

Seguimiento de los pasos para peces



Irekibai

ACCION D10

LIFE14 NAT/ES/000186

Migración 2016-17

Gestión Ambiental de Navarra



www.irekibai.eu

Gipuzkoako
Foru Aldundia



Diputación Foral
de Gipuzkoa



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

Nafarroako
Gobernua



Gobierno
de Navarra

Nafarroako
Ingurumen
Kudeaketa, S.A.



Gestión
Ambiental de
Navarra, S.A.

Indice

1. RESUMEN	2
2. ANTECEDENTES	3
3. INTRODUCCIÓN	5
4. TRABAJOS REALIZADOS	7
5. PLAN DE TRABAJO	7
6. OBJETIVOS	8
7. PASOS PARA PECES A SEGUIR	8
8. METODOLOGÍA.....	14
a) Seguimiento automático por antenas pasivas	15
b) Seguimiento por radiotransmisores.....	24
9. SEGUIMIENTO	28
a) Seguimiento automático en Murgues e Iruribieta	28
b) Seguimiento manual en Nabasturen.....	29
10. RESULTADOS	30
a) Seguimiento automático en la presa de Murgues	30
b) Seguimiento automático en el marco de Iruribieta	33
c) Radioseguimiento en Nabasturen.....	36
11. DISCUSIÓN	43
12. CONCLUSIONES	46
13. AGRADECIMIENTOS.....	47
14. REFERENCIAS	47
15. Anexo I: Resumen de los movimientos individuales observados	51

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 el cauce principal del río Bidasoa (Murgues y Nabasturen) y de un paso bajo la carretera NA-121-A, en la regata Iruribietta, afluente del Bidasoa. El estudio ha consistido en el seguimiento de truchas marcadas para verificar si los pasos para peces construidos permiten los movimientos migratorios de los salmónidos aguas arriba de los obstáculos. 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 65% de los peces marcados y liberados aguas abajo de la presa de Murgues, remontaron la escala para peces de ese obstáculo; en el caso de la Presa de Nabasturen, el porcentaje de peces marcados que superaron el obstáculo fue del 50%; y en el paso bajo la carretera NA-121-A (marco de Iruribietta), tan solo el 25% de los peces que se marcaron remontaron el paso aguas arriba durante la migración reproductiva. Además, cuatro de las truchas radiomarcadas llegaron hasta la presa de la Central Yanci II, de las que tres consiguieron remontarla. También ha podido observarse que los peces tienen que hacer un esfuerzo importante para remontar los pasos, siendo este un esfuerzo suplementario al que ya de forma natural supone la migración contra corriente.

El análisis de estos resultados indica que si bien las dos escalas del cauce principal del Bidasoa permiten los movimientos ascendentes de los reproductores, el esfuerzo que los peces han tenido que hacer en ambos casos para remontar el obstáculo indica 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. Además, se ha detectado que la escala de Nabasturen presenta algunas deficiencias que impiden que el azud pueda ser permeable en determinadas condiciones, por lo que sería conveniente llevar a cabo algunas modificaciones para asegurar que la llamada se concentre en la zona de la escala, facilitando así que los peces sean capaces de encontrar el dispositivo de paso. 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.

En lo que respecta al paso bajo la carretera (marco de Iruribieta), se ha detectado que tan solo los peces más grandes consiguen remontar el obstáculo, lo que pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo algunas mejoras que posibiliten el paso de los peces en su migración hacia los frezaderos situados aguas arriba. La longitud del paso (90 m) y la falta de refugios en todo el tramo, hacen que la velocidad del agua en el paso sea excesiva para algunos peces, provocando que los más pequeños no sean capaces de nadar desde un extremo hasta el otro. La creación de zonas de baja velocidad del agua a lo largo del tramo, que permita a los peces descansar durante el remonte, podría solucionar el problema.

Además, durante el estudio ha podido comprobarse cómo la migración reproductiva está fuertemente influenciada por los caudales circulantes, que este año han sido bajos debido a la escasez de lluvias. 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 8 Km para llevar a cabo la reproducción y otra estacionaria, que permanece inmóvil en un tramo de río reducido. También se ha puesto en valor la importancia que las regatas, como Latsa e Iruribieta, 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.

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 Latsa hasta la presa de la Central Yanci II consiguieron remontarla, demostrando que al igual que en los casos anteriores, con un buen mantenimiento la escala de esta presa es funcional. Tan solo una de las truchas siguió su camino aguas arriba hasta detenerse al pie de la Presa de la Angulera, obstáculo impermeable que no dispone de paso para peces.

La información obtenida en este estudio 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).

Finalmente, 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).

En el marco de este proyecto LIFE IREKIBAI, está previsto continuar con esta labor y llevar a cabo durante los próximos años el seguimiento de la funcionalidad de otros pasos para peces construidos en la cuenca del Bidasoa, lo que permitirá sacar conclusiones acerca de cómo mejorar las condiciones ecológicas de este río incluido en la Red Natura 2000.

3. INTRODUCCIÓN

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

Sin embargo, estudios más recientes sugirieron que los peces fluviales pueden tener una movilidad mayor que la inicialmente pensada (Fausch & Young, 1995) y que las poblaciones de salmónidos pueden estar divididas en un componente móvil y otro estacionario (Bridcut & Giller, 1993). El componente móvil podría ser importante para la sostenibilidad de las poblaciones de salmónidos, ya que permitiría a los individuos encontrar nuevos hábitats, lugares de alimentación y zonas de freza (Northcote, 1992; Fausch & Young, 1995) posibilitando las relaciones entre poblaciones, lo que mejora la variabilidad genética y aumenta las posibilidades de supervivencia de las metapoblaciones. Estos movimientos se han descrito como locales cuando se trata de escasos metros (Hill & Grossman, 1987; Elso, 1999a, Elso & Greenberg, 2001) o migratorios, cuando llegan a ser de hasta varios kilómetros (Clapp, Clark & Diana, 1990; Meyers, Thuemler & Kornely, 1992; Bridcut & Giller, 1993).

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

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

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

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

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

Por todo ello, hace años que el Gobierno de Navarra inició un programa de recuperación de la especie que ha dado como fruto el proyecto LIFE IREKIBAI, a través del cual se han planteado acciones de mejora del hábitat encaminadas a la recuperación de la continuidad longitudinal

del río. Entre estas acciones, se incluye el seguimiento de aquellos pasos para peces construidos hace años, pero que su funcionalidad permanece desconocida, al no haber sido aún comprobada. Para este año 2016 se han estudiado tres pasos para peces: dos escalas construidas en el cauce principal del río Bidasoa y un paso construido en un marco bajo la carretera NA-121-A en la regata Iruribieta, afluente del río Bidasoa. Durante el estudio se ha comprobado la franqueabilidad, el esfuerzo que los peces hacen para remontar el obstáculo y la importancia que algunas regatas y los pasos construidos tienen sobre la reproducción de las truchas adultas residentes en el cauce principal del río Bidasoa.

4. TRABAJOS REALIZADOS

Durante la temporada de migración 2016-17 se ha llevado a cabo el seguimiento de los pasos para peces de las centrales de Nabasturen y Murgues (en el cauce principal del río Bidasoa) y en el marco de Iruribieta (regata de Iruribieta), 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 Murgues e Iruribieta. **Estado: finalizado.**
- d) Diseño, construcción y puesta a punto de equipos en los pasos de Murgues e Iruribieta, 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 Murgues e Iruribieta. **Estado: finalizado.**
- f) Captura y marcaje de peces con PIT Tags en Murgues e Iruribieta y con radiotransmisores y PIT en Nabasturen, mediante cirugía sencilla. Como estaba previsto en proyecto, se marcaron 20 peces en cada obstáculo. **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. **Estado: en marcha.**
- i) Elaboración de todos los datos recopilados y redacción del informe final. **Estado: finalizado.**

Este protocolo de trabajo se repetirá en los próximos años en los otros obstáculos incluidos en la propuesta LIFE IREKIBAI, según el Plan de Trabajo que se expone en el siguiente apartado.

5. PLAN DE TRABAJO

Con el objetivo de evitar posibles interferencias en los movimientos migratorios de las truchas por el desarrollo de las actuaciones de derribos de las presas de Endarlatsa y Bera (Acciones C6 y C7 del LIFE IREKIBAI, respectivamente), se decidió modificar el calendario previsto en el

proyecto original. La presa de Endarlatsa se encuentra inmediatamente aguas abajo de la de Las Nazas y la de Bera inmediatamente aguas arriba de esta. Las obras de derribos de presas causan perturbaciones temporales en el cauce que podrían afectar al movimiento natural de los peces durante la migración, por lo que para evitar que estas perturbaciones pudieran generar falsos resultados durante el seguimiento, este año en el río Bidasoa se ha controlado el paso de Murgues (situado aguas arriba y fuera de la zona de influencia de las obras) en lugar del paso de Las Nazas, previsto para este año pero que se controlará en próximas campañas.

Por lo tanto, según este Plan de Trabajo modificado, dentro del marco del proyecto LIFE IREKIBAI en la cuenca del Bidasoa en la temporada 2017-18 se llevará a cabo el seguimiento de los obstáculos de Yanci I, Jorajuria, Salto de Sunbilla, San Tiburcio y Molino de Doneztebe y en la temporada 2018-19 los de Endarlatsa, Las Nazas, Bera y el Molino de Bera. Esto significa que el Plan de Trabajo incorpora el seguimiento de tres obstáculos más de los inicialmente previstos en el proyecto (Endarlatsa, Bera y salto de Sunbilla), que se llevarán a cabo sin un aumento de la dedicación, al optimizar el uso de los recursos disponibles.

6. OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo es verificar que los pasos para peces construidos en los tres 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.

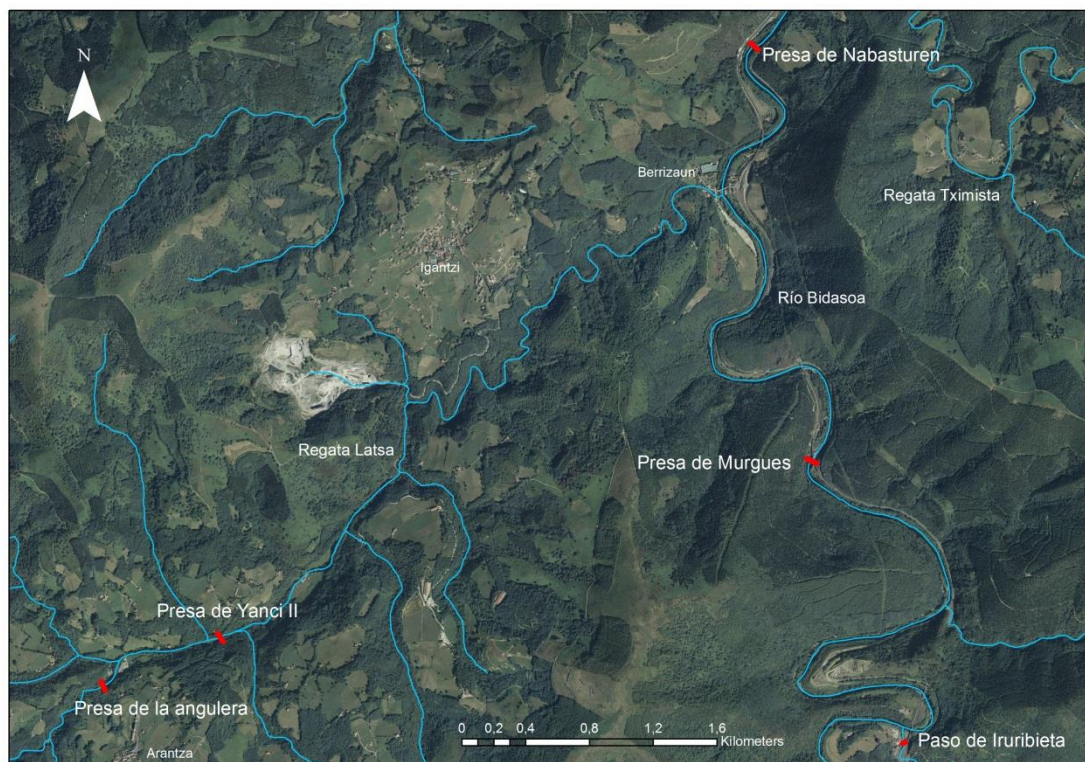
Se ha estudiado cuántos peces de los que se marcaron han remontado los dispositivos, cual es el esfuerzo que han tenido que hacer, si los peces que lo han remontado tienen unas características diferentes a los que no (tamaño, etc.) y cuáles son las fechas y condiciones hidrológicas dominantes en el momento de remontar el paso de peces. Además de los tres obstáculos objeto de estudio, se ha podido verificar la funcionalidad de otros pasos que se presentaron en la migración reproductora.

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.

7. PASOS PARA PECES A SEGUIR

Durante la temporada de migración 2016-17 se ha llevado a cabo el seguimiento de los pasos para peces de las centrales de Nabasturen y Murgues (en el cauce principal del río Bidasoa) y en el marco de Iruribieta (regata Iruribieta, afluente del Bidasoa), todos ellos situados en la mitad inferior de la cuenca del Bidasoa.

Aunque inicialmente no eran objeto de estudio, ni se encuentran incluidos en la propuesta del proyecto LIFE IREKIBAI, las largas migraciones de las truchas reproductoras han permitido comprobar la franqueabilidad de otros dos obstáculos situados en la zona de estudio, en la regata Latsa: la presa de la Central Yanci II y la Presa de la Angulera, ambas en el municipio de Arantzua.



Mapa 1: Ubicación de los pasos para peces estudiados en la cuenca del río Bidasoa durante 2016

Central de Nabasturen

El obstáculo es un azud de hormigón de perfil vertical y 6 metros de altura, situado en el cauce principal del río Bidasoa en el municipio de Igantzi (UTM X: 607.469; UTM Y: 4.787.945), que embalsa una longitud fluvial de 1.200 metros. Dispone de una escala de artesas como dispositivo de paso para los peces en la margen izquierda del río Bidasoa, mientras que el canal de derivación de la central se ubica en la margen derecha. 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 11 metros (primer tramo) y 23 metros (segundo tramo) de longitud. En el primer tramo hay 3 artesas y en el segundo 11, con otra artesa más en la curva entre un tramo y otro. Las artesas dividen el desnivel a franquear en pequeños saltos de 30 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.



Foto 1: Azud y dispositivo de paso para peces de la Central de Nabasturen

Central de Murgues

El obstáculo es un azud situado en el cauce principal del río Bidasoa (UTM X: 607.834; UTM Y: 4.785.326), también en el municipio de Igantzi, en un tramo que se encuentra cortocircuitado por la derivación de la central Yanci I, por lo que el caudal circulante en el río aguas arriba de este azud ya es más bajo que el caudal natural. Se trata de un azud de mampostería de 3,3 metros de altura y que embalsa una longitud fluvial de 1.000 metros. Dispone de una escala de artesas en la margen izquierda del río Bidasoa, junto al canal de derivación de la central que se ubica en la misma margen. Al igual que en el caso anterior, esta escala también es de artesas sucesivas con escotaduras alternas y orificios sumergidos. Consta de dos tramos de aproximadamente 17 metros (primer tramo) y 25 metros (segundo tramo) de longitud. En el primer tramo hay 4 artesas y en el segundo 7, con otra artesa más en la curva entre un tramo y otro. También en este caso la entrada de los peces desde el río a la escala se hace desde una poza 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 la entrada de flotantes.

La escala dispone de orificios sumergidos que permiten el paso de los peces nadando en lugar de saltando a través de las escotaduras, posibilitando así las migraciones de individuos pequeños y de especies que no saltan, como la anguila. Sin embargo, durante el estudio se detectó que los orificios sumergidos de las artesas situadas aguas arriba se encontraban completamente obstruidos por la acumulación de gravas.



Foto 2: Azud y dispositivo de paso para peces de la Central de Murgues

Marco de Iruribieta

El obstáculo es un marco de hormigón, construido para permitir el flujo de la regata Iruribieta bajo el cruce de las carreteras NA-1210 y N-121-A, en el pK 53,500 de esta última (UTM X: 608.476; UTM Y: 4.783.472) durante las obras de ampliación de la carretera entre los años 2008 y 2009. La construcción del marco de hormigón, dejó como resultado un paso de 4 metros de anchura y 90 de longitud donde el agua fluía con escasa profundidad y demasiada velocidad como para poder ser recorrido en toda su longitud por los peces. Por ello, el Gobierno de Navarra llevó a cabo una actuación en 2012 consistente en estrechar el cauce y concentrar el caudal de aguas bajas en la margen derecha del marco para asegurar que los peces podían atravesarlo en ambas direcciones.

Este canal, de 1m de anchura y 0,26m de altura, está a su vez dividido por deflectores alternos de 0,75m cada 2,8m de la longitud del canal, lo que permite que el agua vaya perdiendo velocidad y disipando su energía, mejorando las condiciones para que los peces puedan remontar el obstáculo. Sin embargo, durante el estudio se detectó que algunos de estos pasos (los situados aguas arriba) se encontraban completamente obstruidos por la acumulación de gravas.



Foto 3: Marco de hormigón y dispositivo de paso para peces en la regata Iruribieta durante el estiaje

El funcionamiento hidrológico de esta regata se ve condicionado por la presencia de un aliviadero del canal de derivación de la Central Yanci I, situado 350 m aguas arriba del paso para peces, ya que cuando se hace uso del aliviadero, por la regata circulan caudales muy superiores a los que cabría esperar de forma natural en esta regata.

Además de estos tres pasos, objeto de seguimiento por este estudio, se describen las características de otros dos obstáculos que han tenido su importancia en la migración de la trucha, como se verá más adelante.

Central de Yanci II

El obstáculo es un azud situado en la regata Latsa (UTM X: 604.149; UTM Y: 4.784.215), en el municipio de Arantza, que deriva agua para la central hidroeléctrica Yanci II, situada en la desembocadura de esta regata al Bidasoa. Se trata de un azud de sillería vertical de 6 metros de altura y que embalsa una longitud fluvial de 180 metros. Dispone de una escala de peces tipo Denil en la margen izquierda del río, mientras que el canal de derivación de la central se ubica en la margen derecha. La longitud total de la escala es de aproximadamente 27 metros, divididos en tres tramos de aproximadamente 10 metros (los dos primeros tramos) y 7 metros (el tercer tramo).



Foto 4: azud y dispositivo de paso para peces de la Central Yanci II

La angulera

El obstáculo es un azud situado en la regata Latsa aguas arriba del anterior (UTM X: 603.406; UTM Y: 4.783.910), también en el municipio de Arantza, que derivaba agua para la angulera, situada en el mismo lugar. Se trata de un azud de hormigón vertical de 8,5 metros de altura y que embalsa una longitud fluvial de 180 metros. No dispone de ningún tipo de dispositivo de paso para peces, por lo que se trata de un obstáculo infranqueable, aunque el azud está construido sobre un salto natural, por lo que aunque el azud no existiera el paso hacia aguas arriba seguiría siendo infranqueable.



Foto 5: Presa de la angulera

8. 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 del proyecto LIFE IREKIBAI. Es conocido que las dos especies tienen un comportamiento migratorio reproductivo similar en la cuenca del Bidasoa, por lo que los datos que se obtengan relativos a la capacidad de remonte de un obstáculo, fechas de migración, caudales, etc. de la trucha, serían aplicables al salmón. Es política del Gobierno de Navarra interferir lo menos posible en la reproducción del salmón salvaje, especie escasa en el Bidasoa para la que cada reproductor puede ser vital en el proceso de recuperación de sus poblaciones, razón por la que se decidió llevar a cabo el trabajo con la trucha común.

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

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

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

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

En cada lugar se han marcado 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 Nabasturen, "M" para las de Murgues e "I"

para las de Iruribieta. Se explican a continuación los fundamentos de los dos métodos de seguimiento:

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 microchips.

Antenas

Se han utilizado dos equipos CIPAM de detección automática de marcas PIT (Passive Integrated Transponder) de doble antena, con funciones de lectura y registro. Los equipos fueron instalados en el azud de Murgues y en el paso de Iruribieta y se alimentaron por corriente proporcionada por una toma conectada a los automatismos de derivación de agua de la central, en el caso de Murgues, y a una toma de corriente de los propietarios de Iruri Motor, en el caso de Iruribieta. En ambos casos las tomas de corriente fueron gentilmente cedidas por los propietarios, lo que se agradece sinceramente.

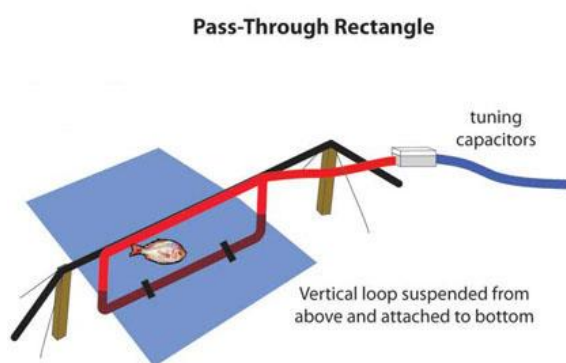
Los equipos de detección de marcas PIT de CIPAM, constan de una unidad central (o CPU) conectada a dos antenas RFID que se instalan en la entrada, aguas abajo, y salida, aguas arriba del paso para peces, de manera que cualquier pez marcado sea detectado y registrado tantas veces como atravesase cualquiera de estos dos puntos y en cualquiera de las direcciones: remonte y descenso. El recuento y el almacenamiento de datos se realizan en una tarjeta CPU VIPER que funciona con el sistema operativo Linux y está equipada con un disco FLASH. La capacidad de almacenamiento permite registrar y almacenar alrededor de 46.000 movimientos. Estos recuentos permanecen almacenados en la memoria incluso en el caso de cortes eléctricos prolongados. Los dos equipos tienen además una batería auxiliar que se activa en caso de corte del suministro eléctrico, lo que permitiría que los equipos estuvieran funcionando durante algún tiempo. La tarjeta CPU está equipada con una pantalla LCD táctil y un programa provisto de una interfaz sencilla y de fácil manejo. Todo el equipo se aloja protegido de las inclemencias climatológicas en una caseta de madera construida a tal efecto.



Foto 6: detalle del equipo de detección de marcas PIT de CIPAM

La descarga de los datos almacenados se realiza con ayuda de la aplicación HyperTerminal instalada en un ordenador portátil. El fichero descargado es un archivo con formato de texto (*.cvs), en el que los diferentes campos están separados por punto y comas, por lo que puede ser importado directamente sobre una hoja de cálculo (Microsoft Excel u otras). La información que aporta este fichero contiene el código de emplazamiento de la antena, el código del transponder, la fecha y la hora de paso, permitiendo llevar a cabo el estudio individualizado del comportamiento de los peces en el dispositivo de paso.

Durante la realización de este trabajo, se han utilizado dos tipos de antenas para adaptarse mejor a las características de cada uno de los dos obstáculos: pass-through y pass-over. El primer tipo, son antenas 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.



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

El segundo, es el caso en el que el pez nada por encima de la antena, colocada horizontalmente sobre el cauce, a través del campo magnético creado.



Esquema 2: Esquema de una antena Pass-Over (Fuente: Oregon RFID)

Las antenas de doble inductancia crean un campo electromagnético de acción tridimensional capaz de activar la etiqueta pasiva RFID incluida en la PIT tag que contiene el pez, lo que permite al chip transmitir la información de identificación de la etiqueta. La señal es captada por la antena y llevada hasta un lector RFID, que se encarga de leer la información y pasarla en formato digital a la aplicación instalada en la CPU. Las antenas son construidas a medida para que encajen en los lugares por los que van a pasar los peces sin que exista hueco alguno por el que puedan pasar sin ser detectados y no pueden utilizarse en su construcción elementos metálicos, ya que podrían interferir en el campo de lectura de las antenas.

Las antenas se conectan con la caja de sintonía que debe de ser programada en función de las dimensiones de la antena y las mediciones de inductancia derivadas de estas. El objetivo es crear un campo electromagnético de dimensiones tales que permita la detección de cualquier

pez que pase por el campo, siendo lo suficientemente amplio como para abarcar toda la superficie de la antena, pero lo suficientemente pequeño como para no detectar movimientos de peces que ocurran en las inmediaciones y que no estén atravesando la antena. Este es un aspecto importante ya que de no construirse de forma correcta, las antenas pueden estar detectando movimientos de peces que se encuentran en las cercanías pero que no están transitando a través del dispositivo objeto de estudio, generando falsos resultados.

