





Estudio de eficacia de los dispositivos de paso para peces de la C.H. Olaberri y C.H. Iberdrola en el río Leitzaran (cuenca del Oria)

LIFE IREKIBAI (N10/16-SE/N)



Memoria Año 2018



SUMARIO

1.	INTRO	DDUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
2.	OBJET	TIVO	4
3.	ÁREA	DE ESTUDIO	5
4.	DISPO	DSITIVOS DE PASO	7
5.	PERIC	DDO DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	14
6.	METO	DDOLOGÍA	16
	6.1.	C.H. OLABERRI - ESCLUSA	16
	6.1.1.		
	6.1.2.	Radioseguimiento y marcas para seguimiento	17
	6.1.3.		
	6.1.4.	• •	
	6.1.5.		
	6.2.	C.H. IBERDROLA – ESCALA DE ARTESAS SUCESIVAS	
	6.2.1.		
	6.2.2.		
_			
7.		LTADOS – ESCLUSA C.H. OLABERRI	
	7.1. 7.2.	SALMONES Y TRUCHAS MARCADAS PARA SEGUIMIENTO ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PASOS DE PECES	
	7.2. 7.1.	DETECCIONES Y NÚMERO DE INTENTOS DE PASOS EN LA ESCLUSA	
	7.1.	FUNCIONAMIENTO DE LA ESCLUSA - CICLO HORARIO Y DETECCIONES	
	7.1.1.		
	7.1.2.	Esfuerzo – tiempos de paso	50
	7.2.	PASOS Y CAUDALES	
	7.3.	DISTRIBUCIÓN HORARIA DETECCIONES - MIGRACIÓN	
	7.4.	CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS	
	7.5.	RADIOSEGUIMIENTO DE SALMONES ADULTOS	62
	7.6.	EFICACIA	
	7.6.1.	Eficacia del dispositivo de paso (esclusa)	71
	7.6.2.	Eficacia de la llamada	71
	7.6.3.	Eficacia total	72
	7.1.	RETRASO	73
8.	RESU	LTADOS – ESCALA C.H. IBERDROLA	75
	8.1.	TRUCHAS MARCADAS PARA SEGUIMIENTO	75
	8.2.	ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PASOS DE PECES	76
	8.3.	ESFUERZO Y TIEMPOS DE PASO	-
	8.3.1.		
	8.3.2.	Otros parámetros	86
	8.4.	EFICACIA	
	8.4.1.	Eficacia del dispositivo de paso (escala)	88
	8.4.2.	Eficacia de la llamada	88
	8.4.3.	Eficacia total	88
9.	DISCU	ISION Y CONCLUSIONES	89
	9.1.	ESCLUSA C.H. OLABERRI	89
	9.2.	ESCALA C.H. IBERDROLA	94
10	. BIBLIC	OGRAFIA	96

Índice de tablas

Tabla 1.	Obstáculos incluidos en el área de estudio en sentido ascendente desde la desembocadura del río Leitzaran.
Tabla 2. C.H. Olaberri y	Cronograma de las etapas de las que constan los estudios de seguimiento y evaluación de la esclusa de la de la escala de la C.H Iberdrola en el río Leitzaran14
Tabla 3. <i>Leitzaran para</i>	Reproductores de salmón y reos marcados en la estación de captura de Orbeldi (río Oria) y liberados en el río seguimiento en primavera y otoño de 201824
Tabla 4. mayo de 2018	Distribución mensual del número de detecciones de salmones y truchas en la esclusa de la C.H. Olaberri, entre y marzo de 2019. Se señalan los ejemplares que superan la esclusa29
Tabla 5. salida de la esc	Número de detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas a la entrada y clusa de la C.H. Olaberri. Se señalan los ejemplares que superan la esclusa y la fecha de paso.
Tabla 6. esclusa de la C	Número de jornadas con detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas en la .H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 201933
Tabla 7.	Ciclos de funcionamiento de la esclusa de la C.H. Olaberri y número de salmones y truchas detectadas.
Tabla 8. funcionamient	Número de detecciones de salmones y truchas a la entrada de la esclusa de la C.H. Olaberri y fase de o de la esclusa (ascenso o llamada) para los ejemplares que superan y no superan la esclusa
Tabla 9. detección regi C.H. Olaberri.	Tiempo empleado en superar la escala por 6 salmones y 18 truchas y tiempo medio en base a la última strada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la esclusa de la 51
Tabla 10. superan y son	Caudal medio diario (m3/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales los salmones y truchas detectados a la entrada (intentos) de la esclusa de la C.H. Olaberri54
Tabla 11.	Distribución diaria de las detecciones de salmones y truchas marcadas en la esclusa de la C.H. Olaberri.
Tabla 12. <i>la superan.</i>	Longitud y coeficiente de condición de salmones y truchas marcadas, las que superan la esclusa y las que no 58
Tabla 13.	Eficacia del dispositivo de paso (esclusa), eficacia de la llamada y eficacia total72
Tabla 14. salmones y tru	Estimación del retraso provocado por el azud (esclusa) de la C.H. Olaberri en la migración de remonte de chas74
Tabla 15. <i>la C.H. Iberdro</i>	Distribución de lecturas en cada una de las antenas para el total de las 9 truchas detectadas en la escala de la y fecha de paso o última detección78
	Tiempo empleado en superar la escala por 4 truchas en base a la última detección registrada en la antena 1 orimera detección registrada en la antena 2 (salida) en la escala de la C.H. Iberdrola y tiempo medio estimado ada artesa y cada metro de desnivel o altura82
Tabla 17. Iogran superar	Caudal medio diario (m³/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales las truchas superan y no · la escala de la C.H. Iberdrola84
Tabla 18.	Distribución diaria de las detecciones de truchas marcadas en la escala de la C.H. Iberdrola86
Tabla 19.	Eficacia del dispositivo de paso (esclusa), eficacia de la llamada y eficacia total
Índice de f	iguras
Figura 1.	Obstáculos incluidos en el área de estudio, río Leitzaran (cuenca del Oria)6
Figura 2. manual) de la Hidráulicas).	Planos (planta y lateral) de la esclusa de Olaberri y vista de la pantalla del sistema de control (automático y esclusa de la C.H. Olaberri (Diputación Foral de Gipuzkoa, Departamento de Medio Ambiente y Obras 9
	Azud, central hidroeléctrica de Olaberri (margen derecha) y esclusa para peces (margen izquierda). Se nada de caudal a la salida de turbinas de la central (imagen superior) y la llamada que ejerce el caudal que cima del azud y cae a la entrada de la esclusa aguas abajo10
Figura 4. funcionamient	Diagrama en el que se explica el funcionamiento de la esclusa de Olaberri en base a un ciclo completo de o, que consta de 4 fases o periodos11
	Diagrama (a) de un paso de artesas sucesivas con escotaduras alternas y vertedero sumergido (Baudoin J.M ejemplo real correspondiente a la escala de la C.H. Iberdrola: artesas sin caudal desde arriba (b), con caudal de abajo (c) y vista general del azud, escala y la fuerte llamada del caudal que vierte desde el rebosadero13

