# Seguimiento de los pasos para peces

Irekibai

ACCION D10

LIFE14 NAT/ES/000186

Migración 2017-18

Gestión Ambiental de Navarra

www.irekibai.eu

# LIFE – IREKIBAI

## Seguimiento de los pasos para peces.

Acción D.10

## Migración 2017-18

**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.**

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

# Indice


1. RESUMEN ..... 1
2. ANTECEDENTES ..... 3
3. INTRODUCCIÓN ..... 4
4. TRABAJOS REALIZADOS ..... 6
5. OBJETIVOS ..... 7
6. PASOS PARA PECES A SEGUIR ..... 7
7. METODOLOGÍA ..... 10
   a) Seguimiento automático por antenas pasivas ..... 11
   b) Seguimiento por radiotransmisores ..... 17
8. SEGUIMIENTO ..... 20
   a) Seguimiento automático en Nazas y Molino de Bera ..... 20
   b) Seguimiento manual en Endarlatsa y Presa de Bera ..... 21
9. RESULTADOS ..... 22
   a) Seguimiento automático en la presa de Nazas ..... 22
   b) Seguimiento automático en la presa del Molino de Bera ..... 25
   c) Radioseguimiento ..... 28
10. DISCUSIÓN ..... 35
11. CONCLUSIONES ..... 38
12. AGRADECIMIENTOS ..... 38
13. REFERENCIAS ..... 39
14. Anexo I: Resumen de los movimientos individuales observados ..... 43

# 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, se ha llevado a cabo el estudio de la funcionalidad de dos escalas para peces construidas en la cuenca del Bidasoa: una en el cauce principal (Nazas) y otra en la regata Zia (Molino de Bera), uno de sus principales afluentes. El estudio ha consistido en el seguimiento de truchas marcadas para verificar si los pasos dos para peces construidos permiten los movimientos migratorios de los salmónidos aguas arriba de los obstáculos. Además, se han marcado y seguido truchas agua abajo de dos de los obstáculos derribados en el cauce principal del río Bidasoa en el marco del proyecto LIFE IREKIBAI (las presas de Endarlatsa y Bera) en 2016, para comprobar cómo el derribo de dichos obstáculos ha posibilitado las migraciones de los salmónidos en la época de reproducción. Los métodos de seguimiento mediante el marcaje individual de los peces con microchips (PIT tags) y con radioemisores, han permitido estudiar tanto la franqueabilidad de los obstáculos como el esfuerzo realizado por los peces para superar el obstáculo (medido como el tiempo que los peces tardaron 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 la cuenca del Bidasoa.

Los resultados del seguimiento muestran que el 30% de los peces marcados y liberados aguas abajo de la presa de Nazas, remontaron la escala para peces de ese obstáculo, mientras que en el caso de la Presa del Molino de Bera, el porcentaje de peces marcados que superaron el obstáculo fue del 64%. Además, dos de las truchas marcadas con PIT en Nazas remontaron la presa del Molino de Bera en Zia, a 6 Km de distancia, tras haber remontado previamente la presa de Petrix, también en Zia. También ha podido observarse que los peces tienen que hacer un esfuerzo importante para remontar el paso de Nazas invirtiendo un tiempo considerable (1 hora 49 minutos de media), siendo este un esfuerzo suplementario al que ya de forma natural supone la migración contra corriente. En la presa del Molino de Bera, en cambio, el esfuerzo que los peces tienen que hacer para remontar el obstáculo es mucho menor, promediando 21 minutos.

El análisis de estos resultados indica que si bien las dos escalas estudiadas permiten los movimientos ascendentes de los reproductores, el esfuerzo que los peces han tenido que hacer en la presa de Nazas para remontar el obstáculo parece señalar que sería necesario llevar a cabo unas tareas de mantenimiento que aseguren la funcionalidad de los dispositivos de paso. Se ha observado la presencia de elementos flotantes (como ramas, etc.) en las escotaduras de las artesas, o acumulación de gravas que obstruyen los orificios sumergidos de las escalas, dificultando el ascenso de los peces a través de las escalas. En ambos azudes 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.

Además, durante el trabajo de seguimiento ha podido comprobarse 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.

Se ha desvelado que las poblaciones de trucha de la cuenca del Bidasoa se dividen en dos fracciones, una móvil que recorre distancias de hasta 6 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 nos encontremos: aguas abajo de la presa de Nazas la población está dominada por truchas sedentarias, mientras que en el tramo comprendido entre las presas de Nazas y Funvera las truchas migradoras son mayoría.

También se ha puesto en valor la importancia que las regatas, especialmente Zia, tienen para la reproducción de las poblaciones de trucha afincadas en el cauce principal del río 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.

Aunque no eran objeto de estudio, las largas migraciones de las truchas reproductoras han permitido comprobar la franqueabilidad de otros obstáculos situados en la zona de estudio. Así, la mayoría de las truchas que remontaron la regata Zia remontaron también la presa de Petrix, demostrando que al igual que en los casos anteriores, con un buen mantenimiento la escala de esta presa es funcional. Tan solo dos truchas se acercaron a las inmediaciones de la presa de Funvera sin que ninguna de las dos llegara a remontarla.

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 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 Tecnología 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 el año 2017 se continuó con esta labor en otros tres obstáculos de la cuenca del Bidasoa: 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 Iruribieta, afluente del Bidasoa.

# 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 catádromas (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. Mientras que en 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 Iruribieta, afluente del Bidasoa, durante este año 2017 se han estudiado dos escalas, una de ellas construida en el cauce principal del río Bidasoa (Nazas) y otra en la regata Zia (Molino de Bera). Durante el seguimiento se ha comprobado la franqueabilidad, el esfuerzo que los peces hacen para remontar el obstáculo y la importancia que el derribo de las presas de Endarlatsa y Bera, ejecutado en 2016, ha tenido en las migraciones de salmónidos.

# 4. TRABAJOS REALIZADOS

Durante la temporada de migración 2017-18 se ha llevado a cabo el seguimiento de la escala para peces de la central de Irún-Endara (también conocida como la presa de Nazas) en el cauce principal del río Bidasoa y la de la regata Zia en la presa del Molino de Bera, como parte de las tareas previstas para el desarrollo de la acción D10 del proyecto LIFE IREKIBAI (LIFE14 NAT/ES/000186), y 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 para la totalidad de la duración del proyecto (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 PIT Tags, radiotransmisores y otros materiales. **Estado: finalizado.**
c) Mediciones y replanteo de las antenas en los pasos para peces de Nazas y Molino de Bera. **Estado: finalizado.**
d) Diseño, construcción y puesta a punto de equipos en los pasos de Nazas y Molino de Bera, 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 Nazas y Molino de Bera. **Estado: finalizado.**
f) Captura y marcaje de peces con PIT Tags en Nazas y Molino de Bera, y con radiotransmisores y PIT en Endarlatsa y San Martin (presa de Bera), mediante cirugía sencilla. Como estaba previsto en proyecto, se marcaron con PIT 20 peces en cada

obstáculo y con radiotransmisores 10 peces en cada lugar donde se derribaron las presas. **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 2017 con las antenas instaladas en 2016. **Estado: en marcha.**
i) Elaboración de todos los datos recopilados y redacción del informe final. **Estado: finalizado.**

Este protocolo de trabajo se repetirá también el próximo año 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 construidos en los dos 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. 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 la escala.

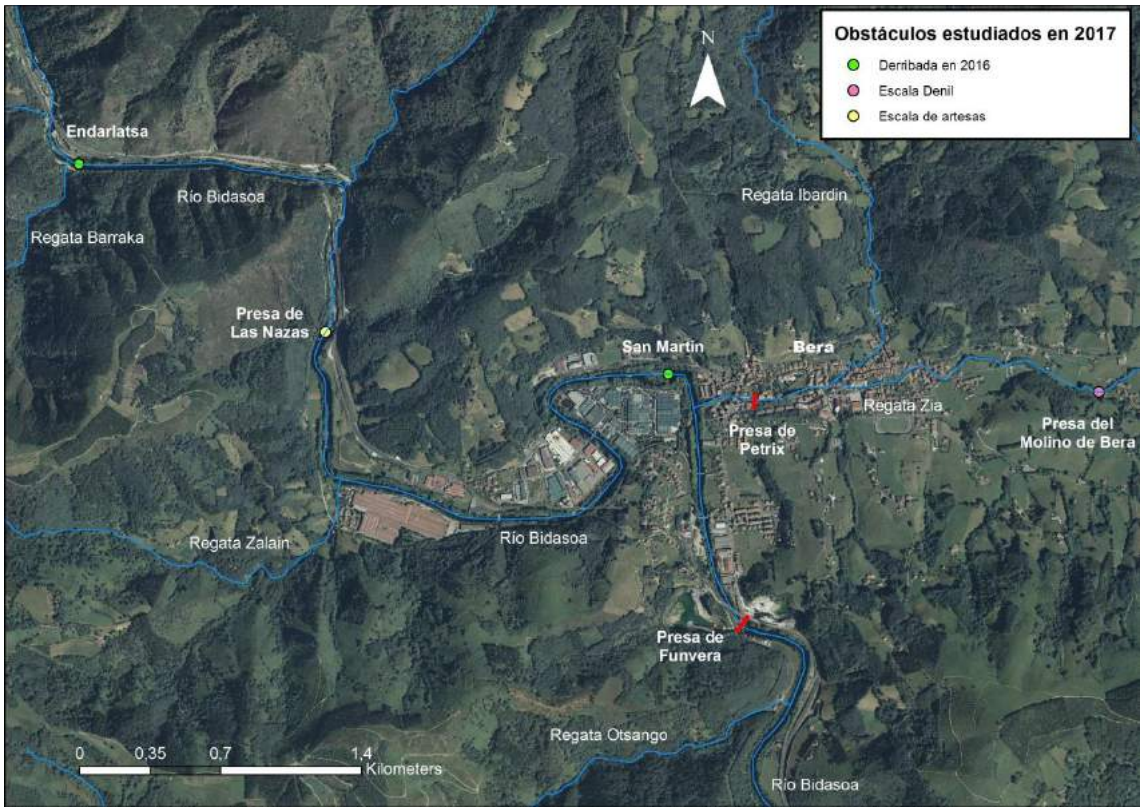
Se ha estudiado cuántos peces de los que se marcaron han remontado los dispositivos, cual es el esfuerzo que han tenido que hacer, si los peces que lo han remontado tienen unas características diferentes a los que no (tamaño, etc.) y cuáles son las fechas y condiciones hidrológicas dominantes en el momento de remontar el paso de peces. Además de los obstáculos objeto de estudio, se ha podido verificar la importancia que el derribo de las dos presas (Endarlatsa y San Martín) en 2016 ha tenido en la migración reproductora de los salmónidos en el tramo de cauce principal donde se localizaban.

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 2017-18 se ha llevado a cabo el seguimiento de los pasos para peces de la central de Irún-Endara (o Nazas) en el cauce principal del río Bidasoa y en la presa del Molino de Bera en la regata Zia, afluente del Bidasoa, ambos situados en la parte baja de la cuenca del Bidasoa.

Además, se he comprobado la importancia que el derribo de las presas de Endarlatsa y Bera, acometidos en el marco del proyecto LIFE IREKIBAI durante 2016, tienen en los movimientos migratorios reproductivos de los salmónidos.




Mapa 1: Ubicación de los pasos para peces estudiados en la cuenca del río Bidasoa durante 2017-18

**Central de Irún-Endara (Nazas)**

El obstáculo es un azud de mampostería de perfil en rampa y 2,6 metros de altura, situado en el cauce principal del río Bidasoa en el municipio de Bera (UTM X: 604.401; UTM Y: 4.793.160), que embalsa una longitud fluvial de 1.500 metros del cauce principal del Bidasoa. Se trata del primer obstáculo que los peces migradores se encuentran al ascender la cuenca desde el mar (o el último en su descenso). Dispone de una escala de artesas como dispositivo de paso para los peces en la margen izquierda del río Bidasoa, junto al canal de derivación de la central. Se trata de una escala de artesas sucesivas con escotaduras alternas y orificios sumergidos, el tipo de dispositivo utilizado con más frecuencia en minicentrales hidroeléctricas de la cuenca del Bidasoa. Consta de dos tramos de aproximadamente 12 metros (primer tramo) y 17 metros (segundo tramo) de longitud. En el primer tramo hay 3 artesas y en el segundo 5, con otra artesa más en la curva entre un tramo y otro. Las artesas dividen el desnivel a franquear en pequeños saltos de 28 cm de altura, teóricamente franqueables 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.

Foto 1: Azud y dispositivo de paso para peces de la Central de Irún-Endara (Nazas)

**Molino de Bera**

El obstáculo es un azud situado en la regata Zia (UTM X: 608.266; UTM Y: 4.792.827), también en el municipio de Bera. Se trata de un azud de mampostería de 3 metros de altura con una escala tipo Denil en la margen izquierda, mientras que el canal de derivación al molino se sitúa en la derecha. Consta de dos tramos de aproximadamente 9 metros (primer tramo) y 14 metros (segundo tramo) de longitud, entre los que hay una poza de descanso en la curva que separa ambos tramos. El segundo tramo está a su vez dividido en dos subtramos (8 y 6 metros respectivamente) entre los que hay otra poza de descanso. 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.

Foto 2: Azud y dispositivo de paso para peces del Molino de Bera

# 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 tiene 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 seguirlas 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 20 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 una “T” seguida de un número (del 1 al 20 para cada lugar) y la inicial del lugar donde fue soltada: “N” para las truchas soltadas en Nazas y “Z” para las de la regata Zia

(Molino de Bera). Además, en cada uno de los lugares donde fueron derribadas las presas en 2016, se capturaron otras 10 truchas que fueron identificadas de igual manera, con una "E" para las truchas de Endarlatsa y una "B" para las truchas capturadas aguas abajo de donde se localizaba la presa de Bera (en San Martín).

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 detallaron.

## 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 los azudes de Nazas y Molino de Bera. En la presa de Nazas, 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 sinceramente. En el caso de la presa del Molino de Bera, 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.

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 3: 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, ya que es necesario trabajar en el agua para colocar y asegurar correctamente las antenas.

Fotos 4 y 5: Labores de instalación de los equipos de detección en la presa del Molino de Bera

Foto 6: Antena pass-through instalada en la escala de peces de Nazas

Tanto en Nazas como en el Molino de Bera, 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.

**Marcaje con PIT**

Las truchas a marcar fueron capturadas el día 27 de octubre en Nazas (río Bidasoa) y 3 de noviembre en el Molino de Bera (regata Zia), 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. Para cada azud se capturaron 20 individuos reproductores (talla mínima 187 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) 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 objeto de estudio y en las zonas vadeables más cercanas situadas aguas arriba de los obstáculos objeto de seguimiento.

Foto 7: Captura de los peces mediante pesca eléctrica al pie de la presa del Molino de Bera

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 8: 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 20 individuos se liberaron unos metros aguas abajo del obstáculo correspondiente. En la siguiente tabla se incluyen las características de las 20 truchas marcadas en Nazas:

| **NAZAS** (capturadas 27/10/2017) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº trucha | Código PIT | Lugar de captura | Talla (mm) | Peso (g) |
| T1N | 07116DB25A4E7D30 | Aguas arriba | 334 | 311 |
| T2N | 07116DB25A4E113A | Aguas abajo | 244 | 194 |
| T3N | 07116DB25A4E5030 | Aguas abajo | 253 | 209 |
| T4N | 07116DB25A4E2332 | Aguas arriba | 251 | 182 |
| T5N | 07116DB25A4E853D | Aguas arriba | 187 | 77 |
| T6N | 07116DB25A4E6030 | Aguas arriba | 235 | 151 |
| T7N | 07116DB25A4E1536 | Aguas abajo | 250 | 174 |
| T8N | 07116DB25A4E6B31 | Aguas abajo | 258 | 214 |
| T9N | 07116DB25A4E2832 | Aguas abajo | 280 | 240 |
| T10N | 07116DB25A4E2036 | Aguas abajo | 264 | 219 |
| T11N | 07116DB25A4E7C38 | Aguas abajo | 255 | 204 |
| T12N | 07116DB25A4E5F38 | Aguas arriba | 391 | 679 |
| T13N | 07116DB25A4E0D35 | Aguas abajo | 233 | 159 |
| T14N | 07116DB25A4E4630 | Aguas abajo | 225 | 130 |
| T15N | 07116DB25A4E2C35 | Aguas arriba | 273 | 233 |
| T16N | 07116DB25A4E2632 | Aguas abajo | 227 | 147 |
| T17N | 07116DB25A4E9627 | Aguas arriba | 298 | 335 |
| T18N | 07116DB25A4E1D36 | Aguas arriba | 197 | 95 |
| T19N | 07116DB25A4E8B3D | Aguas abajo | 234 | 163 |
| T20N | 07116DB25A4E0A32 | Aguas abajo | 257 | 198 |

Tabla 1: características de las truchas marcadas en Nazas

El número de peces con el que se trabaja es demasiado pequeño como para poder aplicar tests 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 debajo de la presa. Aunque las truchas capturadas aguas arriba de la presa presentan una longitud y peso ligeramente superior a los de las truchas capturadas aguas abajo, la diferencia no es estadísticamente significativa, por lo que se puede considerar que ambos grupos presentan similares características morfológicas. Lo mismo sucede con el factor de condición (K).

| | | ***LF*** *(mm)* | | ***Peso*** *(g)* | | ***K*** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max |
| Capturadas arriba | 8 | 270,8<br>187 | 69,0<br>391 | 257,9<br>77 | 193,9<br>679 | 1,140<br>0,835 | 0,132<br>1,266 |
| Capturadas abajo | 12 | 248,3<br>225 | 16,4<br>280 | 187,6<br>130 | 32,9<br>240 | 1,216<br>1,093 | 0,075<br>1,335 |

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

En la siguiente tabla se incluyen las características de las 20 truchas marcadas en la regata Zia, aguas arriba y abajo de la presa del Molino de Bera:

| **MOLINO DE BERA** (3/11/2017) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº trucha | Código PIT | Lugar de captura | Talla (mm) | Peso (g) |
| T01Z | 07116DB25A4E8C36 | Aguas abajo | 314 | 404 |
| T02Z | 07116DB25A4EA134 | Aguas abajo | 241 | 190 |
| T03Z | 07116DB25A4E9336 | Aguas abajo | 252 | 195 |
| T04Z | 07116DB25A4E8032 | Aguas abajo | 265 | 213 |
| T05Z | 07116DB25A4E1A25 | Aguas abajo | 221 | 143 |
| T06Z | 07116DB25A4EA337 | Aguas abajo | 198 | 98 |
| T07Z | 07116DB25A4E8425 | Aguas abajo | 276 | 252 |
| T08Z | 07116DB25A4E5333 | Aguas abajo | 230 | 147 |
| T09Z | 07116DB25A4EB025 | Aguas arriba | 232 | 138 |
| T10Z | 07116DB25A4E8E34 | Aguas arriba | 225 | 138 |
| T11Z | 07116DB25A4E5A32 | Aguas arriba | 289 | 265 |
| T12Z | 07116DB25A4E6B36 | Aguas arriba | 272 | 253 |
| T13Z | 07116DB25A4E9936 | Aguas arriba | 296 | 284 |
| T14Z | 07116DB25A4E8634 | Aguas arriba | 267 | 233 |
| T15Z | 07116DB25A4E9D36 | Aguas arriba | 259 | 195 |
| T16Z | 07116DB25A4E9937 | Aguas arriba | 302 | 297 |
| T17Z | 07116DB25A4E8B37 | Aguas arriba | 270 | 225 |
| T18Z | 07116DB25A4E9133 | Aguas arriba | 264 | 210 |
| T19Z | 07116DB25A4EAF33 | Aguas arriba | 273 | 217 |
| T20Z | 07116DB25A4E8C37 | Aguas arriba | 251 | 185 |

Tabla 3: características de las truchas marcadas en la regata Zia

En este caso, la diferencia de tamaño (longitud y peso) entre las truchas capturadas aguas arriba y aguas abajo tampoco es estadísticamente diferente. Sin embargo, el factor de condición es significativamente mejor en las truchas capturadas aguas abajo del obstáculo, 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.

| | | ***LF*** *(mm)* | | ***Peso*** *(g)* | | ***K*** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max |
| Capturadas arriba | 12 | 266,7<br>225 | 23,2<br>302 | 220,0<br>138 | 51,1<br>297 | 1,143<br>1,067 | 0,061<br>1,257 |
| Capturadas abajo | 8 | 249,6<br>198 | 35,9<br>314 | 205,3<br>98 | 93,2<br>404 | 1,252<br>1,145 | 0,072<br>1,357 |

Tabla 4: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas capturadas aguas arriba y abajo de la presa del Molino de Bera, en la regata Zia

### b) Seguimiento por radiotransmisores

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

**Marcaje con radiotransmisores**

Al igual que en los casos anteriores las truchas se capturaron mediante pesca eléctrica: 10 peces fueron capturados aguas abajo del lugar donde se situaba la presa de Endarlatsa (UTM 603.052, 4.794.124) y otros 10 aguas abajo del lugar donde se situaba la presa de Bera (UTM 605.810, 4.792.931), en el paraje de San Martín. 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 Ethylen 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 del agua, 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 9: 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.; 148.101-149.122 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. Estos radiotransmisores son internos y se alojan en la cavidad abdominal del pez mediante cirugía. 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.

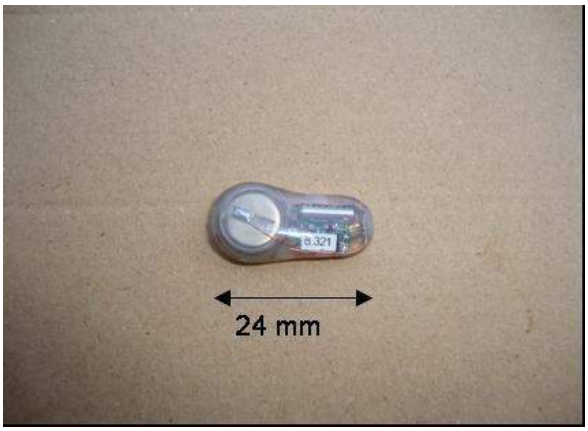



Foto 10: Radiotransmisor

Durante la intervención quirúrgica, a las truchas 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 el dispositivo de paso de la escala del Molino de Bera (situado a 2.785 m del lugar de suelta) en la regata Zia, o por la escala de Nazas (a 2.346 m del lugar de suelta en Endarlatsa).

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 en el lugar en el que habían sido capturadas. A lo largo del estudio no se verificó la muerte de ninguna de las truchas radiomarcadas, aunque como se verá más adelante, una de ellas pudo ser depredada. En la siguiente tabla se incluyen las características de las 10 truchas capturadas aguas abajo del lugar donde se situaba la presa de Endarlatsa el 30 de octubre de 2017:

| **ENDARLATSA** (30/10/2017) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº trucha | Código PIT | Talla (mm) | Peso (g) | Frecuencia (MHz) |
| T01E | 07116DB25A4EAE35 | 236 | 146 | 148.840 |
| T02E | 07116DB25A4E5337 | 378 | 487 | 148.482 |
| T03E | 07116DB25A4E5833 | 270 | 234 | 148.929 |
| T04E | 07116DB25A4E9F34 | 216 | 105 | 148.241 |
| T05E | 07116DB25A4E9224 | 238 | 139 | 148.200 |
| T06E | 07116DB25A4E7032 | 218 | 132 | 148.501 |
| T07E | 07116DB25A4EB134 | 215 | 108 | 148.540 |
| T08E | 07116DB25A4E8C33 | 250 | 193 | 148.180 |
| T09E | 07116DB25A4E9524 | 214 | 121 | 148.320 |
| T10E | 07116DB25A4E4637 | 262 | 232 | 148.360 |

Tabla 5: características de las truchas marcadas en Endarlatsa

Aguas abajo del lugar donde se situaba la presa de Bera (San Martín), las truchas fueron capturadas el 2 de noviembre y liberadas en el mismo sitio al día siguiente. En la siguiente tabla se incluyen las características de las 10 truchas:

| **PRESA DE BERA** (2/11/2017) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº trucha | Código PIT | Talla (mm) | Peso (g) | Frecuencia (MHz) |
| T11B | 07116DB25A4EAE42 | 307 | 320 | 149.001 |
| T12B | 07116DB25A3E5859 | 291 | 308 | 148.661 |
| T13B | 07116DB25A3A4578 | 289 | 299 | 148.980 |
| T14B | 07116DB25A3A1259 | 294 | 281 | 148.561 |
| T15B | 07116DB25A4E9238 | 286 | 272 | 148.619 |
| T16B | 07116DB25A4B2515 | 269 | 226 | 148.120 |
| T17B | 07116DB25A4AB175 | 276 | 247 | 148.788 |
| T18B | 07116DB25A4E8B66 | 264 | 217 | 148.441 |
| T19B | 07116DB25A4E1436 | 253 | 186 | 148.299 |
| T20B | 07116DB25A4A9587 | 240 | 170 | 148.760 |

Tabla 6: características de las truchas marcadas en San Martin (Presa de Bera)

**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 $m^2$. Se efectuaron transectos longitudinales a pie o en vehículo paralelos al cauce principal del río Bidasoa y las regatas afluentes en el tramo de estudio (Endara, Barraka, Zalain y Zia 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 11: 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 27 de octubre de 2017 en Nazas (3 de noviembre en los otros tres puntos de suelta de los peces marcados), 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 13 de febrero de 2018.