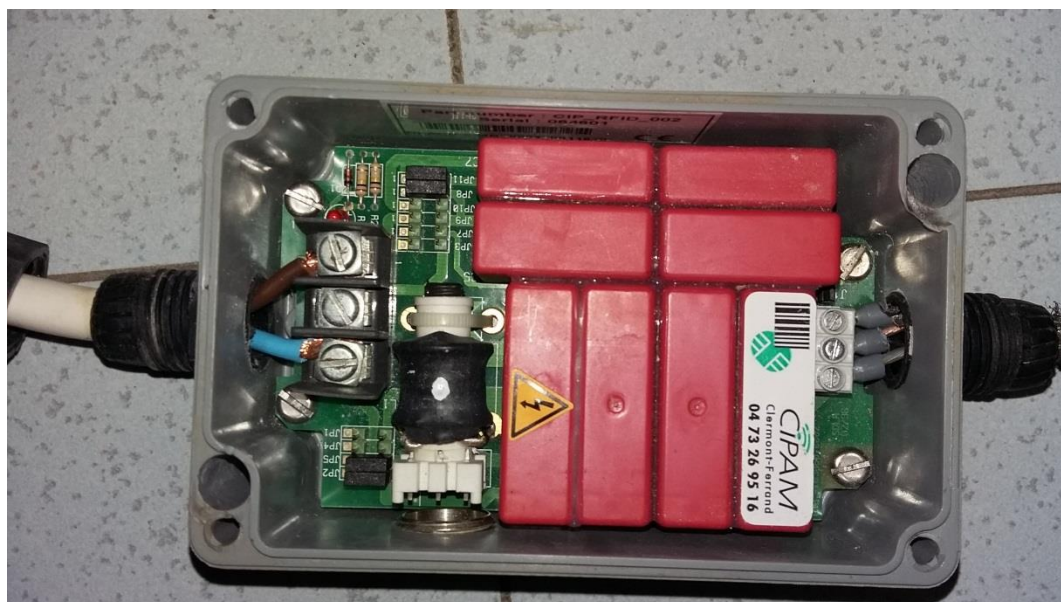
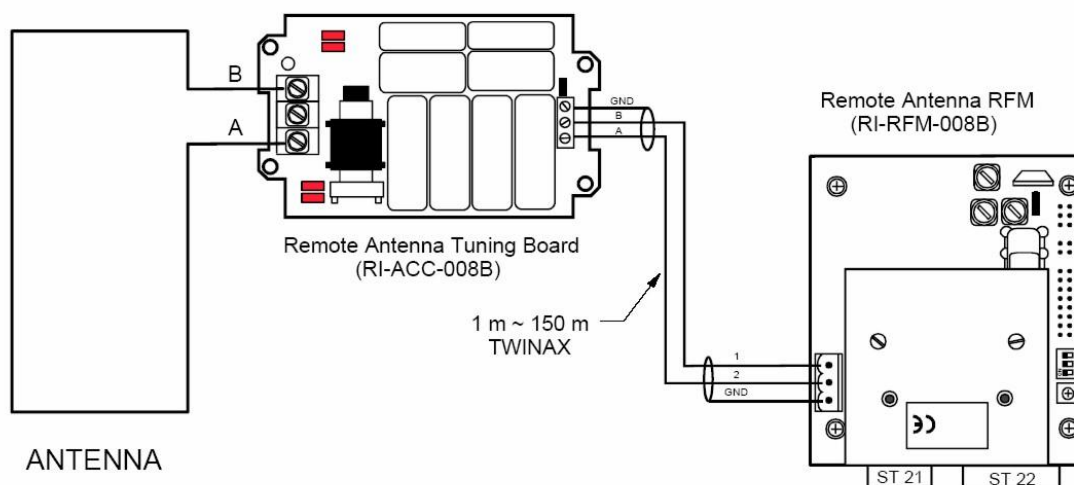


Foto 7: Detalle de la caja de sintonía

La caja de sintonía se conecta a su vez con la CPU a través de un cable TWINAX, un tipo de cable similar al coaxial pero con dos conductores internos de cobre en lugar de uno. El siguiente dibujo muestra de forma esquemática todo el sistema:



Esquema 3: Conexión del sistema de detección de marcas PIT (Fuente: CIPAM)

Instalación y características de las antenas

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.

Para el seguimiento de la escala de Murgues se construyeron dos antenas pass-through utilizando listones de madera tratada de 7x7 cm en los que se embutió el cable de la antena. Con los listones se construyeron rectángulos a medida de las escotaduras de la escala para peces de dimensiones apropiadas como para asegurar que el campo electromagnético creado se cerraba sin dejar ningún punto ciego (0,5x2,7m la antena situada en la entrada de la escala y 0,75x1,05m la antena de la salida). Una vez construidas, las antenas fueron testadas y sintonizadas en las instalaciones de GAN-NIK antes de su instalación en campo, lo que permitió ajustar el campo electromagnético de detección. Para facilitar la colocación de las antenas, el propietario de la central cortó el paso del agua a través de la escala, lo que permitió trabajar en condiciones de poco caudal. Al tratarse de artesas de escotaduras pero con orificios sumergidos, los orificios fueron tapados, obligando así a los peces a remontar la escala a través de las escotaduras donde las antenas habían sido instaladas, asegurando así que su paso era detectado por las antenas. Esto tan solo fue necesario hacerlo en la artesa situada aguas abajo, ya que el orificio de la artesa de aguas arriba se encontraba completamente obstruido por las gravas acumuladas.



Foto 8: Labores de instalación de los equipos de detección en la central en Murgues

Las dos antenas se conectaron a sus cajas de sintonía y estas a su vez a la unidad CPU por medio de cable TWINAX, que permite la transmisión de la señal generada a distancias relativamente grandes (hasta 150m). La caseta donde se alojaba la unidad CPU y las tarjetas de lectura, se situó en un lugar seguro y a salvo de las avenidas, junto a los automatismos de derivación de agua de la central.



Foto 9: Antena pass-through instalada en la escala de peces de Murgues

En el caso de Iruribietta, las dimensiones del marco construido bajo la carretera (4 metros de anchura) no hacen posible la utilización de antenas pass-through para controlar el paso de los peces, ya que no sería posible construir un campo electromagnético de ese tamaño sin que se produjeran puntos ciegos. Por ello se optó por construir antenas pass-over, que colocadas horizontalmente sobre el cauce, detectan el paso del pez cuando este nada sobre la antena. Se construyeron dos antenas a medida utilizando tubos de PVC convencionales (utilizados en instalaciones eléctricas) de 25 mm de diámetro en los que se insertó el cable de la antena. Las antenas cubrían la totalidad de la anchura del cauce y tenían una forma rectangular de 4x0,50 m, estando fijadas al cauce mediante abrazaderas aisladas por goma, lo que evita las interferencias generadas por el metal. Las antenas fueron construidas respetando la morfología del canal de aguas bajas construido en la margen derecha, asegurando así que el campo de detección abarcaba la anchura total del marco. Al igual que en el caso anterior, las antenas fueron testadas y sintonizadas en las instalaciones de GAN antes de su colocación en campo, permitiendo un ajuste fino del tamaño del campo electromagnético creado. Para asegurar que las antenas eran operativas en todas las condiciones hidráulicas que se pudieran dar a lo largo del periodo de estudio, se garantizó que las antenas podían detectar los peces que nadaran sobre ellas incluso en condiciones en las que el aumento de caudal aumentara la profundidad del agua hasta los 0,60m, aunque esas condiciones sean poco probables en una regata de estas dimensiones. La caseta con la CPU se ubicó fuera del túnel, en un lugar seguro

y discreto y las antenas y sus cajas de sintonía fueron conectadas a la CPU a través de cable TWINAX de 96 m de longitud.



Foto 10: antena pass-over instalada en el túnel de Iruribieta en estiaje

Tanto en Murgues como en Iruribieta, el buen estado de las antenas y del resto del sistema de control automático fue comprobado con una periodicidad semanal, en las visitas de campo realizadas para la descarga de datos del sistema.

Marcaje con PIT

Las truchas a marcar fueron capturadas los días 14 y 19 de octubre en Murgues, 14 de octubre en Nabasturen y el 16 de noviembre en Iruribieta, mediante pesca eléctrica realizada por el personal de GAN-NIK, en colaboración con el personal perteneciente a la Ronda Central del Guarderío del Departamento de Medio Ambiente, todos ellos 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 180 mm) y se procuraron pescar la mitad de los individuos aguas arriba y la otra mitad aguas abajo del obstáculo correspondiente, aunque en el caso de Iruribieta esto no fue posible debido al escaso número de peces encontrados aguas arriba del obstáculo. 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 11: Captura de los peces mediante pesca eléctrica al pie de la presa de la central de Nabasturen

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. Las PIT tags son etiquetas RFID de lectura, alojadas en ampollas de vidrio de 3,65 mm de diámetro que tan solo pesan 0,8 gramos y cumplen con las normas ISO 11784/11785. Al ser etiquetas pasivas, no poseen alimentación eléctrica: la señal que les llega de los lectores a través del campo electromagnético de las antenas es quien induce una pequeña corriente eléctrica, suficiente como para generar y emitir una señal que contiene el código identificador. Por lo tanto, una PIT tag tan solo se activa para emitir la señal de su código al entrar en el campo electromagnético creado por la antena receptora, por lo que tal y como se ha demostrado en otros trabajos, este tipo de marcas no produce ningún efecto negativo en el pez ni en su comportamiento. Dependiendo del tamaño de la antena y de la potencia y frecuencia a la que opera el lector, una PIT tag puede leerse a distancias de hasta 6 metros, aunque para el trabajo con peces es recomendable utilizar distancias menores para evitar malas interpretaciones de los datos obtenidos.



Foto 12: 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 Murgues:

MURGUES (capturadas 14 y 19/10/2016)				
Nº trucha	Código PIT	Lugar de captura	Talla (mm)	Peso (g)
T1M	07116DB25A4E6338	Aguas abajo	250	210
T2M	07116DB25A4E0A31	Aguas abajo	313	379
T3M	07116DB25A4E0235	Aguas abajo	310	359
T4M	07116DB25A4E8927	Aguas abajo	338	432
T5M	07116DB25A4E4C3A	Aguas abajo	281	257
T6M	07116DB25A4EA530	Aguas abajo	259	235
T7M	07116DB25A4E1B25	Aguas abajo	208	105
T8M	07116DB25A4E3226	Aguas abajo	259	208
T9M	07116DB25A4E5738	Aguas abajo	264	219
T10M	07116DB25A4E0632	Aguas abajo	225	131
T11M	07116DB25A4E3032	Aguas arriba	333	460
T12M	07116DB25A4E1831	Aguas arriba	300	333
T13M	07116DB25A4E483D	Aguas arriba	330	452
T14M	07116DB25A4E0F32	Aguas arriba	254	231
T15M	07116DB25A4E3832	Aguas arriba	244	207
T16M	07116DB25A4E0739	Aguas arriba	256	194
T17M	07116DB25A4E5327	Aguas arriba	278	238
T18M	07116DB25A4E4931	Aguas arriba	274	244
T19M	07116DB25A4E032F	Aguas arriba	225	141
T20M	07116DB25A4E272F	Aguas arriba	245	184

Tabla 1: características de las truchas marcadas en Murgues

Aunque las truchas capturadas aguas abajo de la presa presentan una longitud y peso ligeramente superior a los de las truchas capturadas aguas arriba, la diferencia no es estadísticamente significativa, por lo que se puede considerar que ambos grupos presentan similares características morfológicas.

	LF (mm)		Peso (g)		K	
	x	SD	x	SD	x	SD
Capturadas arriba	min	max	min	max	min	max
	271	40,5	252	106,1	1,212	0,079
Capturadas abajo	min	max	min	max	min	max
	208	338	105	432	1,119	1,353
Capturadas abajo	min	max	min	max	min	max
	274	36,8	268	110,6	1,251	0,100
Capturadas abajo	min	max	min	max	min	max
	225	333	141	460	1,108	1,425

Tabla 2: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas capturadas aguas arriba y abajo de la presa de Murgues (n=10 para cada grupo)

La captura de los peces en la regata Iruribietta tuvo que posponerse hasta el mes de noviembre, ya que en las pescas eléctricas que se llevaron a cabo en fechas anteriores fue imposible capturar peces del tamaño mínimo necesario para llevar a cabo el estudio. Esto fue

debido al escaso caudal de la regata, que ofrecía muy pocos lugares con un hábitat apropiado para peces del tamaño deseado. Tras las lluvias de principios de noviembre, se produjo un aumento de caudal que atrajo a las truchas más grandes, probablemente desde el río Bidasoa. A pesar de ello, resultó complicado capturar suficientes truchas grandes: aguas abajo del obstáculo se pescó un tramo de 175m de regata, donde se capturaron 16 truchas de un tamaño justo para poder ser marcadas. Pero aguas arriba del obstáculo, a pesar de pescarse un tramo de 350m de la regata, tan solo fue posible capturar 4 truchas. En la siguiente tabla se incluyen las características de las 20 truchas marcadas en Iruribieta:

IRURIBIETA (16/11/2016)				
Nº trucha	Código PIT	Lugar de captura	Talla (mm)	Peso (g)
T1I	07116DB25A4E5827	Aguas arriba	348	503
T2I	07116DB25A4E6626	Aguas arriba	290	270
T3I	07116DB25A4E1C3A	Aguas arriba	262	203
T4I	07116DB25A4EA326	Aguas arriba	205	80
T5I	07116DB25A4E6631	Aguas abajo	190	89
T6I	07116DB25A4E7F26	Aguas abajo	230	137
T7I	07116DB25A4EAC27	Aguas abajo	232	135
T8I	07116DB25A4E342A	Aguas abajo	223	126
T9I	07116DB25A4E1236	Aguas abajo	204	64
T10I	07116DB25A4E9638	Aguas abajo	213	76
T11I	07116DB25A4E5A3D	Aguas abajo	205	68
T12I	07116DB25A4E0C39	Aguas abajo	199	66
T13I	07116DB25A4E2732	Aguas abajo	191	61
T14I	07116DB25A4E8526	Aguas abajo	180	56
T15I	07116DB25A4EA631	Aguas abajo	184	50
T16I	07116DB25A4E7638	Aguas abajo	188	64
T17I	07116DB25A4E5725	Aguas abajo	184	50
T18I	07116DB25A4E3426	Aguas abajo	180	46
T19I	07116DB25A4EAC38	Aguas abajo	175	44
T20I	000000008ED412F	Aguas abajo	168	38

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

En este caso, la diferencia de tamaño de las truchas capturadas aguas arriba es estadísticamente superior al de los peces capturados aguas abajo del obstáculo, aunque es necesario indicar que el tamaño de la muestra utilizada en el análisis es muy pequeño.

	LF (mm)		Peso (g)		K	
	x	SD	x	SD	x	SD
Capturadas arriba	min	max	min	max	min	max
	276,3	59,5	264,0	177,7	1,089	0,113
Capturadas abajo	205	348	80	503	0,929	1,194
	196,6	19,6	73,1	32,2	0,914	0,163
	168	232	38	137	0,754	1,298

Tabla 4: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas capturadas aguas arriba y abajo del obstáculo de Iruribieta (n=16 aguas abajo y n=4 aguas arriba)

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. De entre todos individuos capturados (procedentes de aguas arriba y abajo del azud, igual que en los casos anteriores), se seleccionaron 20 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, 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 13: 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.

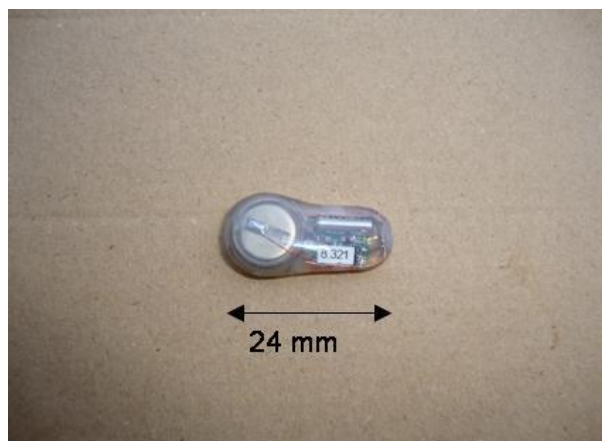


Foto 14: Radiotransmisor

Durante la intervención quirúrgica, a estas 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 los dispositivos de paso de la escala de Murgues o el marco de Iruribieta.

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 la poza situada aguas abajo del azud de la central de Nabasturen.



Foto 15: Liberando las truchas marcadas

A lo largo de la primera semana (los días 17 y 20 de octubre) después de su liberación, dos de las truchas radiomarcadas fueron localizadas muertas. Una de ellas había sido depredada y tan solo se encontró el transmisor entre la vegetación, lejos del agua, mientras que la segunda apareció muerta en el mismo lugar donde había sido soltada. En ambos casos los transmisores fueron recuperados y reutilizados para marcar otras dos truchas capturadas aguas arriba, en la presa de Murgues, que fueron liberadas los días 20 y 28 de octubre. En la siguiente tabla se incluyen las características de las 20 truchas que finalmente formaron parte del seguimiento en la presa de Nabasturen:

NABASTUREN (14/10/2016)					
Nº trucha	Código PIT	Lugar de captura	Talla (mm)	Peso (g)	Frecuencia (MHz)
T1N	07116DB25A4E5C3D	Aguas arriba	238	171	148.101
T2N	07116DB25A4E9930	Aguas arriba	310	340	148.162
T3N	07116DB25A4E0032	Aguas abajo	331	434	148.222
T4N	07116DB25A4E213A	Aguas abajo	395	738	148.281
T5N	07116DB25A4E3825	Aguas abajo	328	429	148.342
T6N	07116DB25A4E673D	Aguas arriba	275	231	148.402
T7N	07116DB25A4EA226	Aguas arriba (Murgues)	288	271	148.462
T8N	07116DB25A4E2735	Aguas abajo	323	425	148.522
T9N	07116DB25A4E2131	Aguas abajo	309	383	148.581
T10N	07116DB25A4E5225	Aguas abajo	269	240	148.639
T11N	07116DB25A4E4126	Aguas arriba	310	322	148.682
T12N	07116DB25A4E0B30	Aguas arriba	267	209	148.731
T13N	07116DB25A4EAC30	Aguas abajo	304	315	148.782
T14N	07116DB25A4E9238	Aguas arriba	263	236	148.851
T15N	07116DB25A4E7731	Aguas arriba	279	249	148.883
T16N	000000008ED4141	Aguas arriba (Murgues)	223	-	148.921
T17N	07116DB25A4E4230	Aguas abajo	225	122	148.962
T18N	07116DB25A4EA930	Aguas abajo	236	152	149.021
T19N	07116DB25A4E8936	Aguas abajo	209	120	149.081
T20N	07116DB25A4E6530	Arriba	260	205	148.809
Muerta	07116DB25A4E6436	Aguas abajo	235	158	148.921
Depredada	07116DB25A4E3A25	Arriba	300	266	148.462

Tabla 5: características de las truchas marcadas en Nabasturen

Aunque las truchas capturadas aguas abajo de la presa presentan una longitud y peso ligeramente superior a los de las truchas capturadas aguas arriba, la diferencia no es estadísticamente significativa, por lo que se puede considerar que ambos grupos presentan similares características morfológicas.

	LF (mm)		Peso (g)		K	
	x	SD	x	SD	x	SD
Capturadas arriba	min	max	min	max	min	max
	271	27,9	248	55,0	1,160	0,074
Capturadas abajo	223	310	171	340	1,081	1,297
	293	57,6	336	190,3	1,207	0,076
	209	395	120	738	1,071	1,314

Tabla 6: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas capturadas aguas arriba y abajo de la presa de Nabasturen (n=10 para cada grupo)

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 m². 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 (Latsa, Onin, Otsango y Tximista, 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 y fecha de los lugares de reproducción, condiciones hidráulicas adversas, mortandad de peces, o cualquier otra incidencia relevante.



Foto 16: Antena y receptor de radiofrecuencias

9. 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 retraso de las lluvias de otoño llevó consigo un retraso en esta migración reproductiva, por lo que el marcaje y el inicio del seguimiento se hizo el 14 de octubre de 2016, 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 31 de enero de 2017.

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, obtenidos a partir de los datos brutos de nivel registrados) para la estación del Río Bidasoa en Endarlatsa (código 1106), proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico. Es necesario indicar que como el límite del inicio de la curva de gasto nivel en esta estación se encuentra en $0,83 \text{ m}$ ($Q < 4,1 \text{ m}^3/\text{s}$), no es posible disponer del dato de caudal en los días en los que el nivel diario se mantuvo por debajo de este límite, por lo que para esos días se ha utilizado el caudal como $Q = 4,00 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si bien esta estación se sitúa a 13 Km aguas abajo de la presa de Nabasturen, sirve como referencia, al menos para los dos casos situados en el cauce principal del río Bidasoa. Pero es importante destacar que el azud de la central de Murgues, está situado en un tramo de río que se encuentra cortocircuitado por la derivación de la central Yanci I situada aguas arriba, por lo que el caudal circulante en el río en este punto ya es más bajo que el caudal natural y por lo tanto, que el caudal medido en Endarlatsa. Del mismo modo, hay que recordar que como se ha comentado anteriormente, el funcionamiento hidrológico de la regata Iruribietta se ve condicionado por la presencia de un aliviadero del canal de derivación de la Central Yanci I, situado 350 m aguas arriba del paso para peces en esta regata. Cuando se hace uso del aliviadero, por la regata circulan caudales muy superiores a los que cabría esperar de forma natural en esta regata, alterando su régimen. Como no es posible saber en qué momentos del estudio el aliviadero estuvo vertiendo agua (ni cuanta) sobre la regata, los datos de los caudales circulantes no deben tomarse más que como una aproximación al funcionamiento hidrológico la misma.

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 a diario en toda la zona de estudio.

a) Seguimiento automático en Murgues e Iruribietta

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. Una vez descargados los datos, se procedió a la interpretación y análisis de los patrones de movimientos 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 Nabasturen

En este obstáculo 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 al pie de la presa de Nabasturen, recorriendo los márgenes del río Bidasoa aguas arriba y abajo. Aguas arriba, se recorría el río hasta la presa de Murgues (unos 4 Km), punto en el que estaba ubicada la antena pasiva de marcas PIT que habría detectado la llegada de cualquiera de las truchas radiomarcadas. Esto nunca ocurrió, aunque una trucha estuvo cerca (T1N). Aguas abajo, el seguimiento se llegó a realizar hasta el tramo internacional del río Bidasoa (unos 13 Km aguas abajo del punto de suelta). Se incluyeron también en el seguimiento las regatas afluentes (Otsango, Tximista, Latsa y Onin principalmente, aunque también otras de menor entidad), recorriéndolas aguas arriba hasta llegar a algún punto en el que la presencia de obstáculos insalvables descartaba la presencia de las truchas aguas arriba (como la presa de La Angulera en Latsa).

Debido a la metodología utilizada, en este caso no fue posible obtener información acerca del momento de entrada y salida de la escala ni el tiempo transcurrido en ella, por lo que el esfuerzo no pudo ser evaluado. Esta metodología sí que permite saber si el pez ha remontado el paso, la fecha aproximada de paso y la identificación de movimientos migratorios, lo que permite identificar los lugares importantes, fechas y caudales durante la migración reproductiva.

10. RESULTADOS

Se analizan por separado los resultados obtenidos mediante el seguimiento automático (antenas PIT) y el radioseguimiento, ya que ninguna trucha radiomarcada llegó a migrar hasta las antenas PIT instaladas en Murgues o Iruribieta.

a) Seguimiento automático en la presa de Murgues

El seguimiento automático de las truchas marcadas comenzó el 14 de octubre de 2016, con la suelta de las primeras 7 truchas marcadas (todas ellas capturadas aguas abajo de la presa). El día 19 se liberaron las otras 13 truchas, 10 capturadas aguas arriba y tres aguas abajo. Todas las truchas fueron soltadas en el mismo lugar, en la poza aguas abajo de la presa de Murgues. El seguimiento concluyó el 6 de febrero de 2017, 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 115 días.

Durante este periodo se contabilizaron un total de 55 registros automáticos en las antenas, 32 en la antena situada aguas abajo y 23 en la antena aguas arriba. Todos los registros pudieron ser correctamente asignados a las truchas marcadas, no habiéndose obtenido ningún registro contradictorio o desconocido. Tan solo en un caso (T20M) se registró el paso del pez por la antena superior sin que se hubiera registrado su paso por la antena inferior, sin tener una explicación para ello.

Incidencias

Durante el periodo de estudio, tan solo se detectó una incidencia reseñable por mal funcionamiento de la antena situada aguas abajo. Entre los días 14 y 21 de diciembre, por causas desconocidas la antena dejó de funcionar, aunque al no registrarse ningún paso de peces por la antena superior en ese periodo, parece que no se perdió ningún dato reseñable. Posteriormente a esa fecha, la antena funcionó correctamente y durante el resto del estudio el equipo y las antenas funcionaron correctamente.

Entre los días 5 y 14 de diciembre, una rama arrastrada por la corriente a la escala de peces, estuvo atravesada en el punto de salto de una de las escotaduras de la escala donde estaba situada la antena (aguas arriba), dificultando el paso de los peces por la misma. En esas fechas se registraron hasta cinco intentos seguidos de una de las truchas por conseguir saltar la escotadura antes de tener éxito, lo que indica que si bien la rama dificultaba el paso, no lo impedía. El día 14 el personal de campo de GAN-NIK consiguió retirar la rama.

La avenida ocurrida a mediados de enero, provocó que la escala de peces, y por lo tanto las antenas, estuvieran completamente cubiertas por el agua, impidiendo que las antenas abarcaran todas las posibles rutas que un pez podría tomar. Pero es poco probable que en ese momento se produjera ninguna migración aguas arriba de las truchas, ya que los caudales eran demasiado grandes como para que una trucha pudiera nadar contracorriente (punta de casi 400 m³/s) y las fechas en las que ocurrió eran tardías como para que las truchas estuvieran migrando aguas arriba. Sin embargo, sí que es posible que durante esa avenida se produjeran movimientos descendentes, que no fueron detectados por el sistema.