Figura 6. inferior (entra	Equipo de detección pasiva instalado en la esclusa de la C.H. Olaberri: antenas de detección en la planta da) y superior (salida) y CPU del sistema de detección19
	Localización (círculo rojo) de una antena de detección a la entrada de la escala y de la segunda a la salida en la última artesa. Se observa el rebosadero (imagen superior derecha) que vierte junto a la salida de la ndo parcialmente la llamada que ejerce ésta22
Figura 8. aguas abajo de	Distribución de clases de talla de los 27 salmones marcados y liberados con radiotransmisor y marca tipo pit el azud/esclusa de la C.H. Olaberri en el río Leitzaran en 201825
Figura 9. azud/esclusa d	Distribución de clases de talla de las 82 truchas marcadas y liberadas con marca tipo pit aguas abajo del de la C.H. Olaberri en el río Leitzaran en octubre de 201825
Figura 10. 2018 y marzo	Distribución mensual de detecciones de salmones y truchas en la esclusa de la C.H. Olaberri, entre mayo de de 201927
Figura 11. Olaberri entre	Distribución mensual del número de salmones y truchas detectadas a la entrada de la esclusa de la C.H. mayo de 2018 y marzo de 201928
Figura 12. en la antena s	Distribución mensual de pasos de salmones y truchas a través de la esclusa de la C.H. Olaberri (detecciones uperior o de salida), entre mayo de 2018 y marzo de 201928
Figura 13. salida de la es	Número de detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas a la entrada y clusa de la C.H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 201932
Figura 14. la esclusa de la	Número de jornadas con detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas en a C.H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 201934
Figura 15. funcionamient	Número de salmones y truchas detectadas en la esclusa de la C.H. Olaberri durante los distintos ciclos de to de la esclusa
Figura 16. distintos ciclos	Número de salmones y truchas detectadas en la esclusa de la C.H. Olaberri por jornada o día durante los s de funcionamiento de la esclusa36
Figura 17. funcionamient	Número de detecciones de salmones y truchas a la entrada de la esclusa de la C.H. Olaberri y fase de to de la esclusa (ascenso o llamada) para los ejemplares que superan y no superan la esclusa
Figura 18.	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registradas para el salmón H2018ORI00540
Figura 19. fecha 21/11/2	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para el salmón H2018ORI005 en 01840
Figura 20.	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registradas para el salmón H2018ORI01741
Figura 21.	Evolución del salmon radiomarcado H2018ORI017 y su interacción con la esclusa de la C.H. Olaberri41
Figura 22. H2018ORI019	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para los salmones . H2018ORI024 y H2018ORI045, que finalmente superan la esclusa42
Figura 23. T_LA_03, T_LA	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_02, x_07, que finalmente superan la esclusa43
Figura 24. T_LA_10, T_LA	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_09, x_12, que finalmente superan la esclusa44
Figura 25. T_LA_14, T_LA	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_12, \(\)_21, que finalmente superan la esclusa45
Figura 26. T_LA_25, T_LA	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_24, x_26, que finalmente superan la esclusa46
Figura 27. T_LA_27, T_LA	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_26, x_29, que finalmente superan la esclusa47
Figura 28. T_LA_42, T_LA	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_41,
Figura 29. T_LA_72, que	Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_61, y finalmente superan la esclusa49
Figura 30. detección regi C.H. Olaberri.	Tiempo empleado en superar la esclusa por 6 salmones y 18 truchas y tiempo medio en base a la última strada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la esclusa de la 52
	Diagrama de cajas del tiempo empleado en superar la esclusa por 6 salmones y 18 truchas y tiempo medio tima detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en a C.H. Olaberri

Figura 32. Caudal medio diario (m3/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales los salmones y truchas superan la esclusa de la C.H. Olaberri y rango de caudales en el que debería ser funcional cualquier dispositivo de paso (Q9-Q90).
Figura 33. Caudal medio diario (m3/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales los salmones y truchas superan y son detectados a la entrada (intentos) de la esclusa de la C.H. Olaberri
Figura 34. Distribución diaria de las detecciones de salmones marcados en la esclusa de la C.H. Olaberri57
Figura 35. Distribución diaria de las detecciones de truchas marcadas en la esclusa de la C.H. Olaberri57
Figura 36. Diagrama de cajas de la longitud furcal (cm-izquierda) y coeficiente de condición (K-derecha) de los salmones marcados, las que superan el dispositivo y las que no la superan o pasan
Figura 37. Diagrama de cajas de la longitud furcal (cm-izquierda) y coeficiente de condición (K-derecha) de las truchas marcadas, las que superan el dispositivo y las que no la superan o pasan
Figura 38. Relación talla-peso de los salmones marcados (puntos grises), la fracción que intenta superar la esclusa (puntos rojos) y la que logra superarla (puntos verdes)60
Figura 39. Relación talla-peso de las truchas marcadas (puntos grises), la fracción que intenta superar la escala (puntos rojos) y la que logra superarla (puntos verdes)
Figura 40. Diagrama de la evolución de los 20 salmones radiomarcados y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y enero de 2019
Figura 41. Evolución de los 20 salmones radiomarcados en el río Leitzaran y los 2 salmones radiomarcados en el río Oria y su interacción con la esclusa de la C.H. Olaberri y el resto de los obstáculos presentes en la cuenca del Oria
Figura 42. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI001; H2018ORI004; H2018ORI005; H2018ORI006; H2018ORI009) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 201967
Figura 43. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI013; H2018ORI014; H2018ORI017; H2018ORI019) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 2019
Figura 44. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI020; H2018ORI023; H2018ORI045; H2018ORI046) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 2019
Figura 45. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI047; H2018ORI048; H2018ORI049; H2018ORI050) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 2019
Figura 46. Distribución de clases de talla de las 40 truchas marcadas y liberadas con marca tipo pit aguas abajo del azud/esclusa de la C.H. Iberdrola en el río Leitzaran en octubre de 2018
Figura 47. Distribución de pasos de truchas que superan la escala de la C.H. Iberdrola y del número de intentos fallidos durante el periodo de seguimiento y caudal circulante en el río Leitzaran
Figura 48. Número de detecciones registrados a la entrada y salida de la escala de la C.H. Bertxin para las truchas T_IB_16, T_IB_17 y T_IB_19 y caudal del río Leitzaran80
Figura 49. Número de detecciones registrados a la entrada y salida de la escala de la C.H. Bertxin para las truchas T_IB_22, T_IB_23 y T_IB_25 y caudal del río Leitzaran81
Figura 50. Número de detecciones registrados a la entrada y salida de la escala de la C.H. Bertxin para las truchas T_IB_28, T_IB_32 y T_IB_38 y caudal del río Leitzaran82
Figura 51. Tiempo empleado en superar la escala por 4 truchas en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la escala de la C.H. Iberdrola83
Figura 52. Tiempo (minutos) empleado en superar 1 m de desnivel para salmones en las escalas de los azudes de Abaloz y Bazkardo (río Oria) y para truchas en las escalas de los azudes de Bertxin e Iberdrola (río Leitzaran), durante los años 2016, 2017 y 2018
Figura 53. Caudal medio diario (m³/s) del río Leitzaran durante las jornadas en las que se registran los pasos de trucha e intentos fallidos a través de la escala de la C.H. Iberdrola85
Figura 54. Relación talla-peso de las truchas marcadas (puntos grises), la fracción que intenta superar la escala o azud (puntos rojos) y la que logra superarla (puntos verdes)

ANEXOS

- **ANEXO 1.** Azud y escala de la C.H. Iberdrola, sistema de detección y marcaje de truchas.
- **ANEXO 2.** Salmones y truchas marcadas para seguimiento y evaluación de la esclusa de la C.H. Olaberri en el Leitzaran y en el río Oria.
- **ANEXO 3.** Truchas marcadas para seguimiento y evaluación de la escala de la C.H. Iberdrola en el Leitzaran.