Para el análisis de la relación entre los movimientos de los peces y los caudales circulantes, se utilizaron los datos hidrológicos disponibles (caudales medios diarios) para la estación del Río Bidasoa en Endarlatsa (código 1106), proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

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 Nazas y Molino de Bera*

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 se encontraba en perfecto estado y que las antenas funcionaban correctamente. Además, en el Molino de Bera se sustituyeron las baterías que alimentan el sistema cada cuatro días, asegurando así que el sistema funcionó ininterrumpidamente durante todo el periodo de estudio. 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.

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 sucedían en orden inverso, se consideró que el pez había descendido a través del dispositivo controlado. 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. 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, etc. y ello 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 Endarlatsa y Presa de Bera*

En los lugares donde se situaban estos obstáculos, hasta que fueron demolidos en 2016, 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 aguas arriba y abajo.

Para localizar las truchas liberadas en Endarlatsa se recorría el río en dirección aguas arriba hasta la presa de Nazas (unos 2.300 m), punto en el que estaba ubicada la antena pasiva de marcas PIT que habría detectado la llegada de cualquiera de las truchas radiomarcadas, aunque esto nunca ocurrió. Aguas abajo del punto de suelta, se recorrió el río por el tramo internacional del Bidasoa hasta la zona con influencia mareal, unos 4.800 m aguas abajo. Se incluyeron también en el seguimiento las regatas afluentes Endara y Barraka, 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 San Martín, aguas abajo de la antigua ubicación de la presa de Bera, fueron seguidas a lo largo del cauce del Bidasoa hasta la estación de captura del Gobierno de Navarra en la presa de Funvera, donde la presencia de alguna trucha radiomarcada hubiera sido detectada por el personal del Guarderío Forestal que lleva a cabo el seguimiento de las migraciones de salmónidos de forma permanente. Aguas abajo, se recorrió el río Bidasoa hasta la presa de Nazas. En este tramo, hay algunas regatas importantes (Zalain, Zia o Ibardin) que también fueron recorridas de forma regular hasta los obstáculos insalvables para localizar las truchas radiomarcadas.

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 Nazas*

El seguimiento automático de las truchas marcadas comenzó el 27 de octubre de 2017, con la suelta de las 20 truchas marcadas, 8 capturadas aguas arriba y 12 aguas abajo. Todas las truchas fueron soltadas en el mismo lugar, al pie de la presa de las Nazas. El seguimiento concluyó el 13 de febrero de 2018, 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 106 días.

Durante este periodo se contabilizaron un total de 125 registros automáticos en las antenas, 119 en la antena situada aguas abajo y 6 en la antena aguas arriba. Todos los registros pudieron ser correctamente asignados a las truchas marcadas, no habiéndose obtenido ningún registro contradictorio o desconocido.

**Incidencias**

Durante el periodo de estudio, no se detectó ninguna incidencia reseñable por mal funcionamiento de las antenas o equipos: no hubo ningún corte en el suministro de corriente y en ninguna de las visitas de control que se hicieron semanalmente durante el periodo de estudio se detectaron fallos en el funcionamiento de las antenas o la presencia de ramas que dificultaran el ascenso de los peces, por lo que puede suponerse que cualquier paso de las truchas marcadas por la escala fue registrado correctamente por el sistema, y que las truchas no registradas no pasaron por el dispositivo.

**Pasos por la escala**

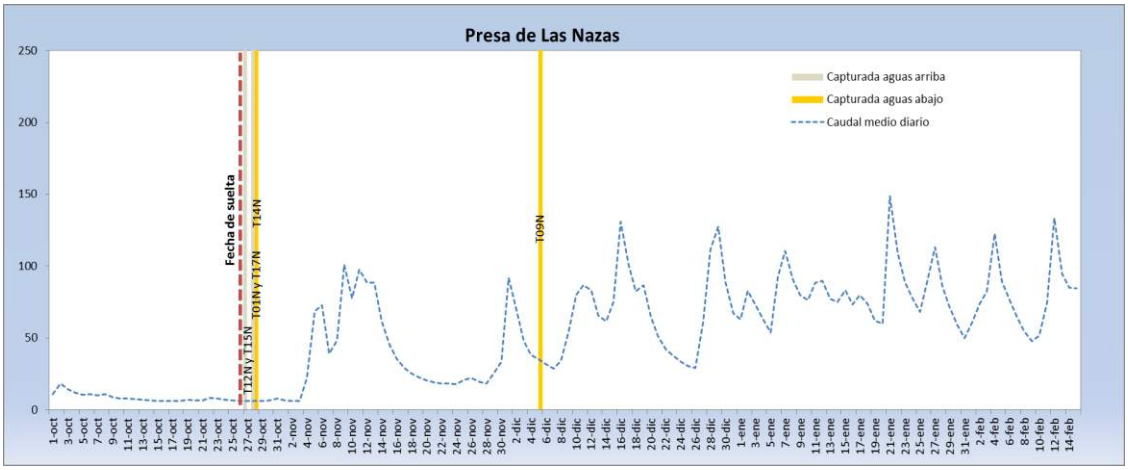
6 de las 20 truchas marcadas (30%) remontaron la escala de la presa de Nazas, y para otras 7 truchas más se tiene al menos un registro en la antena de abajo, aunque no llegaron a remontar la escala. Estos registros no fueron repetitivos, por lo que pueden considerarse como meros movimientos alrededor de la antena más que intentos para remontar la escala. Se desconoce qué ha sido de las 7 truchas restantes para las que no se obtuvo ningún registro en ninguna de las antenas a lo largo del estudio. Podrían haber sido depredadas, no haber podido encontrar la entrada de la escala o simplemente haber decidido no migrar aguas arriba de la escala, siguiendo una estrategia diferente al resto, como se verá más adelante.

De las 6 truchas que remontaron la escala, 4 habían sido capturadas aguas arriba de la presa y 2 aguas abajo. Por lo tanto, parece que la franqueabilidad del obstáculo ha estado explicada más por el origen de las truchas que por el propio diseño de la escala. Mientras que el 50% de las truchas capturadas aguas arriba remontaron la escala, tan solo el 16% de las truchas capturadas aguas abajo la remontaron. Como se verá más adelante, el hecho de que los movimientos inducidos hayan representado la mayor proporción de remontes puede estar relacionado con la composición de la población de trucha, que en este tramo de río está dominada por truchas sedentarias. La siguiente tabla resume las características biométricas de las truchas que remontaron la escala y las que no lo hicieron:

| Truchas que remontaron la escala | | | | | Truchas que no remontaron la escala | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Capturada | Peso | Longitud | Fecha | Nº | Capturada | Peso | Longitud |
| T01N | Arriba | 311 | 334 | 28/10/2017 | T02N | Abajo | 194 | 244 |
| T09N | Abajo | 240 | 280 | 05/12/2017 | T03N | Abajo | 209 | 253 |
| T12N | Arriba | 679 | 391 | 27/10/2017 | T04N | Arriba | 182 | 251 |
| T14N | Abajo | 130 | 225 | 28/10/2017 | T05N | Arriba | 77 | 187 |
| T15N | Arriba | 233 | 273 | 27/10/2017 | T06N | Arriba | 151 | 235 |
| T17N | Arriba | 335 | 298 | 28/10/2017 | T07N | Abajo | 174 | 250 |
| | | | | | T08N | Abajo | 214 | 258 |
| | | | | | T10N | Abajo | 219 | 264 |
| | | | | | T11N | Abajo | 204 | 255 |
| | | | | | T13N | Abajo | 159 | 233 |
| | | | | | T16N | Abajo | 147 | 227 |
| | | | | | T18N | Arriba | 95 | 197 |
| | | | | | T19N | Abajo | 163 | 234 |
| | | | | | T20N | Abajo | 198 | 257 |

Tabla 7: Características biométricas y fecha en la que las truchas remontaron la escala y las que no remontaron la presa de Nazas

No se ha observado ninguna relación entre los movimientos de las truchas a través de la escala y los caudales medios circulantes en el río Bidasoa el día en el que cada una de las seis truchas remontó la escala. Dos truchas remontaron la escala el mismo día de la suelta (T12N y T15N) y otras tres al día siguiente (T01N, T14N y T17N). De estas, tan T14N había sido capturada aguas abajo del obstáculo.




Gráfica 1: fechas en las que las truchas remontaron la escala de Nazas y caudales medios circulantes

Durante el seguimiento, no se detectó ningún movimiento descendente a través de la escala. Sí que se han observado diferencias en el peso, longitud y factor de condición entre las truchas, siendo mayores las truchas que remontaron la escala que las que no lo hicieron. Si bien el tamaño de la muestra es demasiado pequeño como para que un test estadístico sea concluyente, esta diferencia podría estar indicando una cierta selectividad de la escala, favoreciendo el paso de los peces más grandes.

| | ***LF*** *(mm)* | | ***Peso*** *(g)* | | ***K*** | | ***n*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max | |
| Truchas que remontaron la escala | 300,2<br>225 | 56,9<br>391 | 321,3<br>130 | 189,3<br>679 | 1,103<br>0,835 | 0,143<br>1,266 | 6 |
| Truchas que no remontaron la escala | 238,9<br>187 | 22,8<br>264 | 170,4<br>77 | 42,8<br>219 | 1,221<br>1,114 | 0,062<br>1,335 | 14 |

Tabla 8: 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 de Nazas

**Esfuerzo**

Como se ha indicado anteriormente, el esfuerzo que un pez tiene que hacer para remontar el obstáculo está relacionado tanto con el número de intentos previos a cada paso, como con el tiempo que le cuesta superarlo. El número de intentos previos detectados es bajo (1,6 intentos de promedio por cada trucha) y principalmente concentrados en una trucha que hizo 14 intentos antes de conseguir remontar la escala. Tres truchas remontaron la escala sin realizar ningún intento previo y las otras dos hicieron uno y dos intentos respectivamente, lo que indica que los peces decididos a remontar el obstáculo, lo pudieron hacer sin grandes dudas. Se obtuvieron registros de hasta 7 truchas más pero se considera que fueron fruto de movimientos alrededor de la antena más que intentos para remontar la escala.

Sin embargo, ha podido detectarse que el tiempo que las truchas invirtieron para poder remontar la escala es considerable, ya que cada trucha que consiguió superar el obstáculo, invirtió por término medio 1 hora y 49 minutos en llegar desde un extremo hasta al otro del dispositivo de paso, un tiempo considerado largo para remontar el obstáculo. Una de las truchas (T17N) invirtió 4 horas en recorrer la distancia entre las dos antenas, y otra (T15N) 3 horas y 20 minutos. La trucha que más rápidamente superó la escala lo hizo en 20 minutos. Estos tiempos de paso indican que la velocidad de remonte media es de 33 m/hora (con un máximo de 89 y mínimo de 7 m/hora).

La mayor parte de los pasos por la escala se produjeron durante el día, con la excepción de la T01N que cruzó la escala en plena noche. Dos truchas cruzaron al amanecer y otras dos al mediodía. No se ha verificado por tanto 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 (Elso & Greenberg, 2001).

| Nº | Fecha | Hora entrada | Hora salida | Duración | Caudal medio |
|---|---|---|---|---|---|
| T01N | 28/10/2017 | 4:14:32 | 5:35:02 | 1:20:30 | 6,25 |
| T09N | 05/12/2017 | 8:39:44 | 8:59:57 | 0:20:13 | 35,17 |
| T12N | 27/10/2017 | 13:17:09 | 13:54:35 | 0:37:26 | 6,04 |
| T14N | 28/10/2017 | 8:02:55 | 9:16:27 | 1:13:32 | 6,25 |
| T15N | 27/10/2017 | 14:57:35 | 18:19:10 | 3:21:35 | 6,04 |
| T17N | 28/10/2017 | 6:47:44 | 10:49:59 | 4:02:15 | 6,25 |

Tabla 9: Fechas, horas y duración del paso por las escala de las truchas remontaron la presa de Nazas. Los caudales medios son $m^3/s$ medidos en la estación de Endarlatsa.

### b) Seguimiento automático en la presa del Molino de Bera

El seguimiento en el Molino de Bera comenzó el 3 de noviembre de 2017, con la suelta de las 20 truchas marcadas con PIT (8 de ellas capturadas aguas abajo de la presa y 12 aguas arriba. Todas las truchas fueron soltadas en el mismo lugar, en la poza aguas debajo de la presa del Molino de Bera, a pocos metros del paso para peces. El seguimiento concluyó el 13 de febrero de 2018, 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 100 días.

Durante este periodo se contabilizaron un total de 483 registros automáticos en las antenas, 456 en la antena situada aguas abajo y 27 en la antena aguas arriba. El gran número de registros contabilizados en la antena de abajo es debido a que la antena situada al inicio de la escala se encontraba contigua a la poza al pie de la presa, lo que permitía que los movimientos de las truchas que merodeaban por la poza fueran registrados. 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 12 registros de dos de las truchas marcadas en Nazas.

**Incidencias**

Se llegaron a registrar hasta cuatro pasos de truchas marcadas por la antena de arriba que no habían sido registrados en la antena de abajo. Este hecho parece indicar que la antena de abajo en ocasiones presentó un funcionamiento defectuoso, a pesar de que en todas las visitas de campo se comprobó su estado y nunca se llegó a observar ningún problema en su funcionamiento. En cualquier caso, el mal funcionamiento de la antena de abajo tan solo impide que en esos casos se pueda calcular el tiempo transcurrido, ya que el paso de los peces se puede verificar al registrarse los peces marcados en la antena de arriba.

**Pasos por la escala**

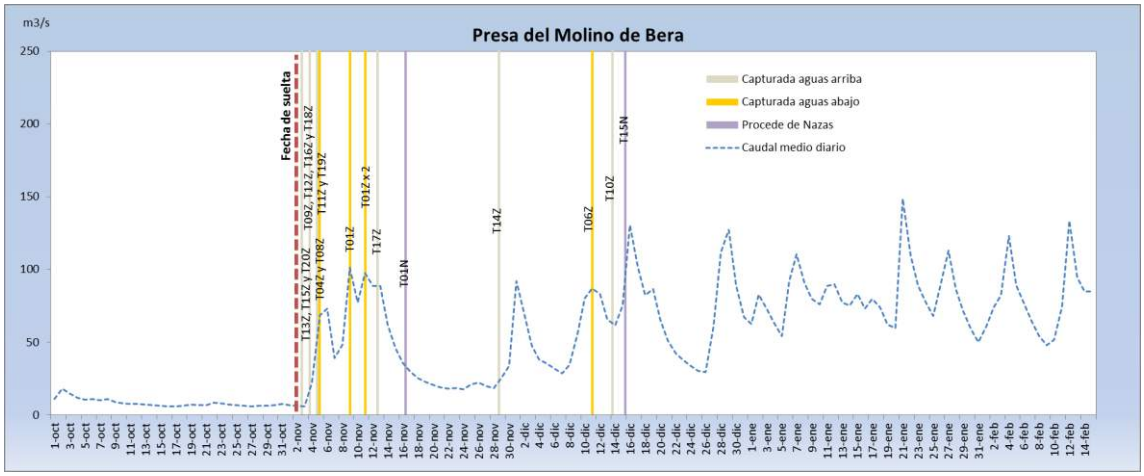
16 de las 20 truchas marcadas (64%) consiguieron remontar la escala de la presa del Molino de Bera. Las otras cuatro, hicieron al menos un intento pero sin llegar a remontar el obstáculo. Las 12 truchas que habían sido capturadas aguas arriba del obstáculo remontaron la escala (100%), al igual que cuatro de las 8 que se capturaron aguas abajo (50%). El tamaño de la muestra es demasiado pequeño como para aplicar ningún test estadístico en esta comparativa, pero estos resultados parecen indicar que también en este caso la franqueabilidad está relacionada con el origen de las truchas, confirmando así la utilidad de la utilización de truchas de doble origen en el estudio.

Una de las truchas (T01Z) remontó la escala hasta en tres ocasiones, siendo dos de ellas el mismo día (11 de noviembre). Sin embargo, durante el seguimiento no se detectó ningún movimiento descendente a través de la escala, lo que hace suponer que las truchas descienden los obstáculos dejándose caer por la coronación del azud, sin usar las escalas.

Además de estas, dos truchas procedentes de la presa de Nazas (T01N y T15N) remontaron la presa del Molino de Bera. Las dos habían sido capturadas en Becerro (3,9 Km aguas abajo de la presa del Molino de Bera) y tras ser marcadas con PIT fueron liberadas al pie de la presa de Nazas (6,1 Km aguas abajo de la presa del Molino de Bera) el 27 de octubre. T01N remontó la

escala de Nazas al día siguiente de su suelta (28 de octubre) y 19 días después (16 de noviembre) remontó la escala del Molino de Bera. Por su parte, T15N remontó la presa de Nazas el mismo día de su suelta y 49 días después (15 de diciembre) pasó por la escala del Molino de Bera.

De los 16 pasos por la escala que se registraron, 11 se produjeron durante los primeros tres días desde que se soltaron las truchas marcadas (3-5 de noviembre), coincidiendo con un pico de caudal. A diferencia de lo observado en Nazas, la mayor parte de los pasos por la escala del Molino de Bera parecen estar relacionados con los picos de caudal registrados, aunque es necesario matizar que los caudales se midieron en el cauce principal del Bidasoa y no en la propia regata Zia.




Gráfica 2: fechas en las que las truchas remontaron la escala del Molino de Bera 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 |
| T01Z | | | | 09/11/2017 | T02Z | Abajo | 190 | 241 |
| T01Z | Abajo | 404 | 314 | 11/11/2017 | T03Z | Abajo | 195 | 252 |
| T01Z | | | | 11/11/2017 | T05Z | Abajo | 143 | 221 |
| T04Z | Abajo | 213 | 265 | 05/11/2017 | T07Z | Abajo | 252 | 276 |
| T06Z | Abajo | 98 | 198 | 11/12/2017 | | | | |
| T08Z | Abajo | 147 | 230 | 05/11/2017 | | | | |
| T09Z | Arriba | 138 | 232 | 04/11/2017 | | | | |
| T10Z | Arriba | 138 | 225 | 14/12/2017 | | | | |
| T11Z | Arriba | 265 | 289 | 05/11/2017 | | | | |
| T12Z | Arriba | 253 | 272 | 04/11/2017 | | | | |
| T13Z | Arriba | 284 | 296 | 03/11/2017 | | | | |
| T14Z | Arriba | 233 | 267 | 29/11/2017 | | | | |
| T15Z | Arriba | 195 | 259 | 03/11/2017 | | | | |
| T16Z | Arriba | 297 | 302 | 04/11/2017 | | | | |
| T17Z | Arriba | 225 | 270 | 13/11/2017 | | | | |
| T18Z | Arriba | 210 | 264 | 04/11/2017 | | | | |
| T19Z | Arriba | 217 | 273 | 05/11/2017 | | | | |
| T20Z | Arriba | 185 | 251 | 03/11/2017 | | | | |
| T01N | Becerro | 311 | 334 | 16/11/2017 | | | | |
| T15N | Becerro | 233 | 273 | 15/12/2017 | | | | |

Tabla 10: Características biométricas de las truchas que remontaron y las que no la escala del Molino de Bera

No se han observado diferencias en el peso y longitud entre las truchas que remontaron la escala y las que no lo hicieron, aunque una vez más, el tamaño de la muestra es demasiado pequeño como para que pueda aplicarse un test estadístico fiable.

| | ***LF*** *(mm)* | | ***Peso*** *(g)* | | ***K*** | | ***n*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max | x<br>min | SD<br>max | |
| Truchas que remontaron la escala | 262,9<br>198 | 30,6<br>314 | 218,9<br>98 | 74,3<br>404 | 1,165<br>1,067 | 0,072<br>1,305 | 16 |
| Truchas que no remontaron la escala | 247,5<br>221 | 22,9<br>276 | 195,0<br>143 | 44,6<br>252 | 1,275<br>1,199 | 0,078<br>1,357 | 4 |

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 Molino de Bera (no se incluyen las dos truchas procedentes de Nazas que remontaron el paso)

**Esfuerzo**

El número de intentos previos que hicieron las truchas antes de conseguir remontar el paso es similar al que se ha visto en Nazas (3,6 intentos de promedio), estando la mayor parte de ellos concentrados en dos individuos (T01Z y T17Z) que realizaron 25 y 17 intentos respectivamente. 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. Cuatro peces han realizado algún intento sin llegar a remontar la escala (T02Z, T03Z, T05Z y T07Z), lo que puede considerarse un número bajo. Seis de los peces (cinco marcados en esta regata y una de las truchas procedentes de Nazas) cruzaron la escala sin llevar a cabo ningún intento previo, cinco lo intentaron en una ocasión antes de remontarla y tres lo hicieron en dos ocasiones antes de conseguir remontar el paso. Todo esto parece indicar que los peces, no encuentran problemas significativos para para superar el obstáculo.

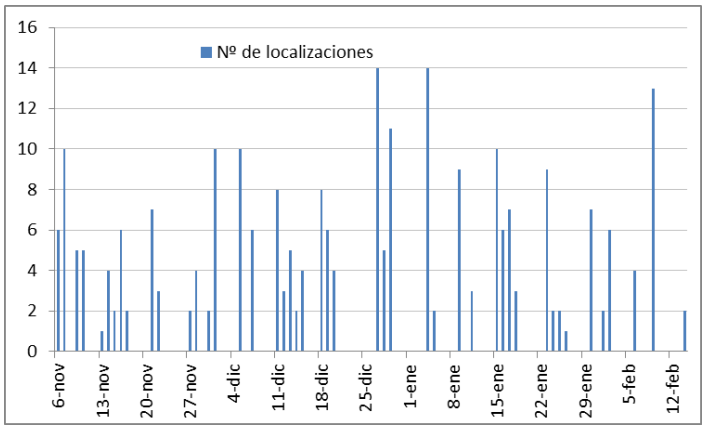
El tiempo que las truchas invirtieron para poder remontar el paso es menor que el observado para la presa de Nazas, ya que cada trucha que consiguió superar el obstáculo invirtió por término medio apenas 21 minutos en llegar desde un extremo hasta al otro de la escala. Este es un tiempo corto, propio de las escalas tipo Denil donde los peces suelen pasar menos tiempo que en las de estanques sucesivos. El desgaste energético en esta escala parece que no es demasiado elevado, ya que la distancia total que deben recorrer en ese tiempo es de 23 metros. En cuatro de los casos (T06Z, T10Z, T14Z y uno de los pasos de T01Z) no pudo determinarse el tiempo de paso debido a que se registró el paso de los peces por la antena superior sin que la antena inferior hubiera registrado ningún paso. La trucha que más rápidamente superó el obstáculo lo hizo en 10 minutos y 48 segundos. Estos tiempos de paso indican que la velocidad de remonte media es de 84 m/hora (con un máximo de 186 y mínimo de 30 m/hora). Todos los pasos por la escala se produjeron durante el día.

| Nº | Fecha | Hora entrada | Hora salida | Duración | Caudal medio |
|---|---|---|---|---|---|
| T01Z | 9/11/17 | - | 10:08:29 | - | 101,1 |
| T01Z | 11/11/17 | 11:05:57 | 11:16:45 | 0:10:48 | 97,6 |
| T01Z | 11/11/17 | 15:18:19 | 15:29:20 | 0:11:01 | 97,6 |
| T04Z | 5/11/17 | 11:55:13 | 12:30:52 | 0:35:39 | 68,5 |
| T06Z | 11/12/17 | - | 15:12:29 | - | 97,6 |
| T08Z | 5/11/17 | 8:32:04 | 8:47:55 | 0:15:51 | 68,5 |
| T09Z | 4/11/17 | 8:22:05 | 8:34:42 | 0:12:37 | 22,1 |
| T10Z | 14/12/17 | - | 14:41:22 | - | 61,6 |
| T11Z | 5/11/17 | 13:05:25 | 13:28:06 | 0:22:41 | 68,5 |
| T12Z | 4/11/17 | 7:59:58 | 14:56:10 | 6:56:12 | 22,1 |
| T13Z | 3/11/17 | 17:14:19 | 17:33:14 | 0:18:55 | 6,0 |
| T14Z | 29/11/17 | - | 10:06:09 | - | 25,2 |
| T15Z | 3/11/17 | 19:23:23 | 19:46:09 | 0:22:46 | 6,0 |
| T16Z | 4/11/17 | 7:34:46 | 7:53:54 | 0:19:08 | 22,1 |
| T17Z | 13/11/17 | 16:01:10 | 16:20:44 | 0:19:34 | 88,5 |
| T18Z | 4/11/17 | 14:55:36 | 15:08:42 | 0:13:06 | 22,1 |
| T19Z | 5/11/17 | 11:44:27 | 12:23:20 | 0:38:53 | 68,5 |
| T20Z | 3/11/17 | 18:25:00 | 18:32:24 | 0:07:24 | 6,0 |
| T01N | 16/11/17 | 14:18:02 | 14:37:03 | 0:19:01 | 35,9 |
| T15N | 15/12/17 | 9:22:03 | 10:08:00 | 0:45:57 | 75,0 |

Tabla 12: Características de los pasos por la escala de la presa del Molino de Bera. Los caudales medios son $m^3/s$ en el cauce principal del Bidasoa

### *c) Radioseguimiento*

El radioseguimiento de las 20 truchas marcadas comenzó el 3 de noviembre de 2017, 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 13 de febrero de 2018, fecha 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 100 días. Durante ese periodo cada dos días se intentaron localizar las truchas marcadas (se hicieron un total de 48 salidas de campo), 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 278 posiciones de truchas radiomarcadas (170 en Endarlatsa y 108 en Bera), lo que significa que cada trucha fue localizada una media de 14 veces a lo largo del periodo de estudio (una vez cada siete días) con máximos de hasta 34 localizaciones para una trucha (T04E). Tan solo una trucha (T15B) no fue localizada ni una sola vez tras ser marcada.