Pasos por la escala

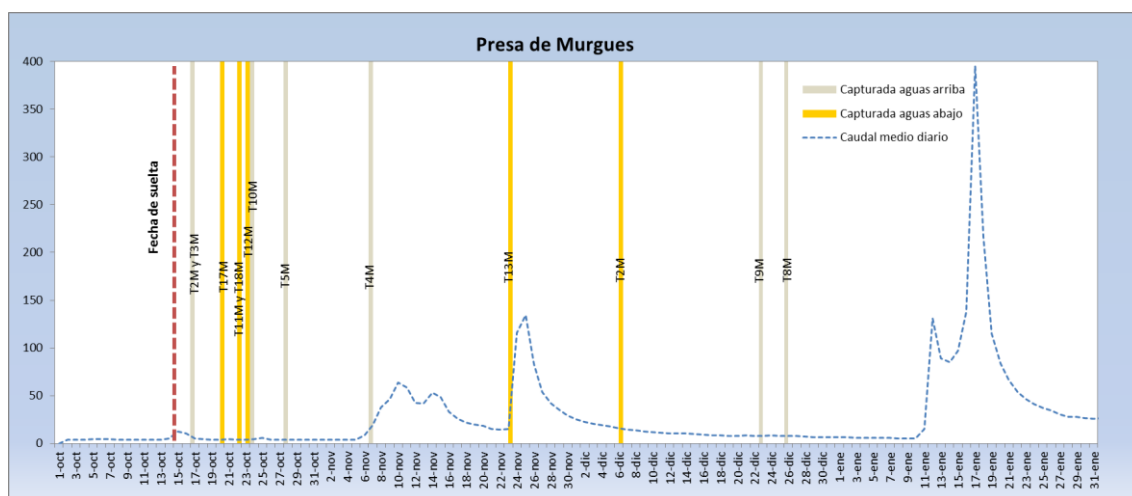
13 de las 20 truchas marcadas (65%) remontaron la escala de la presa de Murgues, y otra trucha más hizo un intento (T16M), aunque no llegó a remontar completamente la escala. Se desconoce qué ha sido de las 6 truchas restantes, ya que no se ha obtenido ningún registro de estas en ninguna de las antenas 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 13 truchas que remontaron la escala, 6 habían sido capturadas aguas arriba de la presa y 7 aguas abajo, por lo que no parece que en este caso haya diferencias en el origen de las truchas que expliquen la franqueabilidad. 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
T2M	Abajo	379	313	16/10/2016	T1M	Abajo	210	250
T3M	Abajo	359	310	16/10/2016	T6M	Abajo	235	259
T4M	Abajo	432	338	06/11/2016	T7M	Abajo	105	208
T5M	Abajo	257	281	27/10/2016	T14M	Arriba	231	254
T8M	Abajo	208	259	25/12/2016	T15M	Arriba	207	244
T9M	Abajo	219	264	22/12/2016	T16M	Arriba	194	256
T10M	Abajo	131	225	23/10/2016	T19M	Arriba	141	225
T11M	Arriba	460	333	21/10/2016				
T12M	Arriba	333	300	22/10/2016				
T13M	Arriba	452	330	22/11/2016				
T17M	Arriba	238	278	19/10/2016				
T18M	Arriba	244	274	21/10/2016				
T20M	Arriba	184	245	05/12/2016				

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

No se ha identificado ningún patrón distintivo en las fechas en las que las truchas de un origen u otro (aguas arriba o aguas abajo) remontaron la escala. Tampoco 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 trece truchas remontó la escala.



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

Sí que se han observado diferencias en el peso y longitud 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.

	<i>LF (mm)</i>		<i>Peso (g)</i>		<i>K</i>		<i>n</i>
	x min	SD max	x min	SD max	x min	SD max	
Truchas que remontaron la escala	288,5 225	35,5 338	299,7 131	109,1 460	1,195 1,108	0,050 1,258	13
Truchas que no remontaron la escala	242,3 208	18,9 259	189,0 105	48,4 235	1,299 1,156	0,111 1,425	7

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 Murgues

Curiosamente, las truchas más pequeñas (que no remontaron la escala) mostraron un mejor factor de condición (K) que las grandes.

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. A pesar del incidente provocado por una rama, que se ha mencionado anteriormente, el número de intentos previos detectados es bajo (1,2 intentos de promedio por cada trucha que consigue remontar la escala). Además, la mayor parte de los intentos previos se produjeron en un plazo inferior a 30 minutos antes del paso definitivo, lo que indica que los peces decididos a remontar el obstáculo, lo pudieron hacer sin grandes dudas. Tres de los peces cruzaron la escala sin llevar a cabo ningún intento previo, 8 peces lo intentaron en una ocasión antes de remontarla, otro en dos ocasiones y otro pez fue el que se encontró la rama y tuvo que realizar hasta 5 intentos antes de poder superarlo. Una de las truchas que no llegó a remontar, hizo un intento previo que no prosperó.

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 10 minutos en llegar desde un extremo hasta al otro del dispositivo de paso, un tiempo demasiado largo para remontar un obstáculo. Una de las truchas (T9M) invirtió casi 8 horas (toda la noche) en recorrer la distancia entre las dos antenas, aunque este caso es una excepción. En otro caso (T20M) se registró el paso del pez por la antena superior sin que la antena inferior hubiera registrado ningún paso. Esto puede ser debido a un error en la lectura de la antena de aguas abajo. En este caso se desconoce el tiempo que el pez invirtió en ascender la escala. La trucha que más rápidamente superó la escala lo hizo en 29 minutos. Estos tiempos de paso indican que la velocidad de remonte media es de 39 m/hora (con un máximo de 87 y mínimo de 5 m/hora).

La mayor parte de los pasos por la escala se produjeron durante el día, con la excepción de la T9M, que paso la noche en la escala para abandonarla de madrugada, y T17M, que cruzó la escala en plena noche. 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 (Elsó & Greenberg, 2001).

Nº	Fecha	Hora entrada	Hora salida	Duración	Caudal medio
T2M	16/10/2016	7:31:30	8:00:27	0:28:57	5,05
T3M	16/10/2016	7:53:30	9:24:45	1:31:15	5,05
T4M	06/11/2016	11:50:47	14:05:03	2:14:16	19,41
T5M	27/10/2016	10:27:09	11:34:15	1:07:06	<4,10 *
T8M	25/12/2016	11:05:50	11:56:57	0:51:07	8,04
T9M	22/12/2016	23:58:33	7:54:04	7:55:31	7,87
T10M	23/10/2016	15:15:04	16:16:20	1:01:16	4,20
T11M	21/10/2016	17:21:01	18:22:07	1:01:06	4,10
T12M	22/10/2016	15:00:26	15:52:39	0:52:13	<4,10 *
T13M	22/11/2016	12:01:13	12:45:13	0:44:00	14,88
T17M	19/10/2016	22:59:38	0:20:04	1:20:26	<4,10 *
T18M	21/10/2016	15:55:26	17:42:24	1:46:58	4,10
T20M	05/12/2016	-	16:36:27	-	15,85

Tabla 9: Fechas, horas y duración del paso por las escala de las truchas remontaron la presa de Murgues. Los caudales medios son m³/s medidos en la estación de Endarlatsa (* indica que el caudal es inferior al límite del inicio de la curva de gasto utilizada para calcular el caudal).

b) Seguimiento automático en el marco de Iruribietta

El seguimiento en Iruribietta comenzó el 16 de noviembre de 2016, con la suelta de las 20 truchas marcadas con PIT (16 de ellas capturadas aguas abajo de la presa y tan solo 4 aguas arriba, ya que no pudieron capturarse mas). Como se ha explicado anteriormente, no pudo iniciarse el seguimiento antes debido a la falta de caudales en la regata. Todas las truchas fueron soltadas en el mismo lugar, en la poza aguas abajo del túnel de Iruribietta, a pocos metros del marco donde se construyó el paso para peces. El seguimiento concluyó el 6 de febrero de 2017, 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 82 días.

Durante este periodo se contabilizaron un total de 58 registros automáticos en las antenas, 42 en la antena situada aguas abajo y 16 en la antena aguas arriba. Cinco de estos registros (dos aguas abajo y tres aguas arriba) no pudieron ser correctamente asignados a ninguna de las truchas marcadas, al corresponder a códigos que no se habían utilizado en el estudio. Estos registros podrían haber sido generados por interferencias (por ejemplo, por señales emitidas desde camiones que pasaran por las cercanías emitiendo en la frecuencia utilizada por las antenas) y por lo tanto no han sido tenidos en cuenta en el estudio. Además de estos, se contabilizaron 7 registros de tres de las truchas marcadas en Murgues.

Incidencias

La incidencia más importante fue la caída de una rama sobre el cable que alimentaba de corriente al equipo, que lo dejó sin funcionamiento durante una semana de diciembre. Por lo tanto, se desconoce si en esos días alguna de las truchas atravesó el paso.

La avenida ocurrida al final del estudio (15-18 de enero) rompió las antenas, por lo que no fue posible detectar el paso hacia aguas abajo de las truchas que habían remontado el obstáculo.

Como ya se ha comentado anteriormente, en ocasiones el canal de la Central Yanci II desagua a la regata Iruribietia en un lugar situado 400 m aguas arriba del paso estudiado, por lo que en ocasiones se producen aumentos de caudal que no se corresponden con la realidad hidrológica de la cuenca en esos momentos. Esto, ha podido falsear los resultados relativos a la relación entre los movimientos de los peces y los caudales circulantes, ya que los datos utilizados corresponden a los caudales del cauce principal del río Bidasoa, sin que se conozca los momentos en los que el canal desaguaba a la regata.

Pasos por el marco

Tan solo 5 de las 20 truchas marcadas (25%) consiguieron remontar el marco de Iruribietia. Una trucha más (T18I), hizo un intento pero no llegó a remontar el obstáculo. De las otras 14 truchas restantes no se obtuvo ningún registro en ninguna de las dos antenas, por lo que no es posible saber qué ocurrió con ellas.

De estas 5 truchas que remontaron el marco, 2 habían sido capturadas aguas arriba del obstáculo (T1I y T2I) y 3 aguas abajo (T10I, T14I y T18I). Es necesario recordar que tan solo se habían capturado cuatro truchas aguas arriba, por lo que mientras que el 50% de las truchas capturadas aguas arriba remontaron la escala, tan solo el 19% de las capturadas aguas abajo lo remontaron. El tamaño de la muestra es demasiado pequeño como para aplicar ningún test estadístico en esta comparativa, pero estos resultados parecen indicar que en este caso la franqueabilidad sí que está relacionada con el origen de las truchas. No hay que olvidar que las truchas capturadas aguas arriba eran de mayor tamaño que las capturadas aguas abajo, así que el tamaño podría ser la variable determinante a la hora de posibilitar el paso de los peces por este obstáculo, como se ha visto en el caso anterior (presa de Murgues).

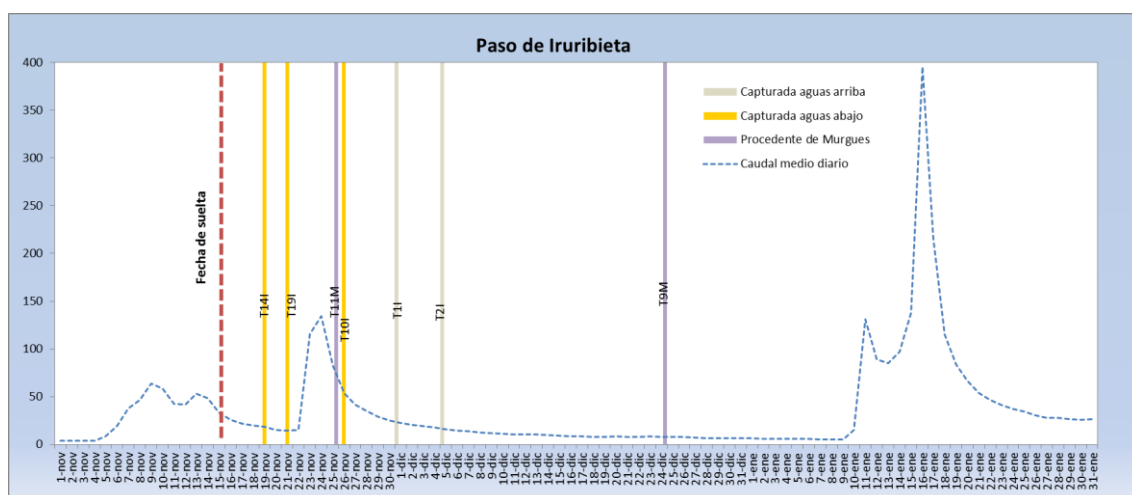
Además de estas, tres de las truchas marcadas en Murgues llegaron hasta el marco de Iruribietia, consiguiendo dos de ellas remontarlo (T9M y T11M), mientras que la otra (T18M) lo intentó sin éxito. T9M procedía de la poza aguas abajo de la presa de Murgues (3,6 Km aguas abajo de Iruribietia) donde había sido liberada el 19 de octubre. Remontó la escala de esa presa el 22 de diciembre y dos días después (24 de diciembre) remontó el marco de Iruribietia. Por su parte, T11M había sido capturada aguas arriba de la presa de Murgues (2,4 Km aguas abajo de la desembocadura de la regata Iruribietia) y liberada en la poza de la presa de Murgues en la misma fecha que la anterior. Remontó la presa de Murgues a los pocos días (21 de octubre) y un mes después (25 de noviembre) pasó por el marco. T18M también había sido capturada en los mismos rápidos aguas arriba que T11M y remontó la escala de Murgues el mismo día (21 de octubre), pero a pesar de que intentó remontar el marco de Iruribietia el 25 de noviembre, no lo consiguió. Resulta curioso observar que las dos truchas coincidieron en los dos obstáculos en las mismas fechas, ya que no se han descrito movimientos migratorios gregarios en esta especie.

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

Truchas que remontaron el marco					Truchas que no remontaron el marco			
Nº	Capturada	Peso	Longitud	Fecha	Nº	Capturada	Peso	Longitud
T1I	Arriba	503	348	01/12/2016	T3I	Arriba	203	262
T2I	Arriba	270	290	05/12/2016	T4I	Arriba	80	205
T10I	Abajo	76	213	26/11/2016	T5I	Abajo	89	190
T14I	Abajo	56	180	19/11/2016	T6I	Abajo	137	230
T19I	Abajo	44	175	21/11/2016	T7I	Abajo	135	232
T9M	Murgues (Abajo)	219	264	24/12/2016	T8I	Abajo	126	223
T11M	Murgues (Arriba)	460	333	25/11/2016	T9I	Abajo	64	204
					T11I	Abajo	68	205
					T12I	Abajo	66	199
					T13I	Abajo	61	191
					T15I	Abajo	50	184
					T16I	Abajo	64	188
					T17I	Abajo	50	184
					T18I	Abajo	46	180
					T20I	Abajo	38	168

Tabla 10: Características biométricas de las truchas que remontaron y las que no el paso de Iruribietia

Al igual que en Murgues, tampoco en este caso se ha observado ninguna relación entre los movimientos de las truchas a través del marco y los caudales medios circulantes en el río Bidasoa el día en el que remontaron.



Gráfica 2: fechas en las que las truchas remontaron el paso de Iruribietia y caudales medios circulantes

Como era de esperar, se han observado diferencias en el peso y longitud de las truchas siendo mayores las truchas que remontaron el marco que las que no lo hicieron, aunque una vez más, el tamaño de la muestra es demasiado pequeño como para que pueda aplicarse ningún test estadístico.

	LF (mm)		Peso (g)		K		n
	x	SD	x	SD	x	SD	
Truchas que remontaron el paso	257,6	70,5	232,6	190,5	1,019	0,193	7
	175	348	44	503	0,786	1,246	
Truchas que no remontaron el paso	203,0	24,6	85,1	45,6	0,941	0,171	15
	168	262	38	203	0,754	1,298	

Tabla 11: Longitud furcal (LF), peso y factor de condición (K) medios de las truchas que remontaron y las que no remontaron el paso de Iruribietia (se incluyen las dos truchas procedentes de Murgues que remontaron el paso)

A lo largo del estudio no se detectaron movimientos aguas abajo a través de las antenas.

Esfuerzo

El número de intentos previos que hicieron las truchas antes de conseguir remontar el paso es similar al que se ha visto en Murgues (1,1 intentos de promedio por cada trucha que consigue remontar la escala), pero mientras que en aquel caso tan solo una trucha hizo un intento previo que no prosperó, en este caso han sido 5 los peces que lo intentaron sin éxito (T8I, T12I, T13I, T18I y T18M). Esto parece indicar que los peces, a pesar de estar decididos a remontar el obstáculo, encuentran problemas para superarlo. La mayoría de los intentos previos ocurrieron en fechas diferentes a las de los pasos definitivos, probablemente debido a que las condiciones hidráulicas eran adversas. Tres de los peces cruzaron la escala sin llevar a cabo ningún intento previo (T1I, T14I y T11M), dos lo intentaron en una ocasión antes de remontarla (T2I y T10I) y el otro lo intentó hasta en siete ocasiones (T19I) antes de conseguir remontar el paso.

El tiempo que las truchas invirtieron para poder remontar el paso es todavía mayor que el observado para la presa de Murgues, ya que cada trucha que consiguió superar el obstáculo, invirtió por término medio 2 horas y 17 minutos en llegar desde un extremo hasta al otro del túnel, lo que supone un desgaste energético muy importante, teniendo en cuenta que apenas hay refugios en los 90 metros de longitud del paso. En tres de los casos (T1I, T10I y T9M) 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 paso lo hizo en 1 hora y 14 minutos. Todos los pasos por el túnel se produjeron durante el día. Estos tiempos de paso indican que la velocidad de remonte media es de 38 m/hora (con un máximo de 72 y mínimo de 6 m/hora).

Nº	Fecha	Hora entrada	Hora salida	Duración	Caudal medio
T1I	01/12/2016	-	11:55:16	-	22,50
T2I	05/12/2016	10:52:33	12:07:11	1:14:38	15,85
T10I	26/11/2016	-	15:01:08	-	54,09
T14I	19/11/2016	10:33:59	14:25:06	3:51:07	18,43
T19I	21/11/2016	11:01:16	12:54:39	1:53:23	14,25
T11M	25/11/2016	13:26:47	15:35:48	2:09:01	82,77
T9M	24/12/2016	-	11:55:36	-	7,92

Tabla 12: Características de los pasos por el marco de Iruribieta. Los caudales medios son m³/s en el cauce principal del Bidasoa

c) Radioseguimiento en Nabasturen

El radioseguimiento de las 20 truchas marcadas comenzó el 14 de octubre de 2016, pocos días antes de que cayeran las primeras lluvias del otoño que provocaron la primera avenida, marcando el inicio de la migración reproductiva en el río Bidasoa. El seguimiento concluyó el 26 de enero de 2017, 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 104 días.

Durante el periodo de estudio se localizaron un total de 538 posiciones de truchas radiomarcadas, lo que significa que cada trucha fue localizada una media de 27 veces a lo largo del periodo de estudio (unas dos veces por semana) con máximos de 36 y mínimo de 4 veces. El total de veces que se intentó sin éxito localizar la posición de una trucha fue de 86, con un promedio de 4 veces cada trucha (con máximos de 20 y mínimo de 1 vez). Con una sola excepción (T4N), todas las truchas fueron localizadas al menos en 15 ocasiones y tan solo dos truchas se intentaron localizar sin éxito en más de 10 ocasiones (T3N y T4N).

Pero a pesar del gran esfuerzo realizado, algunas truchas permanecieron desaparecidas durante periodos significativos de tiempo (T3N, 56 días y T18N, 52 días), por lo que la información disponible acerca de los movimientos que realizaron estas truchas, es incompleta. Además, dos truchas desaparecieron antes de poder finalizar el estudio: T4N fue localizada por última vez el 24 de octubre, tan solo 10 días después de su suelta, y lo mismo ocurrió con T7N, que fue localizada por última vez el 2 de diciembre. Ninguna de las dos truchas pudo volver a ser localizada, por lo que se cree que podrían haber sido depredadas, probablemente por aves que dejaran los radiotransmisores en lugares alejados del cauce, evitando que su señal pudiera volver a ser localizada.

Incidencias

Dos de las truchas inicialmente radiomarcadas fueron encontradas muertas (una de ellas depredada y la otra muerta por causas desconocidas) a los pocos días de ser soltadas, por lo que los pocos datos obtenidos del seguimiento de estos dos ejemplares no han sido tenidos en cuenta en el análisis global del estudio. En las siguientes tablas se resumen los datos de estas dos truchas:

Depredada

Peso	266	g			
Longitud	300	mm			
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y		
Rápidos ventas Igantzi	13/10/2016	607.315	4.787.157	Aguas arriba	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)	
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	1.100	
Encontrada	Fecha				
A pie de presa	17/10/2016	Apareció el transmisor entre la vegetación			
Descripción					
Tres días después de la suelta se encontró el transmisor entre la vegetación, a escasos metros del río en el mismo lugar donde se había soltado. Podría haber sido depredada, aunque no había rastros de la trucha.					

Encontrada muerta

Peso	158	g			
Longitud	235	mm			
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y		
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914	Aguas abajo	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)	
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	0	
Encontrada	Fecha				
A pie de presa	20/10/2016	Apareció en la orilla del río			
Descripción					
Tan solo se localizó en una ocasión (17 de octubre) en el mismo lugar de la suelta. Se encontró muerta una semana después de la suelta en el mismo lugar donde se había dejado.					

Los radiotransmisores de estos dos ejemplares encontrados muertos, fueron recuperados y reutilizados para marcar otras truchas que habían sido capturadas aguas arriba de la presa de Nabasturen, a 3,9 Km (T7N) y a 5,1 Km (T16N). Ambas fueron liberadas en el mismo lugar que las demás, al pie de la presa de Nabasturen, el 20 de octubre (T7N) y el 28 de octubre (T16N).

No hubo otras incidencias, a excepción de los problemas por picos de avenidas o por mal funcionamiento del GPS (en una ocasión), que impidieron puntualmente localizar las truchas.

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 migratorias. Así, se ha podido comprobar que una fracción de la población (en el estudio 12 individuos, el 60% de las truchas marcadas) realizó movimientos migratorios tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo, mientras que otra fracción (8 individuos, el 40% de las truchas marcadas) permaneció estacionaria en un tramo de río relativamente reducido (menos de 500 metros). La distancia recorrida por una de ellas (T17N recorrió 663m) hace dudar si considerarla de un grupo u otro, aunque arbitrariamente se ha decidido incluirla entre las migratorias.

Entre las truchas que migran, el 67% (8 individuos de 12) se movieron hacia aguas arriba, mientras que el 33% (4 individuos) lo hicieron aguas abajo. El 63% de las truchas que migraron en dirección aguas arriba (5 individuos) lo hicieron buscando las regatas afluentes del Bidasoa (Latsa), mientras que otras tres truchas (37%) migraron a lo largo del Bidasoa sin entrar en ninguna regata. Todas las truchas que migraron aguas abajo lo hicieron a lo largo del Bidasoa, sin que se detectara su entrada en ninguna regata.

Las distancias recorridas por la fracción migratoria de la población han oscilado entre los 7,9 Km recorridos en dirección aguas arriba por T11N (para frezar en la cabecera de la regata Latsa) y los 3,5 Km recorridos hacia aguas abajo por T4N antes de que se perdiera su pista en el cauce principal del Bidasoa. Al menos cuatro truchas recorrieron más de 7 Km, dos truchas alrededor de 3Km y cinco alrededor de 1 Km.

Nº	Dirección	Distancia máxima (m)	Fecha
T1N	Aguas arriba	3.756	28/11/2016
T2N	Aguas arriba	1.286	13/12/2016
T3N	Aguas abajo	1.235	23/01/2017
T4N	Aguas abajo	3.541	24/10/2016
T5N	Aguas arriba	7.195	15/11/2016
T6N	Aguas arriba	7.432	23/01/2017
T7N	Aguas abajo	1.206	1/12/2017
T8N	Aguas arriba	1.208	4/01/2017
T11N	Aguas arriba	7.929	2/01/2017
T13N	Aguas arriba	1.412	9/01/2017
T17N	Aguas abajo	663	23/01/2017
T20N	Aguas arriba	7.591	29/12/2016

Tabla 13: Distancias máximas recorridas desde el punto de suelta al pie de la presa de Nabasturen por las truchas migradoras.

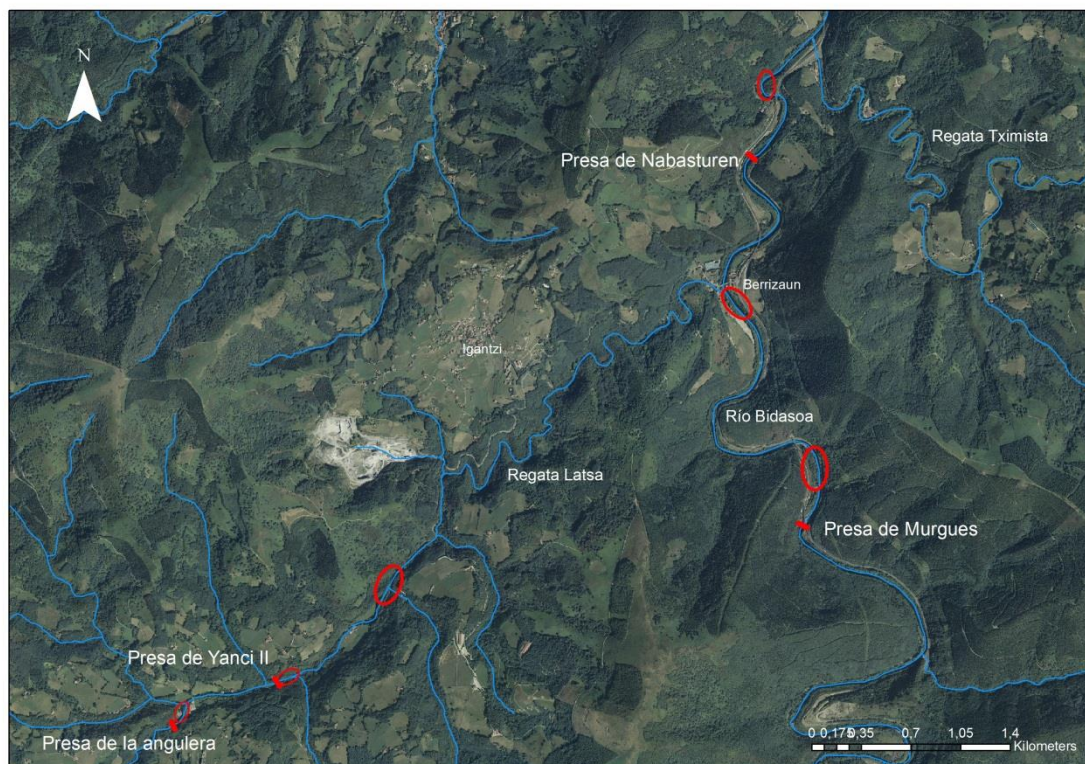


Mapa 2: Punto más distante del lugar de suelta (al pie de la presa de Nabasturen) en el que fue localizada cada una de las truchas que han sido objeto de radioseguimiento.