EQUIPO DE TRABAJO

DIRECCIÓN

- IÑIGO MENDIOLA (DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA, DEPARTAMENTO DE PROMOCION ECONOMICA, MEDIO RURAL Y EQUILIBRIO TERRITORIAL/ GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA, EKONOMIA SUSTAPENEKO, LANDA INGURUNEKO ETA LURRALDE OREKAKO DEPARTAMENTUA)
- AITOR LEKUONA (DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA, DEPARTAMENTO DE PROMOCION ECONOMICA, MEDIO RURAL Y EQUILIBRIO TERRITORIAL/ GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA, EKONOMIA SUSTAPENEKO, LANDA INGURUNEKO ETA LURRALDE OREKAKO DEPARTAMENTUA)

REDACCIÓN

IKER AZPIROZ (EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL/INGURUMENA AHOLKULARITZA SLL)

TRABAJO DE CAMPO

- IKER AZPIROZ (EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL/INGURUMENA AHOLKULARITZA SLL)
- MIKEL LIZASO (EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL/INGURUMENA AHOLKULARITZA SLL)
- AITOR LEKUONA (DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA, DEPARTAMENTO DE PROMOCION ECONOMICA, MEDIO RURAL Y EQUILIBRIO TERRITORIAL/ GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA, EKONOMIA SUSTAPENEKO, LANDA INGURUNEKO ETA LURRALDE OREKAKO DEPARTAMENTUA)

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La presencia de obstáculos, principalmente azudes y presas, es uno de los principales factores que afecta a la integridad fluvial. Los azudes interfieren en la dinámica y procesos hidromorfológicos fluviales, alteran o incluso detienen el transporte de sedimentos y nutrientes, reducen caudales por derivaciones y por incremento de la evaporación desde su vaso y modifican el régimen hidrológico aguas abajo regularizándolo (laminan las aguas altas y reducen también los estiajes y el número de crecidas ordinarias. Estas alteraciones afectan a las comunidades biológicas ligadas al medio fluvial, incluso los obstáculos de menor tamaño (< 5 m) tienen efectos significativos en el caudal, régimen de temperaturas, transporte de sedimentos, desplazamientos de la fauna y el hábitat fluvial (Larinier, 2001; Hart et al., 2002). De hecho, pueden impedir el aporte natural de grava a lo largo del río provocando una reducción en la calidad y superficie de áreas de freza aguas abajo (Kondolf, 2000, 2001).

Desde el punto de vista de la permeabilidad o continuidad fluvial, los azudes y grandes presas pueden detener o retrasar los movimientos migratorios de los peces, y son la causa del declive y extinción de numerosas especies migratorias de peces (Philippart, 1987; Jungwirth 1998). En el caso de los azudes, éstos pueden bloquear el acceso de peces migradores a las áreas de freza en sentido ascendente o al mar en sentido descendente y la sucesión de azudes (y centrales hidroeléctricas) a lo largo de las rutas de migración tiene un efecto acumulativo de notable magnitud. Los obstáculos pueden por tanto forzar a los reproductores a frezar en áreas de menor calidad, con mayor riesgo y exposición a inundaciones, predación, sobreutilización de las mismas áreas de freza y colmatación (García de Leaniz, 2008).

Esta problemática afecta también a los ríos de la vertiente cantábrica, los cuales tienen por lo general recorridos cortos, del orden de decenas de kilómetros, por lo que llegan a alcanzarse densidades elevadas de obstáculos. Inventarios efectuados por la Diputación Foral de Gipuzkoa indican la existencia de más de 600 obstáculos en la red fluvial guipuzcoana, dato que por sí solo revela el enorme alcance del problema. De estos 600 obstáculos, más de la mitad no tienen ningún uso en la actualidad, mientras que el resto se trata de azudes y presas en servicio u otro tipo de elementos: cruces de infraestructuras, estaciones de aforo, etc.

Por tanto, la restauración de la conectividad longitudinal fluvial y la conservación de la diversidad de su fauna en general y de la piscícola en particular, son necesidades urgentes para la conservación de la biodiversidad global en Europa (Zitek et al. 2008), en cumplimiento de las exigencias de la Directiva Marco del Agua (60/2000/CEE), del Plan para la Recuperación de la Anguila en Europa (Regulación 1100/2007; EC, 2007), así como para el mantenimiento y mejora del estado de la conservación de especies incluidas en la red Natura 2000 (Directiva Hábitats 92/43/CEE; EC, 1992).

Las distintas administraciones que operan en la CAPV y Navarra han realizado numerosas actuaciones de permeabilización de obstáculos (principalmente azudes) desde la década de los noventa del pasado siglo en las principales cuencas fluviales. Estas actuaciones se centran en permitir la circulación en sentido ascendente de la fauna piscícola, mediante la instalación de dispositivos de paso (escalas de artesas sucesivas, antediques, canales laterales, rampas y demoliciones parciales), aunque en los últimos años, si los factores condicionantes del hábitat fluvial, espacio e infraestructuras afectadas lo permiten se procede a la demolición total del obstáculo, solución que garantiza la máxima permeabilidad, tanto para las especies piscícolas como para los mamíferos semiacuáticos y otras especies ligadas al medio fluvial y permite al mismo tiempo que el río retorne a su estado natural, recuperando su dinámica hidromorfológica y los hábitats ligados a este medio.

El proyecto **LIFE IREKIBAI (LIFE14 NAT/ES/000186)** pretende continuar con esta línea de trabajo, con el objetivo de revertir esta problemática en los espacios Natura 2000 situados en las cuencas del Bidasoa y del Leitzaran, basándose asimismo en la experiencia y conocimiento adquirido en anteriores proyectos POCTEFA BIDUR y GURATRANS. En consecuencia, algunas de las acciones de conservación que se contemplan en el LIFE IREKIBAI son las demoliciones de azudes en los ríos Bidasoa y Leitzaran.

Sin embargo, existen azudes en ambos espacios Natura 2000, ligados a aprovechamientos hidroeléctricos que en la actualidad siguen estando operativos y no pueden ser demolidos. Estos obstáculos cuentan con dispositivos de paso con el objetivo de permitir el remonte de los peces aguas arriba del obstáculo. El diseño de estos dispositivos de paso de obstáculos es una tecnología multidisciplinar, el correcto estudio de los parámetros biológicos, hidraúlicos y de otras variables físicas es fundamental en un buen diseño del paso para peces elegido. Por tanto, tan importante como la ejecución de estos dispositivos de paso es la comprobación de que éstos son realmente funcionales (Castro-Santos, Cotel & Webb 2009). Los pasos para peces ejecutados pueden tener pequeñas deficiencias, bien por errores cometidos a la hora de realizar su diseño o por la aparición de causas imprevistas durante la ejecución de las obras, que impidan su correcto funcionamiento hidráulico. Estos problemas, en ocasiones, pueden suponer que el grado de permeabilidad de determinado obstáculo sea inferior al esperado o incluso resulte infranqueable en el peor de los casos, por lo que en ambos casos se verían comprometidos los objetivos de las acciones de conservación ejecutadas en el LIFE IREKIBAI. En consecuencia, y si se tiene en cuenta también el reducido coste que supone en comparación con la inversión realizada en la construcción del mismo, la evaluación de la funcionalidad de los pasos de peces debería ser incluida de forma habitual en los proyectos y protocolos de permeabilización.

La Diputación Foral de Gipuzkoa cuenta con la experiencia previa adquirida en el proyecto POCTEFA BIDUR, liderado por GANASA en 2010 y en el que se evaluaron 2 escalas de ralentizadores denil en Navarra y 5 escalas de artesas sucesivas en Gipuzkoa, en otros tantos azudes. En el proyecto LIFE IREKIBAI se realizará la

Estudio de eficacia de los dispositivos de paso para peces de la C.H. Olaberri y C.H. Iberdrola en el río Leitzaran (cuenca del Oria). Año 2018 **MEMORIA**

evaluación de la eficacia de un total de 5 pasos en el río Leitzaran durante el periodo 2016-2019, dentro de la acción "D10-Seguimiento de pasos para peces". En el presente informe se incluyen los resultados obtenidos el estudio de evaluación de la eficacia de dos de ellos, realizado en el año 2018 en el río Leitzaran: el dispositivo de paso tipo esclusa de la C.H. Olaberri y la escala de artesas sucesivas de la C.H. Iberdrola.