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

**Incidencias**

Como se ha comentado anteriormente, una trucha (T15B) estuvo desparecida durante todo el periodo de estudio. 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, evitando que su señal pudiera volver a ser localizada. No hay indicios de posible mortandad para ninguna de las demás truchas.

A pesar del gran esfuerzo realizado durante el seguimiento, algunas truchas permanecieron desaparecidas durante periodos significativos de tiempo (T18B y T19B durante 47 días y T07E, T08E y T20B durante 39 días), por lo que la información disponible acerca de los movimientos que realizaron estas truchas, es incompleta. Todas las truchas fueron localizadas por última vez a finales de enero o principios de febrero, excepto cuatro (T13B, T14B, T17B y T19B) que fueron localizadas por última vez el 16 de enero, lo que garantiza que para todas ellas se realizó el seguimiento durante todo el periodo migratorio.

**Estrategias migratorias observadas**

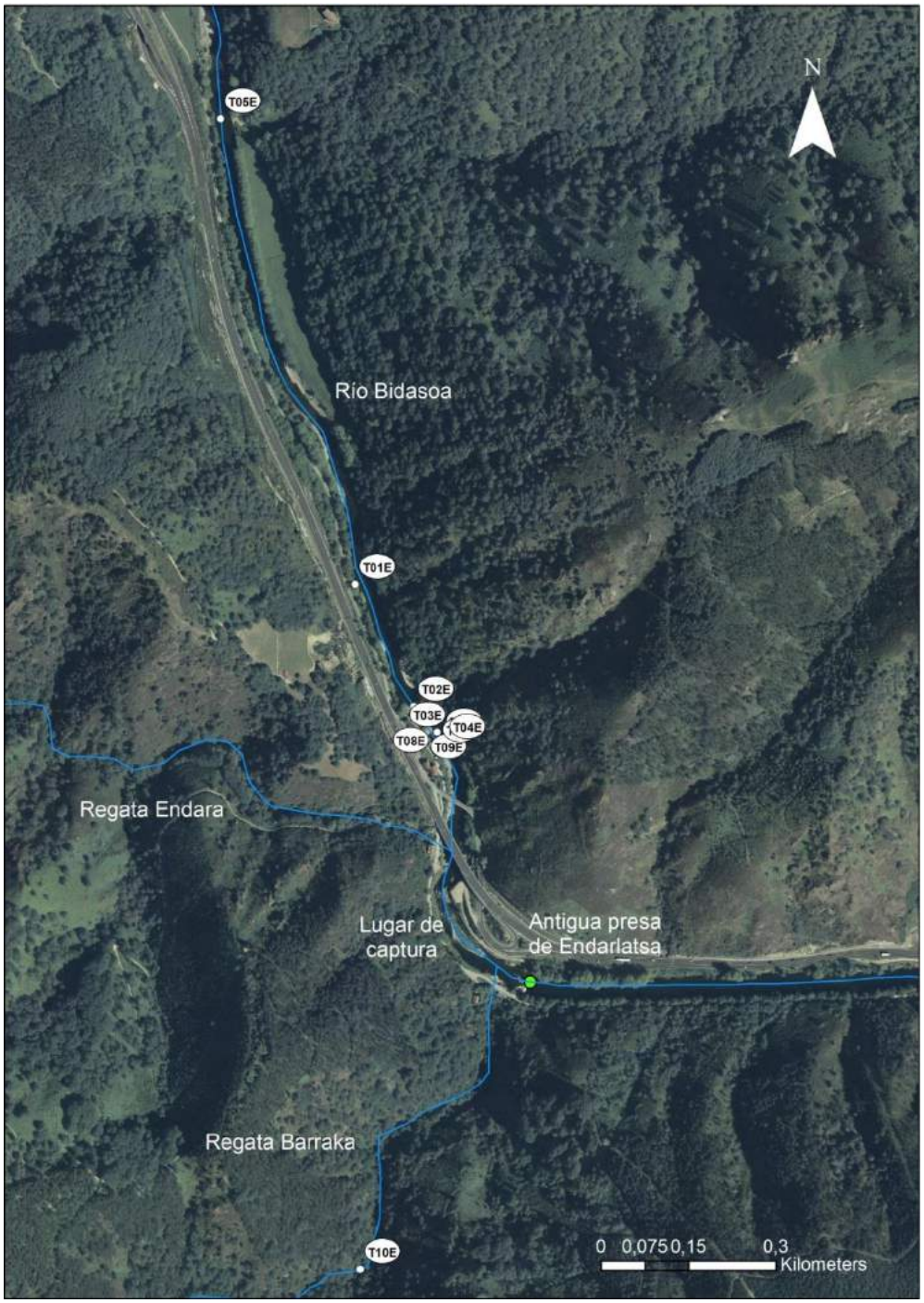
Aunque el número de individuos con el que se ha trabajado es demasiado pequeño como para poder sacar resultados estadísticamente concluyentes, se ha observado que, al igual que se ha documentado en otros trabajos (Bridcut & Giller, 1993; Elso, 1999a), las truchas del río Bidasoa han seguido diferentes estrategias reproductivas, con una fracción de la población realizando movimientos migratorios tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo en busca de frezaderos y otra fracción permaneciendo 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 Endarlatsa (en el estudio 8 individuos) permanecieron estacionarias en un tramo de río relativamente reducido (menos de 500 metros) durante todo el periodo reproductor y tan solo el 20% (2 truchas) migraron: T05E migró a una zona de rápidos (Intxaurreta Berri) situada poco más de 1 Km aguas abajo del lugar de captura y T10E remontó la regata Barraka unos 0,8 Km. En cualquier caso, incluso los movimientos migratorios detectados en estas truchas pueden considerarse relativamente locales si se comparan con los realizados en la migración 2016-17 por las truchas capturadas en Nabasturen, que llegaron a realizar migraciones de hasta 8 Km. Las demás truchas marcadas permanecieron durante todo el periodo de seguimiento en la zona donde fueron

capturadas, realizando tan solo pequeños movimientos entre hábitats (poza-rápido) que no pueden ser considerados migraciones reproductivas.

| Nº | Destino | Distancia máxima (m) | Fecha |
|---|---|---|---|
| T05E | Bidasoa | -1.161 | 13/12/17 |
| T10E | Barraka | 812 | 15/01/18 |

Tabla 13: Distancias máximas recorridas desde el punto de suelta en el lugar donde se encontraba la presa de Endarlatsa por las truchas migradoras. Las distancias negativas significan movimientos aguas abajo.

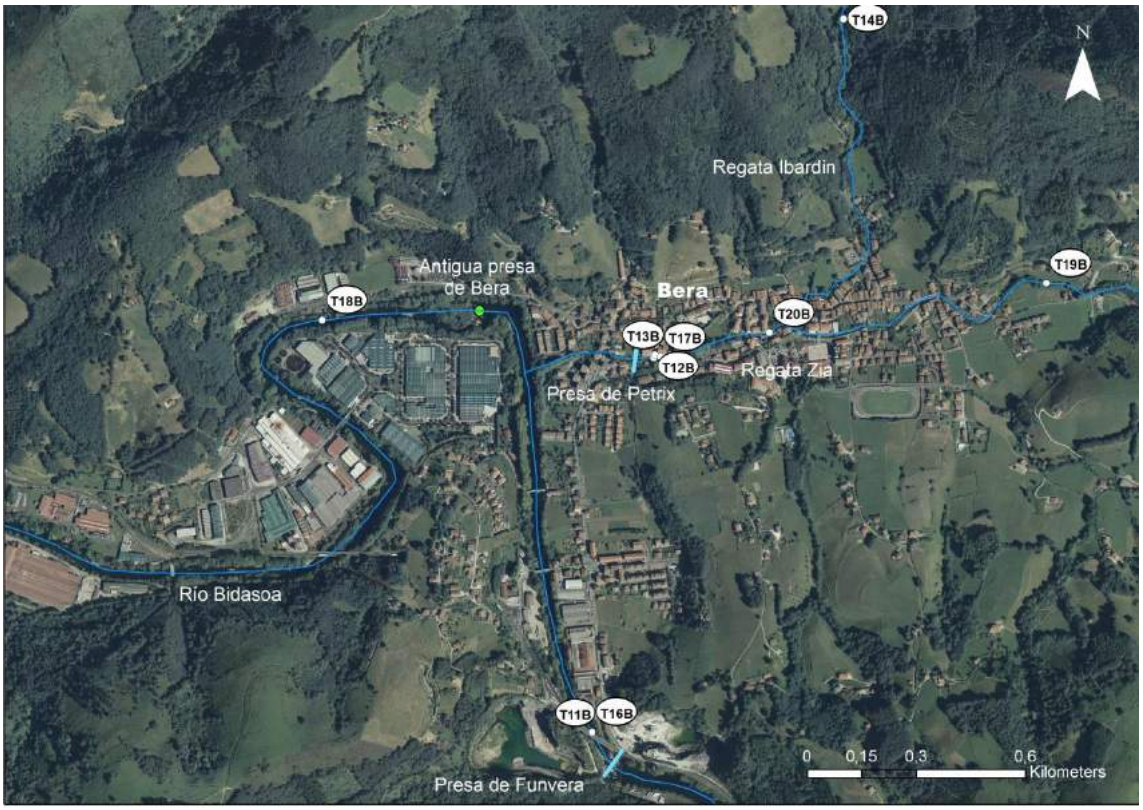



Mapa 2: Punto más distante del lugar de suelta en el que fue localizada cada una de las truchas que ha sido objeto de radioseguimiento en Endarlatsa.

En cambio, la estrategia migratoria mostrada por las truchas marcadas en San Martín (Presa de Bera), es absolutamente diferente. Si se exceptúa del análisis la trucha que presumiblemente fue depredada, el porcentaje de truchas que permanecieron estacionarias es del 11% (1 trucha) mientras que el 89% (8 truchas) realizaron movimientos migratorios a la regata Zia o a la regata Ibardin (afluente de Zia). La trucha T11B realizó movimientos aguas arriba y abajo a lo largo del cauce principal en una distancia de hasta 2Km que probablemente fueran movimientos migratorios reproductivos, aunque sin llegar a entrar en ninguna regata. Las distancias recorridas por la fracción migratoria de la población oscilaron entre 1 y 2,3 Km.

| Nº | Destino | Distancia máxima (m) | Fecha |
|---|---|---|---|
| T11B | Bidasoa | 1.612 | 11/01/18 |
| T12B | Zia | 966 | 15/12/17 |
| T13B | Zia | 963 | 27/12/17 |
| T14B | Ibardin | 2.341 | 19/12/17 |
| T16B | Zia | 1.610 | 5/12/17 |
| T17B | Zia | 978 | 16/01/18 |
| T19B | Zia | 2.160 | 20/12/17 |
| T20B | Zia | 1.289 | 4/01/18 |

Tabla 14: Distancias máximas recorridas desde el punto de suelta en el lugar donde se encontraba la presa de Bera (San Martín) por las truchas migradoras.

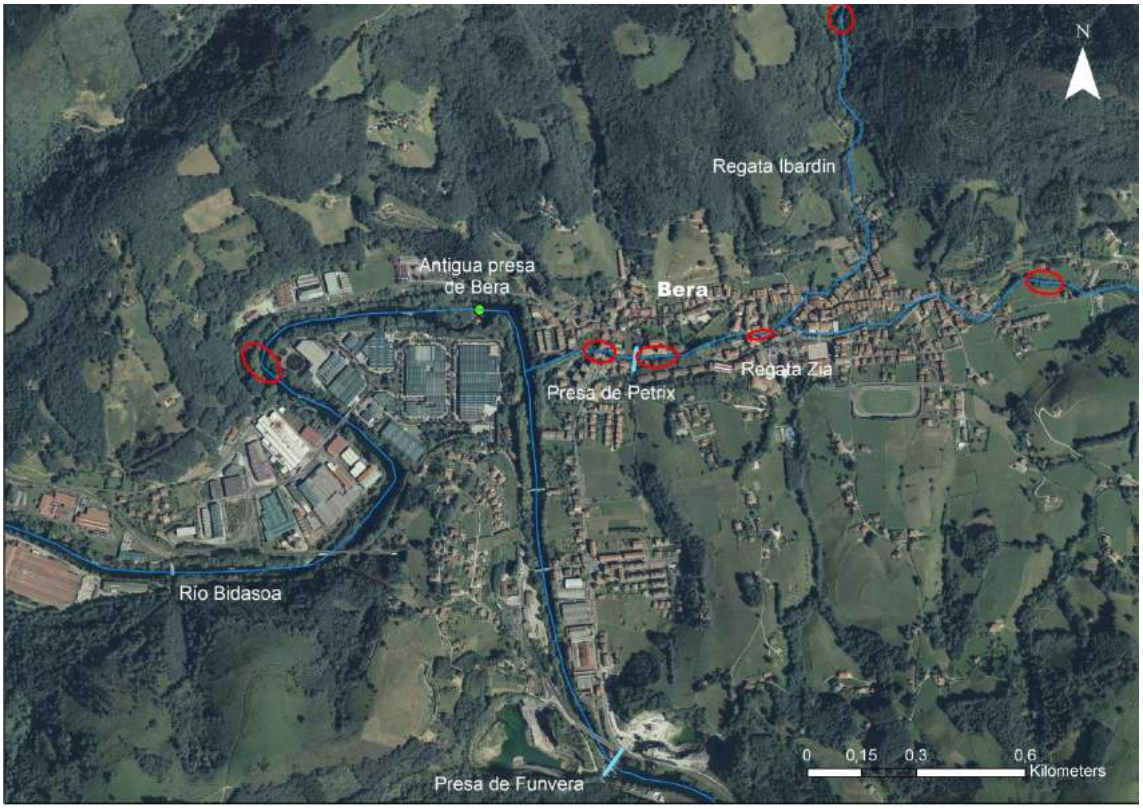



Mapa 3: Punto más distante del lugar de suelta en el que fue localizada cada una de las truchas que ha sido objeto de radioseguimiento en San Martín (Presa de Bera).

**Identificación de zonas de freza**

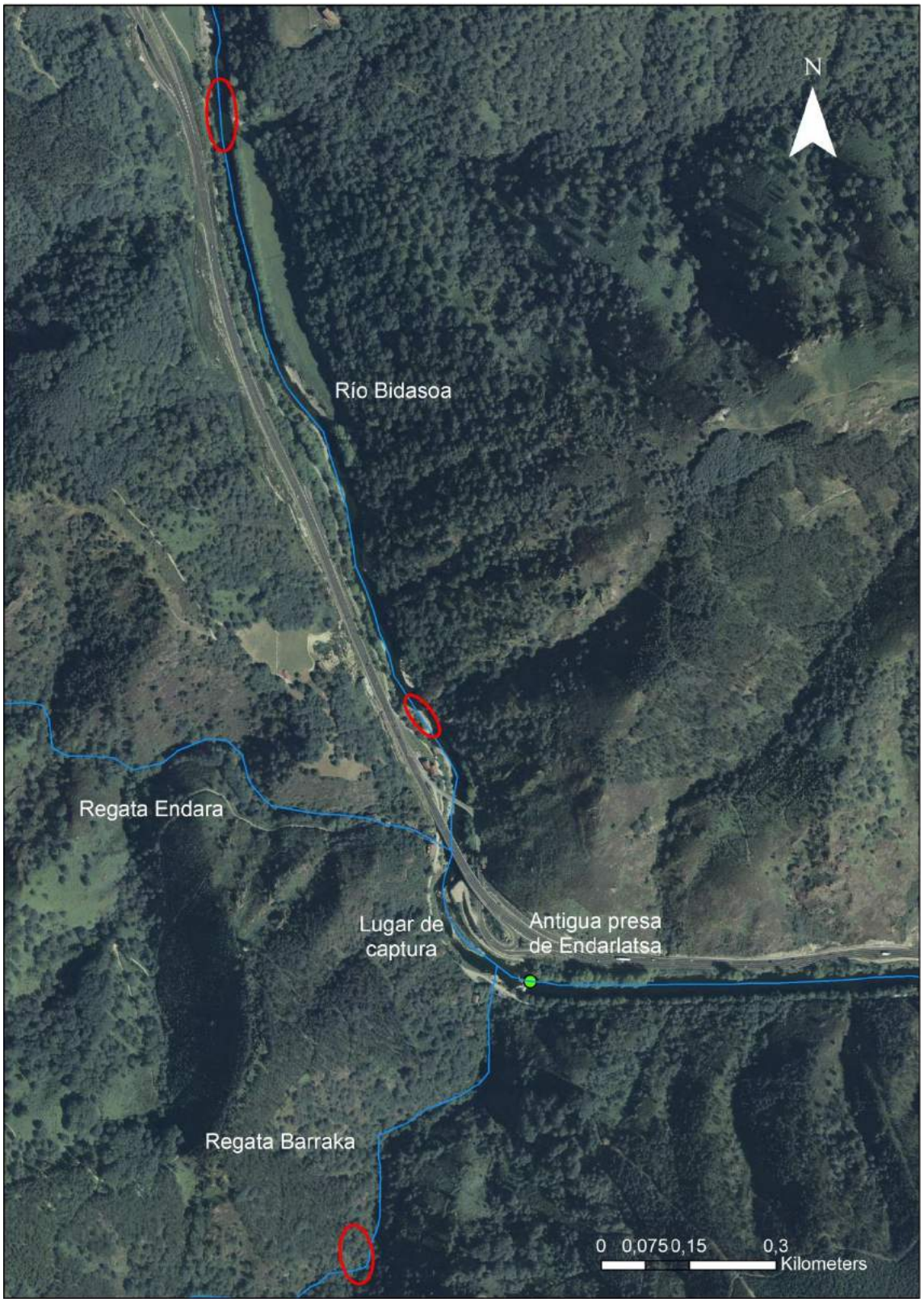
Como resultado del seguimiento de estos movimientos migratorios, han podido identificarse algunas de las probables zonas de freza de las truchas. Si bien la freza propiamente dicha no fue observada a lo largo del estudio, se consideró que una trucha había elegido un lugar para frezar cuando tras moverse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

De las 8 truchas que se marcaron en San Martín y migraron, 6 frezaron en la regata Zia, una en Ibardin y otra en el cauce principal del Bidasoa. Una trucha (T16B) frezó en la regata Zia justo aguas abajo de la presa de Petrix; otras tres truchas (T12B, T13B y T17B) lo hicieron en un punto inmediatamente aguas arriba de la presa; otra (T20B) continuó aguas arriba hasta frezar unos metros aguas abajo de la confluencia con Ibardin y otra más (T19B) continuó todavía más arriba hasta frezar en Olanzelaieta. La trucha T14B tomó la regata Ibardin y frezó 1 Km aguas arriba, entre Bonoko Bizakarra y Larruntxoro. La trucha T11B podría haber frezado en el cauce principal, en los rápidos junto al pozo salmonero de Arratako harria.




Mapa 4: Posibles lugares de freza identificados en la zona de San Martín y Zia durante el estudio.

En Endarlatsa, una trucha migró por la regata Barraka (T10E) donde probablemente frezó en un lugar a 800 m aguas arriba de la desembocadura, donde permaneció hasta el final del seguimiento. Otra trucha (T05E) migró 1,1 Km hacia aguas abajo en el cauce principal del Bidasoa hasta los rápidos de Intxaurreta Berri, donde permaneció cerca de mes y medio antes de volver a su lugar de origen. Las otras truchas que no migraron, probablemente frezaron en los rápidos del cauce principal situados aguas abajo del puente de Endarlatsa (entre los pozos salmoneros denominados “Elgorriaga” y “Peña Fernando”), ya que es donde permanecieron la mayor parte del tiempo durante el seguimiento.




Mapa 5: Posibles lugares de freza identificados en la zona de Endarlatsa durante el estudio.

**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 30% de las truchas que migraron mostraron este comportamiento mientras duró el seguimiento aunque no puede descartarse que lo hicieran en fechas posteriores. Ninguna de las dos truchas que migró en Endarlatsa regresó a su lugar de origen y en San Martín fueron las truchas T12B, T16B y T20B las que regresaron al lugar de captura después de la freza.

**Remonte de otras presas**

De las 10 truchas radiomarcadas en San Martín, 6 llegaron a remontar la escala de la presa de Petrix en Zia. Además, dos de las truchas que se marcaron con PIT en la escala de la presa de Nazas tuvieron que remontar esta presa para poder ser detectadas en la presa del Molino de Bera, situada aguas arriba de Petrix. Por lo tanto, tal y como se había comprobado en el trabajo llevado a cabo en 2007 (Ekolur & GAVRN, 2007), la presa de Petrix es un obstáculo franqueable para las truchas reproductoras.

En lo que respecta a las fechas, esta metodología no permite conocer con exactitud la fecha en la que cada trucha ha remontado la escala de Petrix, sino que se puede conocer la última fecha en la que estaba aguas abajo de la presa y la primera en la que está aguas arriba. Se ha comprobado que para el 16 de enero las seis truchas habían remontado esta presa. No ha podido establecerse ninguna relación entre los movimientos de las truchas a través de la escala y los caudales medios circulantes en el río Bidasoa en los días en los que remontaron.

Ninguna de las truchas radiomarcadas remontó la presa de Funvera, a pesar de que al menos dos de ellas (T11B y T16B) se acercaron hasta sus inmediaciones. Sin embargo, decidieron dar media vuelta y moverse aguas abajo hacia otras zonas en busca de frezaderos (T11B a otro lugar del cauce principal del Bidasoa y T16 B a la regata Zia).

**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 construidos, 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, permiten 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, etc. posibilitando así la gestión adaptativa de los pasos, de forma que se minimice su impacto en los movimientos de los peces.

Los resultados del seguimiento muestran que el 30% de los peces marcados y liberados aguas abajo de la presa de Nazas, remontaron la escala para peces de ese obstáculo, mientras que en el caso de la Presa del Molino de Bera, el porcentaje de peces marcados que superaron el obstáculo fue del 64%.

El bajo porcentaje de truchas marcadas que remontaron la escala del azud de la presa de Nazas parece estar más relacionado con la composición de la población de trucha en este punto del río que con el diseño de la escala. Tal y como se ha podido comprobar a partir del radioseguimiento llevado a cabo en este tramo bajo del río Bidasoa, la fracción sedentaria de la población es mucho mayor que la fracción migradora, lo que significa que probablemente algunas de las truchas marcadas con PIT no fueran realmente a migrar, lo que explicaría el bajo porcentaje de peces que remontaron la escala. 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 en el movimiento ascendente de la migración reproductiva. 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 es 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.

En lo que respecta a la escala de la presa de del Molino de Bera, el alto porcentaje de peces que la remontaron muestra que su funcionamiento también es correcto, permitiendo el ascenso de los peces, aunque también en este caso es necesario asegurar el correcto mantenimiento de la escala. Concretamente en este paso, durante las visitas de campo del seguimiento se detectó que un importante un número de ramas se quedan atascadas entre los deflectores, dificultando el paso de los peces a través del dispositivo.