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 hacer un movimiento migratorio (de mas de 500m) desde su lugar de origen, permanecía en un nuevo lugar durante un número determinado de días. Así se ha podido comprobar que mientras que algunas truchas eligen para frezar el cauce principal del Bidasoa, otras prefieren buscar las aguas altas de las regatas, que en este caso ha sido la regata Latsa.

De las 12 truchas que migraron, 5 eligieron como lugar de freza la regata Latsa (en la desembocadura de la regata Mendibil, al pie de las presas de la angulera y de Yanci II y dos más en un lugar sin concretar de la regata), tres truchas eligieron el cauce principal del río Bidasoa (rápidos de Onbordi, rápidos de Berrizaun y Central de Murgues) y en los otros cuatro casos no fue posible determinar qué lugar eligieron para la freza.



Mapa 3: Posibles lugares de freza identificados durante el estudio y truchas que los visitaron.

Homing

Otros trabajos (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 estudio, se pudieron describir dos tipos de *Homing*: el regreso por movimiento inducido, realizado por las truchas que habían sido capturadas aguas arriba de la presa y soltadas aguas abajo, y el movimiento natural que hicieron las truchas que migraron al regresar a su lugar de origen tras la freza.

De las 10 truchas que se capturaron aguas arriba, 6 regresaron al lugar de captura después de ser soltadas aguas abajo de la presa (tres de ellas lo hicieron inmediatamente). De esas seis truchas, cinco mostraron posteriormente un comportamiento migratorio, moviéndose aguas arriba hacia las zonas de freza) y la otra permaneció estacionaria en su lugar de origen. De las cuatro truchas que no regresaron al lugar de captura, tres mostraron un comportamiento estacionario y una migró aguas abajo.

En lo que respecta al *Homing* post-freza, de las 12 truchas que mostraron comportamiento migratorio, 5 regresaron al lugar de origen tras la freza y las otras siete no lo hicieron en el periodo que duró el estudio, aunque no puede descartarse que lo hicieran en fechas posteriores.

Remonte de la escala de la presa de Nabasturen

De las 20 truchas radiomarcadas, 10 llegaron a remontar la escala de la presa de Nabasturen (una de las truchas, T8N, lo hizo en dos ocasiones). De estas, 7 habían sido capturadas aguas arriba de la presa (T1N, T2N, T6N, T11N, T15N, T16N y T20N) y tres aguas abajo (T5N, T8N y

T13N). En cambio, de las 10 truchas que no remontaron, 7 habían sido capturadas aguas abajo de la presa, lo que parece indicar que el origen de las truchas influyó en gran medida en el hecho de que las truchas remontaran la escala. Por lo tanto, haber inducido el movimiento de las truchas trasladándolas de los lugares de captura aguas arriba, al pie de la presa, fue determinante en el estudio de la franqueabilidad.

La siguiente tabla resume las características biométricas 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 de paso	Nº	Capturada	Peso	Longitud
T1N	Arriba	171	238	8-14 nov	T3N	Abajo	434	331
T2N	Arriba	340	310	14-17 oct	T4N	Abajo	738	395
T5N	Abajo	429	328	28 oct-8 nov	T7N	Murgues	271	288
T6N	Arriba	231	275	14-17 oct	T9N	Abajo	383	309
T8N	Abajo	425	323	8-14 nov y 18-21-nov	T10N	Abajo	240	269
T11N	Arriba	322	310	24-28 nov	T12N	Arriba	209	267
T13N	Abajo	315	304	23-27 dic	T14N	Arriba	236	263
T15N	Arriba	249	279	14-20 oct	T17N	Abajo	122	225
T16N	Murgues	-	223	8-14 nov	T18N	Abajo	152	236
T20N	Arriba	205	260	14-17 oct	T19N	Abajo	120	209

Tabla 14: Características de las truchas que remontaron y las que no la escala de la presa de la Central de Nabasturen

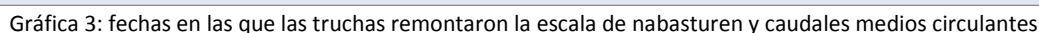
Ni la longitud media, ni el peso de las truchas que remontaron la escala ($L = 285$ mm; $P = 299$ g) difiere significativamente del de las truchas que no remontaron ($L = 279$ mm; $P = 290$ g), aunque el pequeño tamaño muestral con el que se hace esta comparación ($n=10$ para cada grupo) no permite sacar conclusiones definitivas a este respecto.

	LF (mm)		Peso (g)		K	
	x	SD	x	SD	x	SD
Remontaron la escala	min	max	min	max	min	max
	285	36,1	299	91,9	1,168	0,066
No remontaron la escala	223	328	171	429	1,081	1,268
	279	55,1	290	188,1	1,200	0,086
	209	395	120	738	1,071	1,314

Tabla 5: 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 Nabasturen

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, 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 define por lo tanto un margen de fechas en las que las truchas remontaron la escala.

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.



Durante la migración reproductiva hacia las regatas de cabecera, algunas truchas se toparon con otros obstáculos, que inicialmente no eran objeto del estudio. Como se ha comentado anteriormente, de las 10 truchas que remontaron la escala de Nabasturen, 5 eligieron como lugar de freza la regata Latsa, en cuyo remonte al menos cuatro de ellas llegaron hasta la presa de la Central Yanci II. Tres de ellas la remontaron (T6N, T11N y T20N) y la cuarta (T5N) se quedó aguas abajo de la misma. Mientras que T6N y T20N establecieron su lugar de freza en algún lugar cercano a esta presa, T11N continuó aguas arriba hasta la presa de La Angulera, obstáculo infranqueable donde detuvo su migración.

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.

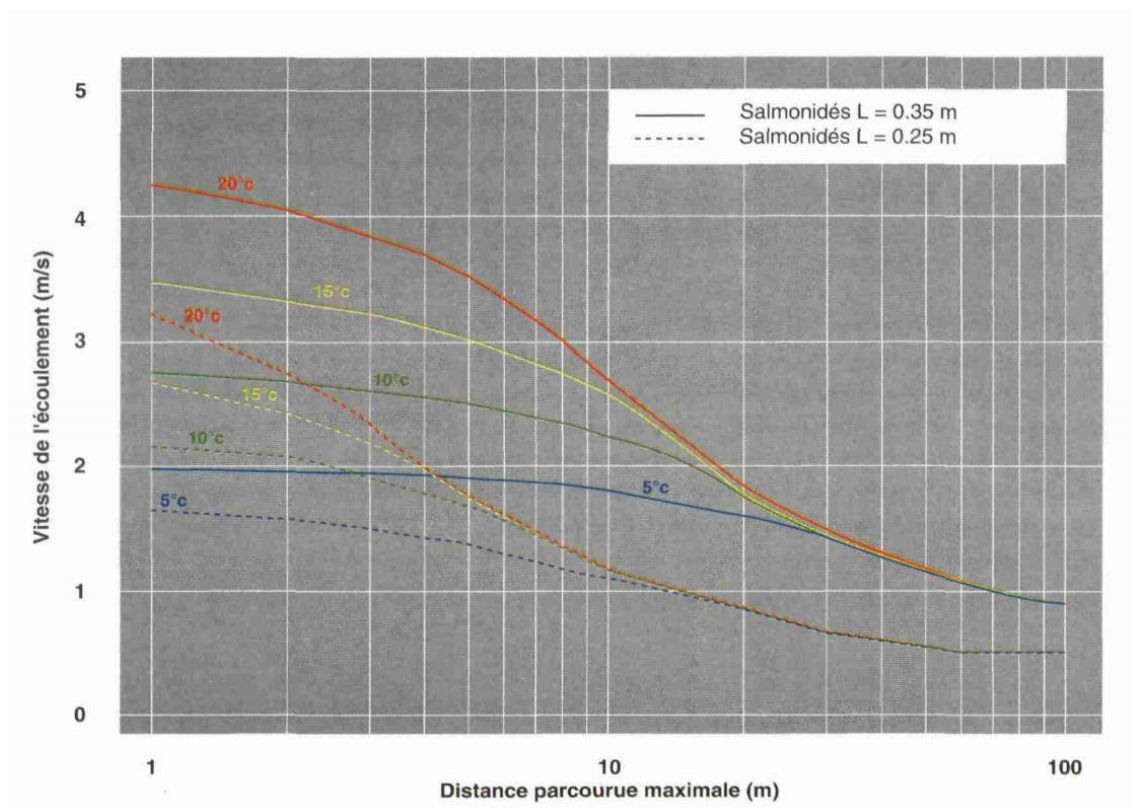
11. DISCUSIÓN

La metodología utilizada se ha mostrado eficaz no solo para comprobar la franqueabilidad de los pasos para peces construidos, sino 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 indican que la escala del azud de la presa de Nabasturen funciona de forma correcta en el movimiento ascendente de la migración reproductiva, aunque su funcionamiento podría mejorar si se llevaran a cabo algunas actuaciones. Sería conveniente clausurar la escotadura situada en el extremo derecho del azud, junto al canal de derivación, ampliando la de la margen izquierda y poder así concentrar la llamada en las proximidades de la escala, para conseguir atraer a los peces hacia el paso de forma más eficaz. También sería conveniente asegurar un buen mantenimiento de la escala durante las fechas de la migración, eliminando ramas, etc que puedan dificultar el ascenso de los peces.

En lo que respecta a la escala de la presa de Murgues, su funcionamiento también es correcto, permitiendo el ascenso de los peces, pero al igual que en el caso anterior, es necesario garantizar su limpieza, eliminando las ramas que obstruyan las escotaduras y las gravas que taponen los orificios sumergidos. Estas labores de mantenimiento no solo posibilitarían el ascenso de los peces 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.

Sin embargo, no ocurrió lo mismo en el caso del marco de Iruribietta. Los problemas para capturar peces adultos aguas arriba del paso, hacían presagiar un alto nivel de fragmentación en la regata que posteriormente se comprobó a lo largo del estudio. Los pocos peces que consiguieron atravesar el túnel, fueron los de tallas más grandes, mostrando una clara selectividad en el paso, debido principalmente a la gran velocidad que toma el agua a su paso por el túnel y la falta de refugios para los peces. Sería por lo tanto necesario llevar a cabo algunas actuaciones de mejora que permitan ralentizar la velocidad del agua a lo largo de este paso y crear zonas de descanso que permitan a los peces de todas las tallas remontar el obstáculo. Los estudios llevados a cabo por M. Larinier (INRA) sobre la capacidad natatoria de los salmónidos (Larinier, 1992) muestran que una trucha de 25 cm nadando a una temperatura de 10°C, podría alcanzar una velocidad máxima de 2,2 m/s y sería capaz de mantener esta velocidad durante un máximo de 10 segundos. Truchas de tallas inferiores mantendrían su velocidad máxima aún durante menos tiempo. Utilizando estas relaciones descritas por Larinier entre la distancia máxima recorrida en función de la velocidad del flujo, se deduce que para poder atravesar el túnel de Iruribietta completo (unos 90 metros) sin tomar ningún descanso, una trucha de 25 cm en condiciones óptimas que nadara a una temperatura de 10°C necesitaría que el agua circulara a una velocidad inferior a los 0,5 m/s (ver gráfica 4). Durante el estudio, se tomaron algunas mediciones y se comprobó que el agua en ese túnel tan solo fluye a velocidades inferiores a esos 0,5 m/s cuando el caudal es muy bajo, tan bajo que no hay calado suficiente como para que una trucha nade, y desde luego muy inferior al caudal típico de la época de las migraciones.



Gráfica 4: Distancia máxima recorrida en función de la velocidad del flujo y de la temperatura para dos tallas de salmónidos. (Fuente: Larinier et al., 1994)

De estas relaciones se concluye también que a 10°C (el agua en las regatas durante la migración reproductiva está más fría, probablemente cerca de los 5°C), una trucha de 25 cm nadando contra una corriente que se mueve a 2 m/s podría recorrer algo menos de 3 m y si la corriente fuera de 1 m/s, la distancia máxima sería de unos 15 m. Estas relaciones deberían tenerse en cuenta a la hora de espaciar los refugios que se proyecten, de forma que no solo se ralentice la velocidad del agua, sino que además se creen el suficiente número de refugios y a distancias suficientemente cortas a lo largo del túnel como para permitir la migración de los salmónidos. Pero no habría que olvidar en el diseño, que si el mantenimiento de las escalas se ha mostrado como un problema a resolver, en el caso de este túnel también podría generar problemas en el futuro, como ya se ha comprobado en la actualidad por la obstrucción de los huecos existentes entre los deflectores actuales.

Además de estos tres pasos, el radioseguimiento ha permitido comprobar la franqueabilidad de la presa de la Central Yanci II, en Latsa, ya que cuatro de las truchas radiomarcadas que llegaron hasta ella la remontaron. Durante las visitas de campo que se hicieron en el estudio, se pudo comprobar que esta escala (tipo Denil) se encuentra en buen estado de mantenimiento.

El esfuerzo que los peces tuvieron que hacer para remontar los dispositivos tan solo pudo ser medido en los pasos de Iruribieta y Murgues, ya que son los dos pasos en los que se instalaron los equipos PIT. En Iruribieta se observó que los tiempos invertidos en remontar el obstáculo, traducido a velocidades de paso, es muy superior a lo que cabría esperar de un paso en buenas condiciones, lo que ratificaría lo expuesto anteriormente. La única referencia con la que poder comparar los resultados obtenidos en pasos de peces construidos en estructuras parecidas a esta, es la adecuación que se hizo de la estación de aforos de la regata Zeberia, también en la

cuenca del Bidasoa. En aquella ocasión se sustituyó la estación de vertedero triangular truncado en forma de V (vertedero crump) por la que los peces no podían subir, por otra del tipo canal de aguas bajas. El nuevo canal situado en la margen izquierda, de 20 m de longitud, es el lugar por el que las truchas podrían remontar la estación. En el año 2007 se llevó a cabo el estudio de su eficacia (Ekolur & GAVRN, 2007) y se comprobó que la estructura funcionaba correctamente (60% de remonte) y que el esfuerzo realizado era el esperado para pasos de este tipo, ya que la velocidad media de remonte era de 102 m/hora (con máximo de 197 m/hora y mínimo de 6 m/hora). Estas velocidades de remonte son algo superiores a las encontradas por Calles & Greenberg (2005, 2007, 2009) en dos canales naturalizados donde midieron velocidades medias de 141 m/hora y 163 m/hora, aunque en estos casos los canales eran de 300m de longitud y por lo tanto es lógico que las velocidades medias fueran algo inferiores que en Zeberia. En cambio, las truchas que consiguieron remontar Iruribietta lo hicieron a velocidades medias de 38 m/hora (máximo 72 m/h y mínimo 6 m/h), mostrando un esfuerzo muy superior al que cabría esperar si el paso estuviera en condiciones adecuadas.

En el caso de Murgues, la velocidad media de remonte fue de 39 m/h (máximo 87 m/h y mínimo 5 m/h). Esta velocidad es menor que las observadas en los tipos de paso antes mencionados, aunque esto es lógico si se tiene en cuenta que el paso de Murgues es una escala de artesas, cuyo remonte requiere más esfuerzo que los canales laterales. La velocidad media observada es similar a la observada en las escalas tipo Denil estudiadas en 2010 (Elso, 2011) en las regatas Marin y Zeberia (velocidades medias de 40 m/hora), aunque se trata de escalas de otro tipo. Los únicos trabajos llevados a cabo en escalas de artesas sucesivas en Navarra se llevaron a cabo en los años 2006 y 2007 en los pasos de artesas del azud de Petrix, en la regata Zia (Ekolur & GAVRN, 2007), y en la Central y el Molino de Etxalar, en la regata Tximista (Álvarez & Leunda, 2009). Mientras que del estudio los pasos de la regata Etxalar no se pudieron extraer conclusiones acerca de las velocidades de paso por problemas de funcionamiento de los equipos, en el caso del azud de Petrix se concluyó que la escala funcionaba correctamente (73% de remonte), midiéndose una velocidad de remonte media de 32 m/hora (máximo 58 m/h y mínimo 6 m/h), resultados similares a los obtenidos en Murgues.

En lo que respecta a las fechas de remonte de los dispositivos, todas las truchas que remontaron alguno de los tres dispositivos de paso estudiados (30 individuos), lo hicieron entre el 14 de octubre y el 27 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. 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 avenidas ocurridas en el periodo de tiempo comprendido entre dichas fechas, por lo que se puede concluir que la migración reproductiva en 2016 ha durado desde mediados de octubre hasta finales de diciembre y ha estado relacionada con los aumentos de caudal ocurridos tras las lluvias de otoño.

El estudio 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. Mientras que el 60% de las truchas migraron, el 40% restante permaneció estacionario en un tramo de río relativamente pequeño (menos de 500m). Entre las migradoras, el 33% de las truchas decidieron moverse aguas abajo y el resto (67%) aguas arriba. El 63% de estas últimas buscaron las regatas (todas ellas a la regata Latsa), mientras que todas las demás permanecieron en el río Bidasoa, lo que supone que

entre las truchas que no migraron y las que lo hicieron a lo largo del Bidasoa, el 75% de las truchas permanecieron en el cauce principal. Este alto nivel de permanencia en el cauce principal, unido al hecho de que de las seis zonas de freza que se identificaron a lo largo del estudio, tres se situaron en la regata Latsa 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 (Elsó, 2011), pero al mismo tiempo establece que el cauce principal juega también un papel fundamental durante esta época del ciclo de vida de los salmónidos.

Finalmente, el estudio ha mostrado el alto nivel de fidelidad al lugar de origen que una fracción de la población de truchas ha mostrado tras los movimientos, ya fueran estos inducidos o como resultado de la migración reproductiva, apoyando las tesis expuestas por Bridcut & Giller (1993). Estos movimientos de retorno pueden provocar que los reproductores entre en los canales de derivación de las centrales, por lo que sería deseable instalar sistemas que lo impidan.

12. 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 de Nabasturen parece estar bien dimensionada, aunque la dispersión del caudal de llamada podría estar provocando que los peces tengan problemas para encontrarla.
- La escala para peces de la presa de Murgues también parece estar bien dimensionada y permite el paso de las truchas en edad reproductora, aunque ello les supone llevar a cabo un esfuerzo importante.
- 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 aguas abajo.
- Aunque no era objeto de estudio, se ha comprobado que la escala para peces de la presa de la central Yanci II, también parece estar bien dimensionada y permitir el paso de las truchas en edad reproductora.
- En cambio, el canal de aguas bajas construido en el túnel de Iruribietta presenta algunas deficiencias y necesita algunas modificaciones para permitir la migración reproductiva de las truchas. Sería necesario llevar a cabo actuaciones de mejora que permitan reducir la velocidad del agua y crear refugios para que los peces puedan descansar en su trayecto migratorio. Al mismo tiempo, es importante que en el diseño de las mejoras que se lleven a cabo se tenga en cuenta que será necesario llevar a cabo un mantenimiento parecido al que se ha comentado para las escalas (limpieza de ramas y gravas).
- La migración reproductiva en el año 2016 se ha producido entre mediados de octubre y finales de diciembre y ha estado relacionada con los aumentos de caudal ocurridos tras las lluvias de otoño.
- La regata Latsa supone un lugar importante para la freza de las truchas que habitan en el Bidasoa, pero una fracción importante de estas truchas utiliza el cauce principal como lugar de freza.

- Tras la freza, muchas truchas regresan a su lugar de origen, por lo que facilitar los movimientos migratorios descendentes tiene tanta importancia como los ascendentes. Este es un aspecto importante pero poco conocido del ciclo de vida de los salmónidos en el Bidasoa.

13. 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 Murgues 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 conexiones proporcionadas por los propietarios de la central de Murgues y de Iruri Motor. El personal de la Ronda Central del Guarderío de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra ayudó a capturar las truchas en las operaciones de pesca eléctrica. Finalmente, los datos de caudales en el río Bidasoa fueron proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

14. 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 Symposium* **17**, 360-370.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Larinier, M. (1978). Etude de fonctionnement d'une passe a poissons a ralentisseurs plans (Study of the operation of a fishway with plane baffles). *Bull. Fr. Pisc.*, 271: 40-54.

Larinier, M. (1992). Facteurs biologiques a prendre en compte dans la conception des ouvrages de franchissement, notions d'obstacles a la migration. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* **326-327**: 20-29

Larinier, M. (Editeur), Porcher, J.P. (Editeur), Travade, F. (Editeur), Gosset, C. (Editeur) (1994). Passes a poissons. Expertise, conception des ouvrages de franchissement. Paris, FRA : Conseil Supérieur de la Pêche, 386 p.

Larinier, M. (2002). Baffle fishways. *Bull. Fr. Pisc.*, **364**: 83-101.

Meyers, L.S., Thuemler, T.F. & Kornely, G.W. (1992). Seasonal movements of brown trout in Northeast Wisconsin. *North American Journal of Fisheries Management* **12**, 433-441.

Miller, R.B. (1957). Permanence and size of home territory in stream-dwelling cutthroat trout. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **14**, 687-691.

Näslund, I. (1993) Migratory behaviour of brown trout, *Salmo trutta* L: importance of genetic and environmental influences. *Journal of Fish Biology* **2**, 51-57.

Northcote, T.G. (1992). Migration and residency in stream salmonids- some ecological considerations and evolutionary consequences. *Nordic Journal of Freshwater Research* **67**, 5-17.

Saunders, G.A. & Gees, J.H. (1964). Movements of young Atlantic salmon in a small stream. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **21**, 27-36.

Solomon, D.J. & Templeton, R.G. (1976). Movements of brown trout *Salmo trutta* L. in a chalk stream. *Journal of Fish Biology* **9**, 411-423.

Trapote, B. (2009). Estudio teórico de pasos de peces y desarrollo de una metodología de evaluación de su eficacia. Tesina. Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental. Universitat Politècnica de Catalunya

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

15. Anexo I: Resumen de los movimientos individuales observados

Código de trucha T1N

Peso	171 g	Frecuencia	148.101 MHz
Longitud	238 mm	PIT	07116DB25A4E5C3D
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
Rápidos ventas Igantzi	13/10/2016	607.315	4.787.157 Aguas arriba
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y Distancia (m)
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914 1.100
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	No
Fecha	8-14 nov	Fecha	
Regreso a zona de captura	Si	Distancia máx aguas arriba	3.756
Regreso a zona de captura tras frezar	Si	Distancia máx aguas abajo	-293
Identificación de la zona de freza		UTM X	UTM Y
Río Bidasoa: punto de retorno del agua derivada en la central de Murgues		607.894	4.785.876
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	32
		Nº veces no localizada	1

Descripción de los movimientos

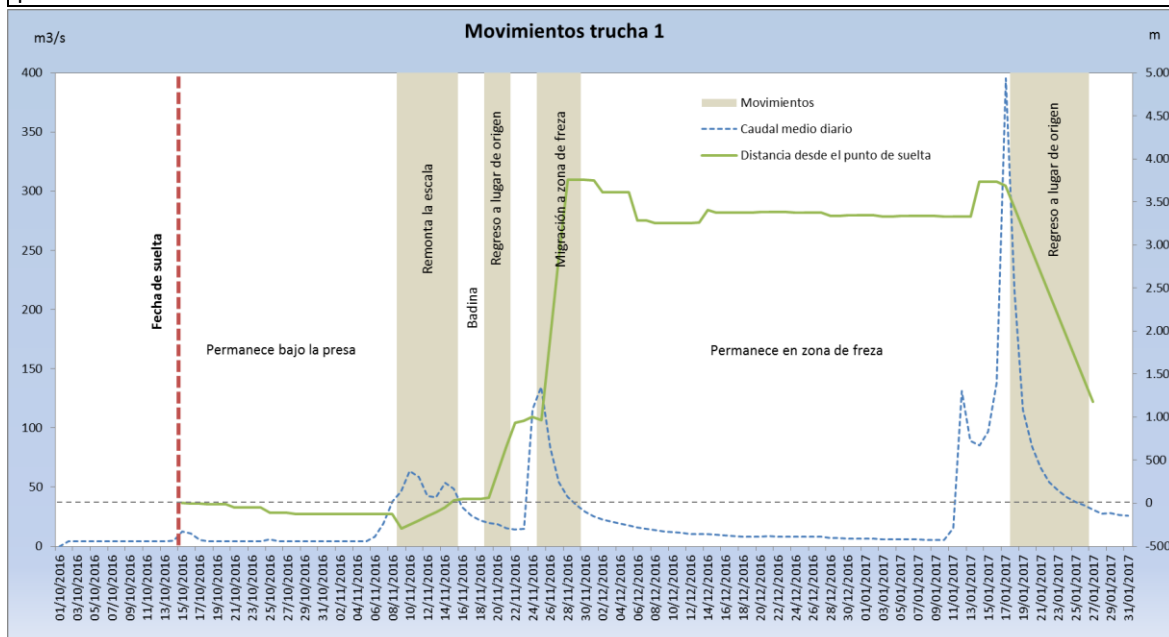
Tras la suelta el 14 de octubre, permanece bajo la presa entre 25 y 31 días en los que es localizada en 6 ocasiones haciendo pequeños movimientos (no mas de 300 m) aguas arriba y abajo.