2. OBJETIVO

La acción "D10-Seguimiento para peces" del LIFE IREKIBAI contempla los siguientes objetivos:

- Evaluación de la franqueabilidad o funcionalidad de los dispositivos de paso de un total de 5 obstáculos en el río Leitzaran.
- Identificación de los dispositivos de paso que muestran deficiencias de franqueabilidad.
- Comunicar a los concesionarios las deficiencias y posibles medidas correctoras, junto con consejos de mantenimiento (limpieza, regulación de caudales, etc.)
- Informes de campañas anuales donde se incluyen toda la información relativa a la metodología, desarrollo, conclusiones y propuestas del proyecto.

Los dispositivos de paso objeto de evaluación corresponden a los azudes de los siguientes aprovechamientos hidroeléctricos:

- C.H. Plazaola
- C.H. Ameraun
- C.H. Leitzaran (Iberdrola)
- C.H. Bertxin
- C.H. Olaberri o Laborde

El objetivo del estudio realizado en 2018 es el de evaluar la funcionalidad de dos dispositivos de paso, el paso tipo esclusa de la C.H. Olaberri y la escala de artesas sucesivas de la C.H. Iberdrola.

El estudio de la funcionalidad de la C.H. Olaberri (acción D10) se ha visto complementado con el radioseguimiento de salmones adultos llevado a cabo en el ámbito de la acción D9 del LIFE IREKIBAI "Seguimiento de la población de salmón y estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran (cuenca del Oria)", por lo que parte de la información recopilada en el ámbito de este estudio se utilizará en la evaluación de la funcionalidad de la esclusa de la C.H. Olaberri.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio se corresponde con el río Leitzaran (cuenca del Oria), el tributario de mayor entidad de la cuenca del Oria con una longitud de 44 km, de los cuales 31 km se sitúan en la provincia de Gipuzkoa y los restantes 13 km corresponden a la Comunidad Foral de Navarra. La subcuenca del Leitzaran tiene una superficie de 123 km², de los cuales 68 km² corresponden a la provincia de Gipuzkoa y los restantes 55 km² a la Comunidad Foral de Navarra.

Los 5 azudes, y los correspondientes 5 pasos para peces, objeto de seguimiento se sitúan en el tramo guipuzcoano del río Leitzaran y abarcan un total de 29 km fluviales, desde el azud más alejado aguas arriba (CH Plazaola) hasta la desembocadura en el río Oria a la altura de la localidad de Andoain.

Además de los 5 azudes objeto de seguimiento, en el Leitzaran se localizan otros 5 principales obstáculos (Tabla 1; Figura 1), 2 estaciones de aforo y 3 azudes provistos de paso para peces: Las dos estaciones de aforo no representan a priori un problema a la migración (DFG & EKOLUR, 2009), los azudes de Inquitex y Garaikoerrota, localizados a 400 y 500 m de la desembocadura respectivamente, cuentan con un dispositivo de paso (canal lateral) de eficacia comprobada (DFG & EKOLUR, 2008), mientras que se prevé la demolición del azud de la CH Oioki, cuya primera fase se ha realizado en el año 2018.

De los 5 pasos objeto de seguimiento en el LIFE IREKIBAI, el paso tipo esclusa de la C.H. Olaberri sería el primero comenzando desde aguas abajo, situado a 3,9 km de la desembocadura en el río Oria y la escala de artesas sucesivas de la C.H. Iberdrola sería el tercero, a una distancia de 20 km respecto al río Oria (Tabla 1; Figura 1).

Tabla 1. Obstáculos incluidos en el área de estudio en sentido ascendente desde la desembocadura del río Leitzaran.

Obstáculo	Altura (m)	Distancia a desembocadura (km)	Dispositivo de franqueo	Franqueabilidad
Presa de Inquitex	1,1	0,4	Canal lateral	Buena
Azud Garaikoerrota	5,0	0,5	Canal lateral	Buena
Estación de aforo Leitzaran	0,9	1,7	NO/Adaptado	Buena
C.H.Olaberri (Laborde)	5,5	3,9	Esclusa	Desconocida
C.H. Bertxin	5,8	7,6	Artesas sucesivas	Desconocida
C.H. Olloki*	7,0	12,5	Artesas sucesivas	Desconocida
C.H. Leitzaran (Iberdrola)	2,0	20,0	Artesas sucesivas	Desconocida
Estación Aforo C.H. Ameraun	0,9	24,7	NO	Desconocida
C.H. Ameraun	3,8	24,8	Artesas sucesivas	Desconocida
C.H. Plazaola № 1	3,1	29,2	Artesas sucesivas	Desconocida

^{*}Demolición prevista

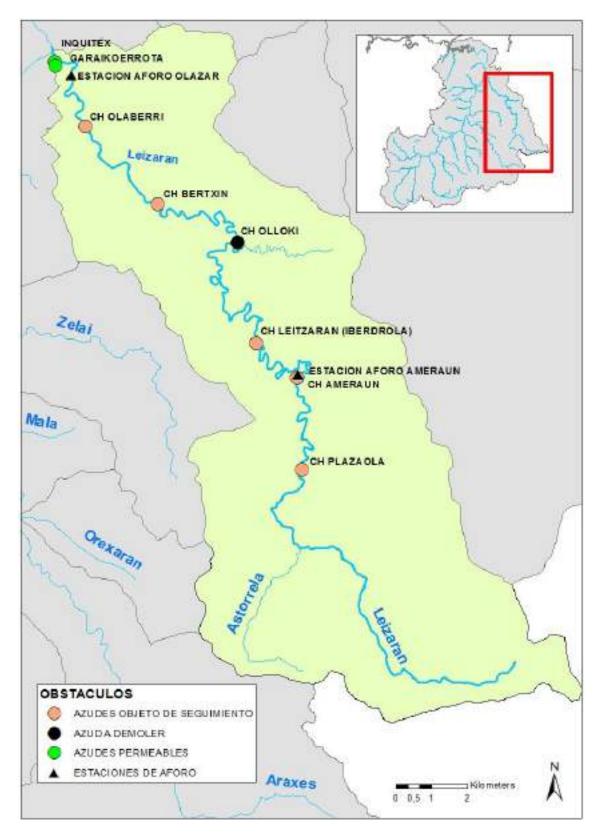


Figura 1. Obstáculos incluidos en el área de estudio, río Leitzaran (cuenca del Oria).

4. DISPOSITIVOS DE PASO

4.1. C.H. OLABERRI - ESCLUSA

El dispositivo de paso del azud de la C.H. Olaberri es una esclusa para peces. Las primeras esclusas, llamadas tipo BORLAND, fueron diseñadas hacia 1949 y posteriormente su diseño ha variado en numerosas ocasiones y se adapta a las características de cada caso o solución (Larinier et al., 2002), que en este caso se corresponde con un obstáculo o azud de entre 5,5 m de altura.

De forma general, una esclusa para peces consta de una artesa o planta superior, situada por encima del azud, a la altura del embalsamiento, conectada mediante un conducto de pendiente variable, que puede incluso llegar a ser totalmente vertical, a una artesa o planta inferior, situadas aguas abajo. Ambas plantas o artesas cuentan con compuertas automáticas que son controladas mediante temporizadores, con lo cual, este sistema está diseñado para que funcione de forma automática en base a los tiempos de cierre y apertura que se asignen en cada caso. En las Figura 2 y 3 se incluyen las características y dimensiones de la esclusa de la C.H. Olaberri.