El esfuerzo que los peces tuvieron que hacer para remontar los dispositivos tan solo pudo ser medido en los pasos de Nazas y el Molino de Bera, ya que son los dos pasos en los que se instalaron los equipos PIT. Durante el desarrollo del trabajo ha podido observarse que los peces tienen que hacer un esfuerzo importante para remontar el paso de Nazas invirtiendo un tiempo considerable (1 hora 49 minutos de media), 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. En la presa del Molino de Bera, en cambio, el esfuerzo que los peces tienen que hacer para remontar el obstáculo es mucho menor, promediando 21 minutos.

Esos tiempos de paso registrados en la escala de Nazas indican velocidades de remonte promedio de 33 m/hora (con una trucha que marcó un máximo de 89 m/h y otra un mínimo de 7 m/h). Estas velocidades son similares a las registradas en los seguimientos de otras escalas de artesas en trabajos anteriores, como el seguimiento realizado en la migración 2016-17 (GAN - NIK Equipo Técnico de Gestión Piscícola, 2017) en la presa de Murgues (velocidad media de remonte fue de 39 m/h, con máximo 87 m/h y mínimo 5 m/h), o las velocidades registradas durante el seguimiento de la presa de Petrix (velocidad media de 32 m/hora, con máximo de 58 m/h y mínimo de 6 m/h) en el año 2006 (Ekolur & GAVRN, 2007).

La velocidad de remonte registrada en la escala del Molino de Bera es mayor (velocidad media de remonte fue de 84 m/h, con máximo 186 m/h y mínimo 30 m/h), como suele suceder en las escalas tipo Denil. Este tipo de escalas ofrecen peores refugios para que los peces puedan descansar, por lo que los peces deben cruzarla a mayor velocidad, por lo que es habitual que se registren mayores velocidades que en las de artesas, donde los peces pueden permanecer descansando entre cada salto. En la escala del Molino de Bera la velocidad media observada es superior a la observada en las escalas tipo Denil estudiadas en 2010 (Elso, 2011) en las regatas Marin (velocidad media de remonte fue de 28 m/h, con máximo 56 m/h y mínimo 9 m/h) y Zeberia (media de 43 m/h, con máximo 213 m/h y mínimo 1 m/h).

Además de estos dos pasos, este trabajo ha permitido corroborar la franqueabilidad de la presa de Petrix en la regata Zia, tal y como ya se observó en el trabajo realizado en 2007 (Ekolur & GAVRN, 2007). Seis de las truchas radiomarcadas en San Martín, así como otras dos marcadas con PIT en la presa de Nazas, remontaron la presa de Petrix durante la migración. Durante las visitas de campo que se hicieron en el estudio, se pudo comprobar que esta escala (de artesas) se encuentra en buen estado de mantenimiento.

El hecho de que dos de las seis truchas que remontaron la escala de Nazas, remontaran también la escala del Molino de Bera (situada a 6 Km de distancia) indica la importancia que esta regata tiene para la freza en la fracción migradora de la población de truchas del cauce principal del río Bidasoa. Ciertamente, los afluentes son escasos en el tramo de río Bidasoa entre la presa de Nazas y la presa de Funvera, ya que tan solo presentan cierta entidad las regatas de Zalain y Zia, siendo esta última la principal en cuanto a tamaño y caudal, por lo que las truchas eligen la regata Zia para la reproducción.

En lo que respecta a las fechas de remonte de los dispositivos, todos los pasos que se registraron entre los dos dispositivos de paso estudiados (23 pasos), lo hicieron entre el 27 de octubre y el 15 de diciembre. Si bien los primeros pasos observados pueden ser una respuesta al movimiento inducido, 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 en la cuenca. El último paso registrado fue el paso de una trucha marcada en Nazas a través de la presa del Molino de Bera. Estas fechas coinciden con las de los movimientos ascendentes registrados a través del radioseguimiento, lo que podría confirmar que a finales de diciembre finalizó la migración reproductiva ascendente, restando aún los movimientos descendentes de *homing*. No se ha observado ninguna relación entre los

caudales circulantes y el ascenso de las truchas a través de los dispositivos de paso, pero a través del radioseguimiento sí que se ha observado que los movimientos ascendentes 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 2017 se activó tras los aumentos de caudal ocurridos en las lluvias de otoño y que ha durado desde primeros de noviembre hasta finales de diciembre.

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 6 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 estacionarias en el tramo bajo del Bidasoa (en el área de Endarlatsa) es muy superior al registrado en el tramo entre las presas de Nazas y Funvera. Mientras que en Endarlatsa el porcentaje de truchas migradoras fue del 20%, en el tramo de San Martín (entre las presas de Nazas y Funvera) el porcentaje de truchas migradoras fue del 89%. Las truchas sedentarias (80% en Endarlatsa y 11% en San Martín) permanecieron en un tramo de río relativamente pequeño (unos 500m) durante toda la época de freza, por lo que habrían podido frezar sin necesidad de migrar hacia otras zonas. Entre las migradoras, tan solo el 20% de las truchas decidieron frezar en el cauce principal del Bidasoa y el 80% restante buscaron las regatas (Barraka, Zia e Ibardin). Esto supone que entre las truchas que no migraron (8 en Endarlatsa y una en San Martín) y las que lo hicieron a lo largo del Bidasoa (una en Endarlatsa y otra en San Martín), el 58% de las truchas permanecieron en el cauce principal durante la época de reproducción, mientras que el 42% restante optaron por moverse hacia las regatas. Este alto nivel de permanencia en el cauce principal, unido al hecho de que seis de las nueve zonas de freza que se identificaron a lo largo del estudio se situaron en las regatas y otras tres en el cauce principal del Bidasoa, confirma 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, especialmente en el tramo bajo de la cuenca.

El alto nivel de fidelidad al lugar de origen observado en las truchas con las que se realizó el seguimiento durante el año 2016-17 (GAN-NIK, 2017) en un tramo más alto de la cuenca (presa de Nabasturen), no ha podido ser comprobado durante la migración 2017-18 en el tramo bajo del Bidasoa, ya que tan solo se ha comprobado un 30% de retorno al lugar de origen entre las truchas migradoras que se siguieron mediante radioseguimiento y ningún movimiento descendente a través de las escalas.

# 11. CONCLUSIONES

A modo de resumen, el estudio 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 Nazas 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.
- La escala para peces de la presa del Molino de Bera también parece estar bien dimensionada y permite el paso de las truchas en edad reproductora.
- 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 conveniente instalar dispositivos que impidan la entrada de los peces en los canales de derivación durante los movimientos descendentes.
- Aunque no era objeto de estudio, se ha comprobado que la escala para peces de la presa de Petrix, también parece estar bien dimensionada y permite el paso de las truchas en edad reproductora.
- La migración reproductiva 2017-18 se ha producido entre noviembre y finales de diciembre y ha estado relacionada con los aumentos de caudal ocurridos tras las lluvias de otoño.
- La regata Zia supone un lugar importante para la freza de las truchas que habitan en el Bidasoa, pero una fracción importante de la población truchera utiliza el cauce principal como lugar de freza, especialmente en el tramo bajo (área de Endarlatsa).
- La composición de la población de trucha es muy diferente aguas abajo de la presa de Nazas, donde la población está dominada por truchas sedentarias, y en el tramo comprendido entre las presas de Nazas y Funvera, donde las truchas migradoras son mayoría.
- La fracción migradora de la población es capaz de recorrer largas distancias (de hasta 6 Km) en busca de lugares apropiados para la freza.
- 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 la Central de Irún-Endara facilitó las tareas de montaje de las antenas de detección en esa presa. Además, los equipos de detección automática fueron alimentados por corriente eléctrica proveniente de la conexión proporcionada por los propietarios de la central. Finalmente, los datos de caudales en el río Bidasoa fueron proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

# 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.

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

Elso, 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

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

Elso, 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

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

Elso, 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 Simposium **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.

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 Nothern 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 New 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 Superieur de la Peche, 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 Borad 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 Politecnica de Catalunya

Young, M.K. (1994). Mobility of brown trout in South-central Wyoming streams. Canadian Journal of Zoology **72**, 2078-2083.

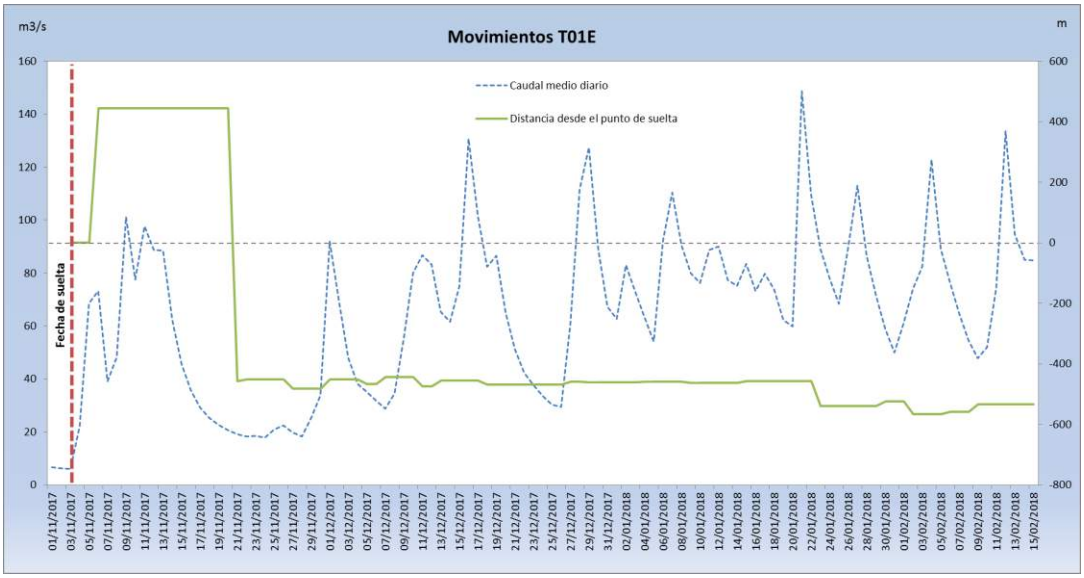
# 14. Anexo I: Resumen de los movimientos individuales observados

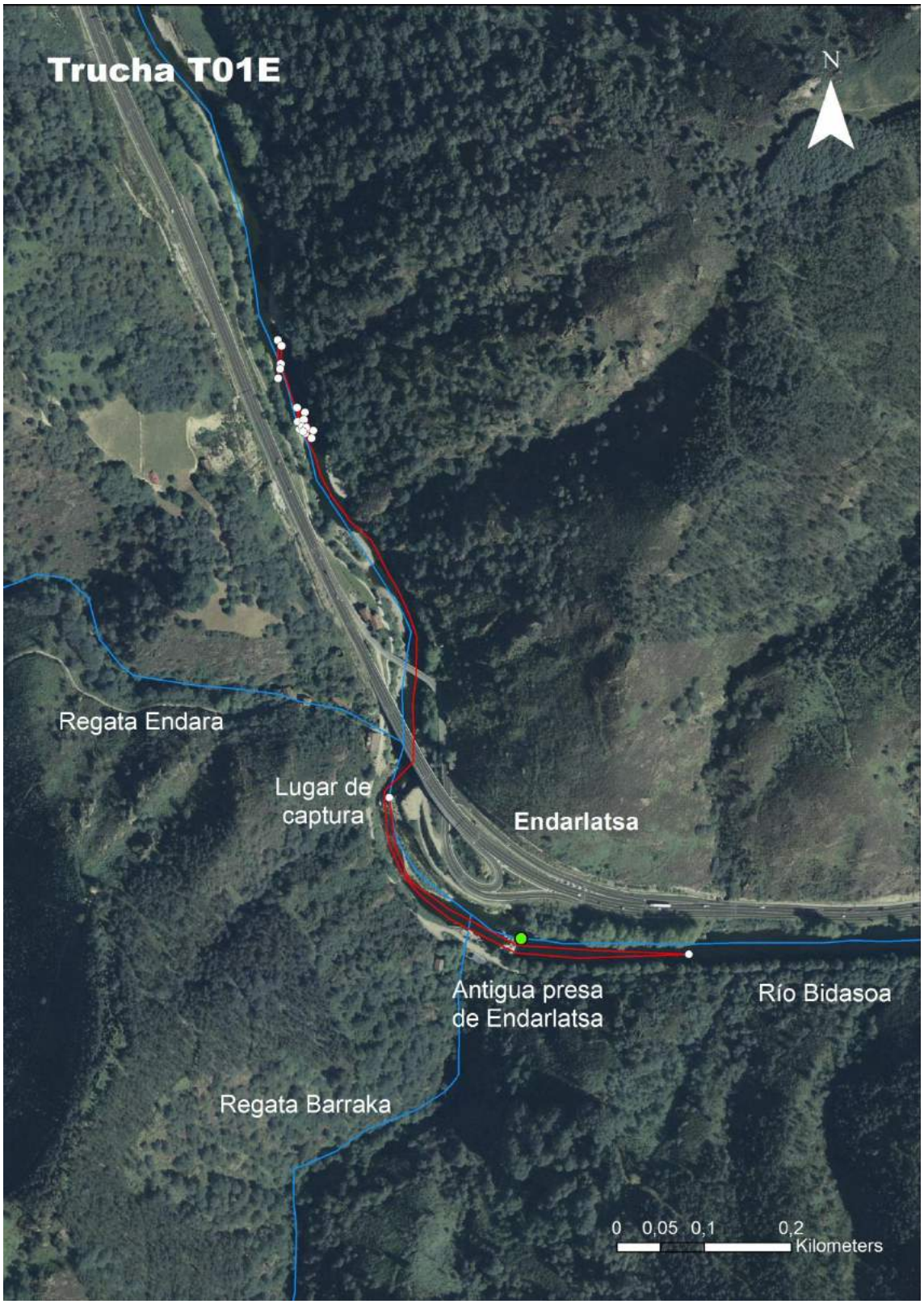
**Código de trucha** **T01E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 146 | g | **Frecuencia** | 148.840 | MHz |
| **Longitud** | 236 | mm | **PIT** | 07116DB25A4EAE35 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 482 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No migra | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -566 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 22 |

**Descripción de los movimientos**

Tres días después de ser soltada remontó el río unos 450m. Después bajó unos 900m hasta una poza donde permaneció al menos 57 días, para volver a bajar unos 80m a otra poza donde permaneció al menos otros 17 días hasta que finalizó el seguimiento.



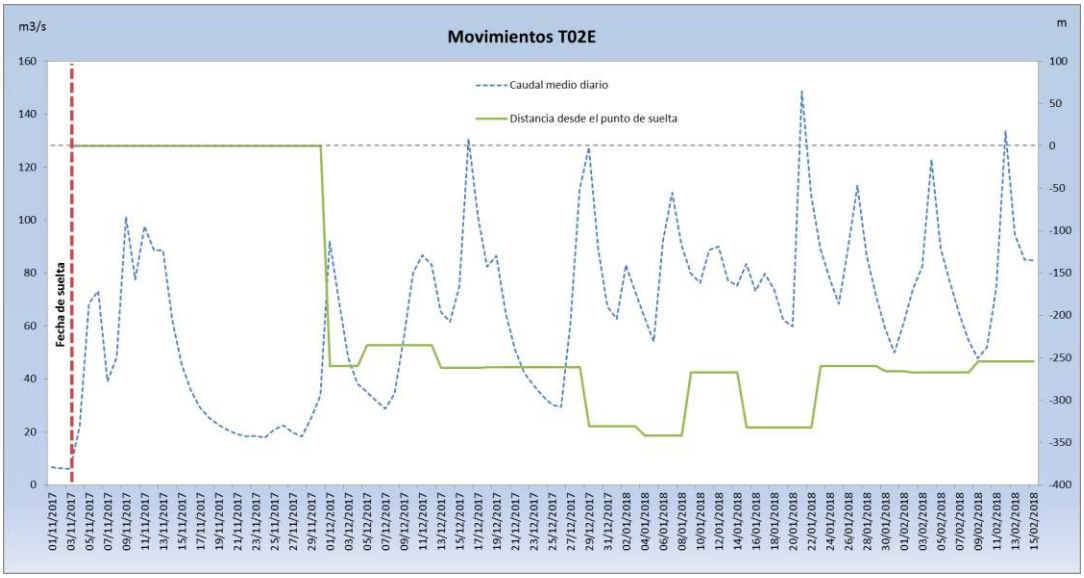

Trucha T01E
N
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Río Bidasoa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2
Kilometers

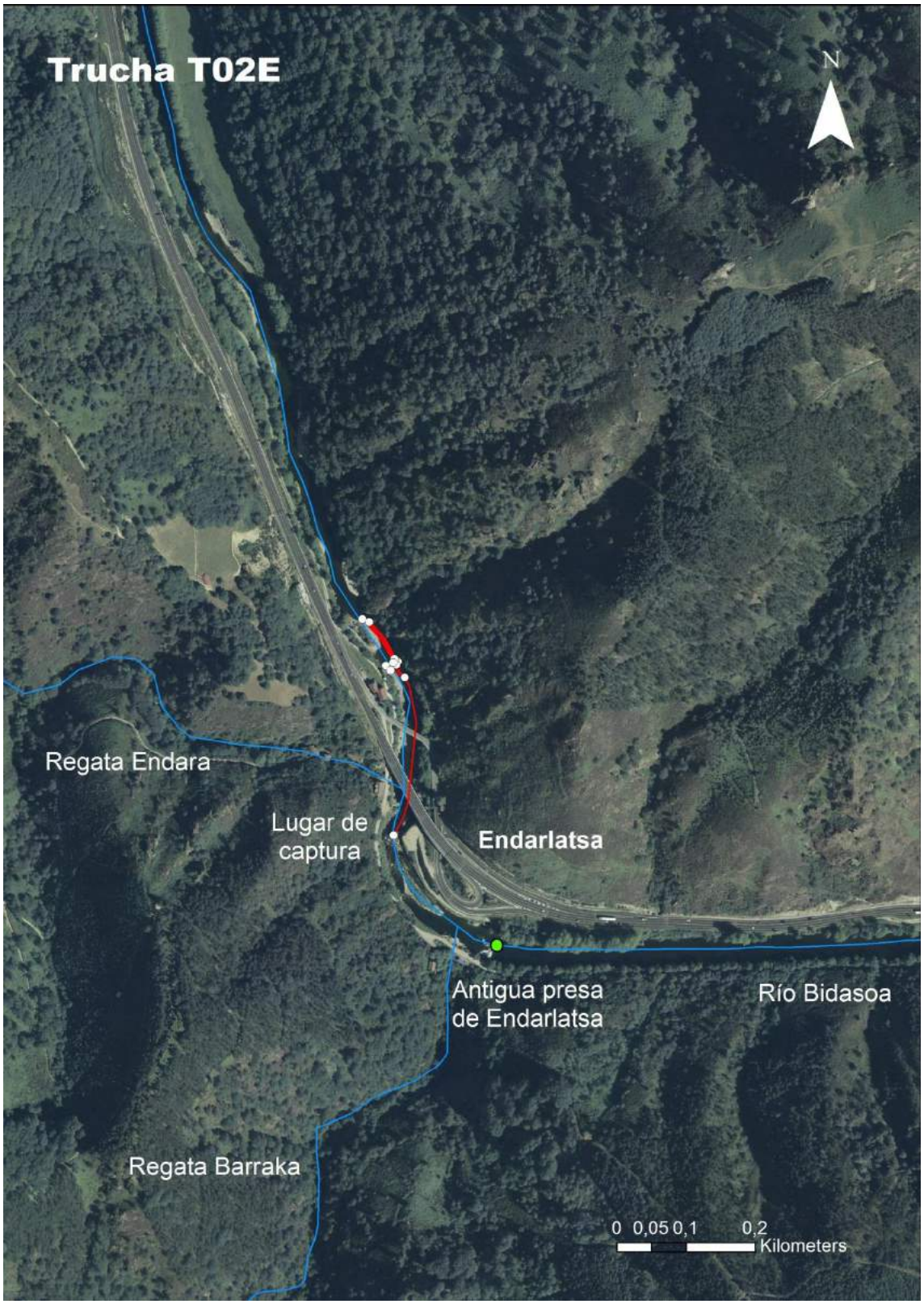
**Código de trucha** **T02E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 487 | g | **Frecuencia** | 148.482 | MHz |
| **Longitud** | 378 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E5337 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 0 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No migra | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -342 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 14 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, desciende unos 300m aguas abajo y permanece en la misma zona durante todo el periodo de seguimiento. No migra



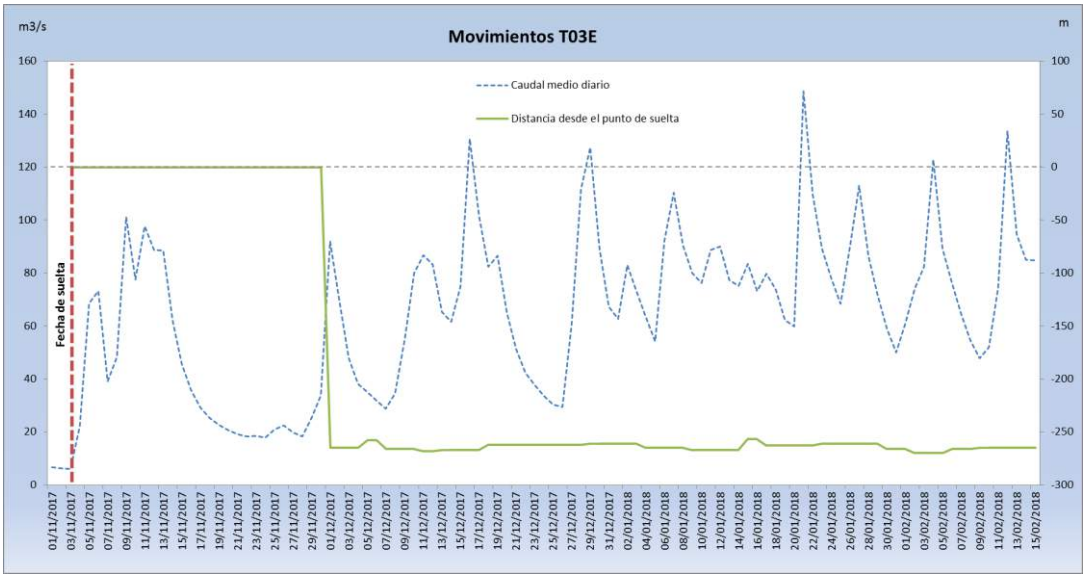

Trucha T02E
N
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Río Bidasoa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2
Kilometers