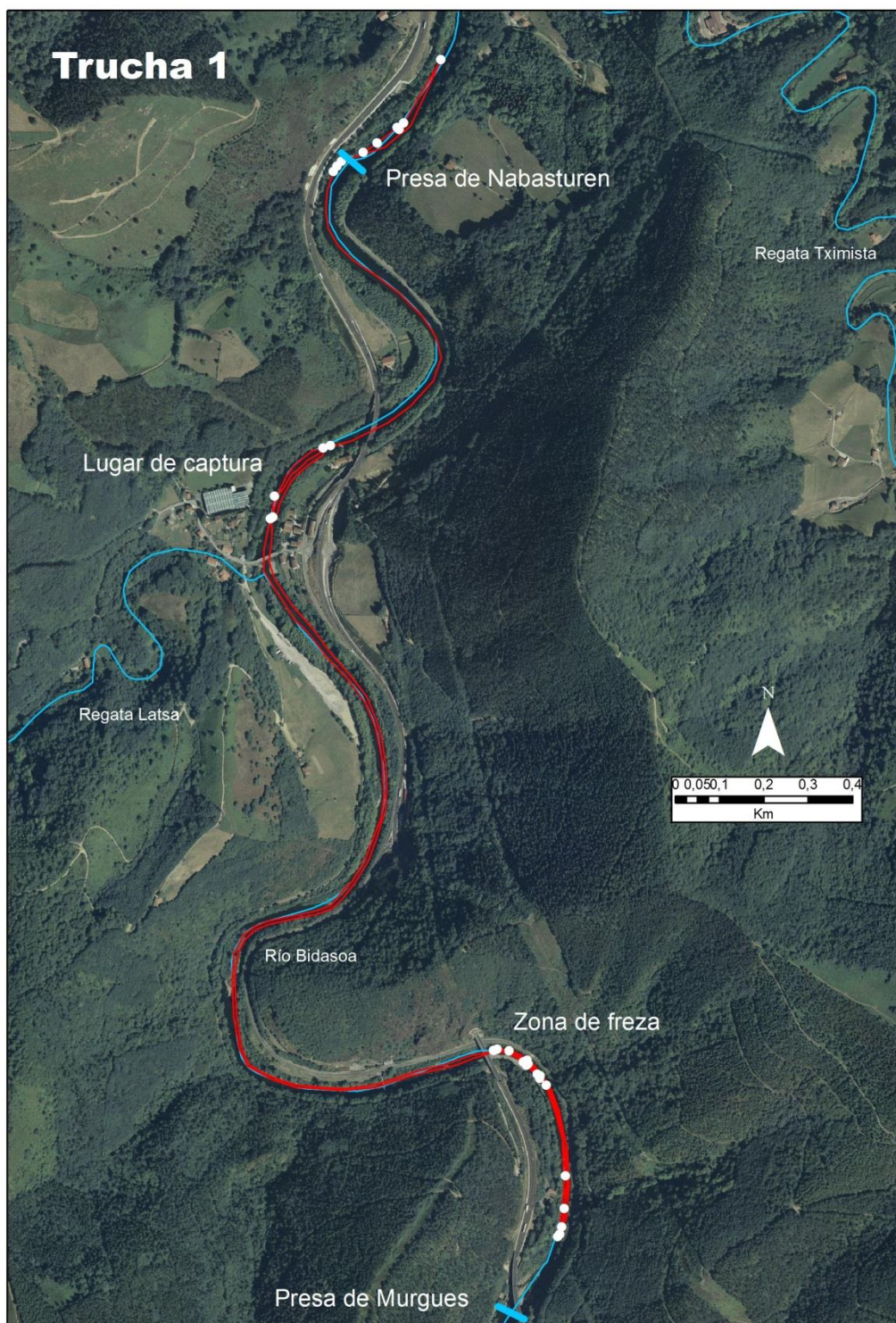
Entre el 8 y el 14 de noviembre, remonta la escala y se queda en la badina aguas arriba de la escala durante 4-7 días sin apenas moverse (30 m). Es localizada en este lugar 3 veces.

Entre el 18 y el 21 de noviembre recorre los 1.100m que le separan de los rápidos de ventas de Igantzi, lugar en el que fue capturada. Allí permanece entre 4 y 10 días, siendo localizada 4 veces en las que se mueve distancias máximas de 200m.

Entre el 24 y el 28 de noviembre, coincidiendo con la crecida de caudal, recorre unos 2.500m aguas arriba hasta la Central de Murgues, donde pasa de 49 a 59 días. En este periodo se mueve en distancias inferiores a 150m y es localizada en 5 ocasiones en el tramo cortocircuitado y 12 en la desembocadura del canal. Este punto donde las aguas derivadas por la Central de Murgues vuelven al río Bidasoa podría ser la zona de freza elegida.

Entre el 16 y el 26 de enero, regresa a los rápidos de ventas de Igantzi, lugar en el que fue capturada, permaneciendo allí hasta el final del estudio el 26 de enero.





Código de trucha T2N

Peso	340 g	Frecuencia	148.162 MHz	
Longitud	310 mm	PIT	07116DB25A4E9930	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
Rápidos ventas Igantz	13/10/2016	607.315	4.787.157	
			Aguas arriba	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	1.100
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	No	
Fecha	14-17 oct	Fecha		
Regreso a zona de captura	Si	Distancia máx aguas arriba	1.286	
Regreso a zona de captura tras frezar	Si	Distancia máx aguas abajo	0	
Identificación de la zona de freza		UTM X	UTM Y	
Regata Latsa, en lugar sin determinar		-	-	
Duración del seguimiento (días)	91	Nº veces localizada	27	
		Nº veces no localizada	2	

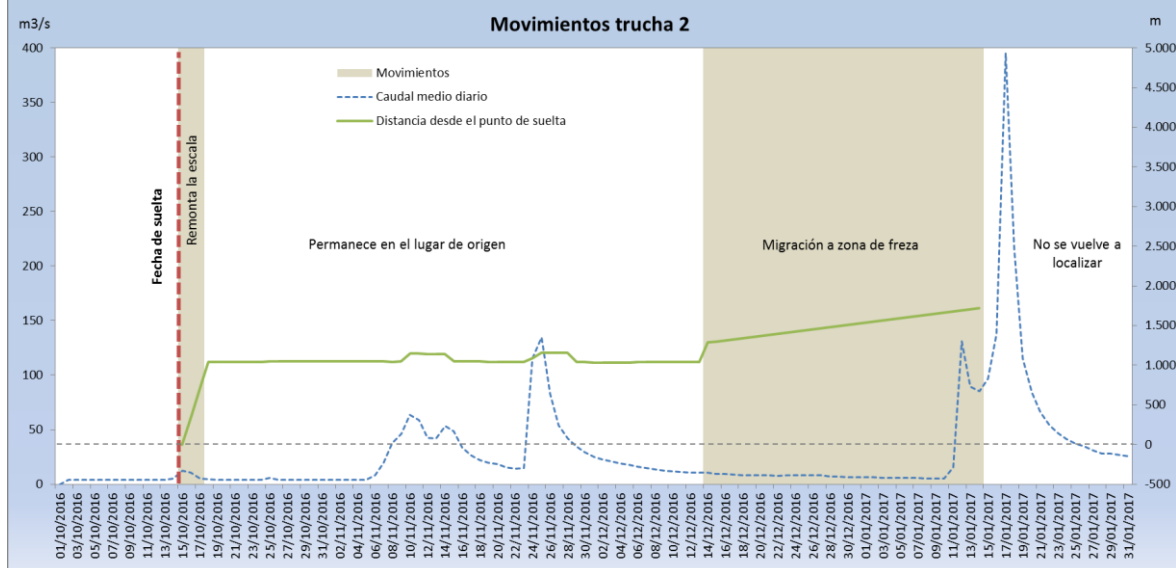
Descripción de los movimientos

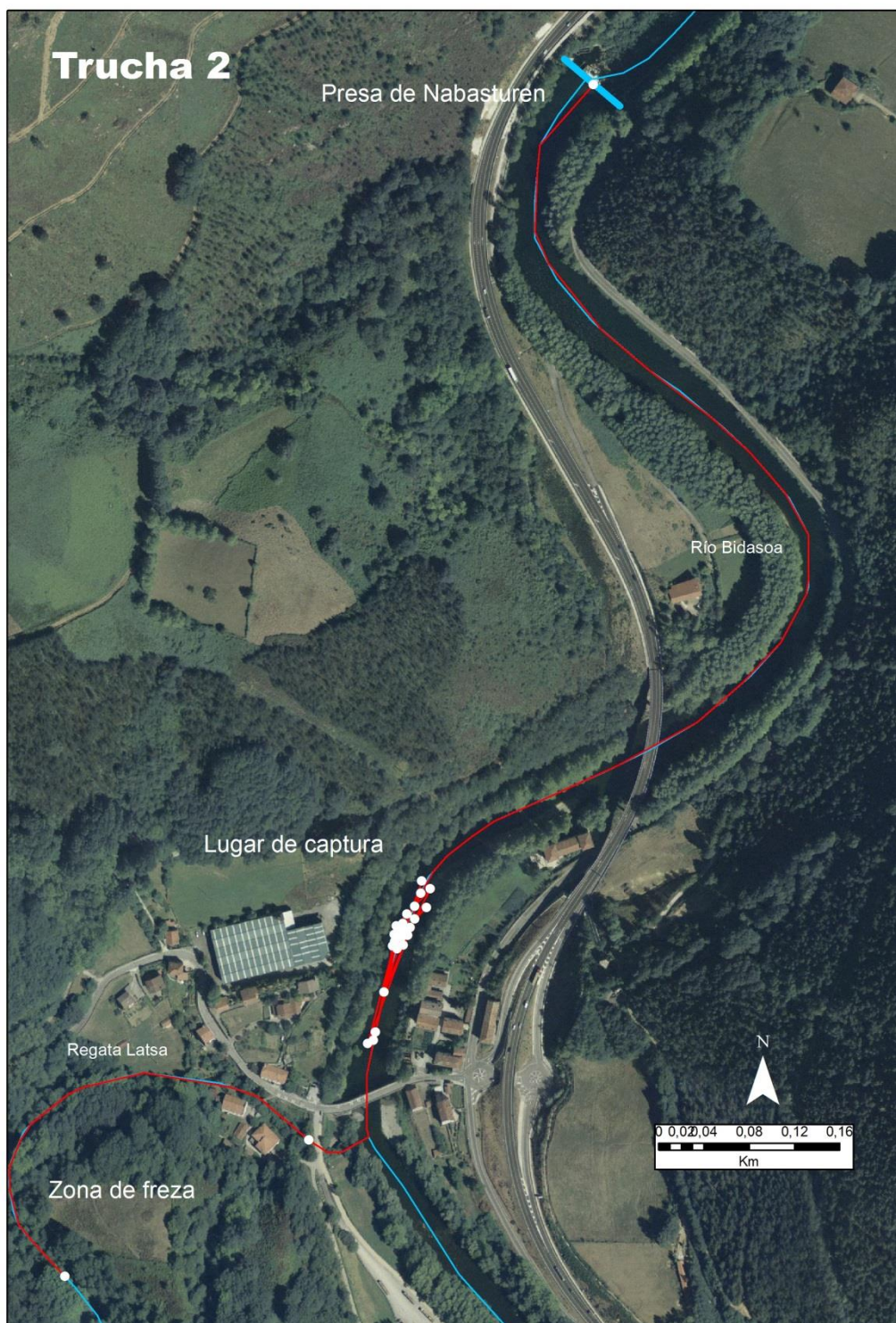
Inmediatamente después de ser soltada, entre el 14 y el 17 de octubre remonta la escala y tras recorrer 1.100 m llega a los rápidos de ventas de Igantzi, lugar en el que fue capturada.

Permanece en los rápidos 57-60 días (hasta el 12 de diciembre) donde es localizada en 23 ocasiones haciendo pequeños movimientos (no mas de 100 m) aguas arriba y abajo.

El 13 de diciembre entra en la regata Latsa donde permanece hasta que es localizada por última vez el 13 de enero. En este periodo es localizada tan solo en 2 ocasiones.

No vuelve a ser localizada después del 13 de enero.



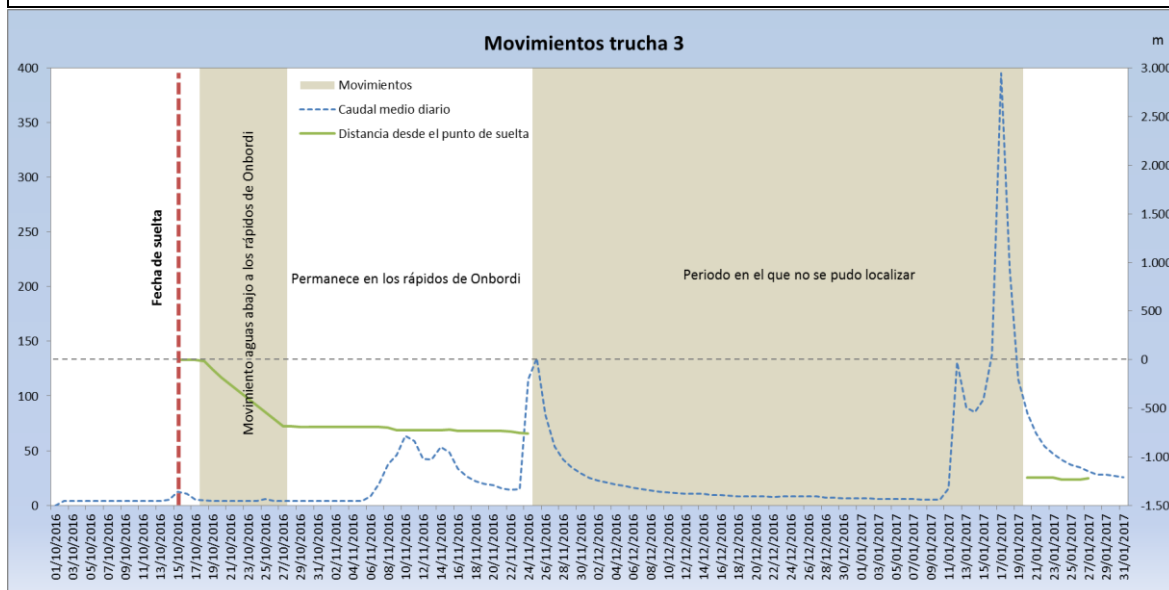


Código de trucha T3N

Peso	434 g	Frecuencia	148.222 MHz
Longitud	331 mm	PIT	07116DB25A4E0032
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No
Fecha	-	Fecha	-
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	0
Regreso a zona de captura tras frezar	No	Distancia máx aguas abajo	-1.235
Identificación de la zona de freza		UTM X	UTM Y
No		-	-
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	15
		Nº veces no localizada	13

Descripción de los movimientos

Solo se mueve hacia aguas abajo sin llegar a remontar la escala de la Presa de Nabasturen. Se queda en los rápidos de Onbordi (a 700m aguas abajo del lugar de suelta), donde permanece 29 días. En ese periodo es localizada en 10 ocasiones. En la avenida del 24 de noviembre, se le pierde la pista y está desaparecida durante 56 días. En este periodo se intenta localizar hasta en 12 ocasiones, recorriendo el cauce principal del Bidasoa aguas arriba y abajo y las regatas Tximista y Onin, sin llegar a localizarla. Finalmente aparece en el Bidasoa, a la altura de la desembocadura de Tximista, el 19 de enero. Permanece ahí hasta el fin del estudio el 26 de enero, donde es localizada en tres ocasiones. No regresa al lugar donde fue capturada en la poza a pie de la presa de Nabasturen.



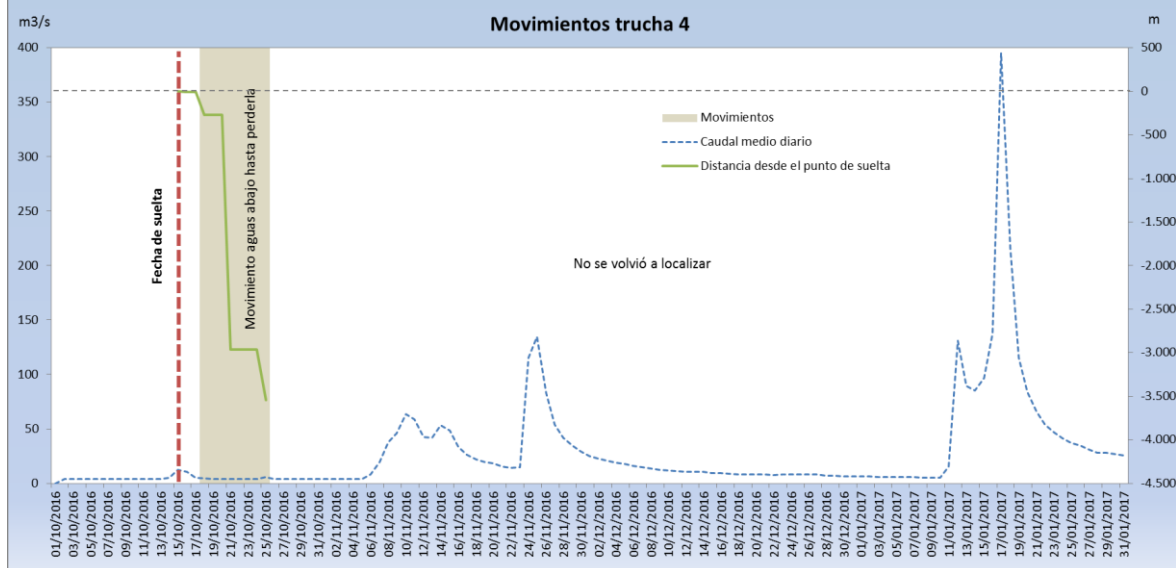


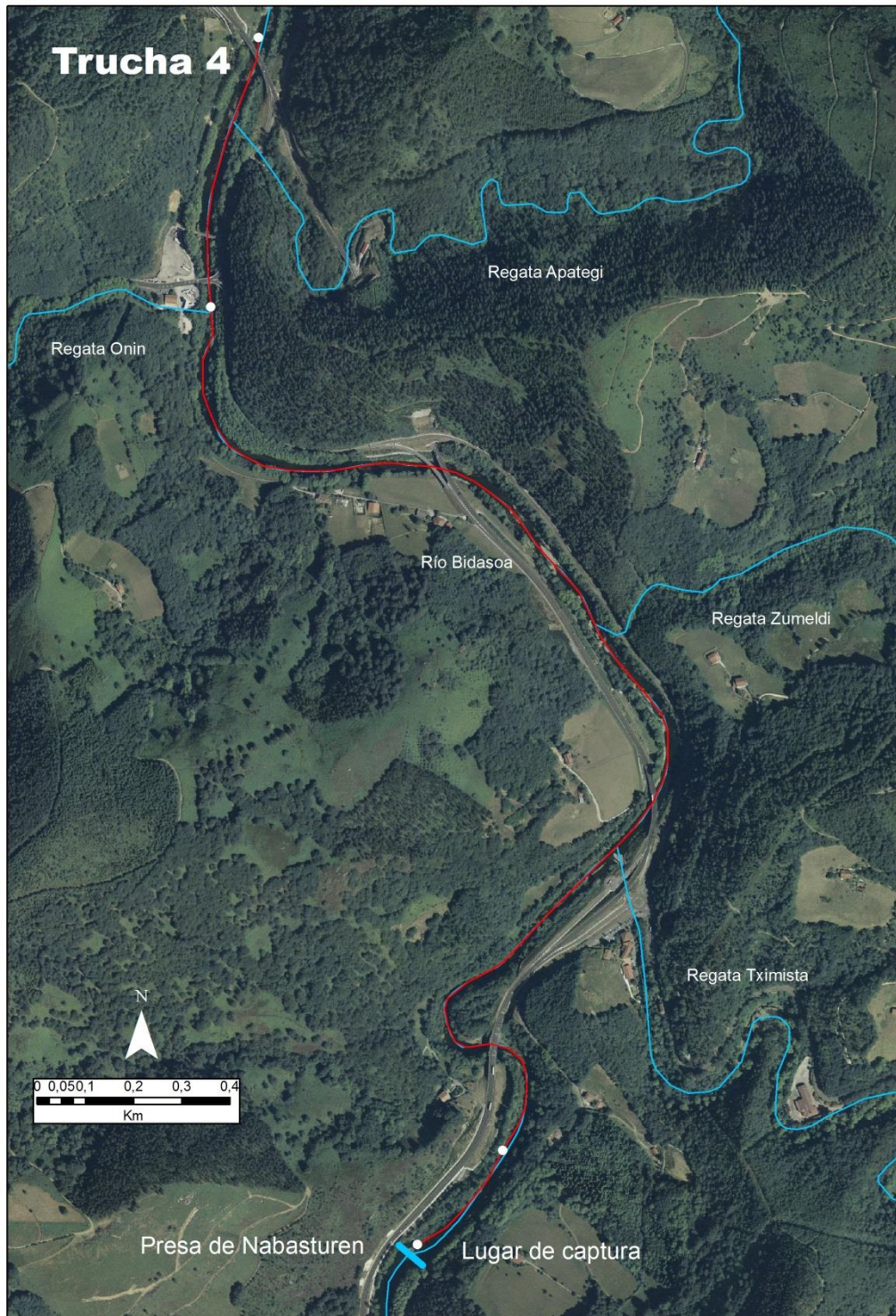
Código de trucha T4N

Peso	738 g	Frecuencia	148.281 MHz
Longitud	395 mm	PIT	07116DB25A4E213A
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No
Fecha	-	Fecha	-
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	0
Regreso a zona de captura tras frezar	No	Distancia máx aguas abajo	-3.541
Identificación de la zona de freza		UTM X	UTM Y
No		-	-
Duración del seguimiento (días)	80	Nº veces localizada	4
		Nº veces no localizada	20

Descripción de los movimientos

Solo se mueve hacia aguas abajo sin llegar a remontar la escala de la Presa de Nabasturen. Tras ser soltada, permanece tres días aguas abajo de la presa y empieza a moverse hacia aguas abajo. El 26 de octubre se le pierde la pista. Hasta en 20 ocasiones se intenta localizar, recorriendo Tximista, Onin y el Bidasoa hasta el tramo internacional, pero no se vuelve a localizar.





Código de trucha T5N

Peso	429 g	Frecuencia	148.342 MHz
Longitud	328 mm	PIT	07116DB25A4E3825
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	No
Fecha	28-oct/8-nov	Fecha	
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	7.195
Regreso a zona de captura tras frezar	No	Distancia máx aguas abajo	0
Identificación de la zona de freza	Si	UTM X	UTM Y
Regata Latsa: desembocadura de la regata Mendibil			
Duración del seguimiento (días)	101	Nº veces localizada	29
		Nº veces no localizada	2

Descripción de los movimientos

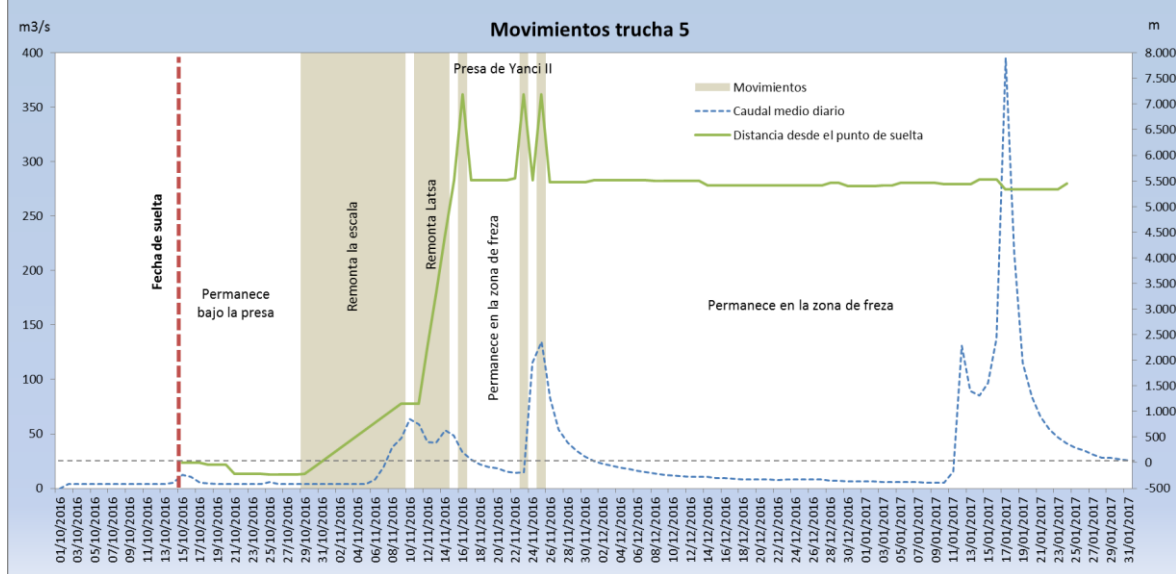
Tras la suelta el 14 de octubre, permanece bajo la presa entre 14 y 25 días en los que es localizada en 5 ocasiones haciendo pequeños movimientos (no más de 250 m) aguas arriba y abajo.

Entre el 28 de octubre y el 8 de noviembre, probablemente coincidiendo con la crecida de caudal que se inicia el día 6, remonta la escala de la presa de Nabasturen y recorre los 1.100m que le separan de los rápidos de ventos de Igantzi. Allí es localizada 2 veces en las que apenas se mueve 30m.

Seguidamente, entre el 9 y el 14 de noviembre, días en los que continúa la crecida, entra en la regata Latsa y la remonta aguas arriba hasta llegar al pie de la presa de la Central Yanci II (a 7,2 Km del punto de suelta), pero sin llegar a superarla. Se mueve entonces 1,7 Km aguas abajo hasta la zona de la desembocadura de la regata Mendibil, donde permanece hasta el 23 de enero, fecha en la que termina el seguimiento. En estos 70 días, es localizada en 18 ocasiones en ese mismo lugar, lo que parece indicar que la desembocadura de la regata Mendibil podría ser la zona elegida para frezar.