El **funcionamiento de la esclusa o su ciclo operativo** consta de 4 principales fases (Figura 4), de duración variable a lo largo del estudio con objeto de probar y optimizar su funcionamiento, cuyos intervalos se incluyen en el apartado de metodología:

- Fase 1 o fase de atracción: la compuerta de arriba y de abajo se encuentran abiertas y el caudal que entra por la planta superior, desciende por el conducto que conecta ambas plantas hasta la planta inferior, la cual cuenta con 2 artesas, y desemboca a través de la compuerta inferior al río. La corriente que se crea en esta fase ejerce un efecto de llamada o atracción sobre los peces que se encuentran aguas abajo del azud, favoreciendo su entrada a la esclusa. En este periodo, los peces que acceden a la esclusa permanecen en las 2 artesas de entrada y no pueden remontar hacia arriba por el conducto.
- Fase 2 o fase de llenado: tras el periodo de atracción, de duración determinada, la compuerta de abajo se cierra, mientras que la compuerta de arriba se mantiene abierta. El caudal continúa entrando desde aguas arriba y la esclusa se llena completamente de agua. Esta fase de llenado es muy breve, en uno-dos minutos se alcanza el llenado completo de la esclusa.
- Fase 3 o fase de salida: en esta fase no hay movimientos de compuertas, la esclusa está llena de agua y los peces situados en las 2 artesas de abajo pueden nadar por el conducto y alcanzar la artesa o planta superior. En esta fase adquiere importancia la circulación o flujo de caudal en sentido descendente, lo cual ejerce una llamada o atracción para que los peces remonten hasta la planta

- superior y que se puede regular mediante un bypass o pequeña apertura a la altura de la compuerta de abajo.
- Fase 4 o de vaciado: tras el periodo de salida, de duración determinada, se abre la compuerta de abajo, el caudal comienza a salir al cauce y la esclusa se vacía hasta alcanzar el nivel de caudal de la fase de atracción, con lo cual se cierra el ciclo y se vuelve a la fase 1 o fase de atracción.

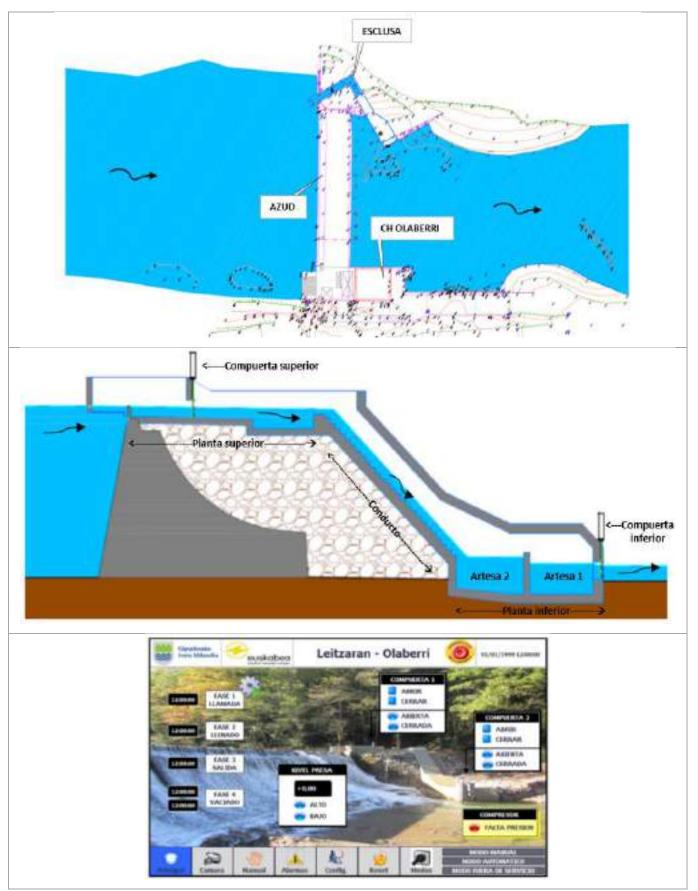


Figura 2. Planos (planta y lateral) de la esclusa de Olaberri y vista de la pantalla del sistema de control (automático y manual) de la esclusa de la C.H. Olaberri (Diputación Foral de Gipuzkoa, Departamento de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas).

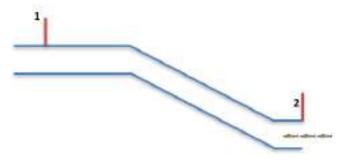




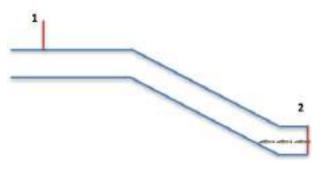


Figura 3. Azud, central hidroeléctrica de Olaberri (margen derecha) y esclusa para peces (margen izquierda). Se observa la llamada de caudal a la salida de turbinas de la central (imagen superior) y la llamada que ejerce el caudal que rebosa por encima del azud y cae a la entrada de la esclusa aguas abajo.

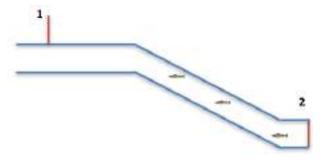
<u>FASE 1 - fase de atracción</u>: Ambas compuertas abiertas. Los peces pueden acceder a la planta inferior de la esclusa.



<u>FASE 2 - fase de llenado</u>: Se cierra la compuerta inferior (2), mientras que la compuerta superior (1) permanece abierta. La esclusa se llena de agua.



<u>FASE 3 - fase de salida o ascenso</u>: No hay moviemiento de compuertas. Los peces que han accedido a la esclusa pueden nadar por el conducto, alcanzar la artesa o planta superior y salir al exterior superando el azud.



<u>FASE 4 - fase de vaciado:</u> Se abre la compuerta de abajo (2), la esclusa se vacía hasta alcanzar el nivel de caudal de la fase de atracción, con lo cual se cierra el ciclo y se vuelve a la fase 1 o fase de atracción.

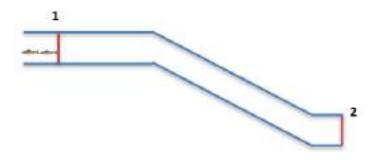


Figura 4. Diagrama en el que se explica el funcionamiento de la esclusa de Olaberri en base a un ciclo completo de funcionamiento, que consta de 4 fases o periodos.

4.2. C.H. IBERDROLA – ESCALA DE ARTESAS SUCESIVAS

El dispositivo de paso del azud de la C.H. Iberdrola es una escala de artesas sucesivas con escotaduras alternas y vertedero sumergido. Se trata con diferencia del tipo de dispositivo utilizado con más frecuencia en minicentrales hidroeléctricas de Francia (Larinier et al., 2002), aunque a diferencia de éstos, la escala de artesas de la C.H. Iberdrola no cuenta con orificios sumergidos, diseñados para habilitar el paso de peces con menor capacidad de salto, como pueden ser los ciprínidos y anguilas.

Este tipo de paso consiste en una serie de artesas o estanques sucesivos que van desde el pie del obstáculo hasta aguas arriba del mismo, dividiendo la altura o desnivel a franquear en pequeños saltos. Las paredes que separan los sucesivos estanques tienen una escotadura vertical, a través de la cual se comunican los estanques entre sí y que cuya posición es alterna entre estanques. Los estanques o artesas tienen una doble función: garantizan una adecuada disipación de la energía del caudal circulante por el paso y ofrece áreas de descanso para los peces.