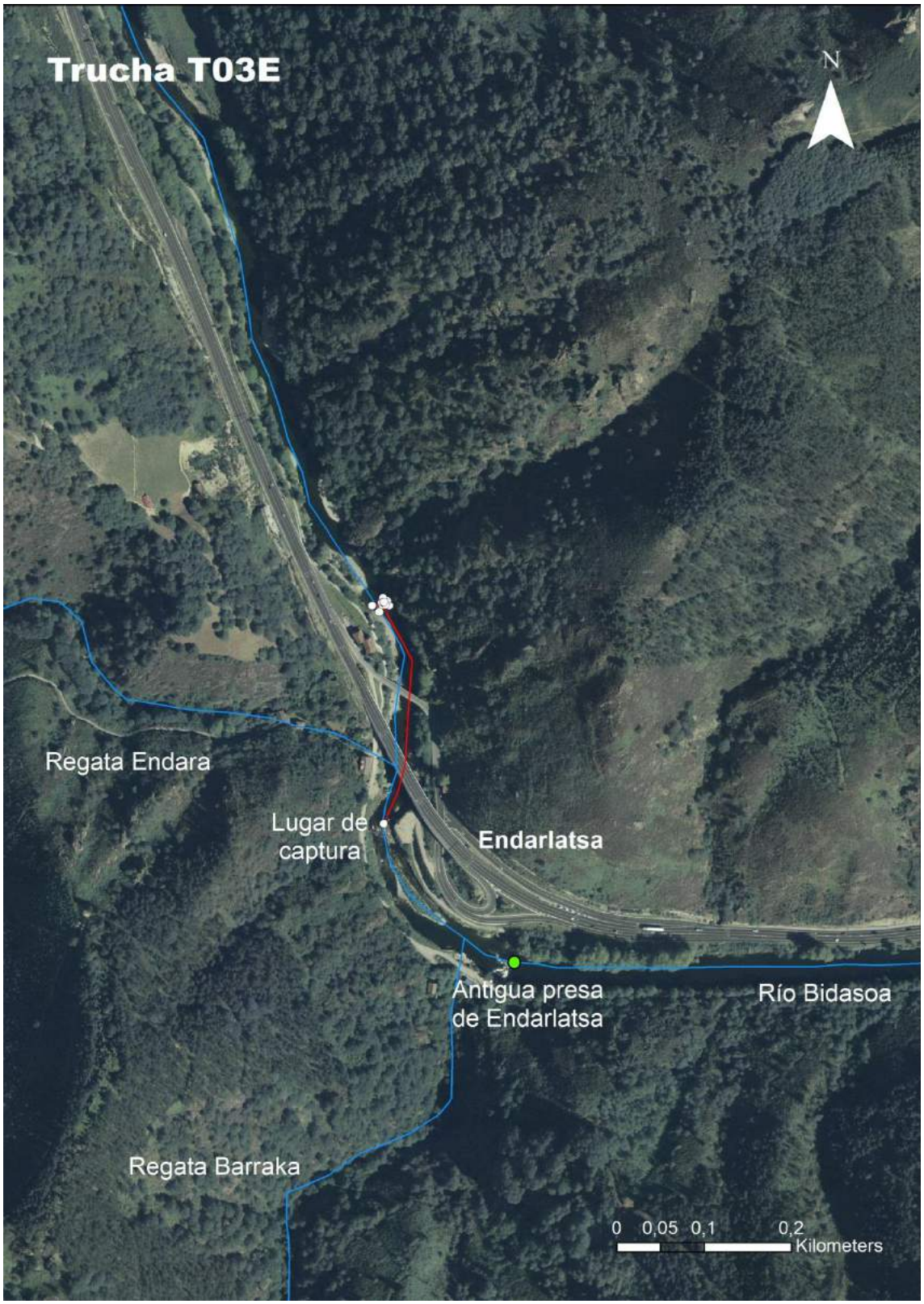
**Código de trucha** **T03E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 234 | g | **Frecuencia** | 148.929 | MHz |
| **Longitud** | 270 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E5833 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 0 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No migra | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -270 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 18 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, desciende unos 270m aguas abajo y permanece en la misma zona durante todo el periodo de seguimiento. No migra



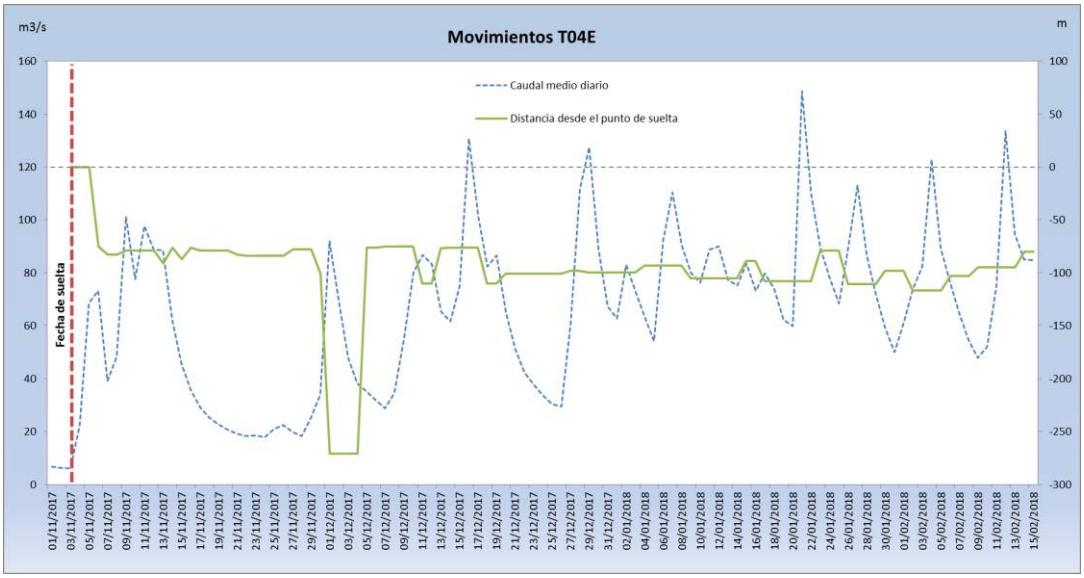

Trucha T03E
N
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Río Bidasoa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2
Kilometers

**Código de trucha** **T04E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 105 | g | **Frecuencia** | 148.241 | MHz |
| **Longitud** | 216 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E9F34 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 0 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No migra | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -271 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 103 | **Nº veces localizada** | | 34 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, desciende unos 90m aguas abajo y permanece en la poza bajo el puente de la carretera durante todo el periodo de seguimiento, bajando tan solo en una ocasión aguas abajo hasta otra poza. No migra



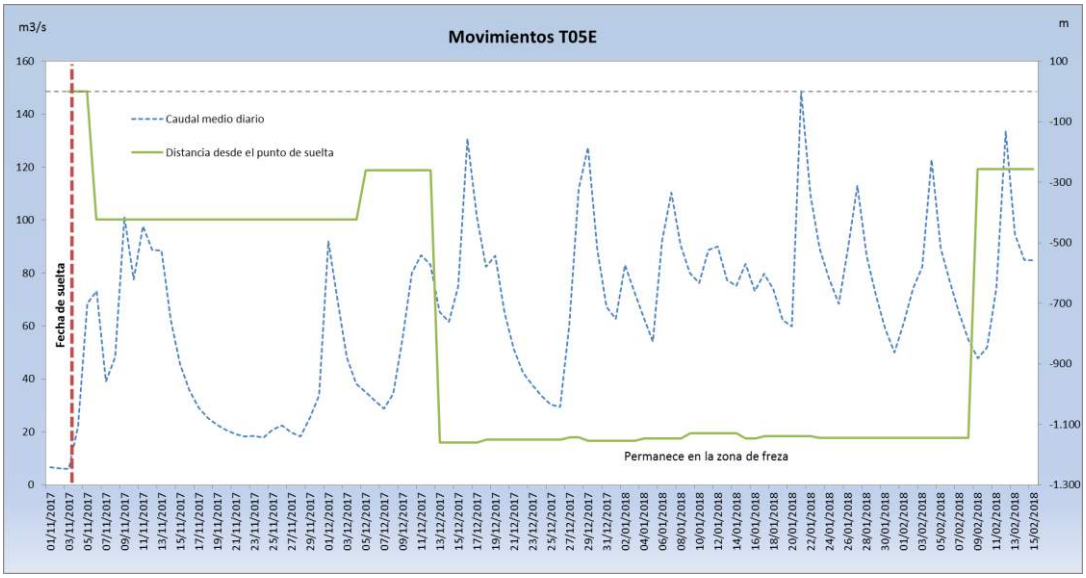
Trucha T04E
N
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Río Bidasoa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2
Kilometers

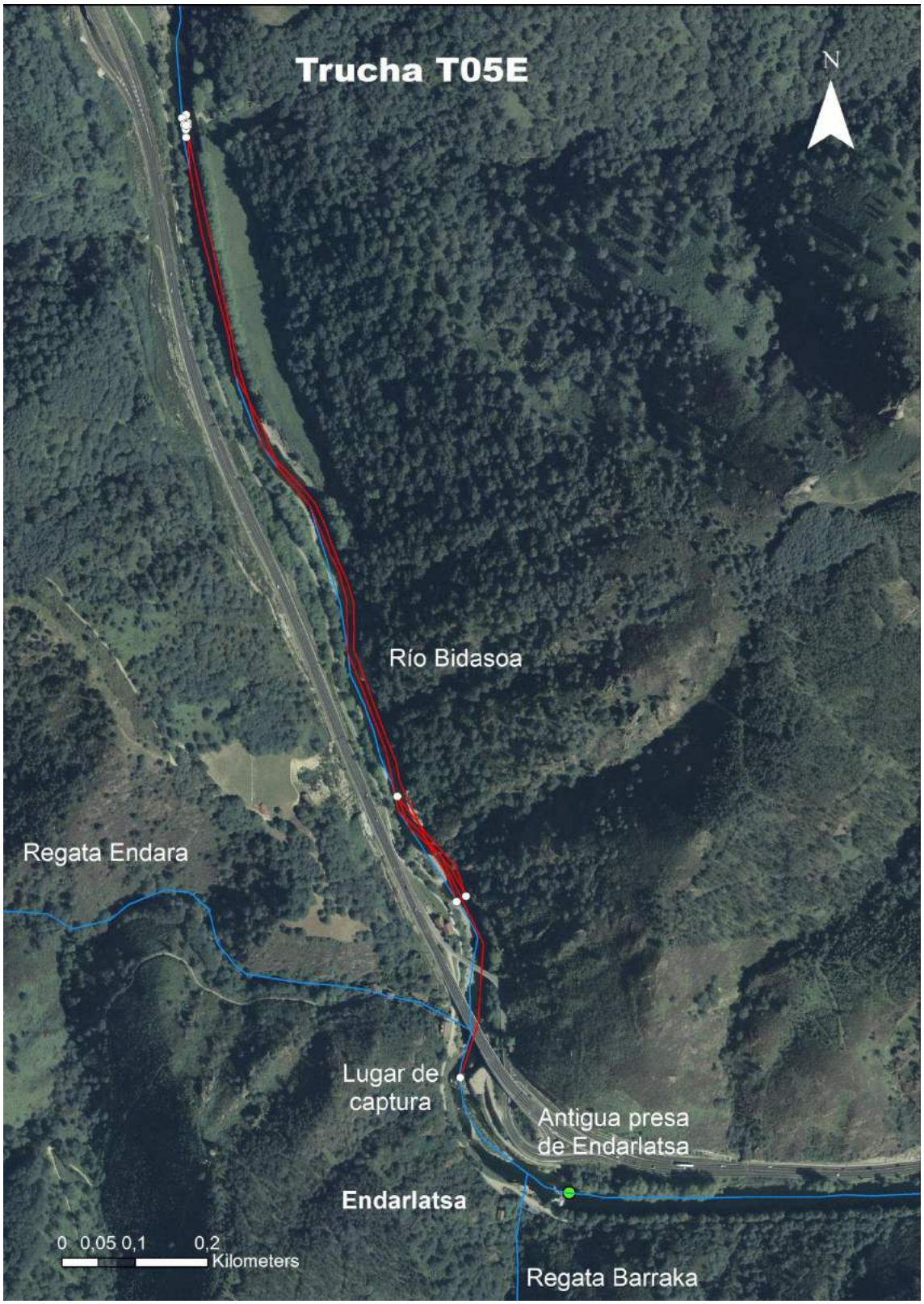
**Código de trucha** **T05E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 139 | g | **Frecuencia** | 148.200 | MHz |
| **Longitud** | 238 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E9224 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 0 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -1.161 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Posible | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Rápidos de Intxaurreta Berri | | | | 602.674 | 4.795.433 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 13 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, desciende unos 400m aguas abajo y tras permanecer en una poza cerca de un mes, vuelve a descender 1 Km hasta los rápidos de Intxaurreta Berri, donde podría frezar. Pasa allí 41 días y luego vuelve la misma zona donde estuvo tras su captura.



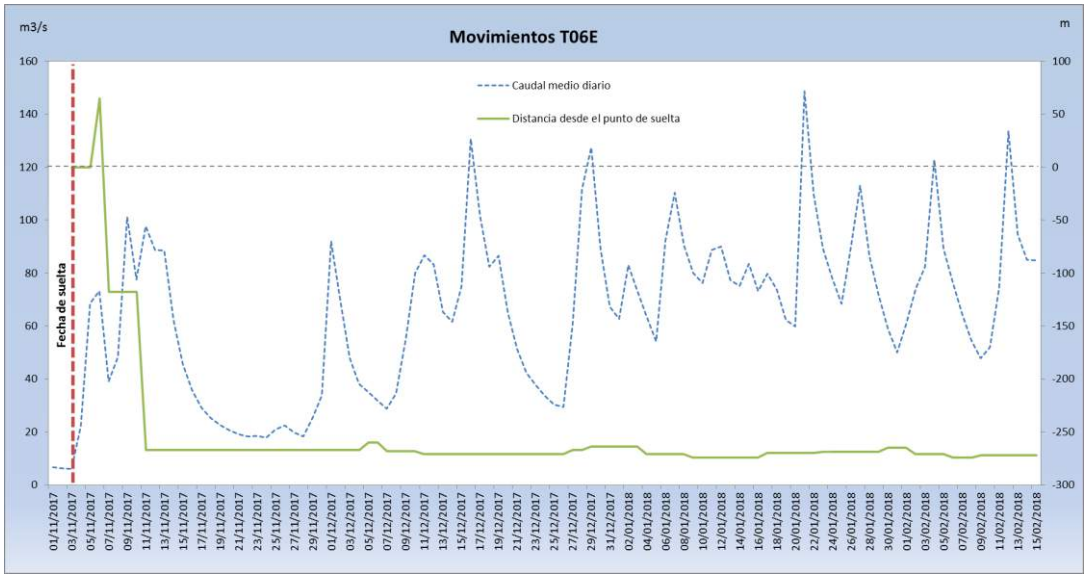

Trucha T05E
N
Río Bidasoa
Regata Endara
Lugar de captura
Antigua presa de Endarlatsa
Endarlatsa
0 0,05 0,1 0,2
Kilometers
Regata Barraka

**Código de trucha** **T06E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 132 | g | **Frecuencia** | 148.501 | MHz |
| **Longitud** | 218 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E7032 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 65 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -274 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 17 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, asciende unos metros a los rápidos de Endarlatsa. Después desciende unos 270m aguas abajo y permanece en la misma zona durante todo el periodo de seguimiento. No migra



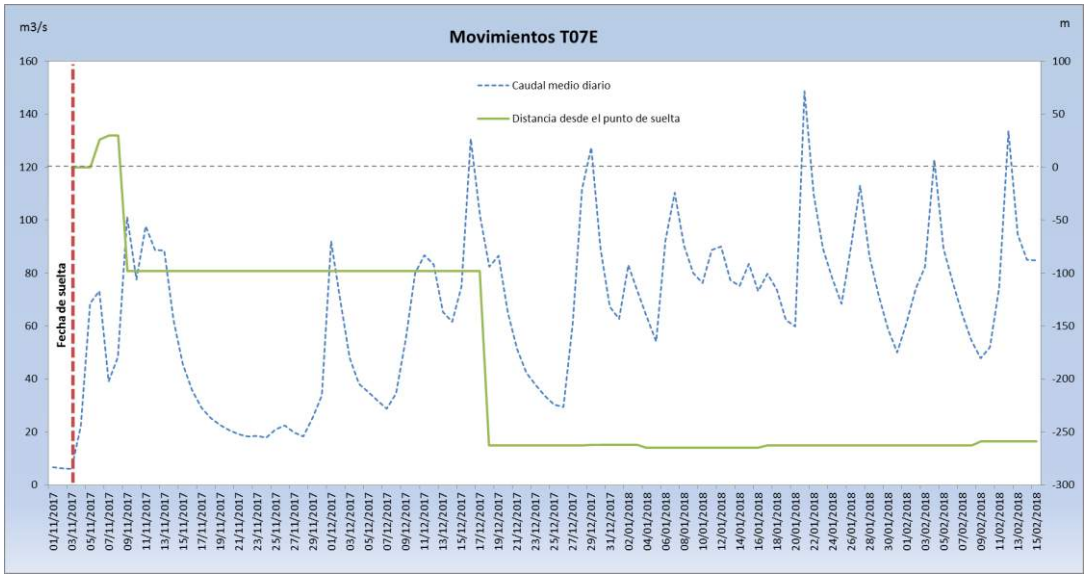
Trucha T06E
N
Río Bidasoa
Regata Endara
Endarlatsa
Lugar de captura
Antigua presa de Endarlatsa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2 Kilometers

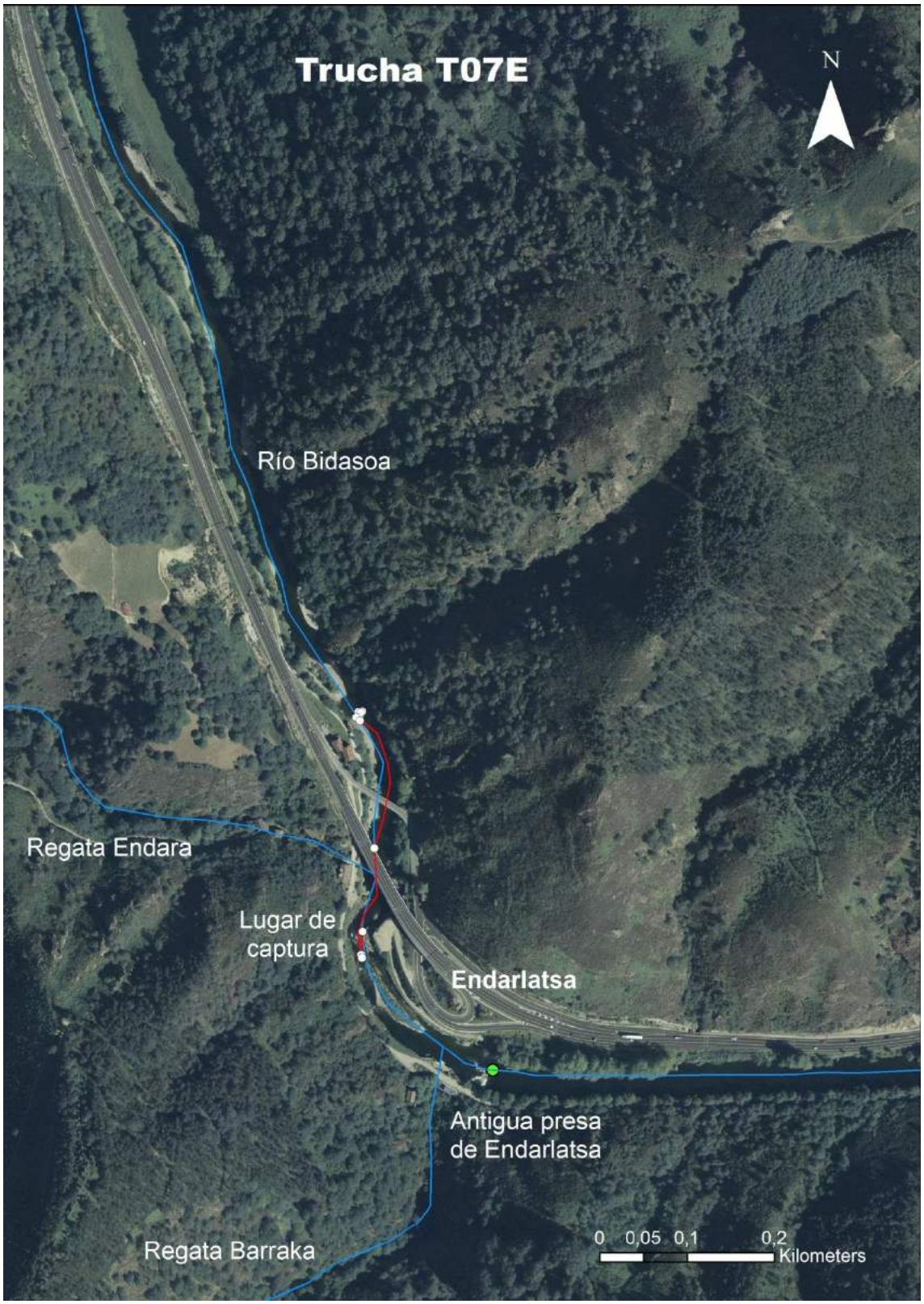
**Código de trucha** **T07E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 108 | g | **Frecuencia** | 148.540 | MHz |
| **Longitud** | 215 | mm | **PIT** | 07116DB25A4EB134 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 30 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -265 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 11 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, asciende unos metros a los rápidos de Endarlatsa donde apenas pasa una semana. Después desciende unos 270m aguas abajo y permanece en la misma zona durante todo el periodo de seguimiento. No migra



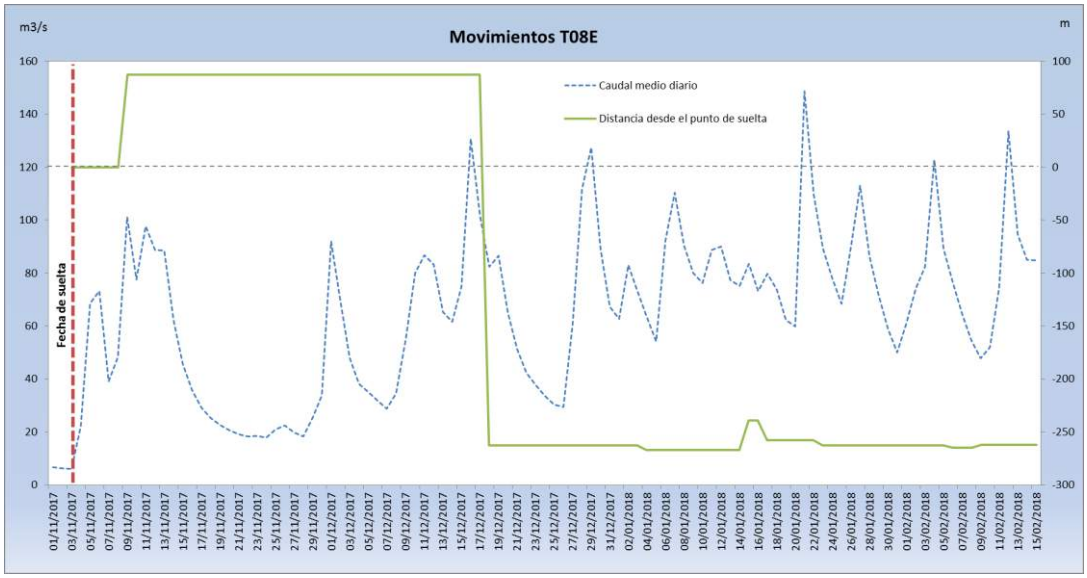

Trucha T07E
N
Río Bidasoa
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2 Kilometers

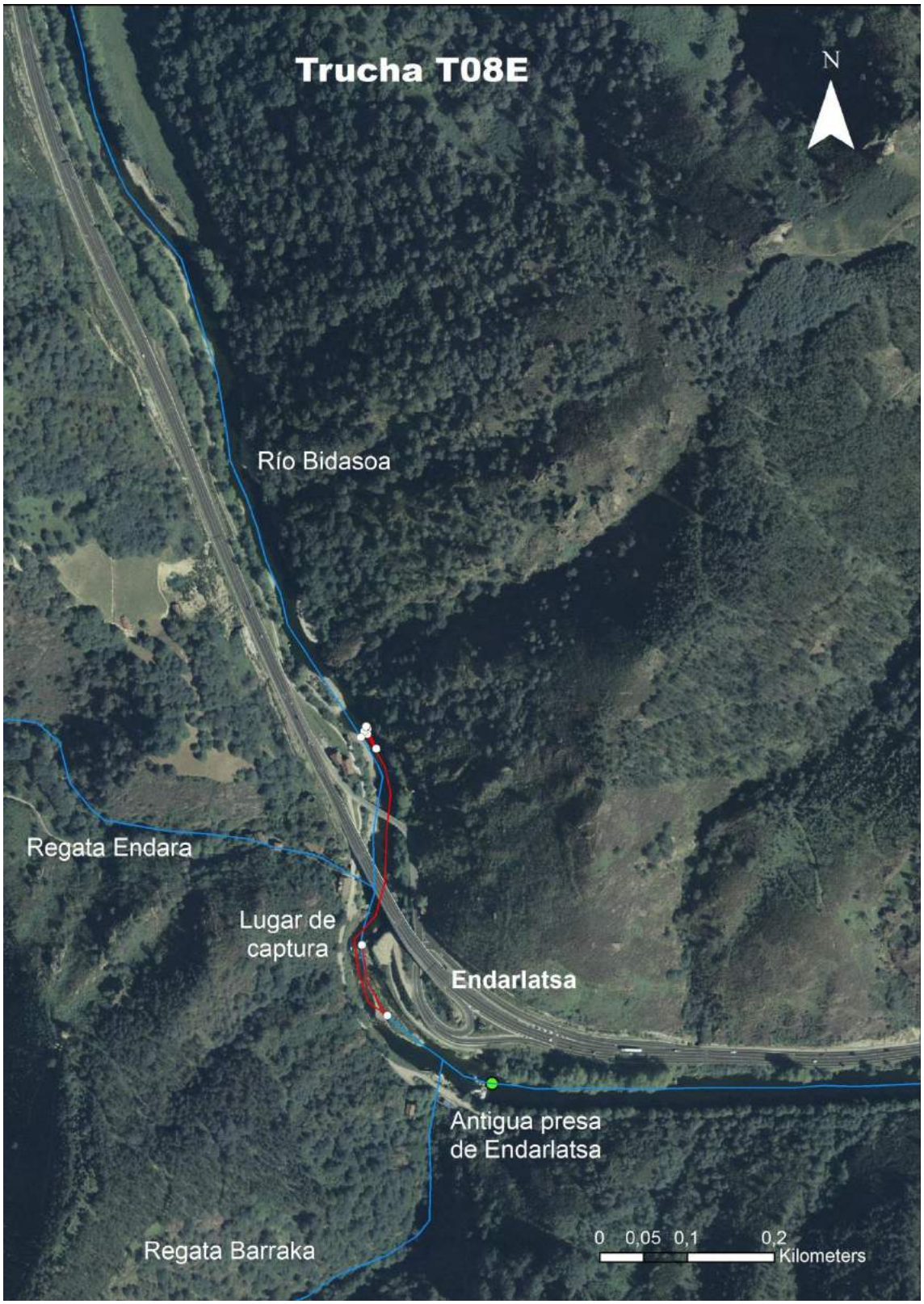
**Código de trucha** **T08E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 193 | g | **Frecuencia** | 148.180 | MHz |
| **Longitud** | 250 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E8C33 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 87 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -267 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 10 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, asciende unos metros a los rápidos de Endarlatsa donde se le pierde la pista durante un mes. Vuelve a ser localizada a mediados de diciembre unos 270m aguas abajo donde permanece hasta el final del seguimiento.



