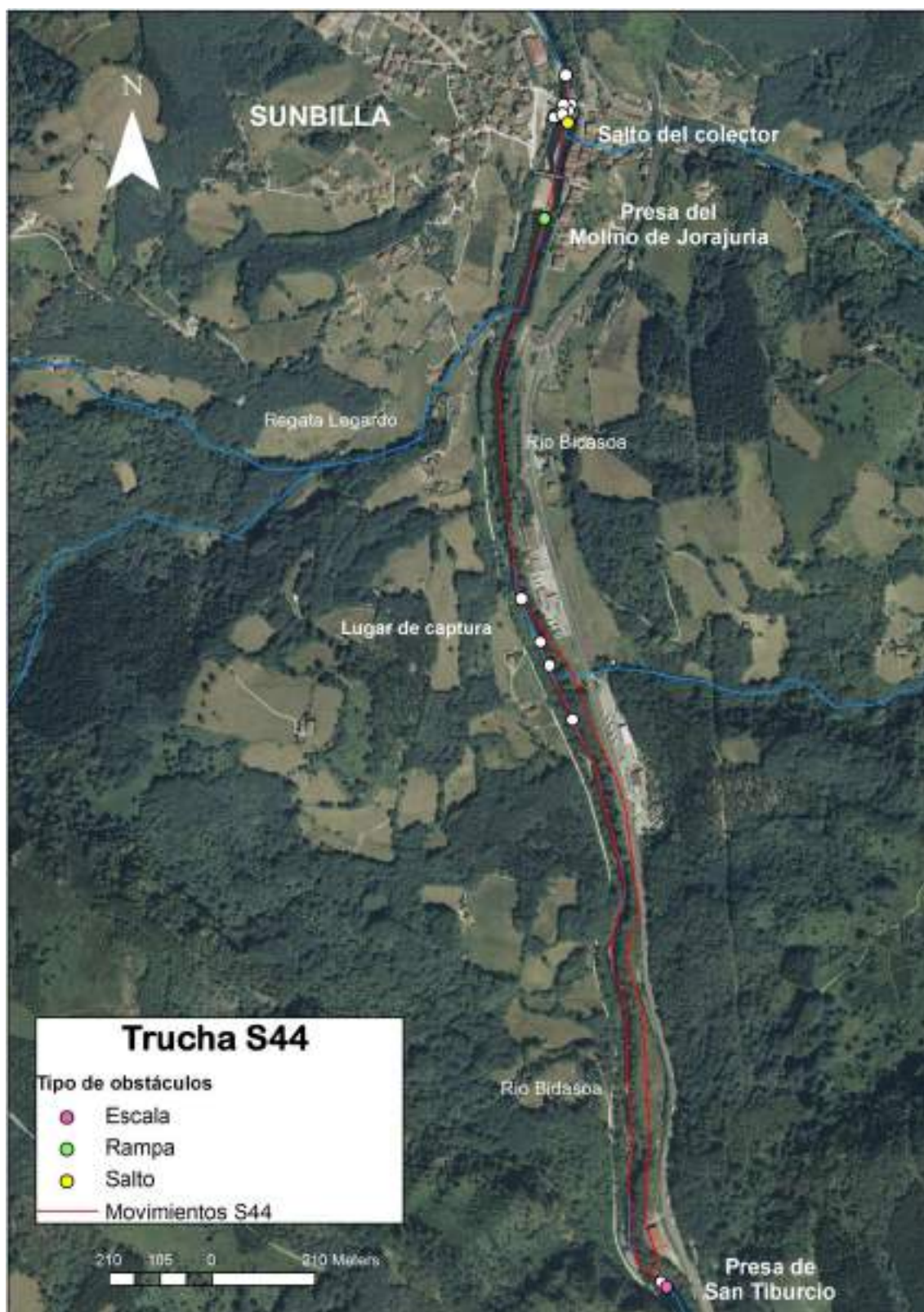




**Código de trucha S44**

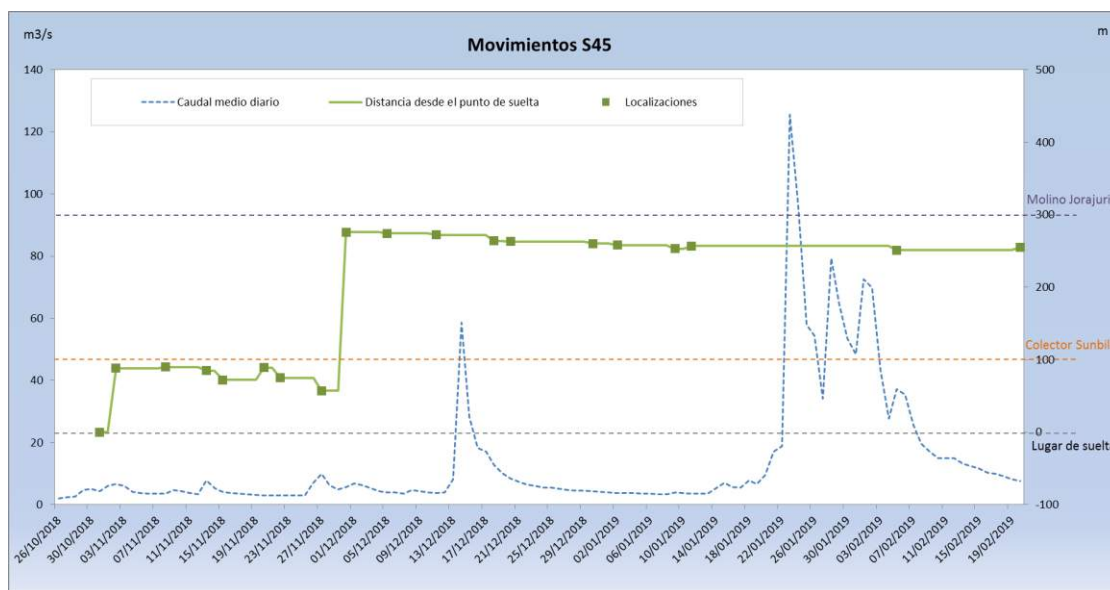
<b>Peso</b>	270 g	<b>Frecuencia</b>	148.799 MHz
<b>Longitud</b>	285 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4E8625
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	2.575
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	Si	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	112	<b>Nº veces localizada</b>	14
<b>Descripción de los movimientos</b> Permanece en el lugar de suelta aguas abajo del salto del colector de Sunbilla, hasta que entre el 5 y el 11 de diciembre, inicia la migración hacia aguas arriba, pasa por el lugar de captura y el 15 de diciembre se registra su paso por las antenas localizadas en la escala de la presa de San Tiburcio, aunque nunca llega a localizarse su posición aguas arriba de la misma. Se pierde su rastro hasta que un mes más tarde vuelve a localizarse en el lugar de captura donde permanece hasta el fin del seguimiento.			