El caudal circulante en estos pasos, dependiendo del tamaño del río, puede variar desde menos de 0,1 m³/s en pequeñas regatas hasta más de 2 m³/s en ríos de mayor entidad (Larinier et al., 2002). El salto entre artesas o estanques es generalmente de 30 cm para salmónidos, entre 20-30 cm para sábalos y entre 15-30 cm para otras especies objetivo. El volumen de los estanques viene determinado por el criterio de energía disipada por unidad de volumen de estanque. Para los pasos de salmónidos se tiene como límite superior de potencia 200-250 W/m³ y 150 W/m³ para el resto de especies. La longitud de los estanques puede variar desde 1,2 m para pasos pequeños diseñados para trucha con caudales inferiores a 0,1 m³/s, hasta más de 4,5 m en pasos diseñados para caudales de 1 m³/s. Como valor medio, la longitud es de 2,5-3,0 m en pasos diseñados para 0,3-0,5 m³/s. Por tanto, la pendiente de un paso de artesas sucesivas puede variar notablemente, desde menos del 7% hasta más del 25%, aunque los valores más habituales se encuentran entre 10-12%.

La escala de la C.H. Iberdrola consta de un total de 5 artesas para salvar una altura de 2 m. Cuenta con una especie de rebosadero paralelo a la escala, que vierte junto a la primera artesa de entrada a la escala, pero con un caudal muy superior al que lleva la escala, ocultando o camuflando la llamada o salida de caudal de la misma y dificultando por tanto su localización para los peces que intentan remontar el río Leitzaran.

En el Anexo 1 se incluye un reportaje fotográfico con las características de la escala y su funcionamiento con distintos caudales circulantes en el río Leitzaran.

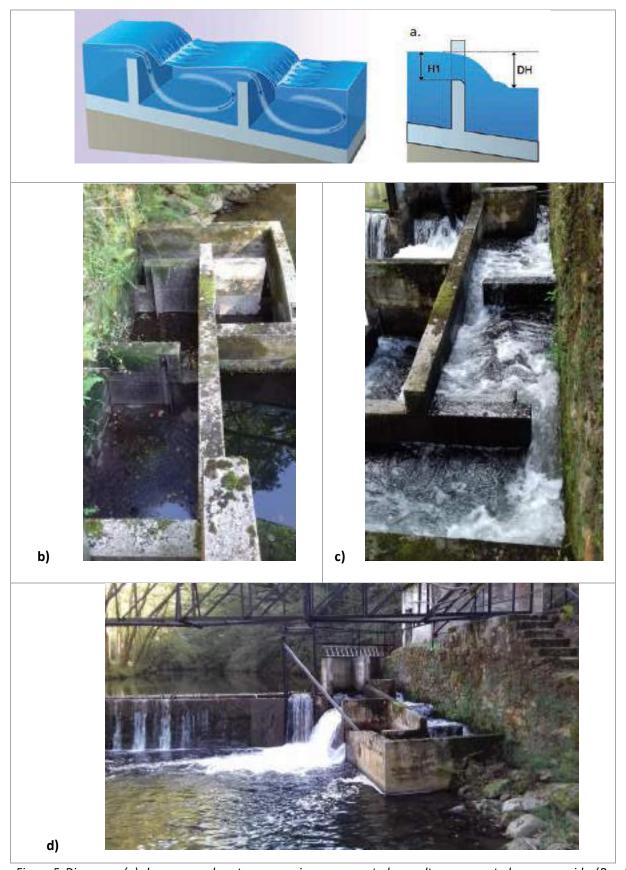


Figura 5. Diagrama (a) de un paso de artesas sucesivas con escotaduras alternas y vertedero sumergido (Baudoin J.M et al., 2014) y ejemplo real correspondiente a la escala de la C.H. Iberdrola: artesas sin caudal desde arriba (b), con caudal circulante desde abajo (c) y vista general del azud, escala y la fuerte llamada del caudal que vierte desde el rebosadero.

5. PERIODO DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El estudio de seguimiento para la evaluación de la funcionalidad de la esclusa de la C.H. Olaberri y de la escala de la C.H. Iberdrola consta de varias etapas, las cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Cronograma de las etapas de las que constan los estudios de seguimiento y evaluación de la esclusa de la C.H. Olaberri y de la escala de la C.H Iberdrola en el río Leitzaran.

ECCLUSA C. I. OLADEDDI	2017				2019							
ESCLUSA C.H. OLABERRI	Nov.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Febr.	Mar.
Instalación equipo detección y antena superior esclusa	х											
Marcaje y suelta de salmones		Х	Х	Х				Х	Х			
Instalación antena inferior entrada esclusa				х								
Marcaje y suelta de truchas							Х					
Equipo detección activo		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
ESCALA C.H. IBERDROLA												
Instalación equipo detección						Х	Х					
Marcaje y suelta de truchas							Х					
Equipo detección activo							Х	Х	Х	Х	Х	

5.1. C.H. OLABERRI - ESCLUSA

De forma previa al comienzo del seguimiento para la evaluación de la esclusa, en noviembre de 2017, se realiza la instalación y calibración del sistema de detección pasiva en la esclusa. En este primer periodo se instala una antena de detección pasiva en la planta o artesa superior de la esclusa.

El seguimiento para la evaluación de la esclusa comienza en el mes de mayo de 2018 con el marcaje y suelta de salmones adultos en el río Leitzaran. Se marcan y liberan salmones y algún ejemplar de reo o trucha de mar, hasta el mes de diciembre. Al bajar el caudal del río Leitzaran en verano, lo cual facilita el acceso a la esclusa, el día 19 de julio se instala la segunda antena en la planta inferior o de entrada a la esclusa. Además del marcaje de salmones, en el mes de octubre se procede a la captura, marcaje y suelta de truchas adultas aguas abajo de la esclusa en el río Leitzaran, con objeto de obtener más resultados e información relativa al funcionamiento de la misma.

El seguimiento de la funcionalidad del paso se realiza mediante la activación del sistema de detección pasiva. El equipo de detección se encuentra activo durante 11 meses consecutivos, de mayo de 2018 a marzo de 2019, en funcionamiento durante 24 horas/día, con alimentación a 220v.

La esclusa estuvo fuera de funcionamiento durante 12 días consecutivos, entre el 23 de enero y el 3 de febrero de 2019, por un episodio de inundaciones y durante 3 jornadas entre el 26 y 28 de febrero de 2019 debido al manejo de compuertas de la central hidroeléctrica de Olaberri.

5.2. C.H. IBERDROLA – ESCALA DE ARTESAS SUCESIVAS

El estudio de evaluación de la funcionalidad de la escala de la C.H. Iberdrola comienza en el mes de septiembre de 2018 y finaliza en el mes de febrero de 2019.

En una primera fase, entre los meses de septiembre y octubre de 2018 se realiza la instalación y calibración del sistema de detección pasiva en la escala del azud de la C.H. Iberdrola. Una vez comprobado el correcto funcionamiento del sistema de detección pasiva, se pone en marcha la fase de seguimiento con la captura, marcaje y suelta de truchas aguas abajo del azud de la C.H. Iberdrola en fecha 24/10/2018.

El seguimiento y evaluación del sistema se realiza entre los meses de octubre de 2018 y febrero de 2019, en consonancia con el periodo prereproductor y reproductor, el de mayor actividad y movilidad de las truchas (*Salmo trutta*), especie objeto de estudio y dominante o más abundante en el tramo de estudio, lo que aumenta la probabilidad de que éstos se desplacen río arriba e intenten superar la escala objeto de estudio. En este caso, el seguimiento se prolonga hasta el día 21 de febrero debido que durante el periodo álgido de migración reproductora (noviembre y diciembre) se registran muy pocas detecciones de truchas marcadas en la escala.