Sin embargo, es necesario señalar que en este periodo fue localizada al pie de la presa de Yanci II hasta en tres ocasiones (15, 22 y 24 de noviembre) moviéndose desde la regata Mendibil, lo que podría indicar que intentaba superar la presa de Yanci II sin llegar a conseguirlo. Los dos últimos acercamientos a esa presa coincidieron con la avenida ocurrida a finales de noviembre.

Durante el estudio, no se llega a detectar si regresa al lugar donde fue capturada en la poza a pie de la presa de Nabasturen.





Código de trucha T6N

Peso	231 g	Frecuencia	148.402 MHz
Longitud	275 mm	PIT	07116DB25A4E673D
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
Rápidos ventas Igantzi	13/10/2016	607.315	4.787.157
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	Yanci II
Fecha	14-17 oct	Fecha	27 dic - 23 ene
Regreso a zona de captura	Si	Distancia máx aguas arriba	7.432
Regreso a zona de captura tras frezar	No	Distancia máx aguas abajo	0
Identificación de la zona de freza	Si	UTM X	UTM Y
Regata Latsa, punto sin determinar		-	-
Duración del seguimiento (días)	101	Nº veces localizada	23
		Nº veces no localizada	6

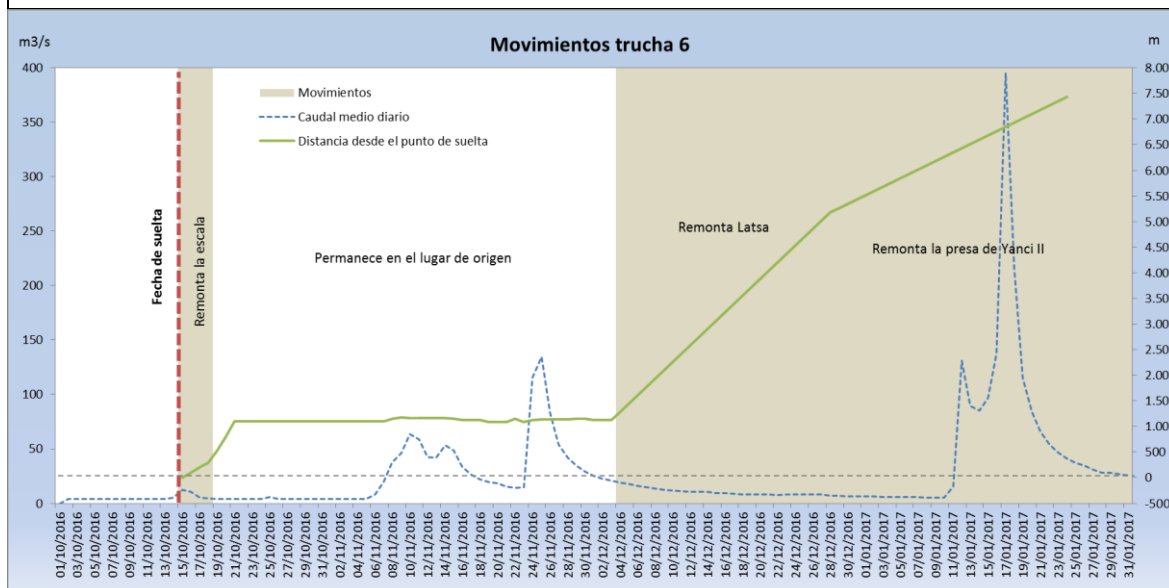
Descripción de los movimientos

Inmediatamente tras la suelta el 14 de octubre, remonta la presa. Tres días después está en la badina aguas arriba de la presa y otros tres días después ya es localizada en los rápidos de ventas de Igantzi, lugar en el que fue capturada. Allí permanece al menos 43 días, siendo localizada 19 veces en las que apenas se mueve 100m.

Desde el 2 de diciembre, permanece 25 días desaparecida hasta que el 27 de diciembre es localizada en la regata Latsa, a 5,2 Km del punto de suelta. Vuelve a desaparecer durante un mes hasta que el 23 de enero se vuelve a localizar aguas arriba de la presa de la Central Yanci II, a 7,4 Km del punto de suelta.

No es posible establecer con exactitud el lugar de freza, debido a los largos periodos en los que permaneció desaparecida, pero es evidente que se sitúa en algún lugar de la regata Latsa.

Durante el estudio, no se llega a detectar si tras la freza regresa al lugar donde fue capturada en los rápidos de ventas de Igantzi.





Código de trucha T7N

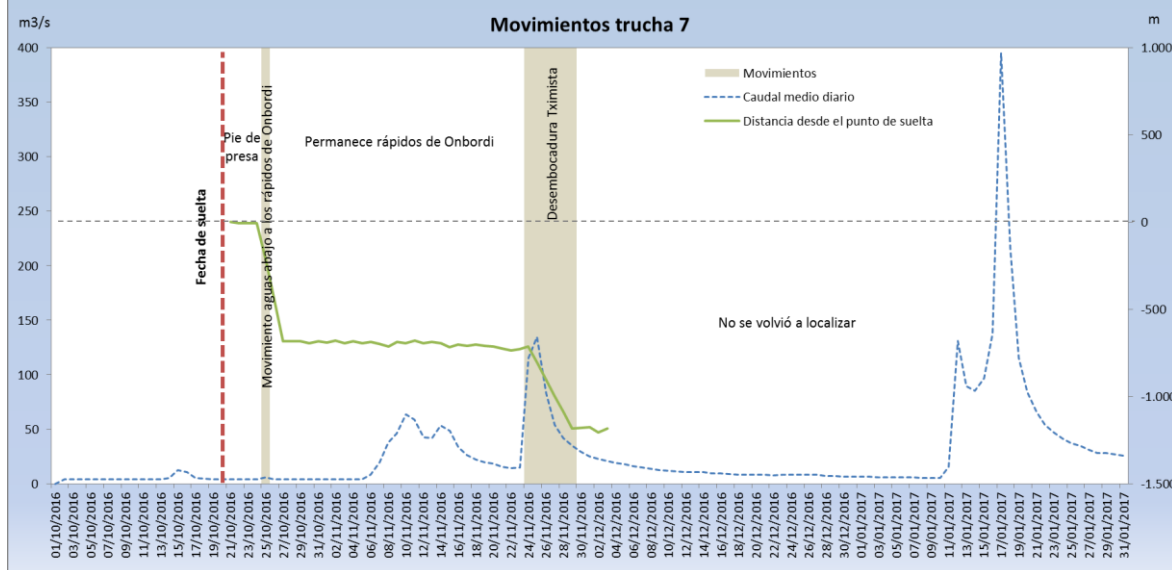
Peso	271 g	Frecuencia	148.462 MHz	
Longitud	288 mm	PIT	07116DB25A4EA226	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
Pie presa Murgues	19/10/2016	607.849	4.785.318	
			Aguas arriba	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	20/10/2016	607.499	4.787.914	3.900
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No	
Fecha	-	Fecha	-	
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	0	
Regreso a zona de captura tras frezar	No	Distancia máx aguas abajo	-1.206	
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y	
		-	-	
Duración del seguimiento (días)	74	Nº veces localizada	18	
		Nº veces no localizada	7	

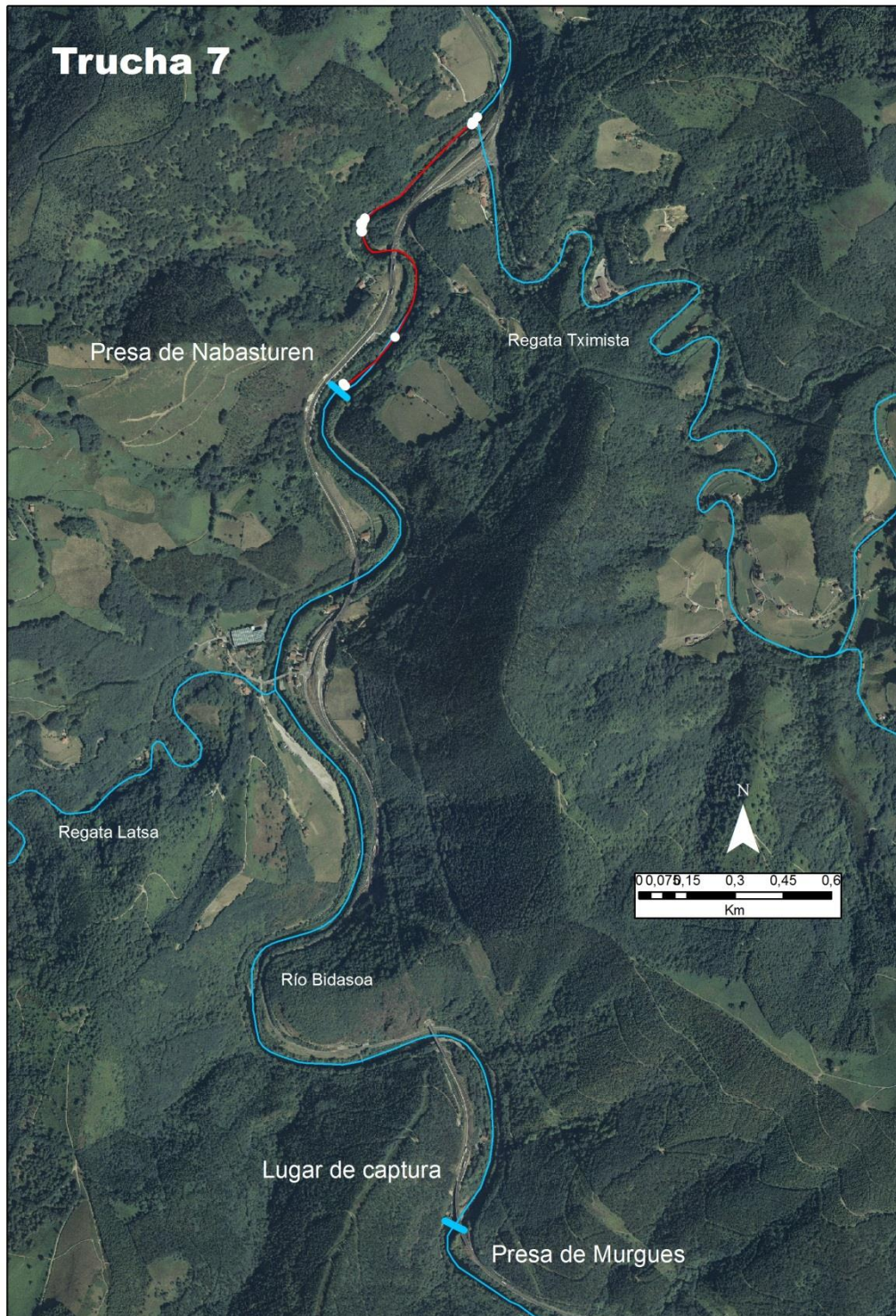
Descripción de los movimientos

Esta trucha fue capturada a una distancia de 3,9 Km aguas arriba de la presa de Nabasturen, al pie de la presa de Murgues y liberada en una fecha posterior al resto, ya que se reutilizó el emisor utilizado previamente y encontrado entre la vegetación. Sin embargo, tan solo se movió hacia aguas abajo no volvió al lugar de captura ni llegó a remontar la presa de Nabasturen.

Desde la suelta el 20 de octubre, permaneció 4 días aguas abajo de la presa de Nabasturen y el día 24 se movió hasta los rápidos de Onbordi, unos 700m aguas abajo. Allí permaneció entre 30 y 35 días, siendo localizada hasta en 10 ocasiones.

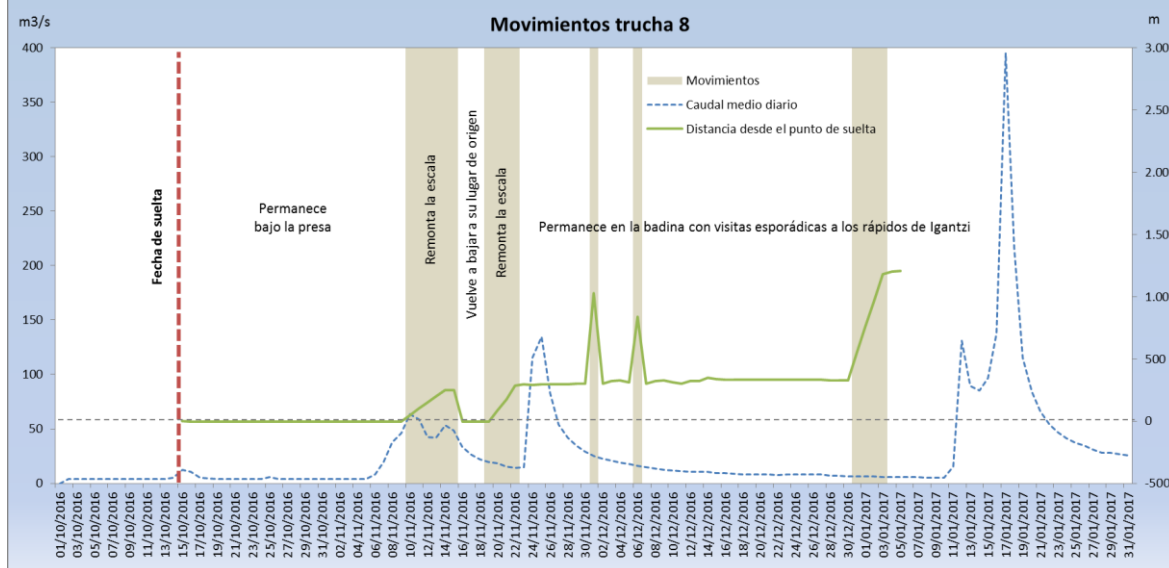
Coincidiendo con la avenida del 24 de noviembre, descendió hasta la desembocadura de la regata Tximista (1,2 Km aguas abajo del lugar de suelta) donde fue localizada en 4 ocasiones. Permaneció allí al menos hasta el 2 de diciembre, fecha en la que se perdió su pista.

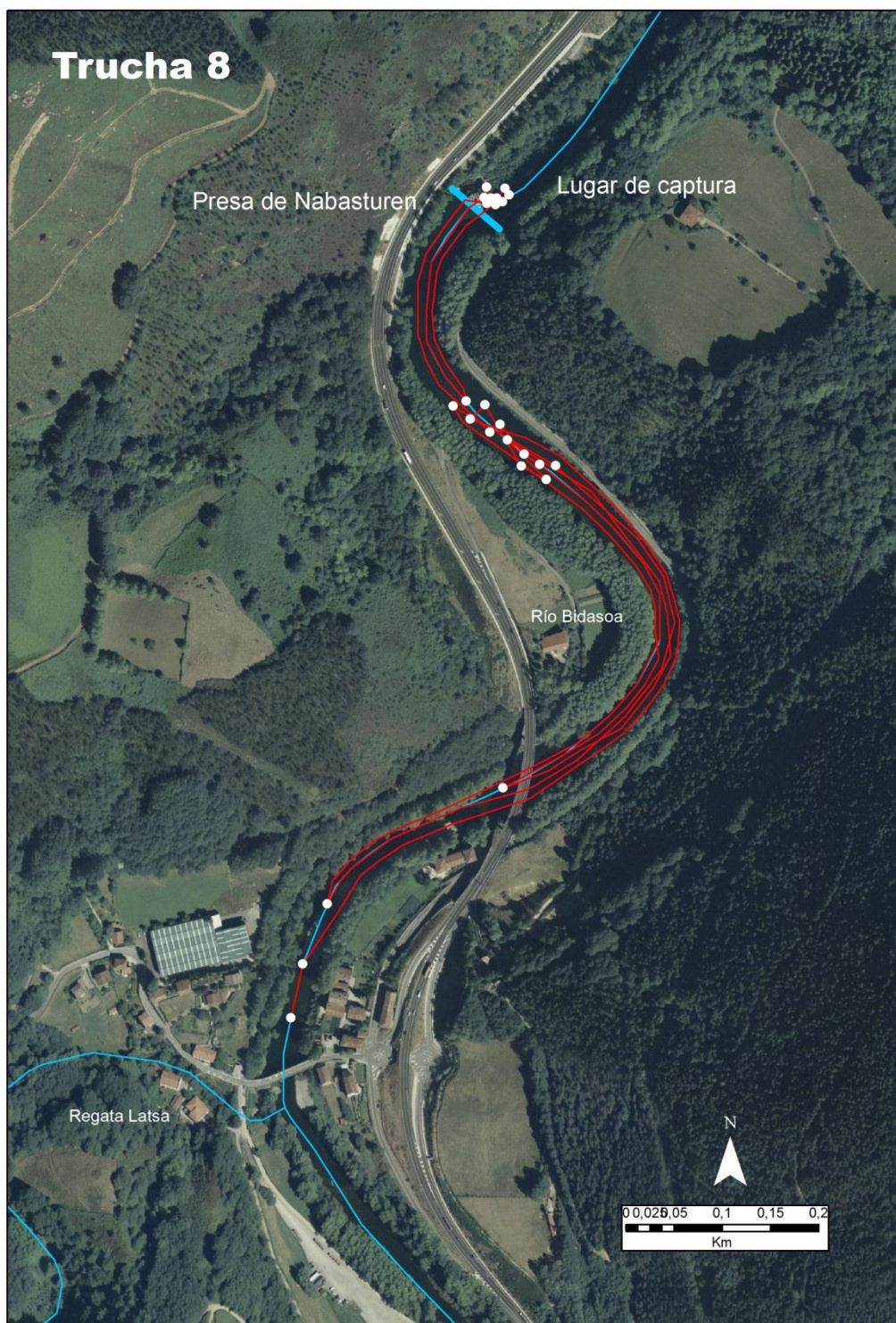




Código de trucha T8N

Peso	425 g	Frecuencia	148.522 MHz	
Longitud	323 mm	PIT	07116DB25A4E2735	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914	Aguas abajo
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	0
Paso escala de Nabasturen	Si, en dos ocasiones	Otras escalas	No	
Fecha	8-14 nov y 18-21-nov	Fecha	-	
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	1.208	
Regreso a zona de captura tras frezar	No	Distancia máx aguas abajo	0	
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y	
		-	-	
Duración del seguimiento (días)	82	Nº veces localizada	26	
		Nº veces no localizada	2	
Descripción de los movimientos				
Tras la suelta, es localizada en 7 ocasiones al pie de la presa, donde pasa entre 25 y 31 días. Entre el 8 y el 14 de noviembre, sube la presa de Nabasturen, para volver a bajarla y pasar otros 3-6 días a pie de presa. Entre el 18 y el 21 de noviembre vuelve a subir la presa. Permanece en la badina aguas arriba de la presa de Nabasturen durante todo el periodo de estudio siendo localizada en 11 ocasiones (44 días). Durante este periodo, tan solo se detectan tres movimientos esporádicos aguas arriba a los rápidos de ventas de Igantzi. El 4 de enero se localiza por última vez en los rápidos de ventas de Igantzi. Durante el estudio, no se llega a detectar si regresa al lugar donde fue capturada al pie de la presa de nabasturen.				



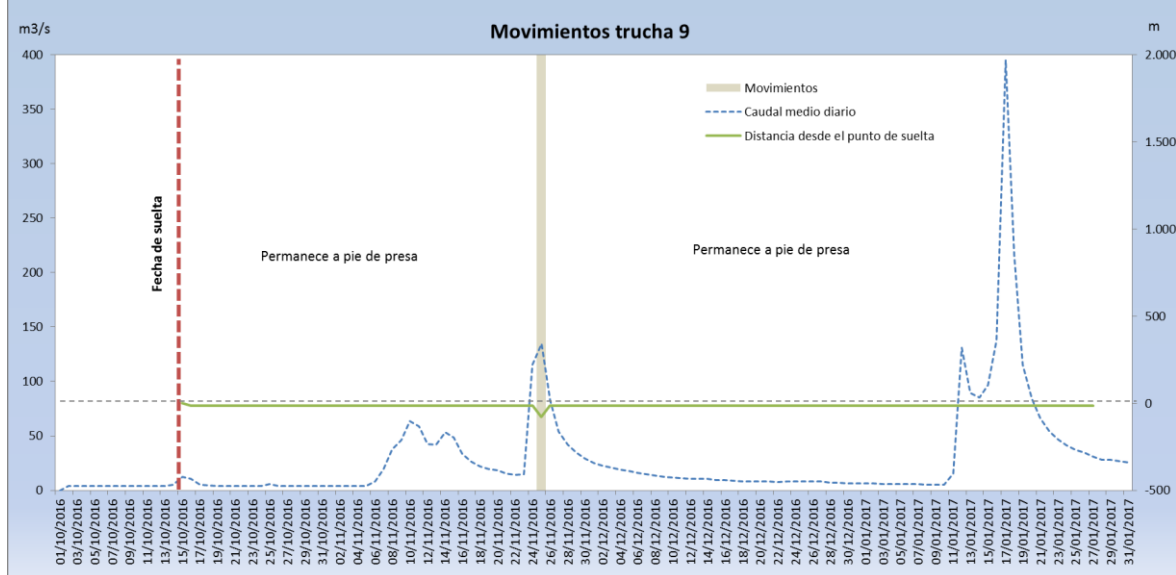


Código de trucha T9N

Peso	383 g	Frecuencia	148.581 MHz
Longitud	309 mm	PIT	07116DB25A4E2131
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No
Fecha	-	Fecha	-
Regreso a zona de captura	Permanece en ella	Distancia máx aguas arriba	0
Regreso a zona de captura tras frezar	No migra	Distancia máx aguas abajo	-80
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y
		-	-
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	35
		Nº veces no localizada	1

Descripción de los movimientos

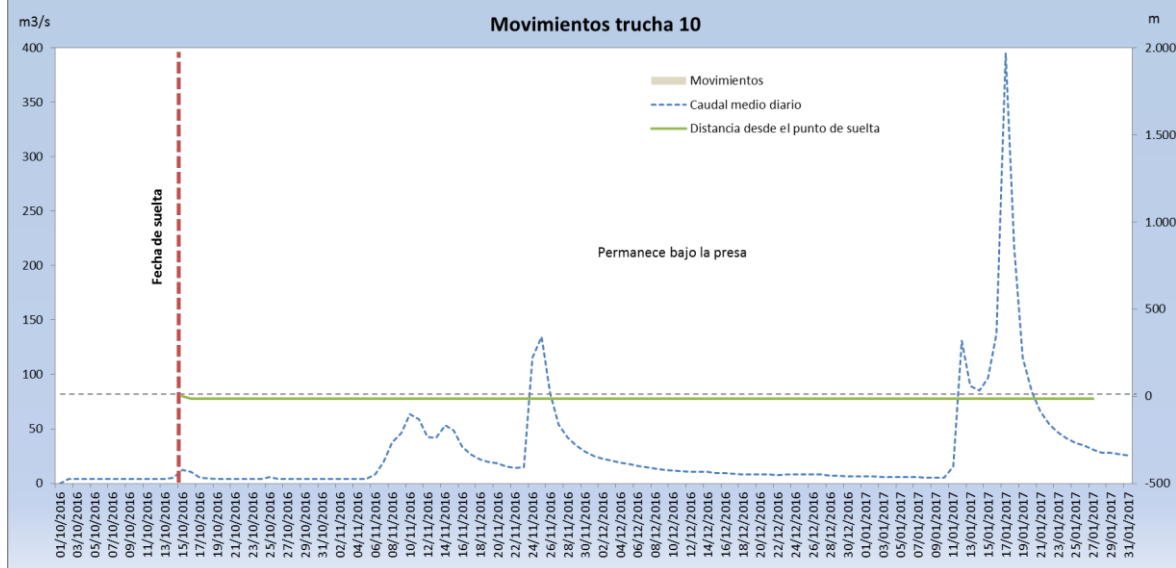
Durante todo el periodo de estudio permanece en el mismo lugar donde fue soltada, que coincide con el de la captura. Nunca remonta la presa de Nabasturen. Tan solo se detecta un pequeño movimiento aguas abajo de unos 80m, coincidiendo con la avenida del 24 de noviembre, lo que parece indicar que la trucha estaba viva.





Código de trucha T10N

Peso	240 g	Frecuencia	148.639 MHz
Longitud	269 mm	PIT	07116DB25A4E5225
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No
Fecha	-	Fecha	-
Regreso a zona de captura	Permanece en ella	Distancia máx aguas arriba	0
Regreso a zona de captura tras frezar	No migra	Distancia máx aguas abajo	0
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y
		-	-
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	35
		Nº veces no localizada	1
Descripción de los movimientos Durante todo el periodo de estudio permanece en el mismo lugar donde fue soltada, que coincide con el de la captura. No se detecta ningún movimiento, por lo que no se puede descartar que en realidad esté muerta.			