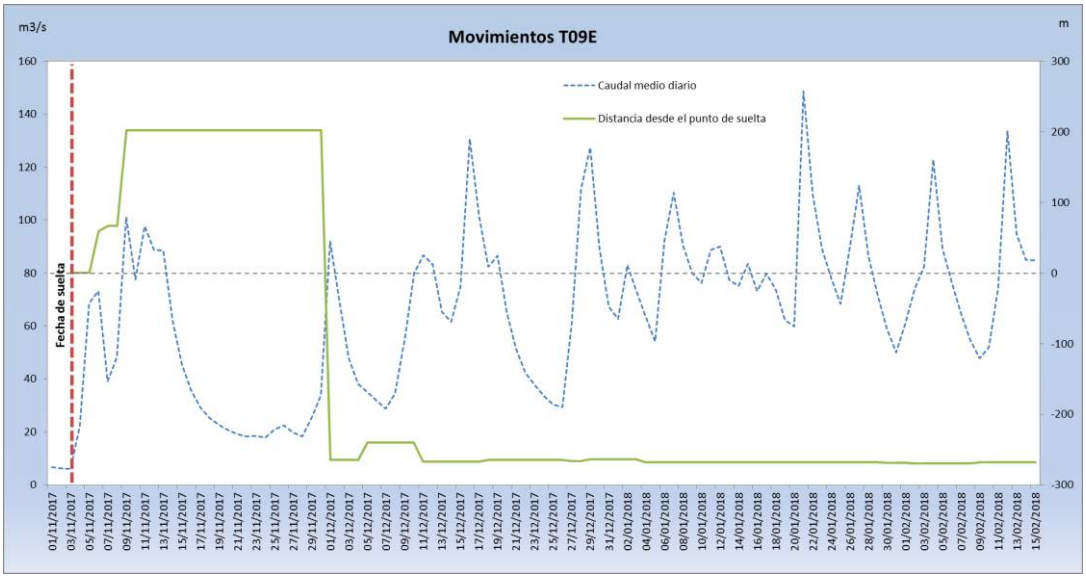

Trucha T08E
N
Río Bidasoa
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2
Kilometers

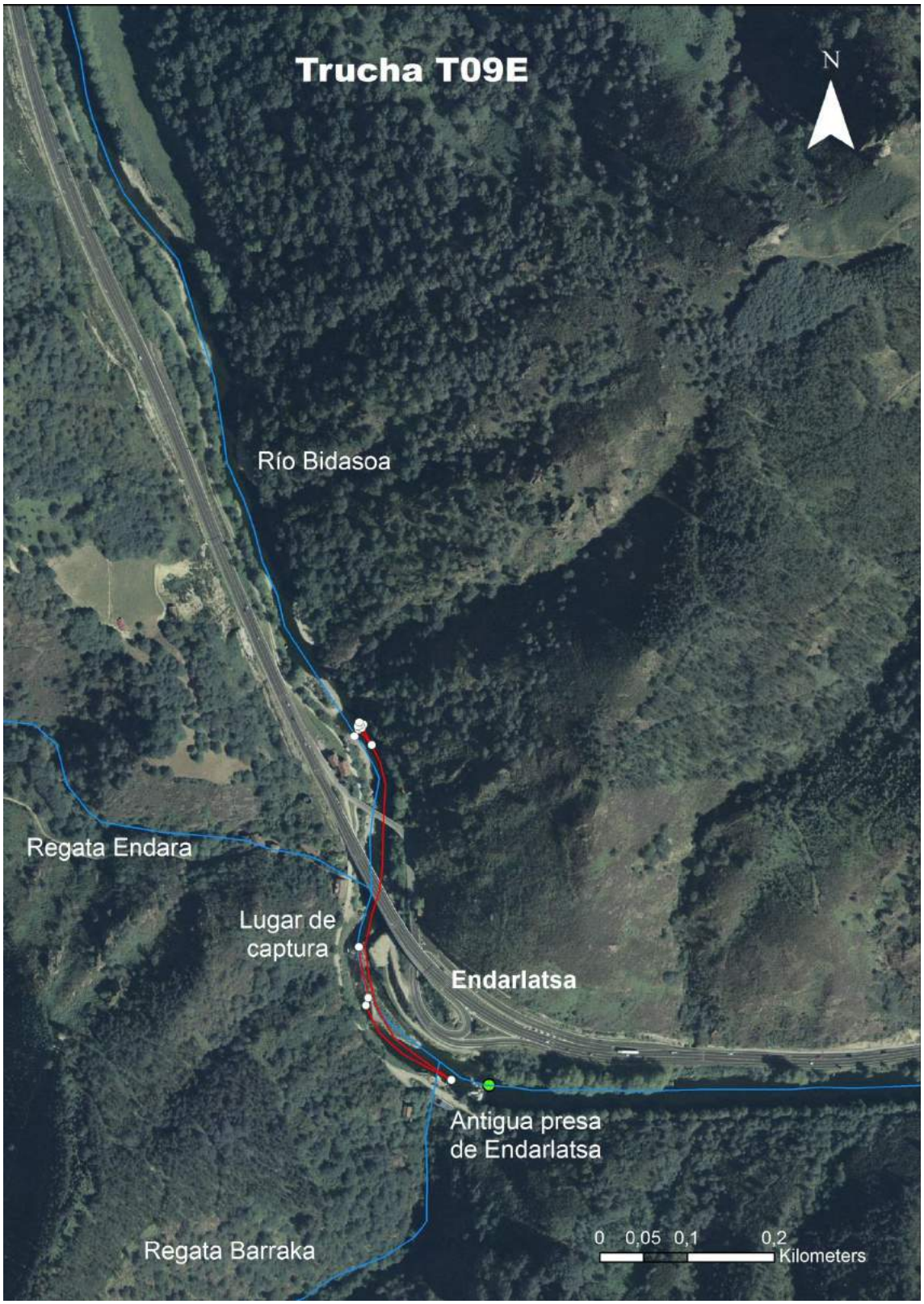
**Código de trucha** **T09E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 121 | g | **Frecuencia** | 148.320 | MHz |
| **Longitud** | 214 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E9524 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 202 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -270 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 14 |

**Descripción de los movimientos**

Tras ser soltada en el lugar donde fue capturada, asciende unos metros a los rápidos de Endarlatsa donde se le pierde la pista durante tres semanas. Vuelve a ser localizada a comienzos de diciembre unos 270m aguas abajo donde permanece hasta el final del seguimiento.



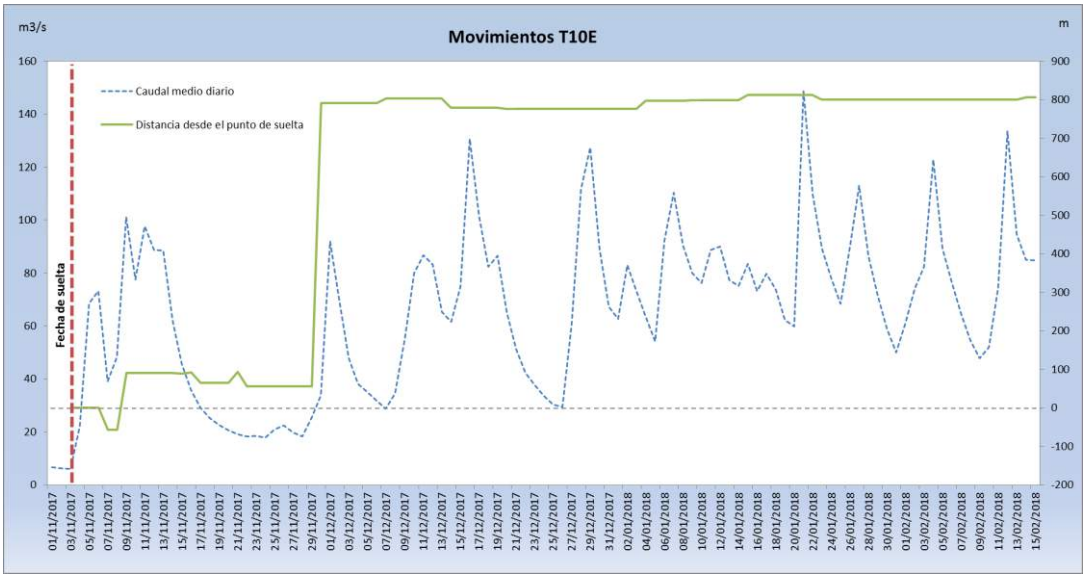

Trucha T09E
N
Río Bidasoa
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2 Kilometers

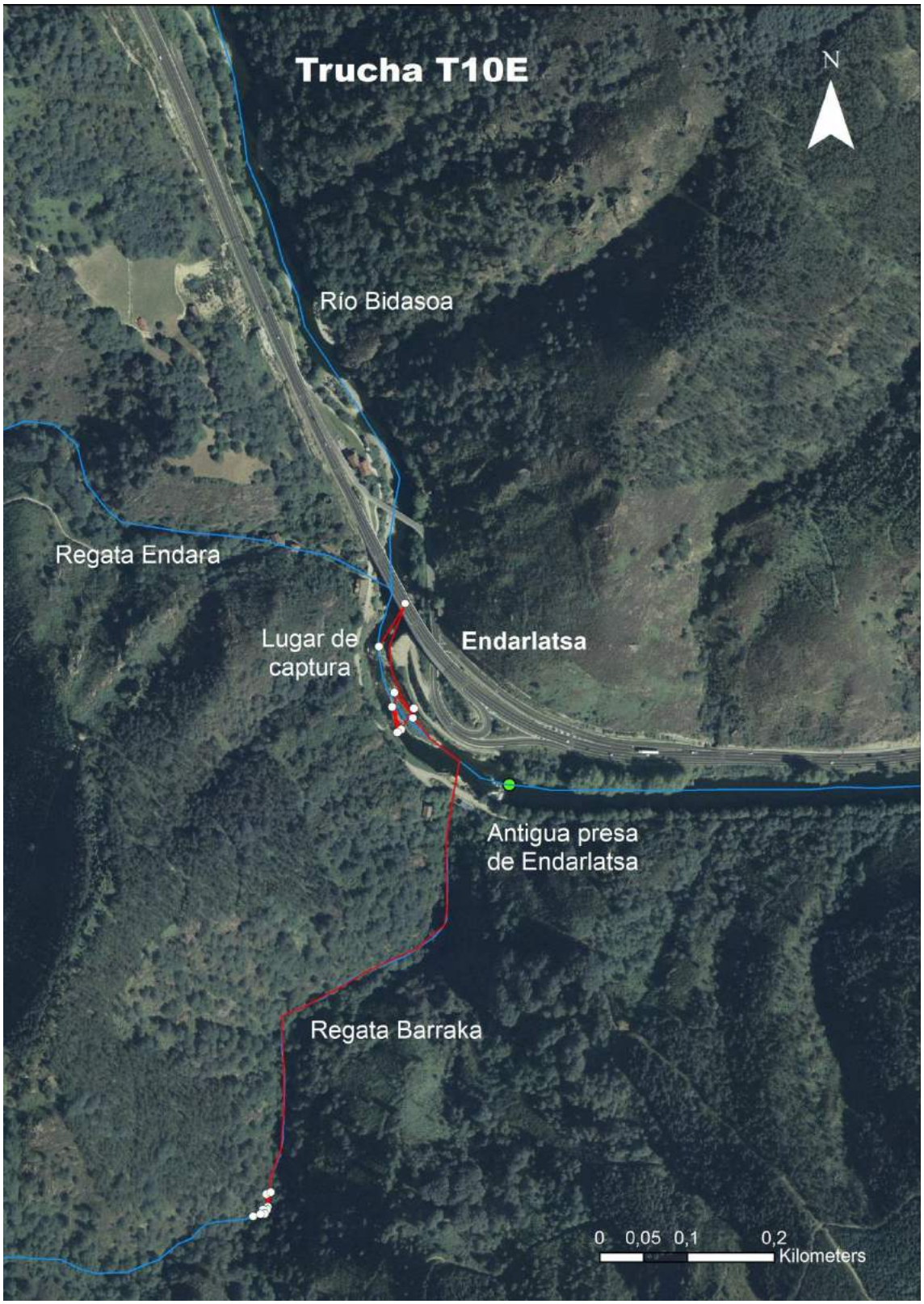
**Código de trucha** **T10E**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 232 | g | **Frecuencia** | 148.360 | MHz |
| **Longitud** | 262 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E4637 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 30/10/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| Endarlatsa | 03/11/2017 | | 603.052 | 4.794.124 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 812 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -57 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Si | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Regata Barraka | | | | 602.921 | 4.793.472 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 103 | **Nº veces localizada** | | 17 |

**Descripción de los movimientos**

Permanece en la zona de suelta realizando pequeños movimientos hasta finales de noviembre, cuando migra unos 800m aguas arriba por la regata Barraka, donde permanece hasta el final del seguimiento. Podría haber frezado ahí.



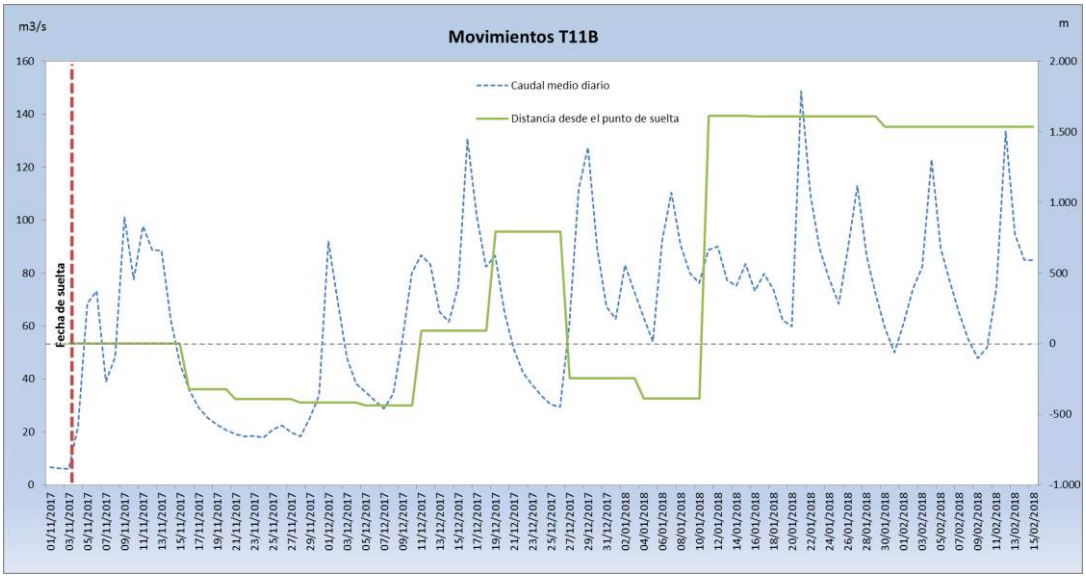

Trucha T10E
N
Río Bidasoa
Regata Endara
Lugar de captura
Endarlatsa
Antigua presa de Endarlatsa
Regata Barraka
0 0,05 0,1 0,2
Kilometers

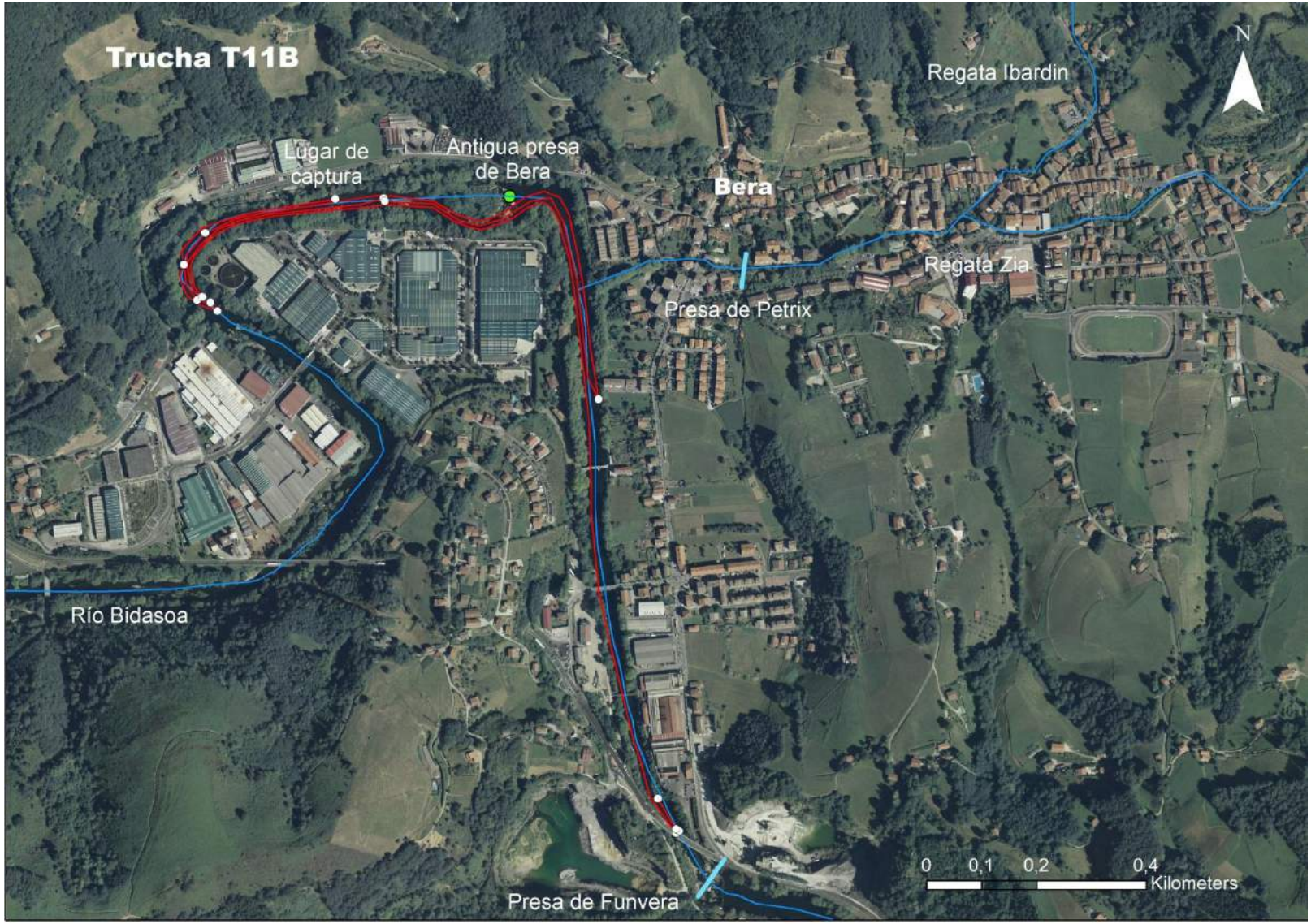
**Código de trucha** **T11B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 320 | g | **Frecuencia** | 149.001 | MHz |
| **Longitud** | 307 | mm | **PIT** | 07116DB25A4EAE42 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | -438 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | 1.612 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Probable | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Bidasoa. Junto al pozo Arratako harria | | | | 605.540 | 4.792.808 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 88 | **Nº veces localizada** | | 14 |

**Descripción de los movimientos**

Desde la suelta en el mismo lugar donde se capturó, realiza movimientos aguas arriba y abajo a lo largo del cauce principal del Bidasoa en una distancia de unos 2 Km.



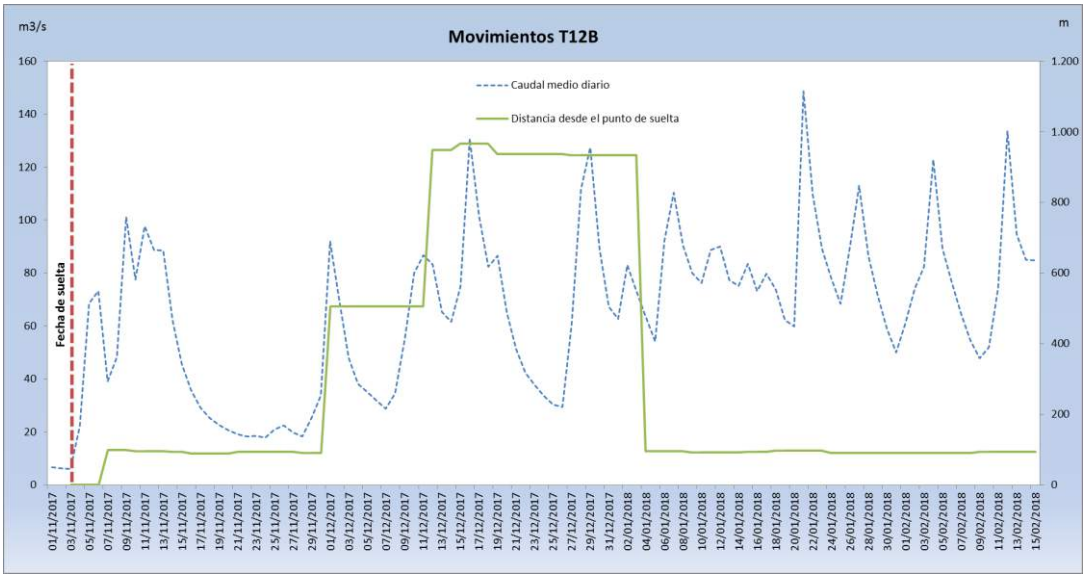

Trucha T11B
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Ibardin
N
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers

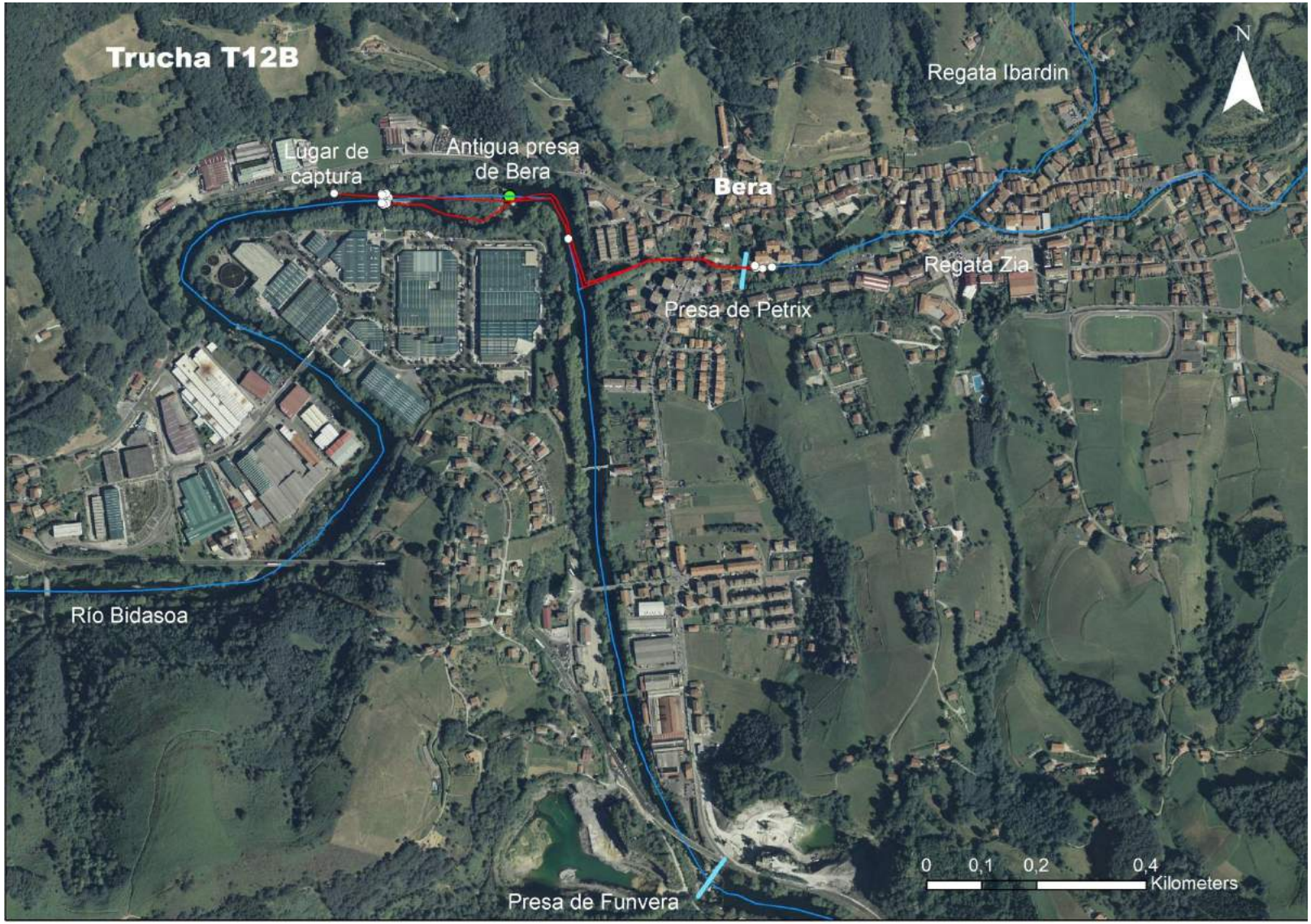
**Código de trucha** **T12B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 308 | g | **Frecuencia** | 148.661 | MHz |
| **Longitud** | 291 | mm | **PIT** | 07116DB25A3E5859 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | Si | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 966 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | Si | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | 0 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Si | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Aguas arriba de la presa de Petrix | | | | 606.579 | 4.792.795 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 20 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla permanece en la zona donde fue capturada durante todo el mes de noviembre. A principios de diciembre empieza a migrar aguas arriba y entra en la regata Zia. Remonta la presa de Petrix y justo aguas arriba permanece hasta final de mes, donde parece que podría haber frezado. A principios de enero regresa al lugar donde fue capturada y permanece allí hasta el final del seguimiento.