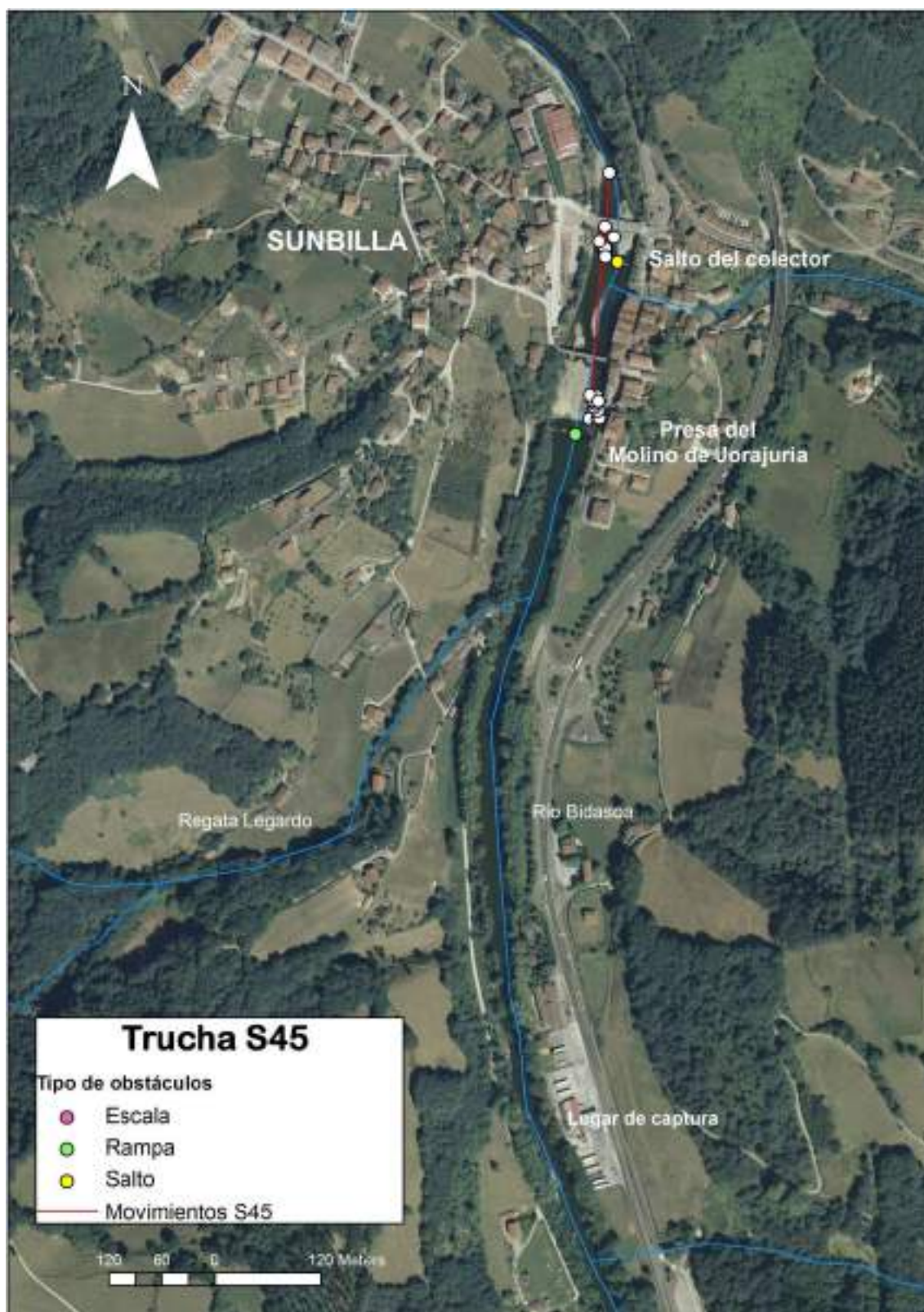




**Código de trucha S45**

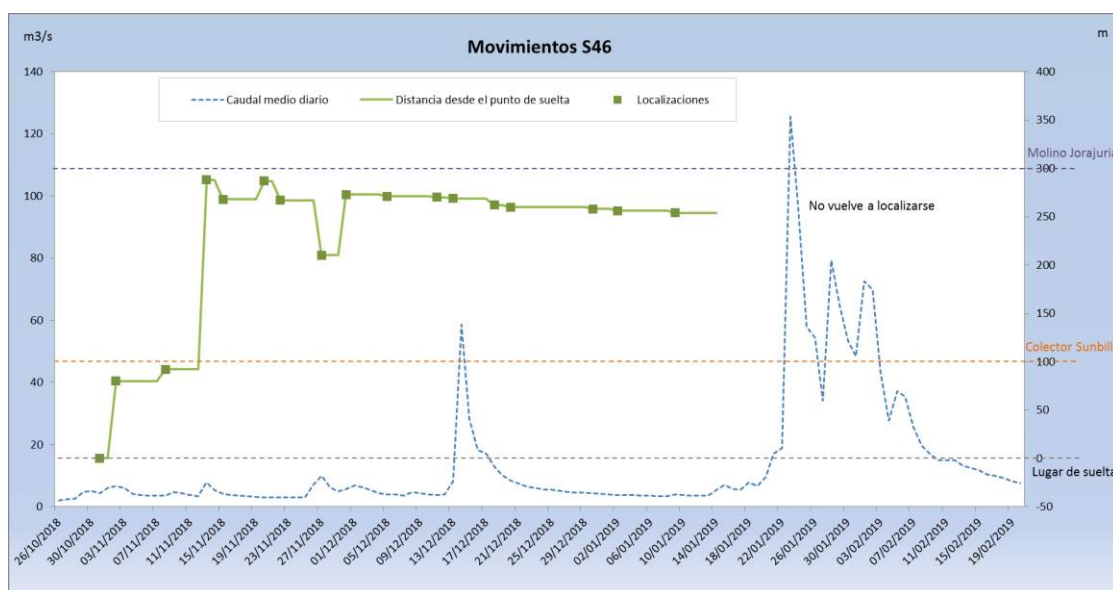
<b>Peso</b>	259 g	<b>Frecuencia</b>	148.382 MHz
<b>Longitud</b>	280 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4E7E37
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	276
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	112	<b>Nº veces localizada</b>	19
<b>Descripción de los movimientos</b> Permanece en el lugar de suelta, aguas abajo del salto del colector, hasta que entre el 27 y el 30 de noviembre, coincidiendo con un pequeño pico de caudal, remonta este obstáculo. Permanece entonces aguas abajo de la presa del Molino de Jorajuria hasta el final del seguimiento			