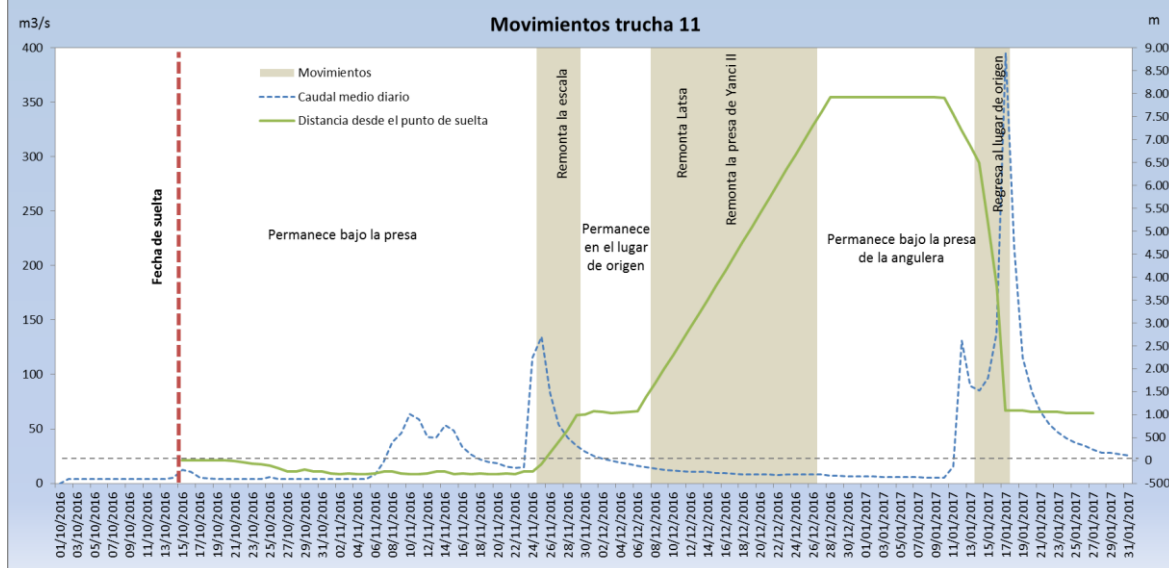
Código de trucha T11N

Peso	322 g	Frecuencia	148.682 MHz	
Longitud	310 mm	PIT	07116DB25A4E4126	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
Rápidos ventas Igantz	13/10/2016	607.315	4.787.157	
			Aguas arriba	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	1.100
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	Yanci II	
Fecha	24-28 nov	Fecha	5-13 dic	
Regreso a zona de captura	Si	Distancia máx aguas arriba	7.929	
Regreso a zona de captura tras frezar	Si	Distancia máx aguas abajo	-300	
Identificación de la zona de freza	Si	UTM X	UTM Y	
Regata Latsa: al pie de la presa de la angulera		603.478	4.783.952	
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	29	
		Nº veces no localizada	3	

Descripción de los movimientos

Tras la suelta, permanece aguas abajo de la presa entre 41 y 45 días. En ese periodo es localizada en 12 ocasiones en las que se detectan movimientos aguas arriba y abajo en una longitud máxima de 300 m. Entre el 24 y el 28 de noviembre sube la presa de Nabasturen y remonta hasta los rápidos de ventas de Igantz, lugar en el que fue capturada. Allí pasa entre 7 y 15 días (localizada en 5 ocasiones) moviéndose distancias muy pequeñas antes de migrar hacia la regata Latsa.

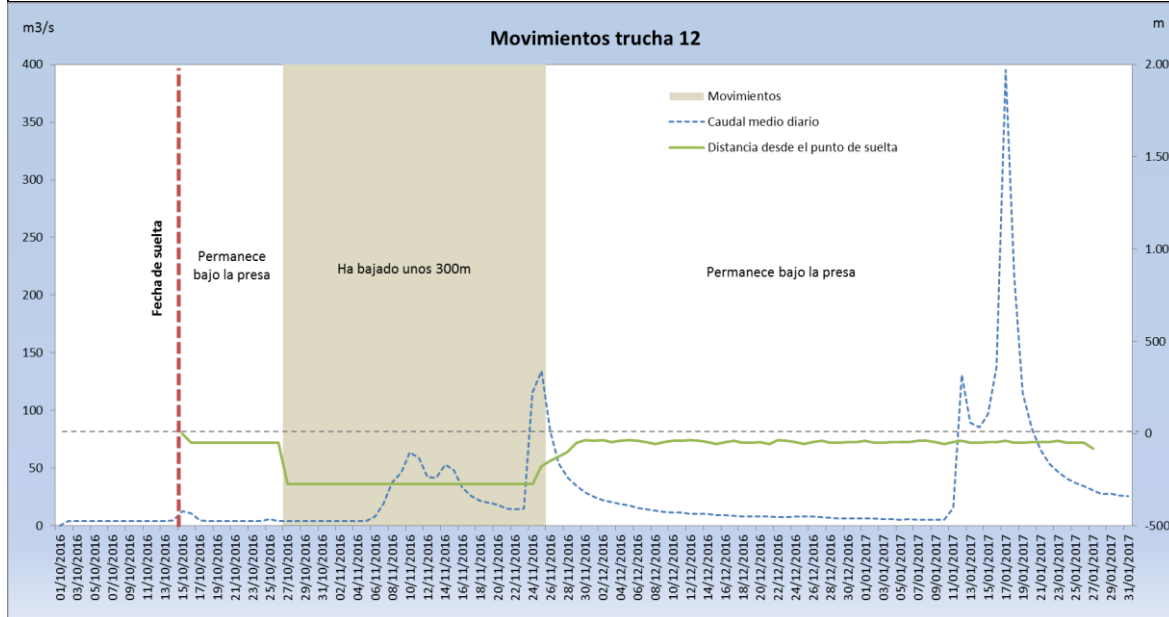
Entre el 5 y el 13 de diciembre, remonta la regata Latsa y supera la presa de la Central Yanci II, hasta llegar al pie de la presa de la Angulera, que no llega a remontar. Allí pasa 31-34 días (es localizada en 7 ocasiones) por lo que se presume que esta podría ser la zona de freza. Entre el 13 y el 16 de enero desciende a los rápidos de ventas de Igantz (lugar de captura), donde se queda hasta el final del seguimiento el 26 de enero.





Código de trucha T12N

Peso	209 g	Frecuencia	148.731 MHz	
Longitud	267 mm	PIT	07116DB25A4E0B30	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
Rápidos ventas Igantzi	13/10/2016	607.315	4.787.157	Aguas arriba
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	1.100
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No	
Fecha	-	Fecha	-	
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	0	
Regreso a zona de captura tras frezar	No migra	Distancia máx aguas abajo	-273	
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y	
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	29	
		Nº veces no localizada	4	
Descripción de los movimientos				
Durante todo el periodo de estudio permanece aguas abajo de la presa de Nabasturen, sin llegar a remontarla nunca. Tampoco regresa al lugar de su captura en los rápidos de ventas de Igantzi. En ese periodo (104 días) es localizada en 29 ocasiones. Tras pasar entre 10 y 12 días al pie de la presa, se detecta un movimiento de 300m aguas abajo, donde pasa 29-35 días. Coincidiendo con la crecida del 24 de noviembre, vuelve al pie de la presa donde permanece hasta el final del estudio. No es posible identificar el lugar de freza.				





Código de trucha T13N

Peso	315 g	Frecuencia	148.782 MHz
Longitud	304 mm	PIT	07116DB25A4EAC30
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	No
Fecha	23-27 dic	Fecha	-
Regreso a zona de captura	Permanece en ella	Distancia máx aguas arriba	1.412
Regreso a zona de captura tras frezar	Si	Distancia máx aguas abajo	-300
Identificación de la zona de freza	Si	UTM X	UTM Y
Río Bidasoa: rápidos aguas arriba del puente de Berrizaun		607.371	4.786.817
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	34
		Nº veces no localizada	1

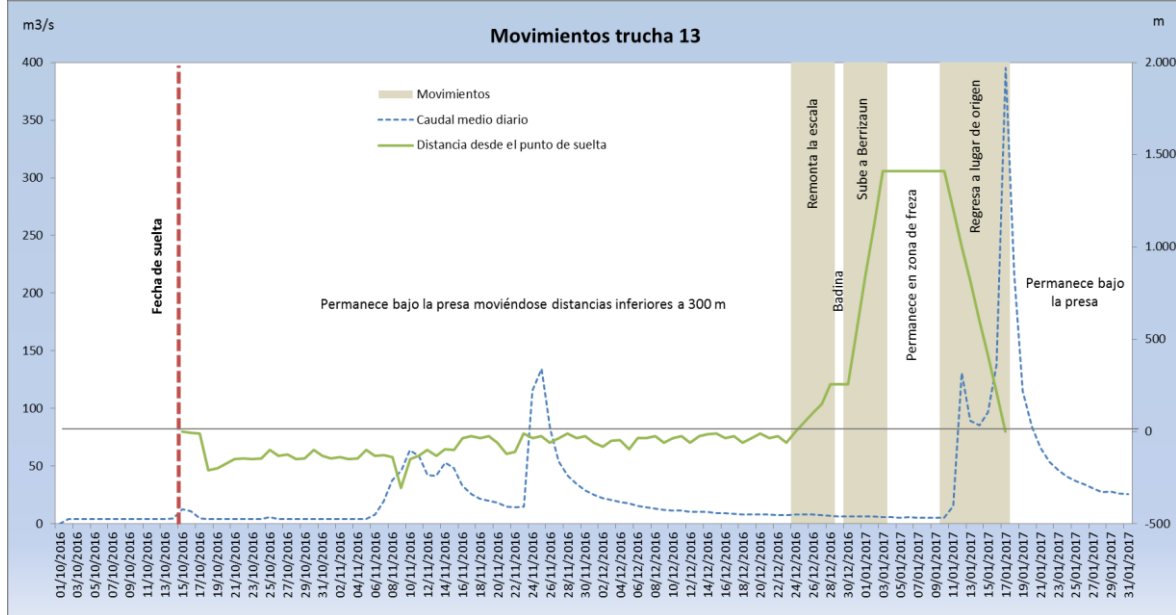
Descripción de los movimientos

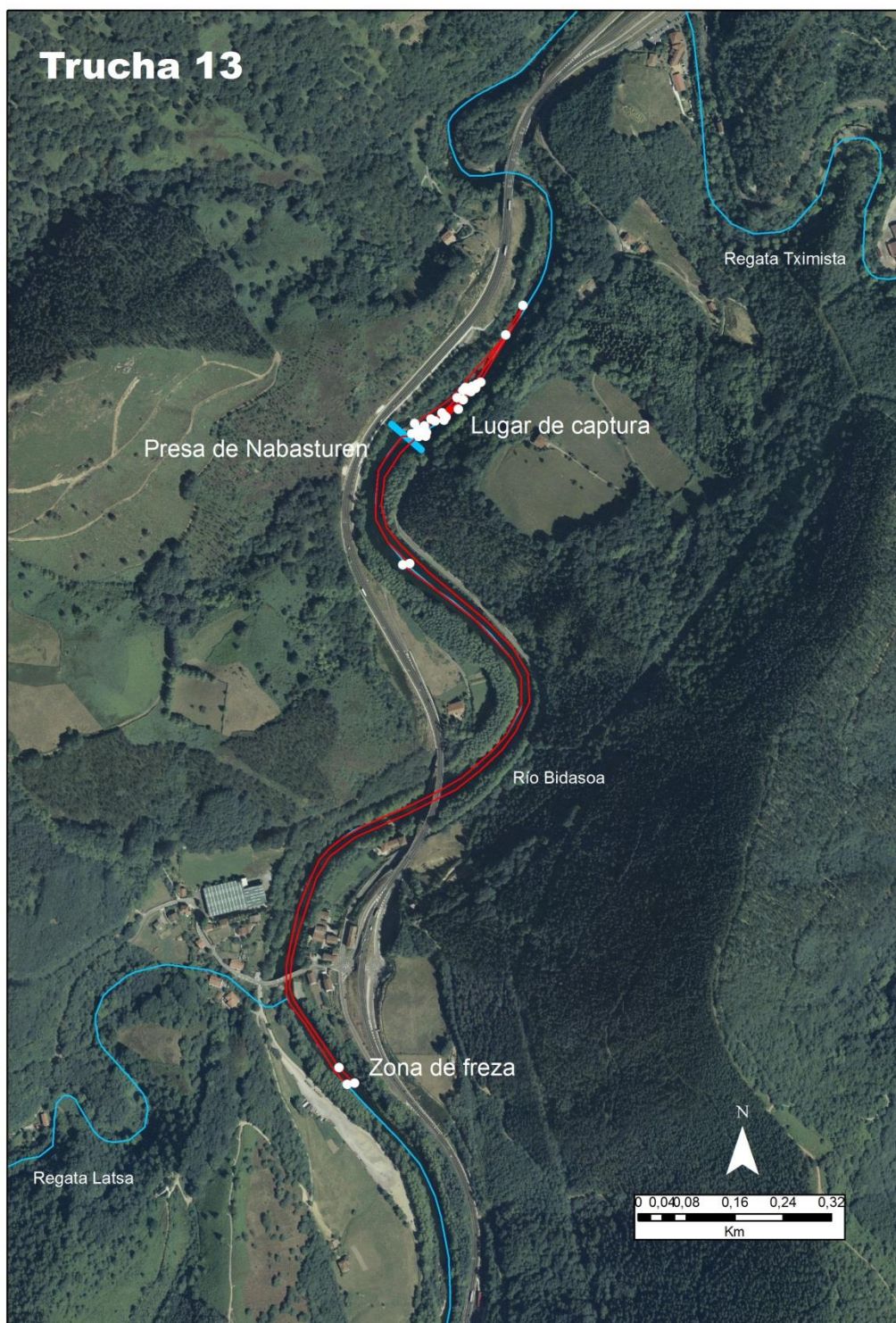
Tras soltarla, permanece a pie de presa (lugar de la captura) entre 70 y 74 días, siendo localizada en 24 ocasiones. En ese periodo realiza algún pequeño movimiento (máximo 300m) hacia aguas abajo, regresando de nuevo al pie de la presa.

Entre el 23 y el 27 de diciembre, remonta la presa de Nabasturen, para quedarse en la badina 6-10 días (es localizada en dos ocasiones en ese lugar).

Entre el 29 de diciembre y el 2 de enero, remonta el río Bidasoa aguas arriba hasta los rápidos situados aguas arriba del puente de Berrizaun (1,4 Km aguas arriba del punto de suelta). En ese lugar permanece entre 8 y 18 días (es localizada en 3 ocasiones) por lo que este podría ser el lugar de freza.

El 16 de enero, coincidiendo con las avenidas de principios de enero, ha bajado la presa de Nabasturen y regresando al lugar de captura donde permanece hasta el final del estudio.



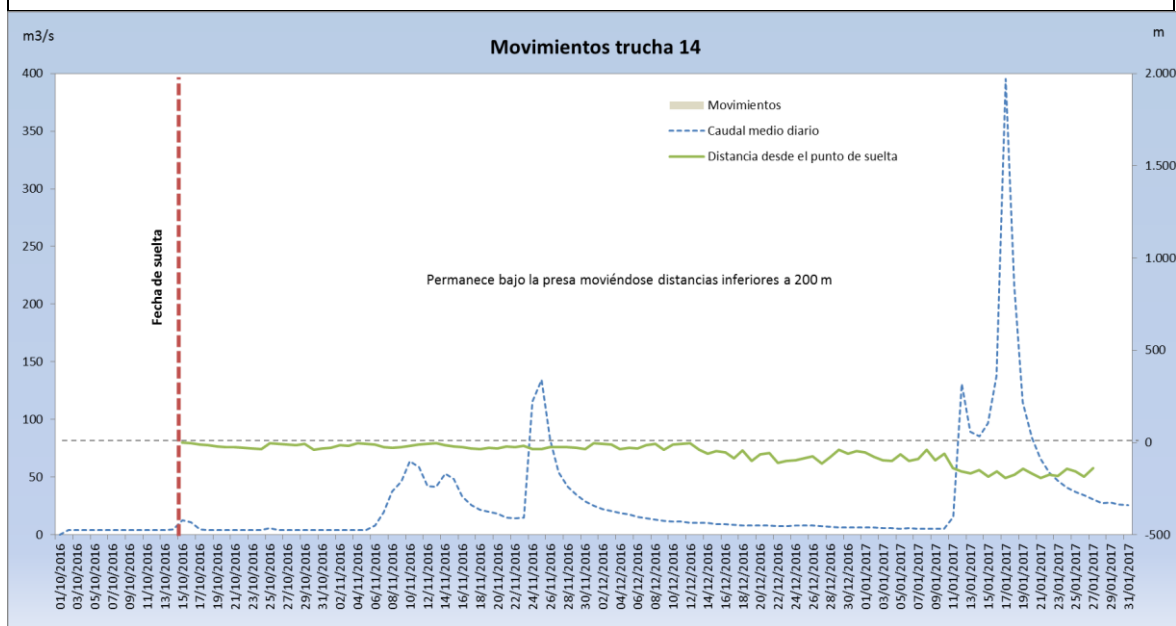


Código de trucha T14N

Peso	236 g	Frecuencia	148.851 MHz	
Longitud	263 mm	PIT	07116DB25A4E9238	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
Rápidos ventas Igantzi	13/10/2016	607.315	4.787.157	
			Aguas arriba	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	1.100
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No	
Fecha	-	Fecha	-	
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	0	
Regreso a zona de captura tras frezar	No migra	Distancia máx aguas abajo	-190	
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y	
		-	-	
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	29	
		Nº veces no localizada	5	

Descripción de los movimientos

Durante todo el periodo de estudio permanece aguas abajo de la presa de Nabasturen, sin llegar a remontarla nunca. Tampoco regresa al lugar de su captura en los rápidos de ventas de Igantzi. En ese periodo (104 días) es localizada en 29 ocasiones, de las que la mayor parte se encuentra a pie de presa, y tan solo se detectan movimientos hacia aguas abajo de una distancia máxima de 200m. A pesar de haber sido capturada aguas arriba (rápidos de ventas de Igantzi), nunca vuelve a ese lugar. No es posible identificar el lugar de freza.





Código de trucha T15N

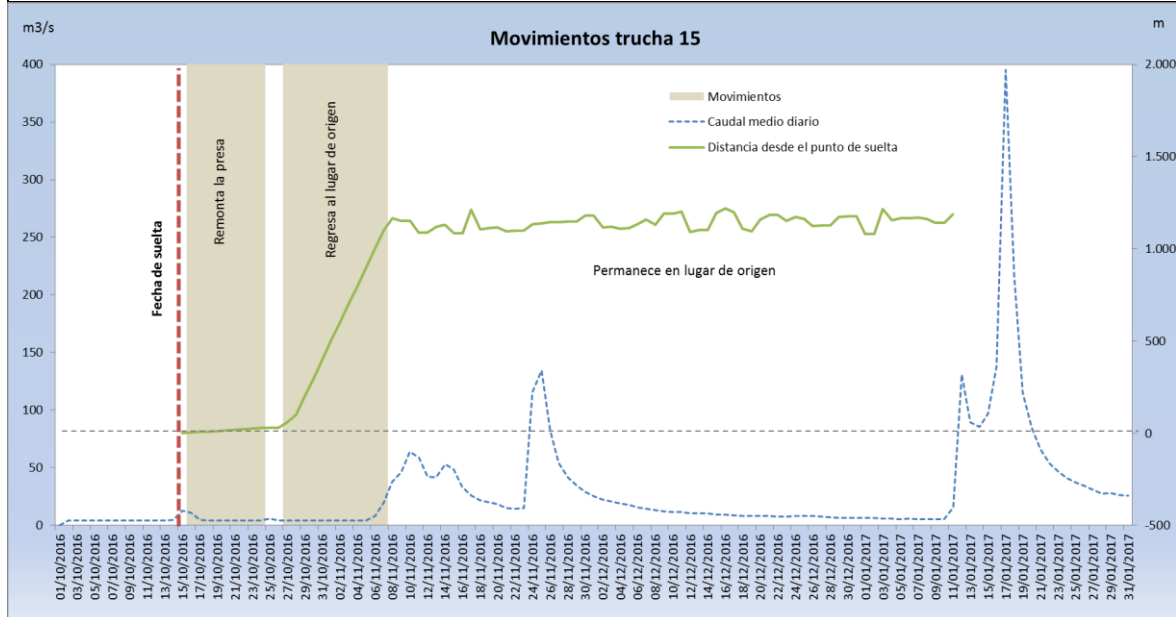
Peso	249 g	Frecuencia	148.883 MHz	
Longitud	279 mm	PIT	07116DB25A4E7731	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
Rápidos ventas Igantzi	13/10/2016	607.315	4.787.157	
			Aguas arriba	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914	1.100
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	No	
Fecha	14-20 oct	Fecha	-	
Regreso a zona de captura	Si	Distancia máx aguas arriba	1.220	
Regreso a zona de captura tras frezar	No migra	Distancia máx aguas abajo	0	
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y	
		-	-	
Duración del seguimiento (días)	88	Nº veces localizada	31	
		Nº veces no localizada	2	

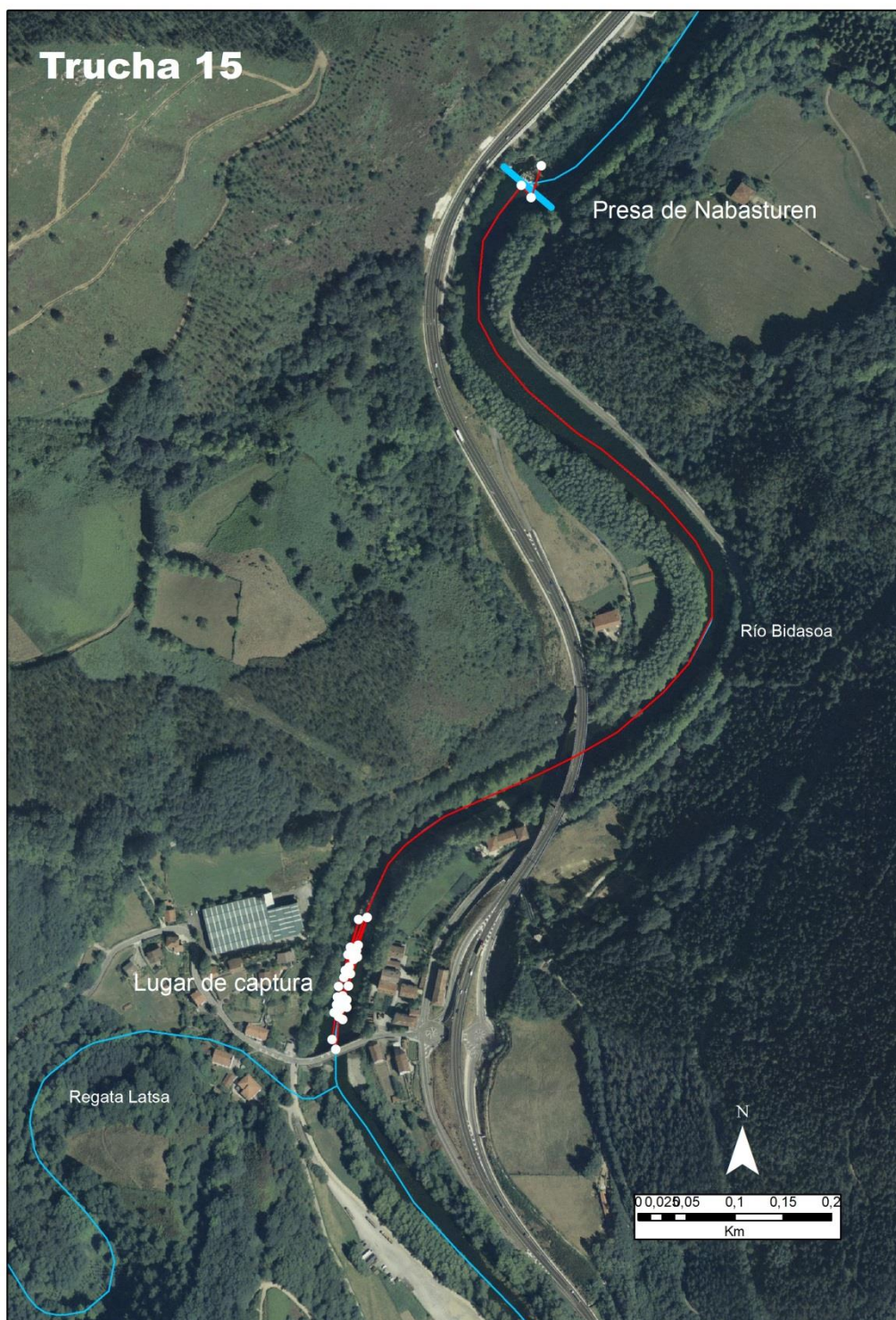
Descripción de los movimientos

A los pocos días de ser soltada (entre el 14 y 20 de octubre), remonta la presa. Es localizada en la badina de la presa en dos ocasiones, pasando ahí entre 2 y 24 días antes de regresar al lugar donde fue capturada en los rápidos de ventas de Igantzi.

Permanece en ese lugar hasta el final del estudio (entre 64 y 76 días) siendo localizada en 28 ocasiones en la misma zona. Tan solo se observan pequeños movimientos de menos de 140 m.

Durante todo el periodo de estudio no se observa ninguna migración, por lo que no pudo identificarse la zona de freza.