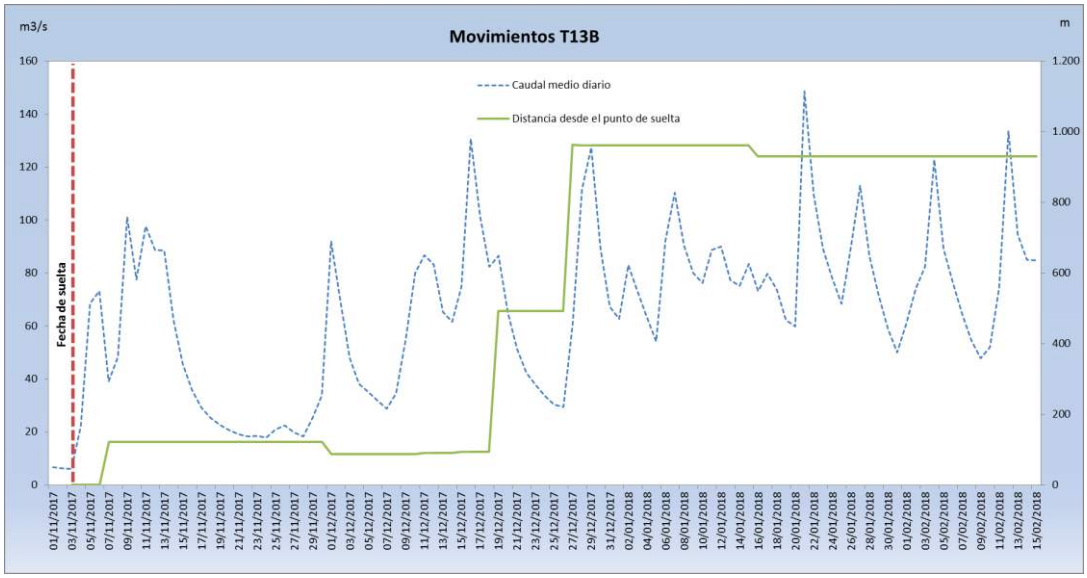

Trucha T12B
N
Regata Ibardin
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers

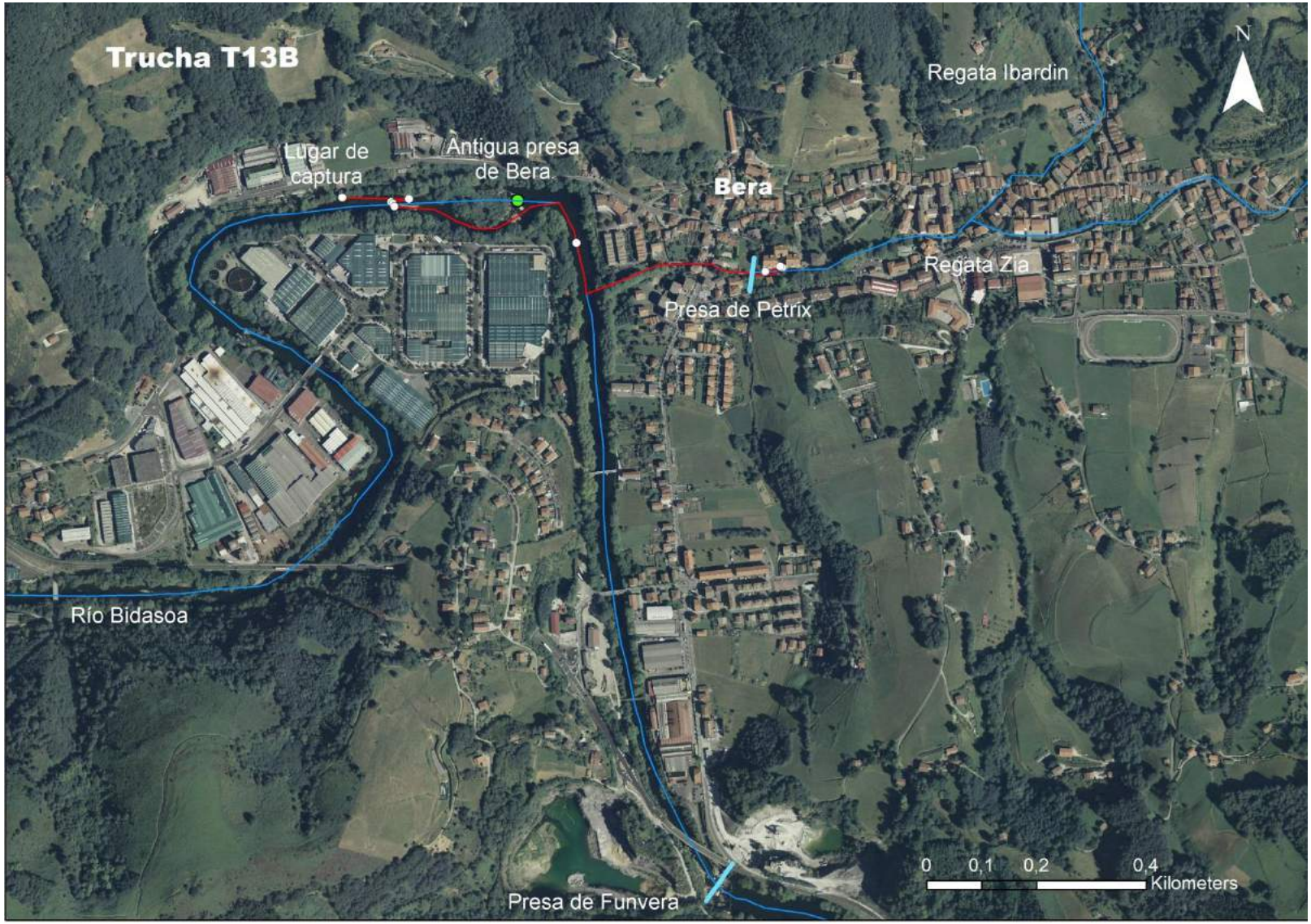
**Código de trucha** **T13B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 299 | g | **Frecuencia** | 148.980 | MHz |
| **Longitud** | 289 | mm | **PIT** | 07116DB25A3A4578 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | Si | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 963 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | 0 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Si | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Aguas arriba de la presa de Petrix | | | | 606.579 | 4.792.795 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 74 | **Nº veces localizada** | | 10 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla permanece en la zona donde fue capturada hasta mediados de diciembre, cuando migra aguas arriba y entra en la regata Zia. Remonta la presa de Petrix y justo aguas arriba permanece hasta el final del seguimiento, donde parece que podría haber frezado.



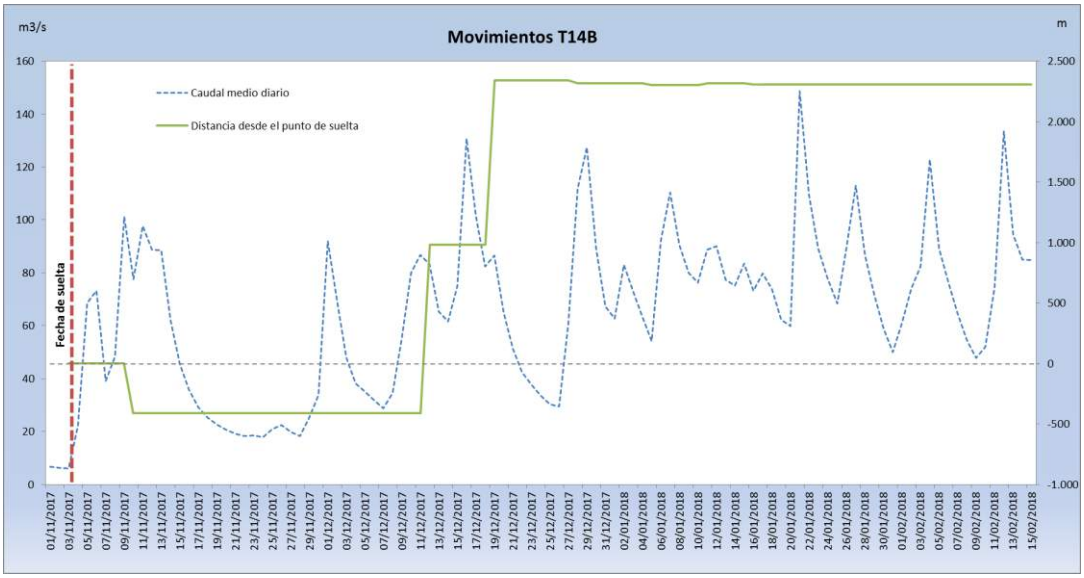

Trucha T13B
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Ibardin
N
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers

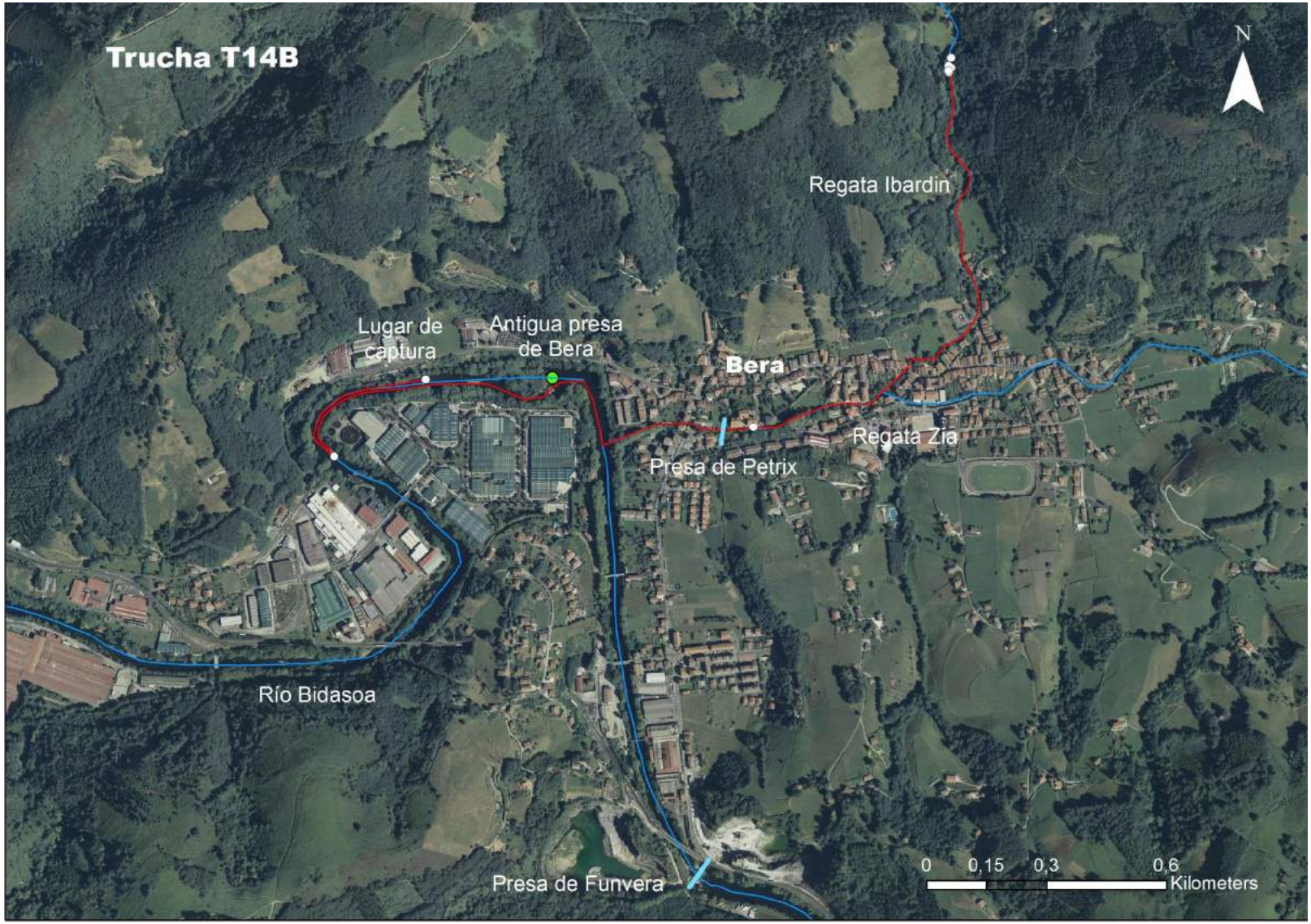
**Código de trucha** **T14B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 281 | g | **Frecuencia** | 148.561 | MHz |
| **Longitud** | 294 | mm | **PIT** | 07116DB25A3A1259 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 2.341 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -413 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Si | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Regata Ibardin (1 Km aguas arriba de la confluencia con Zia) | | | | 607.118 | 4.793.702 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 74 | **Nº veces localizada** | | 8 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla desciende unos 400 metros hasta el pozo de Arratako Harria donde permanece hasta mediados de diciembre. Entonces migra aguas arriba y entra en la regata Zia, remonta la presa de Petrix y continúa por la regata Ibardin. Remonta aproximadamente 1 Km por la regata Ibardin hasta el lugar donde probablemente frezó y permanece ahí hasta el final del seguimiento.




Trucha T14B
N
Regata Ibardin
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,15 0,3 0,6
Kilometers

**Código de trucha** **T15B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 272 | g | **Frecuencia** | 148.619 | MHz |
| **Longitud** | 286 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E9238 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | - |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | - |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 1 | **Nº veces localizada** | | 1 |

**Descripción de los movimientos**

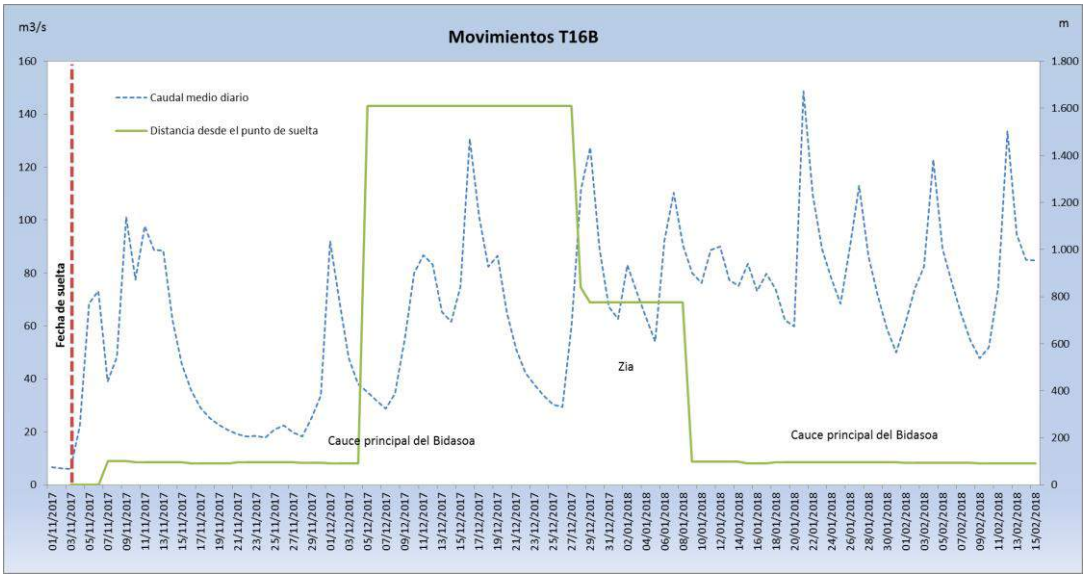
Tras soltarse en el mismo lugar de la captura, no pudo volver a ser localizada en ninguna de las ocasiones en las que se intentó. Podría haber sido depredada por alguna ave que se llevara el emisor lejos de la zona por la que se rastreó.

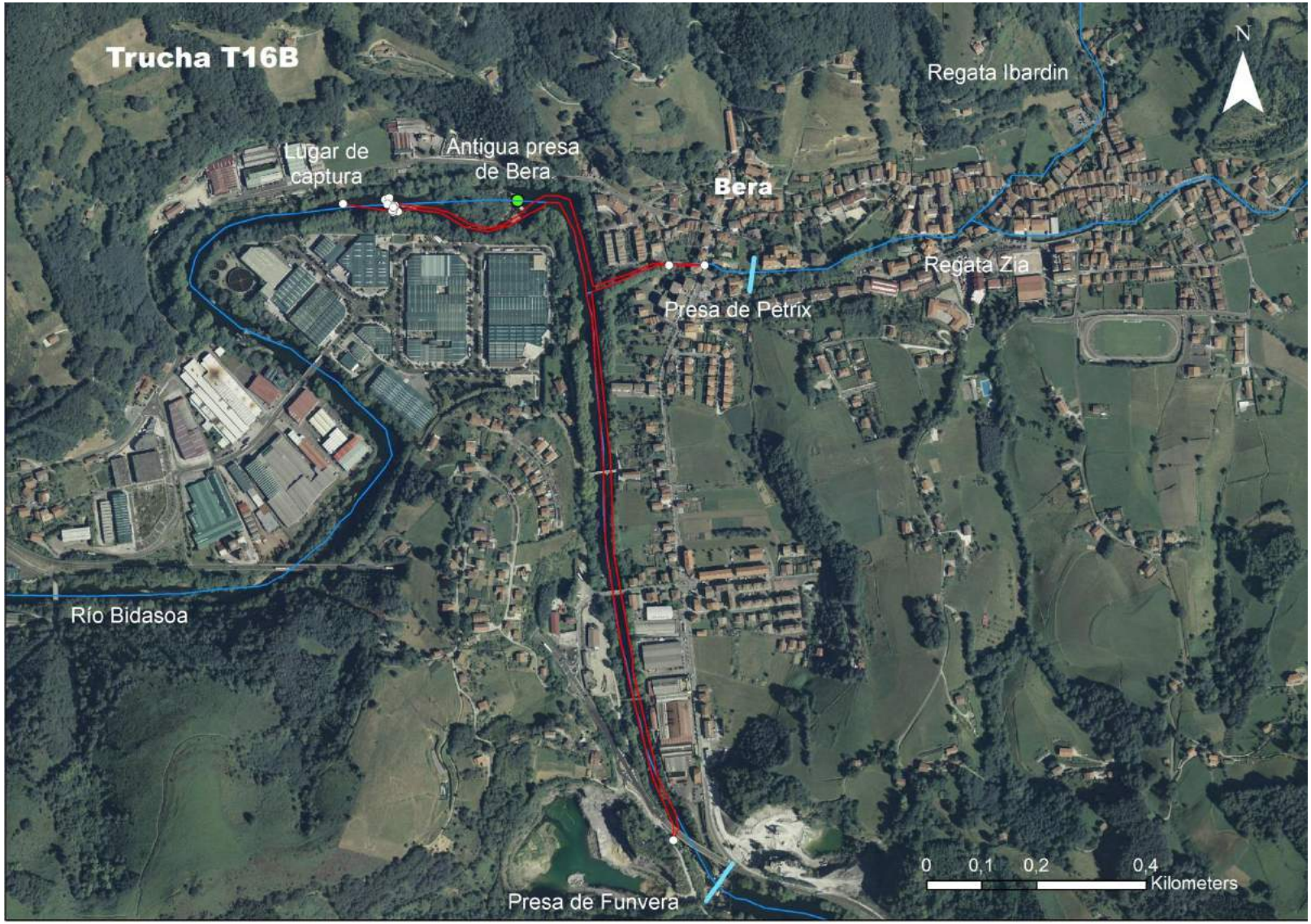
**Código de trucha** **T16B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 226 | g | **Frecuencia** | 148.120 | MHz |
| **Longitud** | 269 | mm | **PIT** | 07116DB25A4B2515 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | Si | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 1.610 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | Si | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | 0 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Probable | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Regata Zia. Aguas abajo de la presa de Petrix | | | | 606.473 | 4.792.806 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 17 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla permanece en la zona donde fue capturada hasta principios de diciembre, cuando migra aguas arriba hasta el pie de la presa de Funvera. Durante tres semanas se le pierde la pista para volver a localizarla a finales de diciembre en la regata Zia, donde podría haber frezado aguas abajo de la presa de Petrix. A principios de enero regresa al lugar donde fue capturada y permanece allí hasta el final del seguimiento.