**Código de trucha S46**

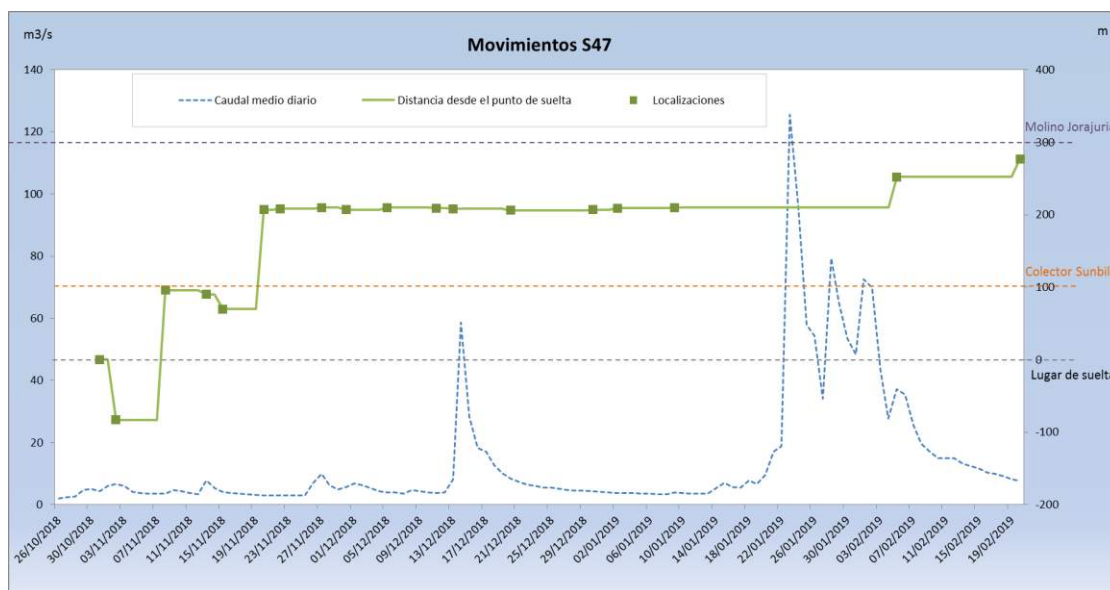
<b>Peso</b>	292 g	<b>Frecuencia</b>	149.121 MHz
<b>Longitud</b>	290 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4EAC32
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	288
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	70	<b>Nº veces localizada</b>	17
<b>Descripción de los movimientos</b> Entre el 8 y el 11 de noviembre, remonta el salto del colector de Sunbilla y sube hasta el pie de la presa del Molino de Jorajuria, donde permanece al menos hasta el 9 de enero, fecha en la que se localiza por última vez.			