Código de trucha T16N

Peso	- g	Frecuencia	148.921 MHz	
Longitud	223 mm	PIT	0000000008ED4141	
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y	
Rápidos aguas arriba de Murgues	27/10/2016	608.681	4.784.609	
			Aguas arriba	
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y	Distancia (m)
Pie de presa	28/10/2016	607.499	4.787.914	5.110
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	No	
Fecha	8-14 nov	Fecha	-	
Regreso a zona de captura	No	Distancia máx aguas arriba	260	
Regreso a zona de captura tras frezar	No migra	Distancia máx aguas abajo	0	
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y	
		-	-	
Duración del seguimiento (días)	90	Nº veces localizada	29	
		Nº veces no localizada	2	

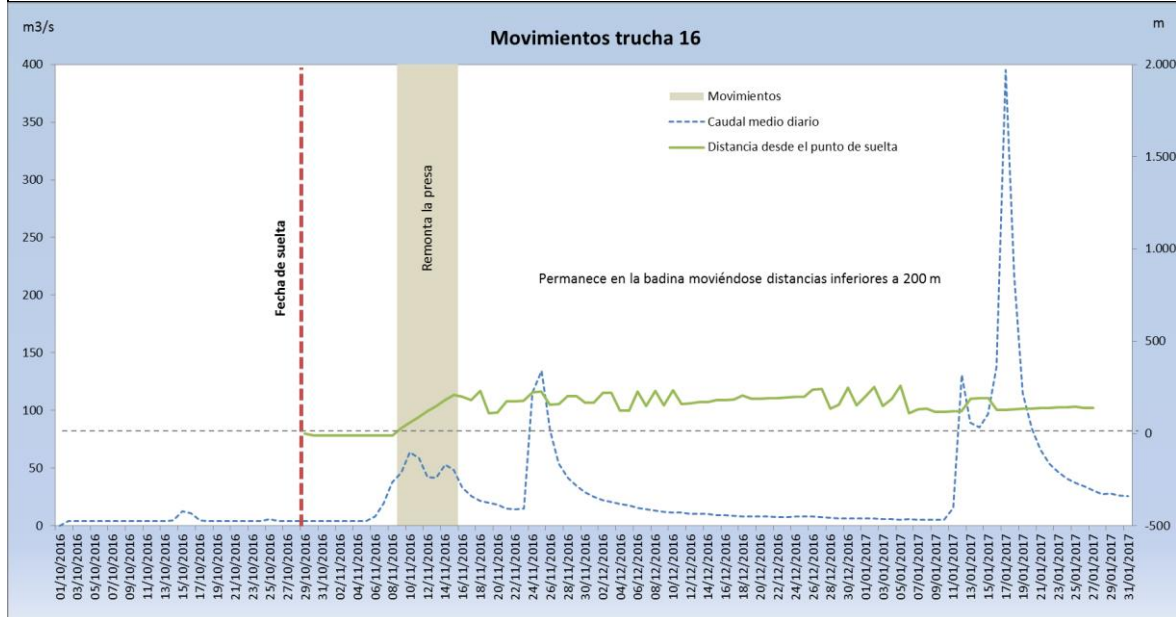
Descripción de los movimientos

Se capturó a una distancia de 5,1 Km aguas arriba y fue soltada bajo la presa de nabasturen en una fecha posterior a las demás (28 de octubre) porque se reutilizó el transmisor de otra trucha muerta.

Coincidiendo con la primera avenida del otoño, entre el 8 y 14 de noviembre, remonta la presa de Nabasturen, tras haber pasado a pie de la presa entre 11 y 17 días.

Desde esa fecha y hasta el final del seguimiento el 26 de enero (entre 73 y 79 días), permanece en la badina, siendo localizada en 26 ocasiones en puntos que distaban menos de 200m.

Durante todo el periodo de estudio no se observa ninguna migración, por lo que no pudo identificarse la zona de freza. Tampoco regresa al lugar en el que fue capturada, aguas arriba de la presa de Murgues.



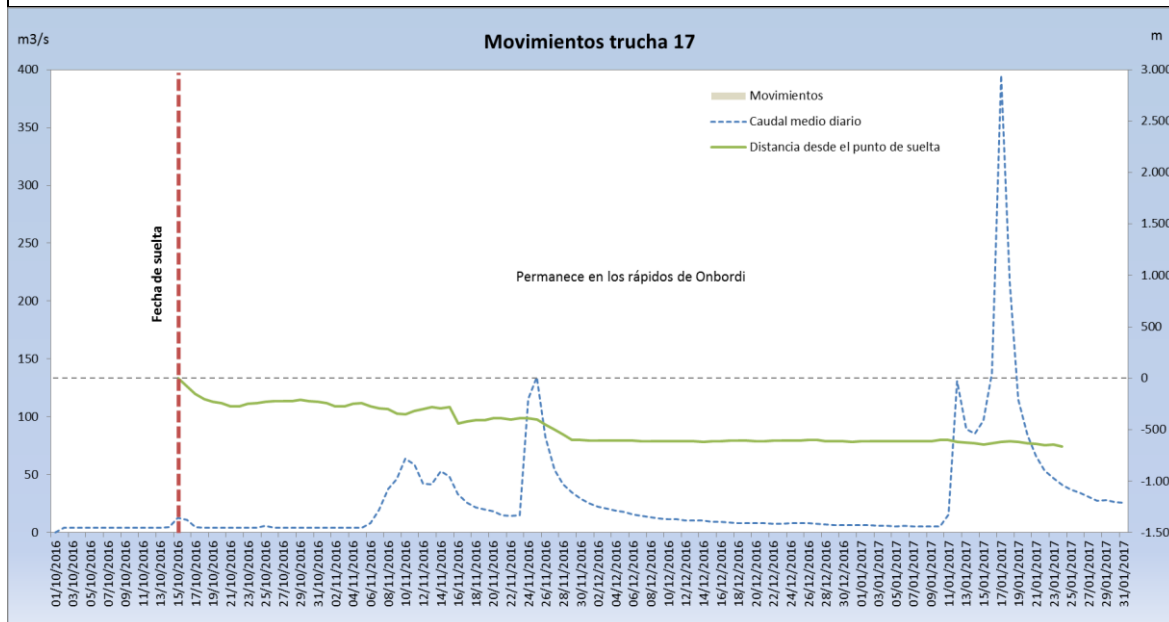


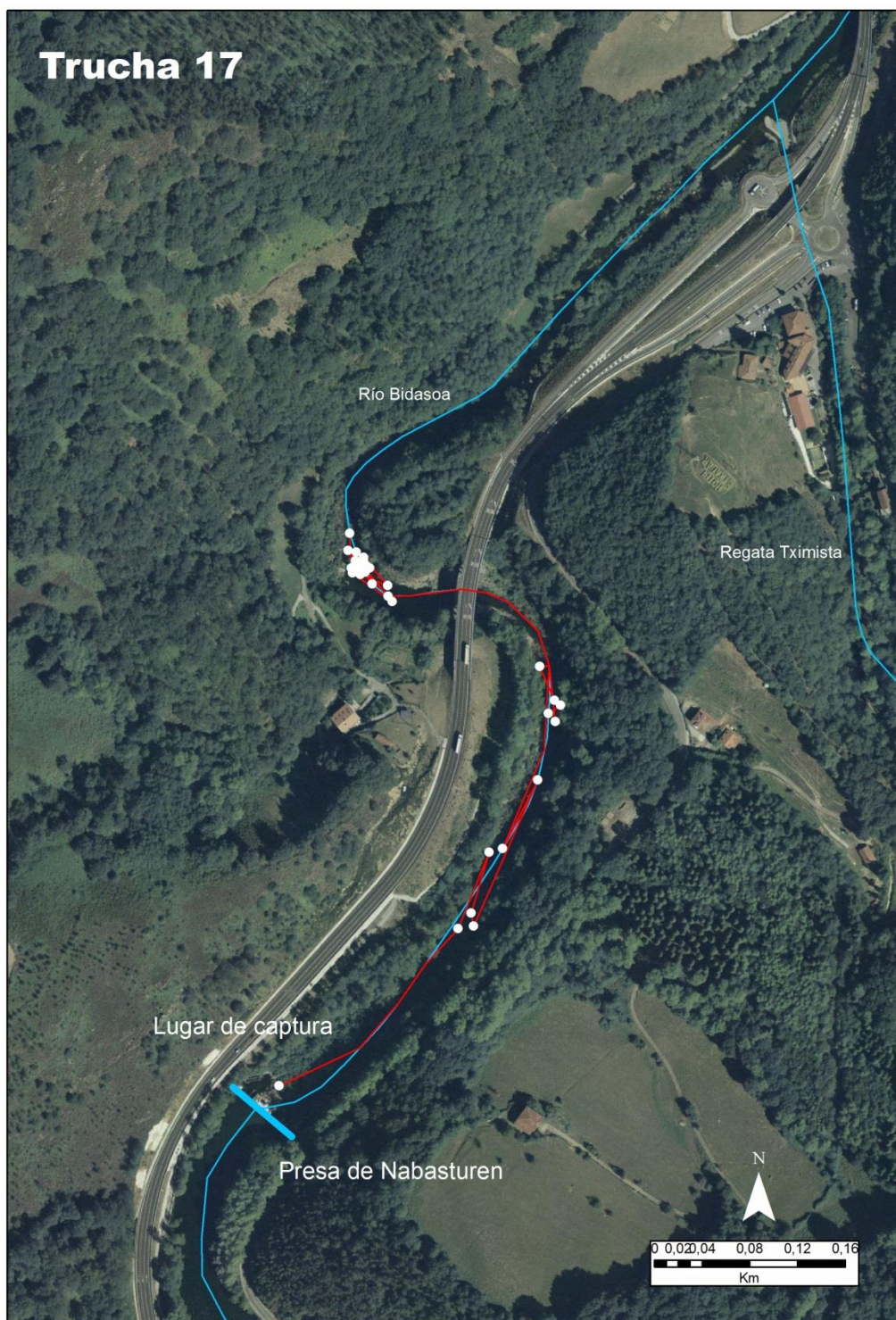
Código de trucha T17N

Peso	122 g	Frecuencia	148.962 MHz
Longitud	225 mm	PIT	07116DB25A4E4230
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No
Fecha	-	Fecha	-
Regreso a zona de captura	Permanece en ella	Distancia máx aguas arriba	0
Regreso a zona de captura tras frezar	No	Distancia máx aguas abajo	-663
Identificación de la zona de freza	Probable	UTM X	UTM Y
Rápidos de Onbordi		607.569	4.788.410
Duración del seguimiento (días)	101	Nº veces localizada	31
		Nº veces no localizada	2

Descripción de los movimientos

Tras la suelta aguas abajo de la presa (donde fue capturada), desciende unos 200m y permanece entre 40 y 45 días (localizada en 11 ocasiones) en el mismo lugar, moviéndose pequeñas distancias. Entre el 23 y el 28 de noviembre, coincidiendo con una crecida, desciende otros 400m aguas abajo hasta los rápidos de Onbordi, donde permanece entre 56 y 61 días hasta el final del seguimiento. No es posible confirmar la zona de freza, aunque podría tratarse de los rápidos de Onbordi. Durante el periodo de estudio, no regresa al lugar en el que fue capturada.





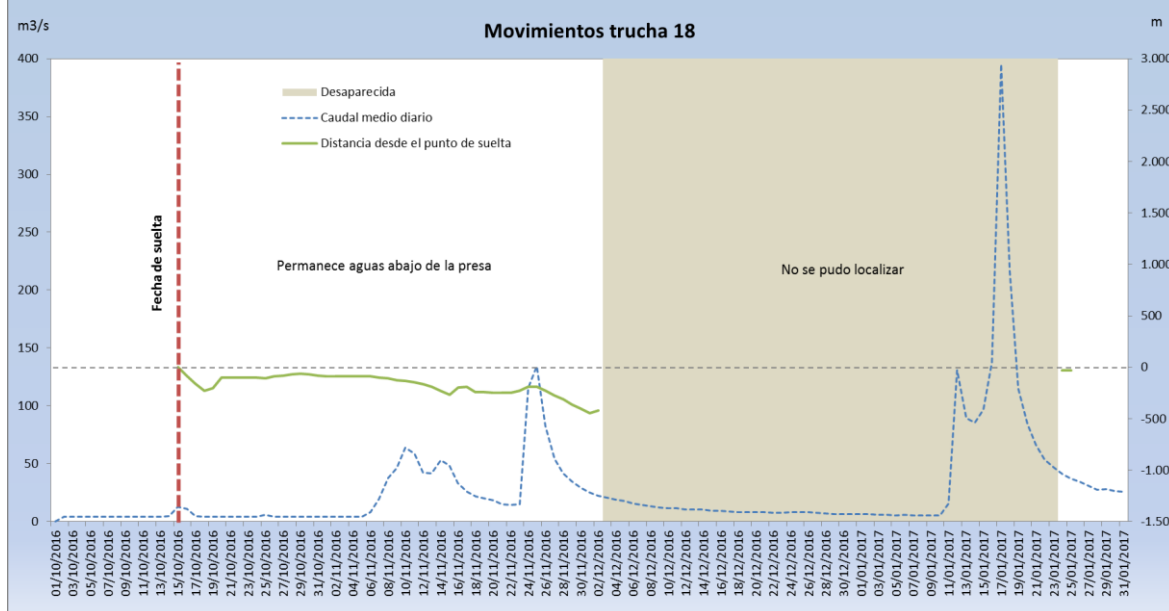
Código de trucha T18N

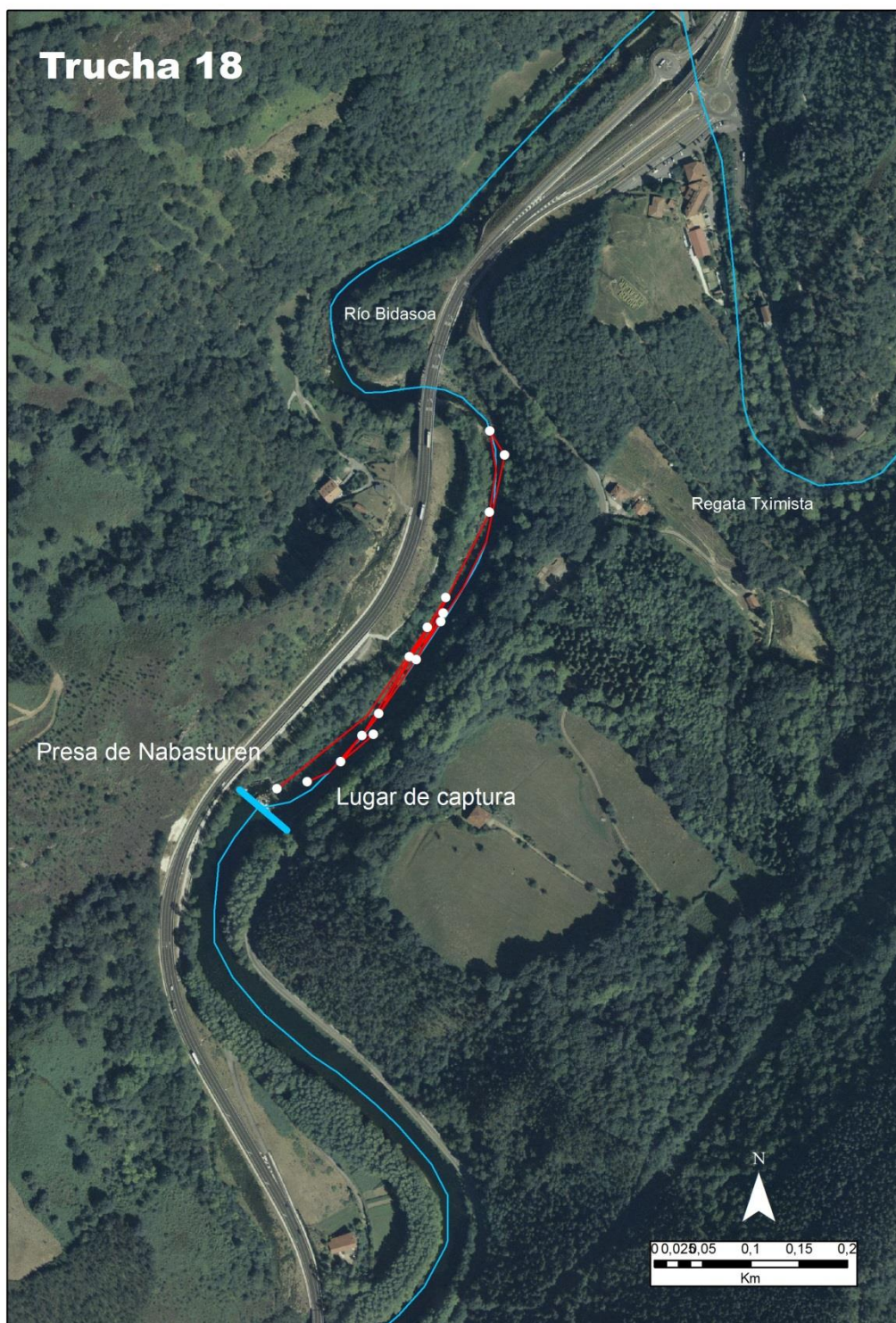
Peso	152 g	Frecuencia	149.021 MHz
Longitud	236 mm	PIT	07116DB25A4EA930
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No
Fecha	-	Fecha	-
Regreso a zona de captura	Permanece	Distancia máx aguas arriba	0
Regreso a zona de captura tras frezar	Si	Distancia máx aguas abajo	-417
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y
		-	-
Duración del seguimiento (días)	101	Nº veces localizada	15
		Nº veces no localizada	9

Descripción de los movimientos

Tras la suelta aguas abajo de la presa (donde fue capturada), se mueve aguas arriba y abajo en distancias de menos de 450m y permanece 49 días (localizada en 13 ocasiones) antes de que el 2 de diciembre se le pierda la pista.

Se desconoce el lugar de la freza.





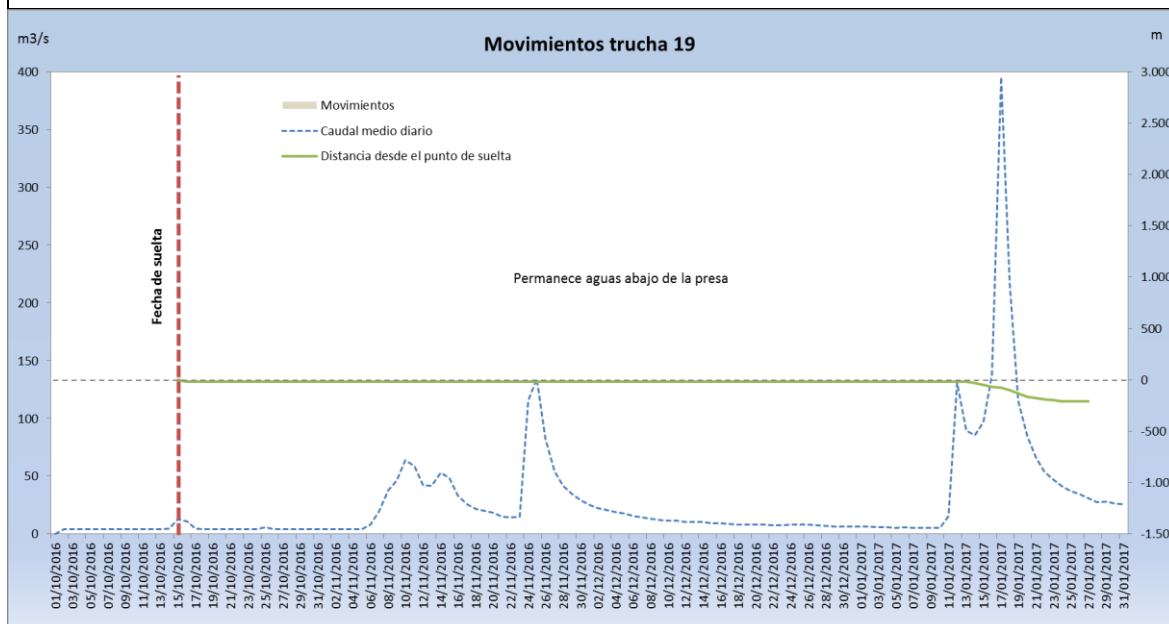
Código de trucha T19N

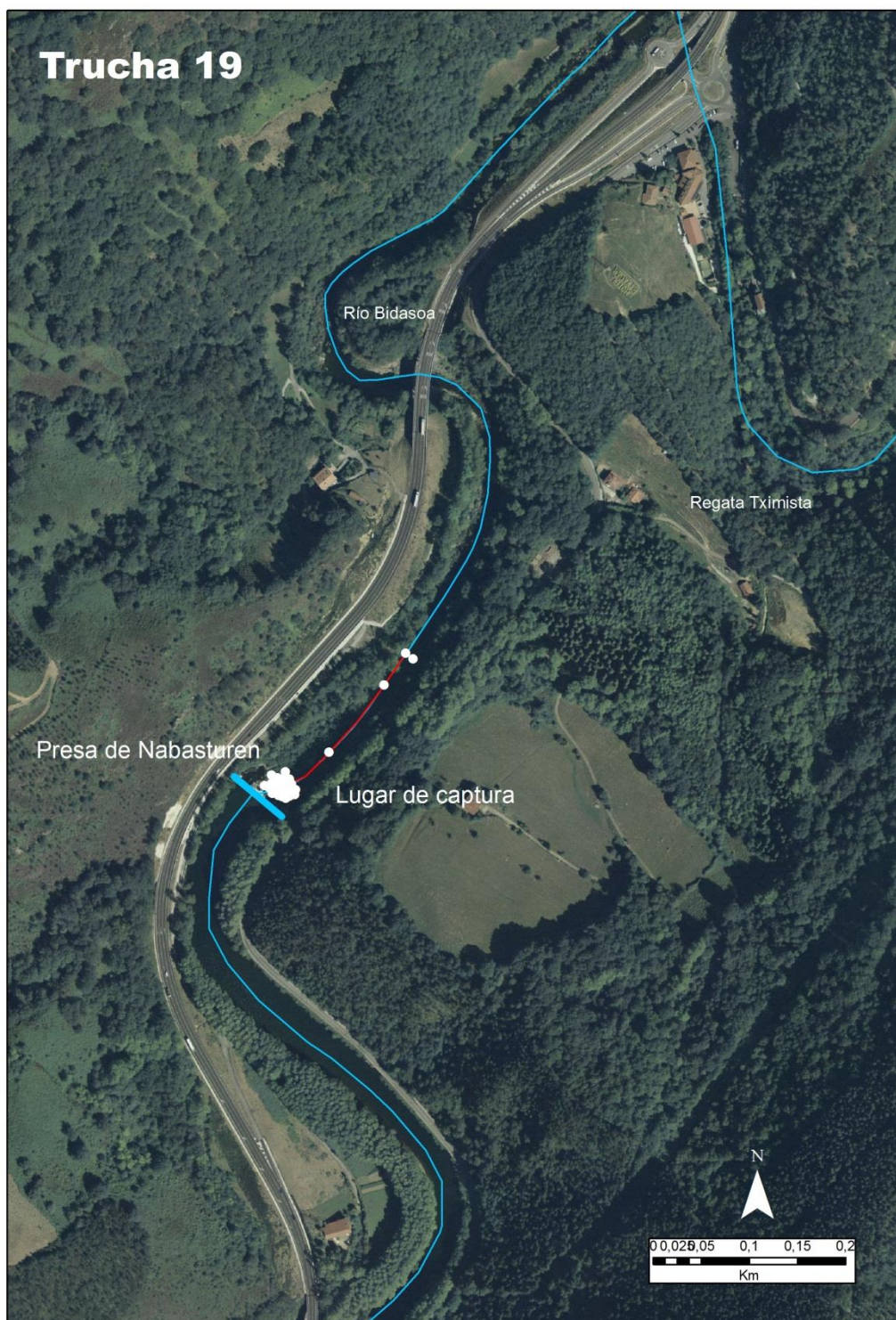
Peso	120 g	Frecuencia	149.081 MHz
Longitud	209 mm	PIT	07116DB25A4E8936
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
A pie de presa	13/10/2016	607.499	4.787.914
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	No	Otras escalas	No
Fecha	-	Fecha	-
Regreso a zona de captura	Permanece en ella	Distancia máx aguas arriba	0
Regreso a zona de captura tras frezar	No migra	Distancia máx aguas abajo	-207
Identificación de la zona de freza	No	UTM X	UTM Y
		-	-
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	36
		Nº veces no localizada	1

Descripción de los movimientos

Tras la suelta aguas abajo de la presa (donde fue capturada), se mueve aguas arriba y abajo en distancias de menos de 450m y permanece 49 días (localizada en 13 ocasiones) hasta el final del seguimiento el 26 de enero. Tan solo en la avenida de finales de enero se detecta un movimiento hacia aguas abajo, de unos 200m.

Se desconoce el lugar de la freza.





Código de trucha T20N

Peso	205 g	Frecuencia	148.809 MHz
Longitud	260 mm	PIT	07116DB25A4E6530
Captura	Fecha	UTM X	UTM Y
Rápidos ventas Igantzi	13/10/2016	607.315	4.787.157
Suelta	Fecha	UTM X	UTM Y
Pie de presa	14/10/2016	607.499	4.787.914
Paso escala de Nabasturen	Si	Otras escalas	Yanci II tres veces
Fecha	14-17 oct	Fecha	8-11 nov, 28-30 nov, 27-29 dic
Regreso a zona de captura	Si	Distancia máx aguas arriba	7.591
Regreso a zona de captura tras frezar	Si	Distancia máx aguas abajo	0
Identificación de la zona de freza	Si	UTM X	UTM Y
Pie de la presa de la Central Yanci II		604.161	4.784.214
Duración del seguimiento (días)	104	Nº veces localizada	31
		Nº veces no localizada	2

Descripción de los movimientos

Inmediatamente tras la suelta aguas abajo de la presa , remonta la presa de nabasturen y regresa al lugar de captura en los rápidos de ventas de Igantzi. Allí permanece 22-25 días (localizada en 6 ocasiones), moviéndose distancias de menos de 500m.

El 8 de noviembre, coincidiendo con la primera avenida del otoño, empieza a remontar la regata Latsa, donde permanece entre 62 y 66 días. En este periodo es localizada en 20 ocasiones la mayor parte de ellas en las inmediaciones de la presa de la Central Yanci II. Llega a remontar la escala de la presa de Yanci II en tres ocasiones (8-11 de noviembre, 28-30 de noviembre y 27-29 de diciembre). En cada ocasión que remonta la escala, pasa entre 3 y 6 días en la badina antes de volver a bajar al pie de la presa. Tan solo en una ocasión () llega a remontar la regata unos 300m aguas arriba de la presa de Yanci II.

Entre el 9 y el 13 de enero, coincidiendo con la avenida de enero, regresa a los rápidos de ventas de Igantzi, donde fue capturada, y permanece ahí hasta el final del seguimiento.

La zona de freza podría estar al pie de la presa de Yanci II.