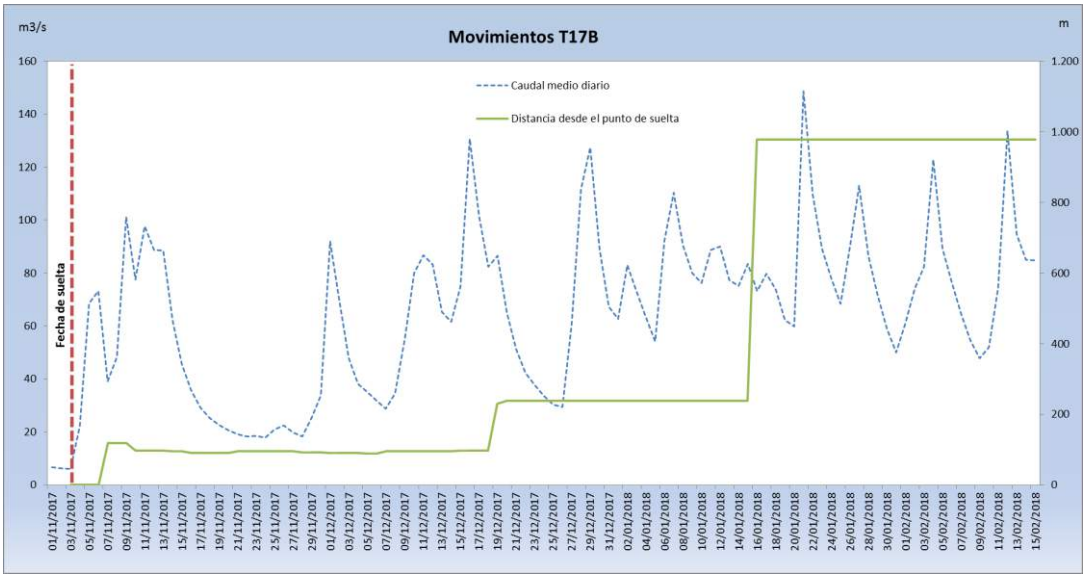

Trucha T16B
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Ibardin
N
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers

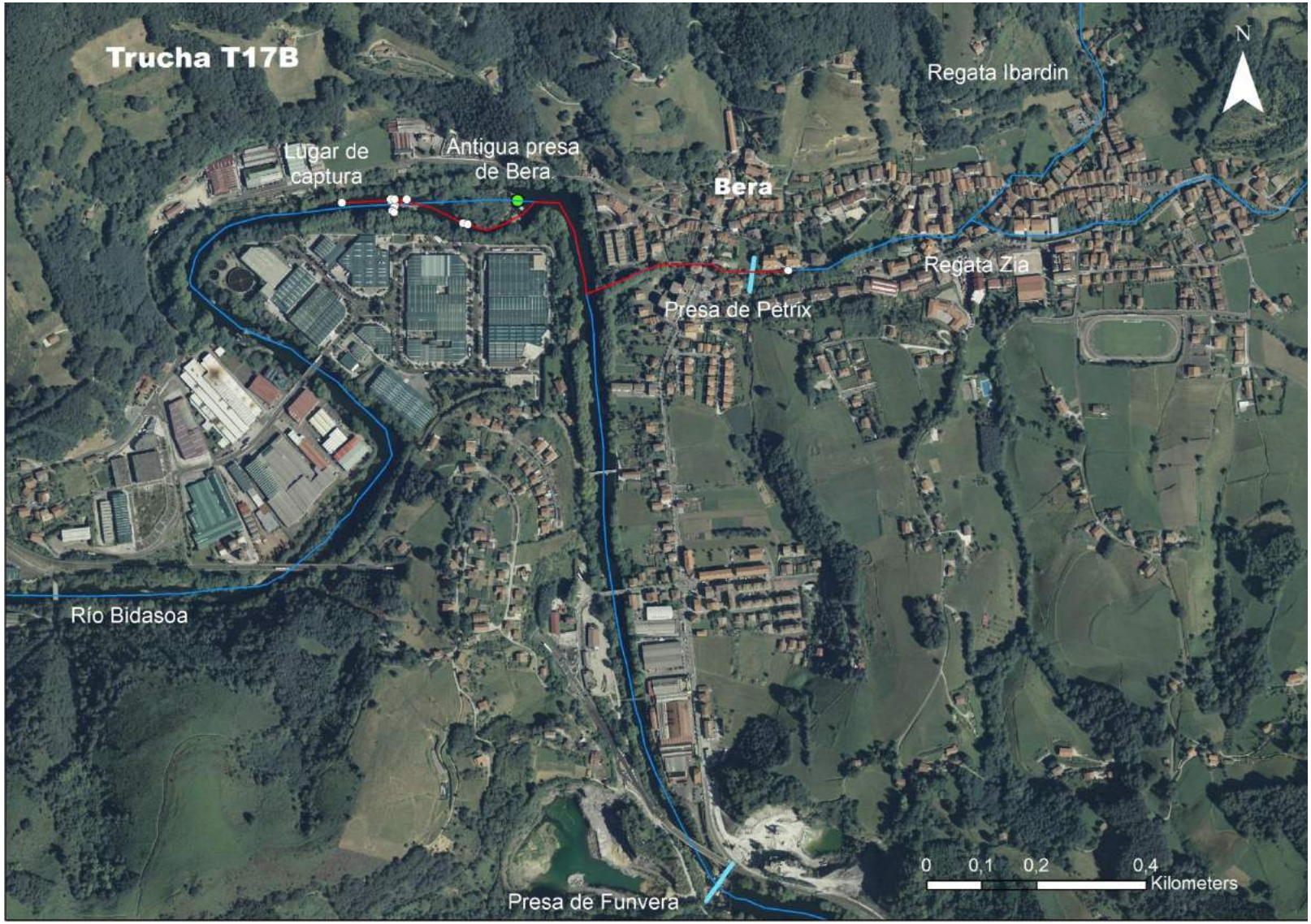
**Código de trucha** **T17B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 247 | g | **Frecuencia** | 148.788 | MHz |
| **Longitud** | 276 | mm | **PIT** | 07116DB25A4AB175 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 978 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | 0 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Probable | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Regata Zia. Aguas arriba de la presa de Petrix | | | | 606.625 | 4.792.789 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 74 | **Nº veces localizada** | | 15 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla permanece en la zona donde fue capturada hasta mediados de diciembre, cuando empieza a migrar aguas arriba. Durante tres semanas se le pierde la pista para volver a localizarla a mediados de enero en la regata Zia, donde podría haber frezado aguas arriba de la presa de Petrix.



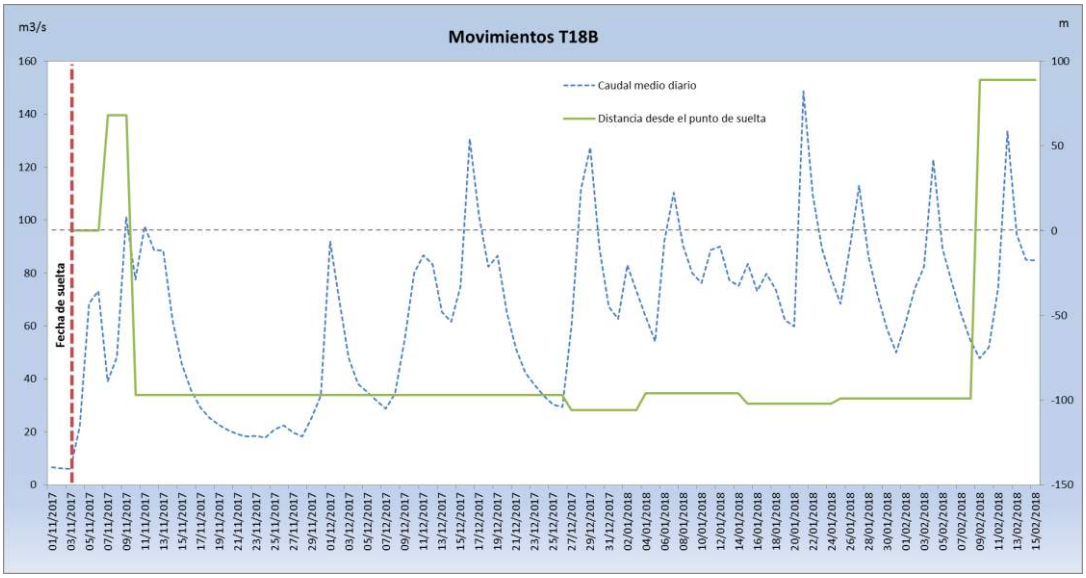

Trucha T17B
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Ibardin
N
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers

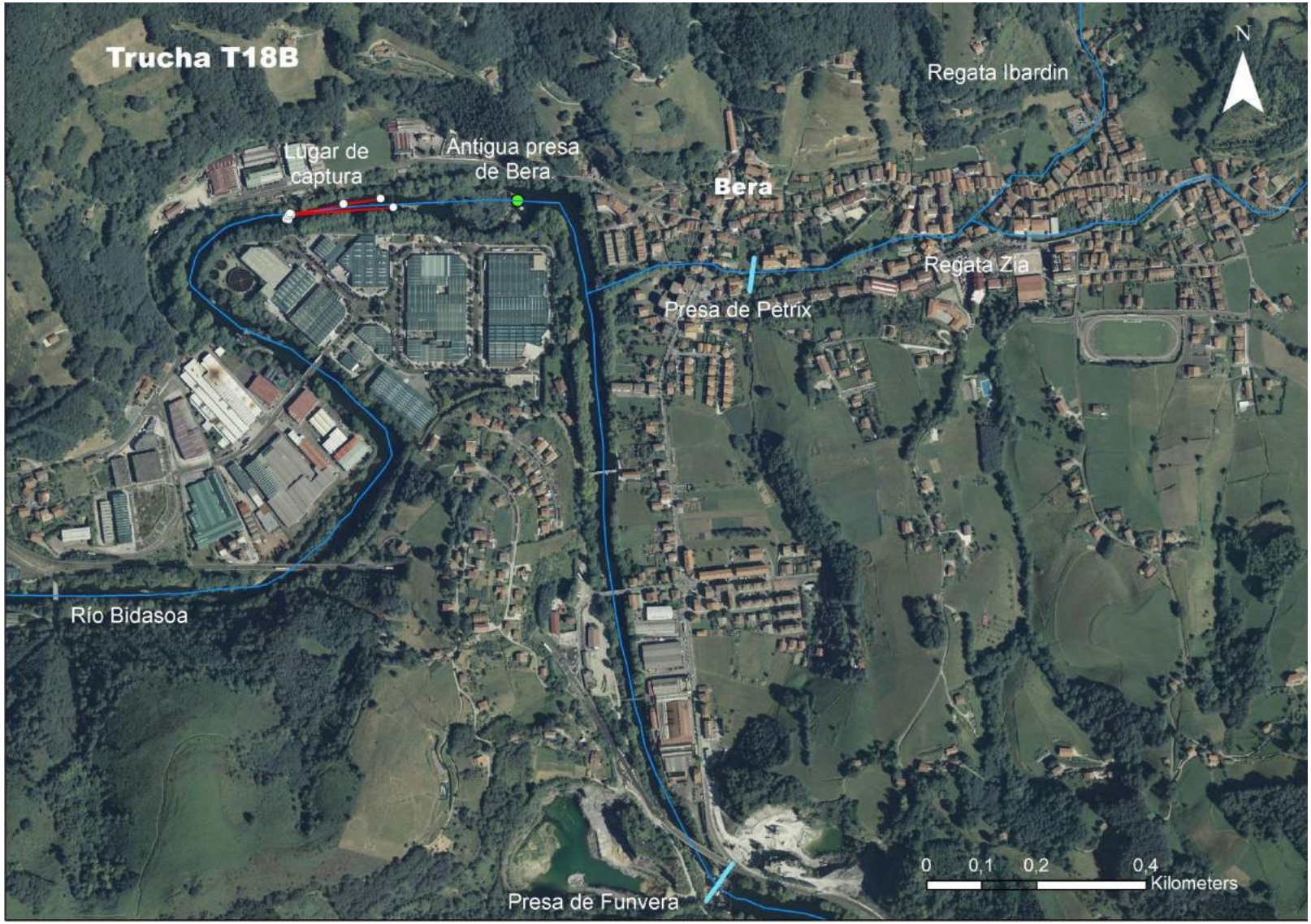
**Código de trucha** **T18B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 217 | g | **Frecuencia** | 148.441 | MHz |
| **Longitud** | 264 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E8B66 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | Si | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 89 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No migra? | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | -106 |
| **Identificación de la zona de freza** | | No | | **UTM X** | **UTM Y** |
| | | | | - | - |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 83 | **Nº veces localizada** | | 9 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla permanece en la zona donde fue capturada durante todo el periodo de seguimiento, realizando tan solo pequeños movimientos por un área limitada. Entre el 10 de noviembre y el 28 de diciembre se le pierde la pista, por lo que no se puede descartar que hubiera migrado y vuelto a su lugar de origen a finales de diciembre.



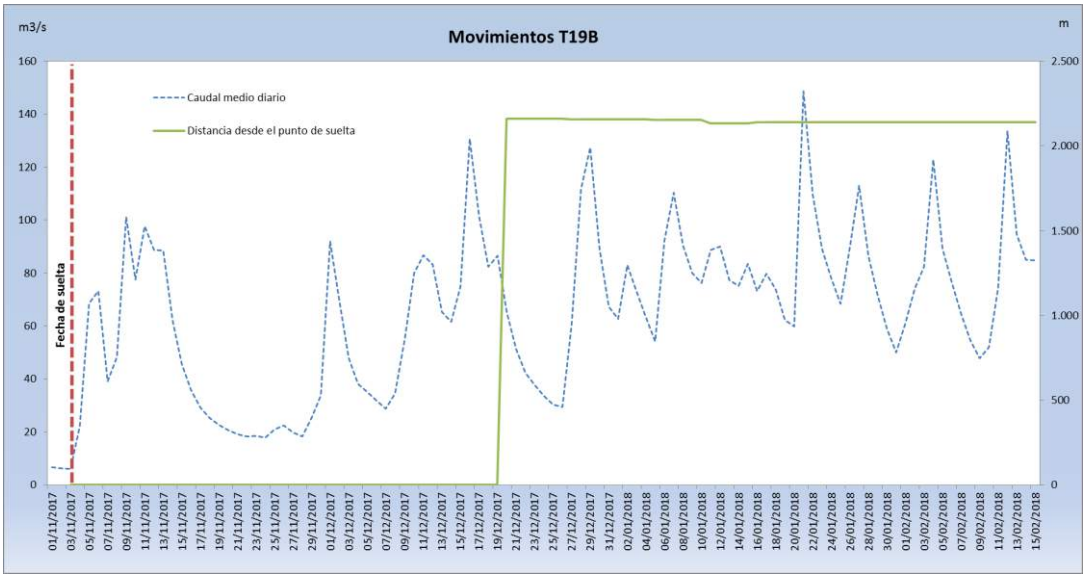

Trucha T18B
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Ibardin
N
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers

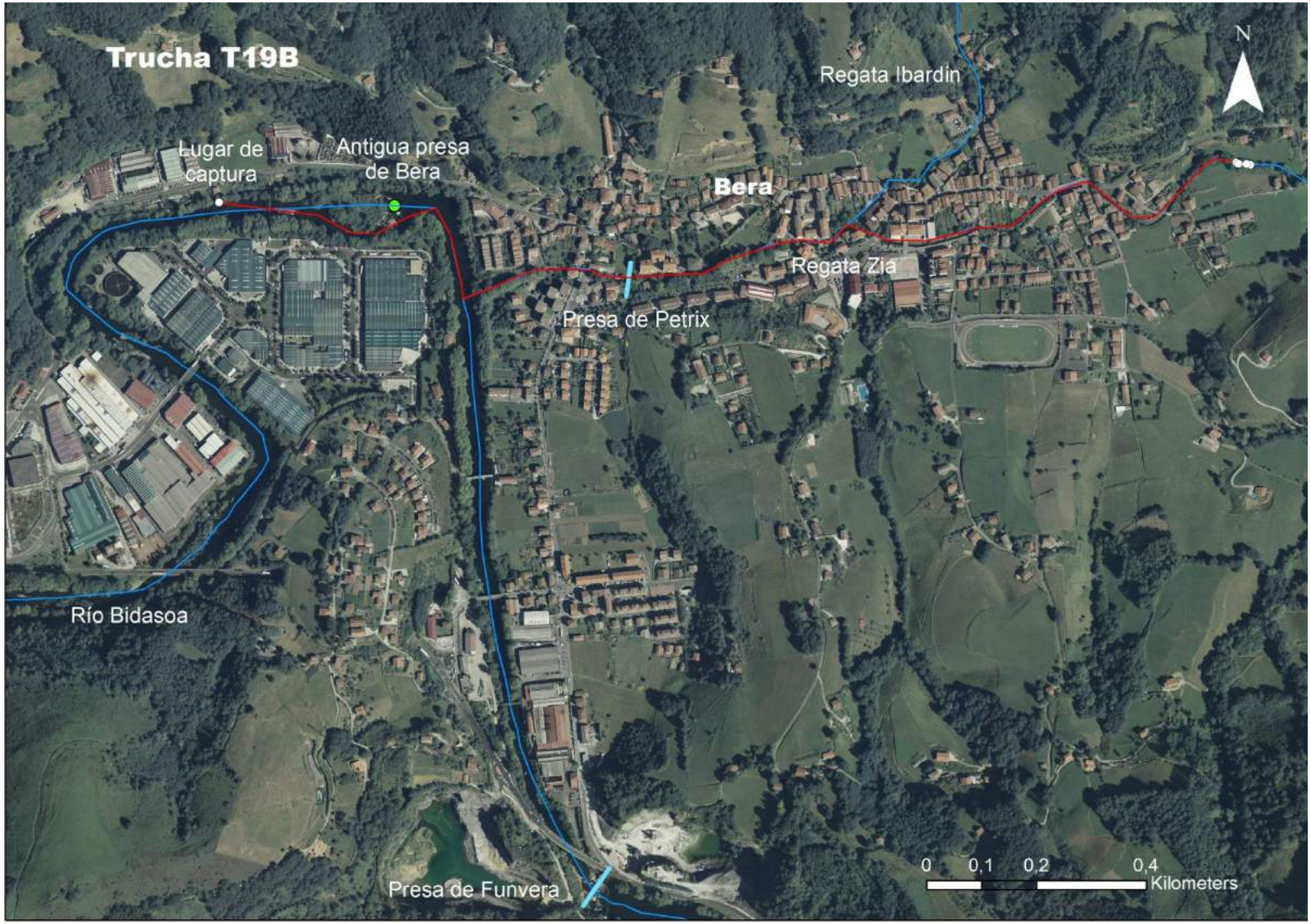
**Código de trucha** **T19B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 186 | g | **Frecuencia** | 148.299 | MHz |
| **Longitud** | 253 | mm | **PIT** | 07116DB25A4E1436 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | No | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 2.160 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | No | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | 0 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Si | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Regata Zia, 1,5 Km aguas arriba de la desembocadura | | | | 607.680 | 4.792.974 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 74 | **Nº veces localizada** | | 6 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla se le pierde la pista durante mes y medio. El 20 de diciembre se vuelve a localizar en la regata Zia, aguas arriba de Bera (a unos 1,5 Km de la desembocadura) donde permanece hasta el final del seguimiento. Es probable que se sea el punto de freza.



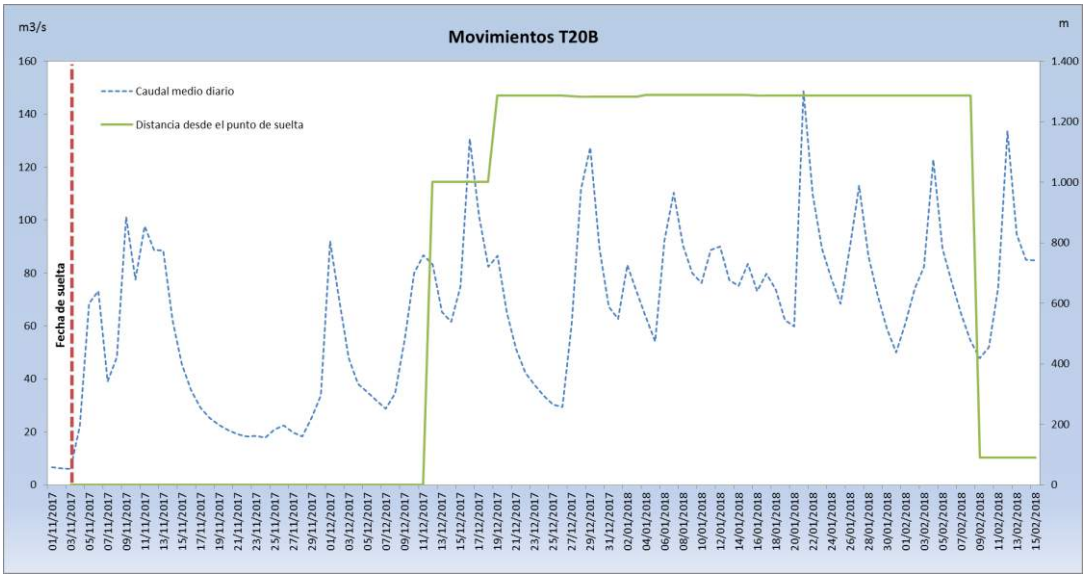

Trucha T19B
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Ibardin
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
N
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers

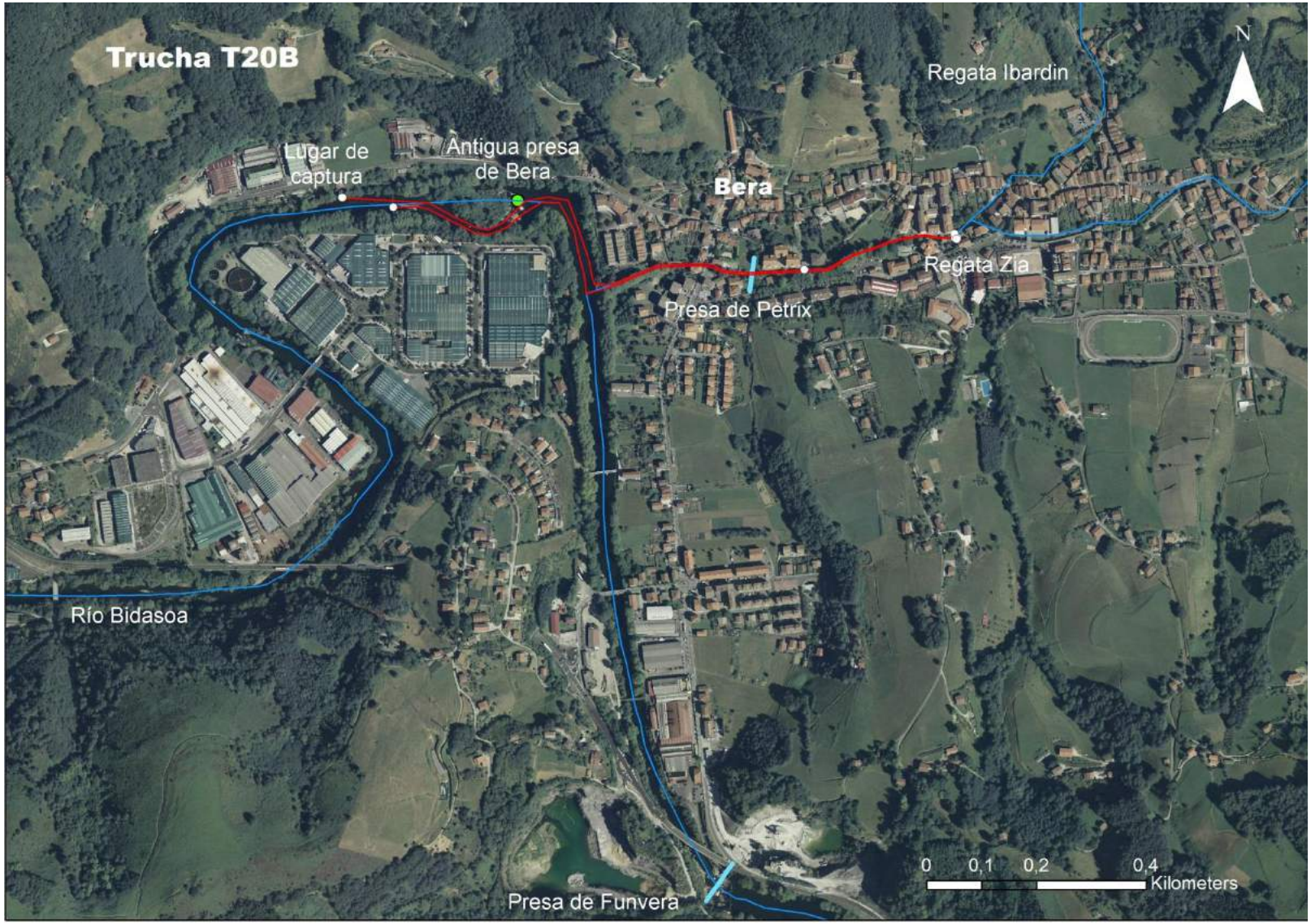
**Código de trucha** **T20B**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso** | 170 | g | **Frecuencia** | 148.760 | MHz |
| **Longitud** | 240 | mm | **PIT** | 07116DB25A4A9587 | |
| **Captura** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 02/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Suelta** | **Fecha** | | **UTM X** | **UTM Y** | |
| San Martín (Bera) | 03/11/2017 | | 605.810 | 4.792.931 | |
| **Regreso a zona de captura** | | Si | **Distancia máx aguas arriba (m)** | | 1.289 |
| **Regreso a zona de captura tras frezar** | | Si | **Distancia máx aguas abajo (m)** | | 0 |
| **Identificación de la zona de freza** | | Si | | **UTM X** | **UTM Y** |
| Regata Zia, 700m aguas arriba de la desembocadura | | | | 606.927 | 4.792.857 |
| **Duración del seguimiento (días)** | | 98 | **Nº veces localizada** | | 8 |

**Descripción de los movimientos**

Tras soltarla se le pierde la pista durante poco mas de un mes. El 12 de diciembre se vuelve a localizar en la regata Zia, aguas arriba de la presa de Petrix y continúa ascendiendo hasta un lugar a 700m de la desembocadura donde permanece al menos hasta mediados de enero. Es probable que ese sea el punto de freza. En febrero regresa al lugar donde fue capturada




Trucha T20B
Lugar de captura
Antigua presa de Bera
Bera
Regata Ibardin
N
Regata Zia
Presa de Petrix
Río Bidasoa
Presa de Funvera
0 0,1 0,2 0,4
Kilometers