El seguimiento de la funcionalidad del paso se realiza mediante la activación del sistema de detección pasiva, desde el 24/10/2018 hasta el 21/02/2019, un periodo de 121 jornadas consecutivas, en el que el sistema de detección se encuentra en funcionamiento durante 24 horas/día. El sistema se apaga durante 1-2 minutos cada 4 jornadas para realizar el recambio de las baterías que alimentan el sistema a 12 V.

6. METODOLOGÍA

6.1. C.H. OLABERRI - ESCLUSA

El estudio de eficacia se basa en el seguimiento de salmones y truchas adultas mediante técnicas de telemetría. En el caso de los **salmones** adultos, se utilizan dos técnicas de telemetría, por una parte, se realiza el radioseguimiento de salmones adultos, lo que permite un seguimiento constante e individual de cada uno de los ejemplares marcados y por otra parte se marcan, tanto los ejemplares seleccionados para radioseguimiento como otra fracción adicional, con marcas tipo pit (passive integrated transponder). En el caso de las **truchas** adultas, se utilizan únicamente marcas tipo pit.

La instalación de un equipo de detección pasiva de marcas pit en la esclusa permite detectar el momento de paso exacto de cada ejemplar marcado con este tipo de marca, es decir, funcionan como un contador de peces que se sitúa en la esclusa. La utilización simultánea de ambas técnicas (radioseguimiento y detección pasiva de marcas pit) permite la validación de cada uno de los métodos: La localización mediante radioseguimiento de determinado ejemplar aguas arriba de un obstáculo equipado con contador de peces permite validar el funcionamiento de este contador, correcto funcionamiento si detecta la marca de dicho ejemplar a su paso por la escala y deficiente si no lo detecta y viceversa. Asimismo, el radioseguimiento aporta información adicional en torno al comportamiento de los ejemplares marcados en el área de estudio, si remontan e intentan acceder a la esclusa o no, número de intentos que realizan, si intentan buscar vías adicionales, su progreso aguas arriba una vez superada la esclusa, posible mortalidad, etc.

6.1.1. Captura y Marcaje

Aprovechando el control que realiza el guarderío de la Diputación Foral de Gipuzkoa en la estación de captura de Orbeldi, se realiza el marcaje de salmones adultos. Una fracción de estos salmones marcados se liberan en el río Oria para el estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran (Acción D9 IREKIBAI), mientras que otra es trasladada al río Leitzaran y liberada casi 1 km aguas abajo de la esclusa, en un tramo que presenta adecuados pocos de acogida para salmones adultos.

Protocolo de Marcaje

Los salmones que se introducen en la escala del azud de Orbeldi (estación de captura) se capturan y son anestesiados en una solución con aceite de clavo 0,3 ml/10 l de agua (Bau et al., 2007). Se anotan los datos biométricos (talla, peso), origen (salvaje, repoblación), se toman muestras de escamas para determinación de edad fluvial y marina y se procede a la inserción de un radiotransmisor y/o de una marca pit. El radiotransmisor se introduce en la cavidad gástrica a través de la boca empujándolo suavemente mediante un tubo de plástico (Croze, O. 2005, Rivinoja P. 2005), mientras que la marca pit requiere de una breve

intervención quirúrgica: se realiza una pequeña incisión (4-5 mm) en la zona parte ventral, unos 3 cm anteriores a la aleta pelviana, por donde se introduce la marca pit de forma subcutánea en la musculatura ventral (Calles et al. 2005, Tetard et al. 2013) Los salmones marcados se recuperan en una cisterna con aireación, mediante la cual se trasladan al río Leitzaran, donde son liberados.

6.1.2. Radioseguimiento y marcas para seguimiento

Los salmones marcados se liberan unos 800 m aguas debajo de la esclusa de Olaberri, tras lo cual se procede al radioseguimiento manual de estos ejemplares. La localización de los salmones radiomarcados se realiza con una periodicidad variable, dependiendo de la época del año y se realiza mediante un receptor (R2000 Receiverc ATS Inc.; 142.000-143.999 MHz) y antena (3 Element Yagi; 141.000-145.000 MHz) portátiles. El seguimiento manual de los ejemplares marcados se realiza mediante transectos longitudinales paralelos al río. Cada localización se anota en cartografía 1:5000, se anota la fecha, hora, lugar y el pk del punto de localización para posterior cálculo de distancias recorridas en periodo de migración. Cada radiotransmisor emite a una frecuencia distinta, por lo que el seguimiento, localización y detección es totalmente individual.

Los **radiotransmisore**s utilizados son intraesofágicos (Figura 2; modelo F1840 ATS Inc.; 142.000-143.999 MHz; longitud: 52 mm, diámetro: 17 mm, peso: 20 g). Este tipo de radiotransmisores intraesofágicos se utilizan de forma habitual en estudios similares, no requieren de intervención quirúrgica y se consideran adecuados para el seguimiento de la migración ascendente de salmones adultos (Croze O. 2005; Rivinoja P. 2005). Los transmisores tienen una opción de "mortalidad", si el emisor permanece totalmente inmóvil durante un mínimo de 8 horas, cambia el ritmo de emisión de la señal al doble de pulsaciones, que inicialmente es de 40 pulsaciones por minuto (ppm). Esta opción permite recuperar el radiotransmisor en caso de regurgitación o el cadáver en caso de mortalidad.

Para la detección pasiva de peces marcados se utilizan marcas pit (passive integrated transponder) de 23 mm de longitud (Figura 2; Texas Instrument, RI-TRP-RR3P). Cada marca pit contiene un código alfanumérico único de 16 dígitos que permite la identificación individual de los peces marcados. Los radiotransmisores y marcas pit utilizadas no superan el 2,5 % del peso de los salmones marcados, ratio por encima del cual puede verse afectada la capacidad natatoria o flotabilidad de ciertas especies (Baras & Lagardere, 1995).

6.1.3. Equipos de detección pasiva

Los equipos de detección pasiva cumplen la función de un contador o detector de peces. Una de las antenas se instala a la entrada y otra a la salida de la esclusa (Figura 6), de forma que registra el paso de cualquier pez a través de cualquiera de las 2 antenas y en cualquier dirección. El equipo cuenta con una unidad central o CPU que guarda y almacena todas las detecciones registradas (Figura 6). La información que contiene cada registro incluye la antena que ha realizado la detección (numerada), el código de la marca pit (16 dígitos),

fecha de detección (día/mes/año) y tiempo instantáneo de detección (hora:minuto:segundo). Se considera que un pez supera la esclusa cuando se registran 2 detecciones consecutivas, una primera a la entrada de la escala y otra segunda a la salida de la escala. Estas detecciones permiten conocer el tiempo exacto empleado en superar la esclusa, si ha necesitado de varios intentos para superarlo (si el número de detecciones a la entrada es elevado en un periodo reducido de tiempo) o si lo intenta y no logra superarlo en base a la abundancia y frecuencia de detecciones en la antena de entrada. Asimismo, el tiempo exacto de cada detección se relaciona con la programación del ciclo de funcionamiento de la esclusa, de esta forma se asigna cada detección a cada una de las 4 fases de funcionamiento de la misma.