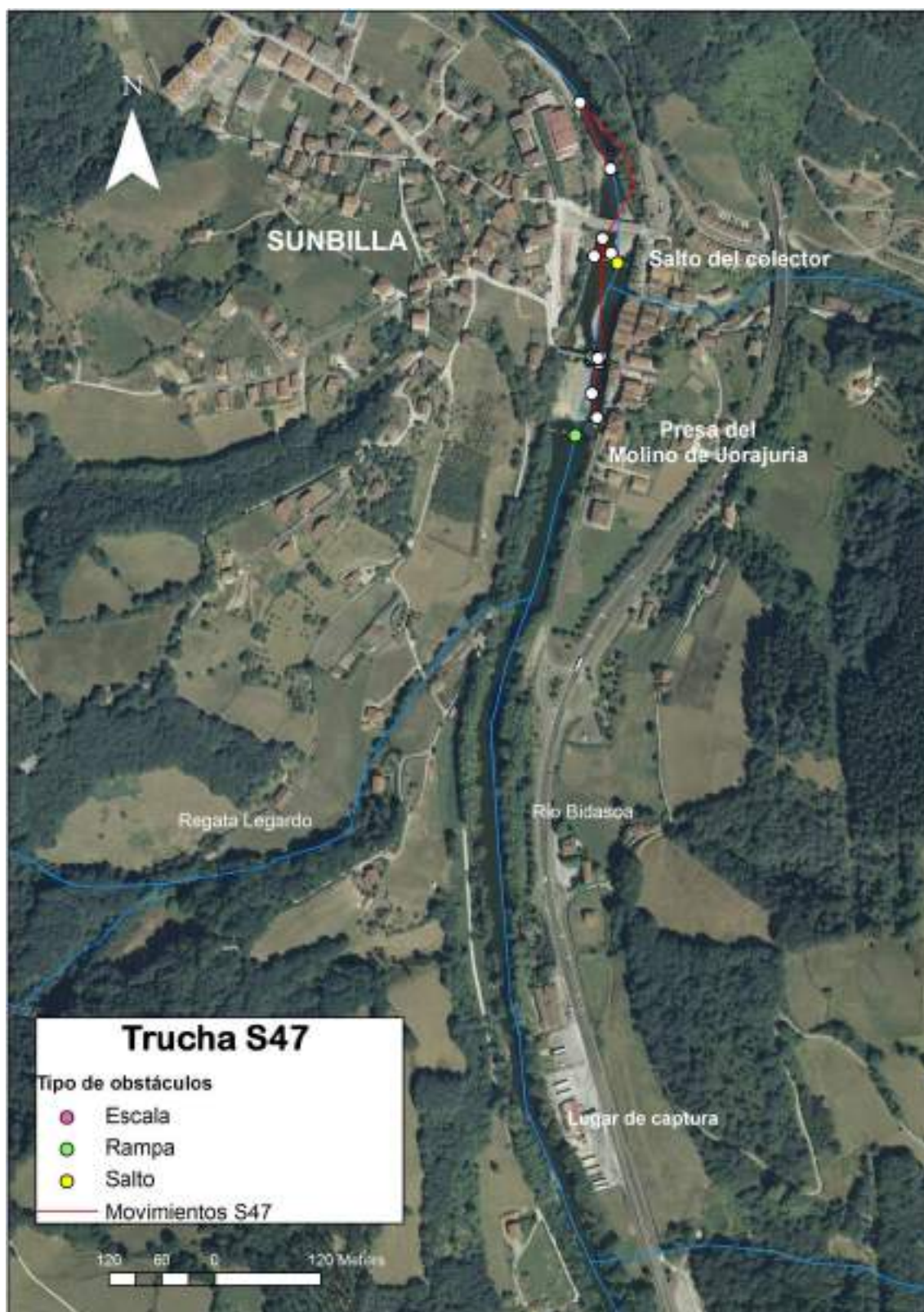




**Código de trucha S47**

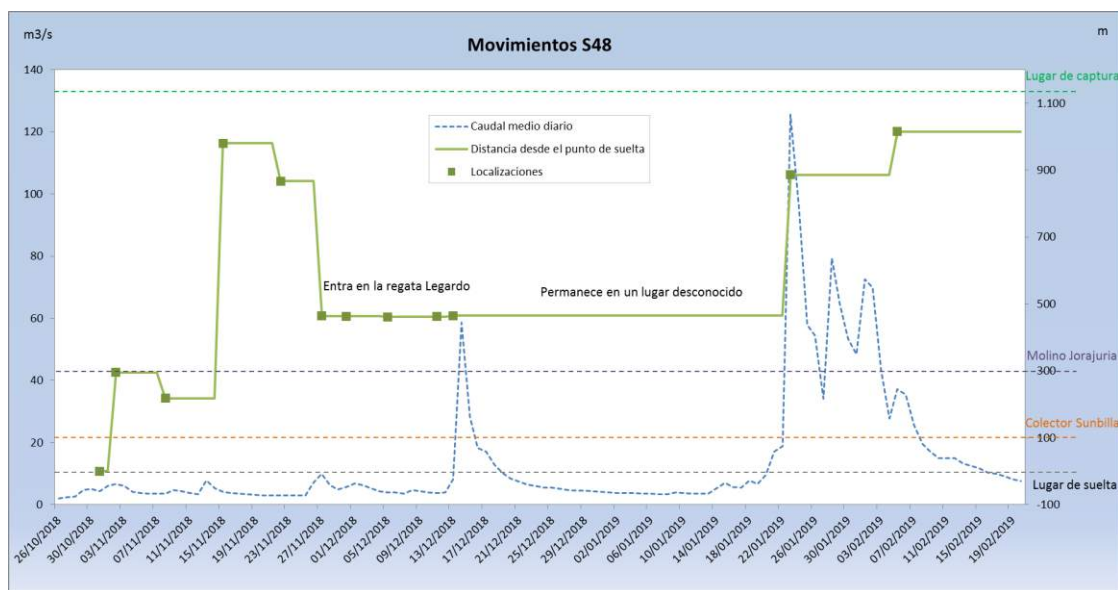
<b>Peso</b>	183 g	<b>Frecuencia</b>	148.862 MHz
<b>Longitud</b>	249 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4EA832
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	277
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	-83
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	112	<b>Nº veces localizada</b>	19
<b>Descripción de los movimientos</b> Tras ser liberada, entre el 15 y el 20 de noviembre remonta el salto del colector de Sunbilla y sube hasta el pie de la presa del Molino de Jorajuria, donde permanece hasta el final del seguimiento.			

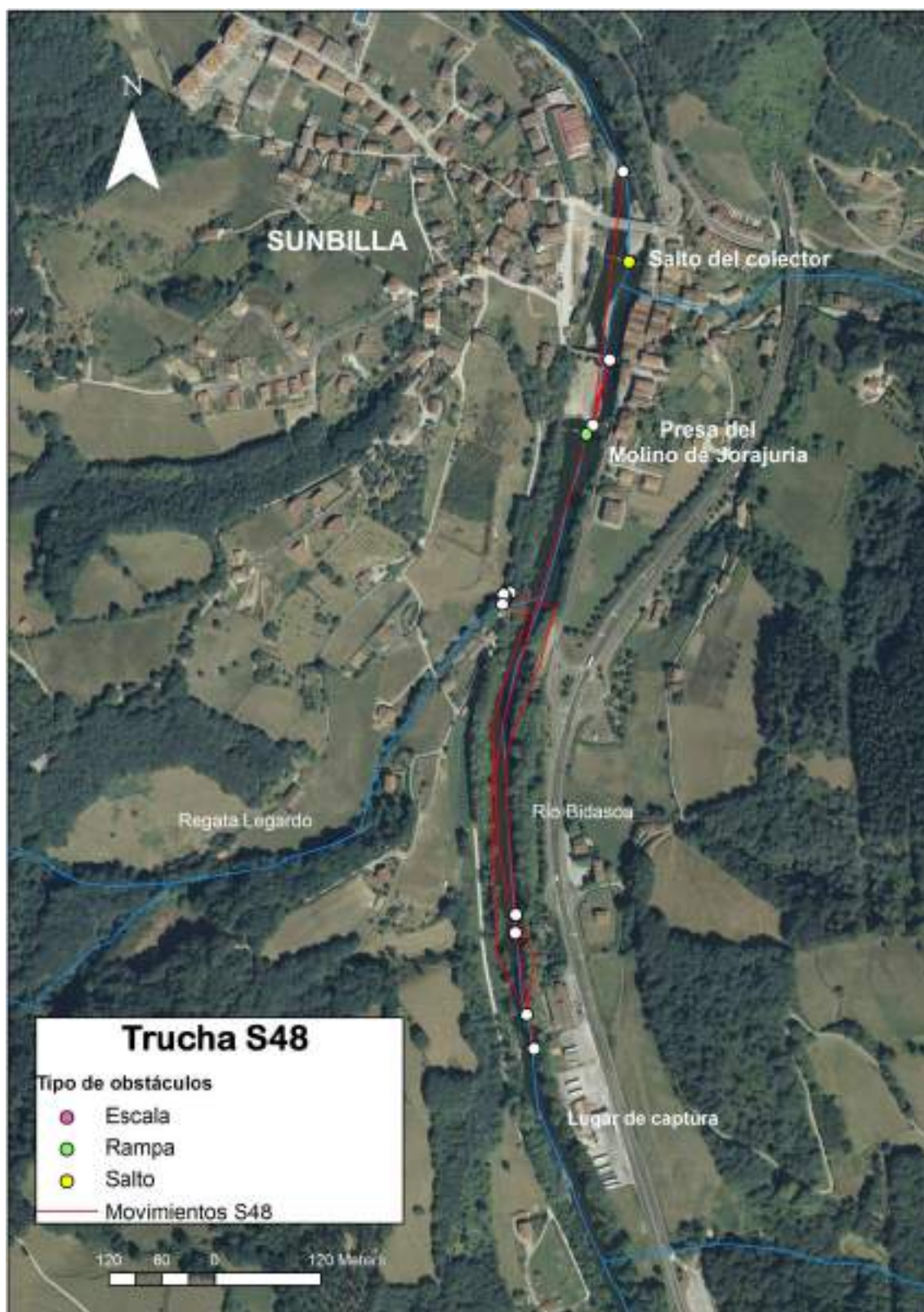




**Código de trucha S48**

<b>Peso</b>	183 g	<b>Frecuencia</b>	148.701 MHz
<b>Longitud</b>	259 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4EB032
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	Si	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	1.015
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	Si	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	Probable	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Regata Legardo (lugar sin identificar)		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	97	<b>Nº veces localizada</b>	12
<b>Descripción de los movimientos</b> Inmediatamente después de ser liberada, remonta el salto del colector de Sunbilla y entre el 8 y el 15 de noviembre el del Molino de Jorajuria, aprovechando dos pequeñas subidas de caudal, para regresar a la zona de captura. Permanece ahí hasta que el 22-27 de noviembre entra en la regata Legardo. Entre el 23 de diciembre y el 23 de enero permanece en un lugar desconocido (probablemente aguas arriba en la misma regata). Regresa al lugar de captura tras la freza.			





**Código de trucha S49**

<b>Peso</b>	210 g	<b>Frecuencia</b>	148.870 MHz
<b>Longitud</b>	257 mm	<b>PIT</b>	07116DB25A4E9137
<b>Captura</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas arriba Molino de Jorajuria	30/10/2018	608.083	4.778.936
<b>Suelta</b>	<b>Fecha</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
Aguas abajo colector de Sunbilla	31/10/2018	608.140	4.780.052
<b>Regreso a zona de captura</b>	No	<b>Distancia máx aguas arriba (m)</b>	92
<b>Regreso a zona de captura tras frezar</b>	No	<b>Distancia máx aguas abajo (m)</b>	0
<b>Identificación de la zona de freza</b>	No	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
		-	-
<b>Duración del seguimiento (días)</b>	15	<b>Nº veces localizada</b>	4
<b>Descripción de los movimientos</b> Al liberarla, permanece 15 días aguas abajo del salto del colector de Sunbilla, pero entonces se le pierde la pista y no se vuelve a localizar.			