6.1.4. Ciclo operativo de la esclusa y comportamiento

Tras la puesta en marcha de la esclusa, a partir del día 30 de octubre de 2018 se lleva un control del horario programado para el ciclo completo de la esclusa y su sincronía con el horario del equipo de detección pasiva. De esta forma, a partir de esta fecha se asigna cada detección a cada fase de funcionamiento de la esclusa. Es decir, se puede conocer si los salmones y truchas marcadas tienen detecciones de entrada a la esclusa únicamente con la esclusa completamente abierta (fase de atracción) o si una vez cerrada la esclusa permanecen en la planta inferior en las fases de llenado y salida, y si remontan por el conducto (fase de salida) o no, y vuelven a salir en la fase de vaciado habiendo alcanzado la planta superior o no, ya que en este caso serían detectados en la antena superior. Desde el día 30 de octubre de 2018 y hasta marzo de 2019 se han realizado las siguientes variaciones en la programación del ciclo de funcionamiento de la esclusa. Asimismo, ésta ha estado fuera de funcionamiento en los periodos que se señalan a continuación:

Del 30/10/2018 al 03/12/2018. Ciclo completo de 2 horas, 12 ciclos al día:

- ✓ Esclusa abierta 1 h 40 minutos (fase atracción y vaciado)
- ✓ Esclusa cerrada 20 minutos (fase de salida y llenado)

• Del 03/12/2018 al 13/12/2018. Ciclo completo de 1 hora, 24 ciclos al día:

- ✓ Esclusa abierta 50 minutos (fase atracción y vaciado)
- ✓ Esclusa cerrada 10 minutos (fase de salida y llenado)

Del 13/12/2018 al 22/03/2019. Ciclo completo de 1 hora, 24 ciclos al día:

- ✓ Esclusa abierta 30 minutos (fase atracción y vaciado)
- ✓ Esclusa cerrada 30 minutos (fase de salida y llenado)

• Esclusa fuera de funcionamiento:

- ✓ 12 jornadas, del 23/01/2019 al 03/02/2019; episodio de inundaciones
- ✓ 3 jornadas, del 26/02/2019 al 28/02/2019; manejo compuertas C.H. Olaberri



Figura 6. Equipo de detección pasiva instalado en la esclusa de la C.H. Olaberri: antenas de detección en la planta inferior (entrada) y superior (salida) y CPU del sistema de detección.

Estudio de eficacia de los dispositivos de paso para peces de la C.H. Olaberri y C.H. Iberdrola en el río Leitzaran (cuenca del Oria). Año 2018 **MEMORIA**

6.1.5. Eficacia

Con objeto de valorar la funcionalidad de cualquier dispositivo de paso para peces, se estima por un parte la eficacia del dispositivo de paso en sí mismo y por otra la eficacia de la llamada o atracción que ejerce sobre los peces presentes en el río, de cuya combinación resulta finalmente la estimación de la eficacia total. En el caso de la evaluación de la esclusa, se valora por una parte la funcionalidad de la misma para salmones y por otra para truchas, mientras que al final se realiza una valoración conjunta para ambas especies.

Eficacia del dispositivo de paso

La eficacia de la esclusa se calcula en base al número de ejemplares que logra superarla o son detectadas en la antena 2 (n), instalada en la planta superior o salida, respecto a los que lo intentan o son detectados en la antena 1 (N), situada en la planta inferior o de entrada (Larinier & Travade 2002; Bunt et al., 2012). En el caso de los salmones, además de los ejemplares detectados a la entrada de la esclusa, se tienen en cuenta también como intento de superación (n) los ejemplares radiomarcados que remontan desde el punto de suelta hasta el azud:

Eficacia dispositivo-escala (%) = $n/N \times 100$

Eficacia de la llamada

El correcto funcionamiento del dispositivo de paso, además de su correcto diseño y permeabilidad, depende de la atracción o llamada que ejerce. La eficacia de la llamada depende de la configuración de la esclusa y del que circula por él (Larinier & Travade 2002), el cual desemboca en el río aguas abajo del obstáculo, lo que facilita que los peces en migración detecten dicha ruta y accedan a ella.

La eficacia de la llamada que ejerce el paso o esclusa se calcula en base al número de salmones y truchas detectadas a la entrada o antena 1 (n), respecto al total marcado (N). (Larinier & Travade 2002; Bunt et al., 2012):

Eficacia llamada (%) = $n/N \times 100$

Eficacia total

La eficacia total del paso sería una combinación de la eficacia del dispositivo de paso y de la llamada o atracción que ejerce. En consecuencia, la eficacia total se calcula en base al número de salmones y truchas que logran superar el dispositivo o son detectados en la antena 2 (n), respecto al total marcado para seguimiento (N). (Larinier & Travade 2002; Bunt et al., 2012)

Eficacia total (%) = n/N x 100

6.2. C.H. IBERDROLA – ESCALA DE ARTESAS SUCESIVAS

El estudio de eficacia se basa en el seguimiento de truchas adultas mediante un sistema de detección pasiva o automática (CIPAM) instalado en la escala objeto de estudio. Este método consiste en el marcaje de truchas adultas o reproductores mediante marcas tipo pit (Passive Integrated Transponder) y su detección automática por el sistema de detección instalado. El sistema es el mismo que el utilizado en la esclusa de la C.H. Olaberri, por lo que en este apartado no se incluye de nuevo su descripción. En este caso, no se utilizan radiotransmisores para seguimiento de las truchas marcadas, con lo que se desconoce la evolución y comportamiento de las mismas fuera del área de detección de las antenas instaladas en la escala.

Se considera que un pez supera la escala cuando se registran 2 detecciones consecutivas, una primera a la entrada de la misma y otra segunda a la salida aguas arriba. Estas detecciones permiten conocer el tiempo exacto empleado en superar el dispositivo, si ha necesitado de varios intentos para superarlo (si el número de detecciones a la entrada es elevado en un periodo reducido de tiempo) o si lo intenta y no logra superarlo en base a la abundancia y frecuencia de detecciones en la antena de entrada.

6.2.1. Captura, marcaje y suelta

Una vez instalado el sistema de detección pasiva en el dispositivo de paso, se procede a la captura de truchas aguas abajo y aguas arriba del azud de la C.H. Iberdrola mediante pesca eléctrica. El objetivo de este doble origen de los peces es el de por una parte asegurar que habrá individuos que intentarán superar el obstáculo para retornar a sus territorios habituales (peces capturados arriba y trasladados 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 abajo del obstáculo y deben remontarlo en busca de frezaderos). Se capturan y marcan un total de 40 truchas adultas.

Protocolo de marcaje

Los ejemplares capturados son anestesiados en una solución de MS-222 (0,10 g/l) y se anotan los datos biométricos (talla y peso). La inserción de la marca pit requiere de una breve intervención quirúrgica (Gosset et al. 2006): se realiza una pequeña incisión (4-5 mm) en la zona parte ventral. entre las aletas pelvianas y pectorales y tras insertar la marca pit, se cierra la abertura con 1 punto de sutura (hilo reabsorbible). Finalmente, se aplica yodo en la zona suturada y los peces tras una breve recuperación son devueltos al río.

En el Anexo 1 se incluye un reportaje fotográfico correspondiente al sistema de detección pasiva y la captura y marcaje de los peces.



Figura 7. Localización (círculo rojo) de una antena de detección a la entrada de la escala y de la segunda a la salida aguas arriba en la última artesa. Se observa el rebosadero (imagen superior derecha) que vierte junto a la salida de la escala, ocultando parcialmente la llamada que ejerce ésta.

Estudio de eficacia de los dispositivos de paso para peces de la C.H. Olaberri y C.H. Iberdrola en el río Leitzaran (cuenca del Oria). Año 2018 MEMORIA

6.2.2. Eficacia

Con objeto de valorar la funcionalidad de cualquier dispositivo de paso para peces, se estima por un parte la eficacia del dispositivo de paso en sí mismo y por otra la eficacia de la llamada o atracción que ejerce sobre los peces presentes en el río, de cuya combinación resulta finalmente la estimación de la eficacia total.

Eficacia del dispositivo de paso

La eficacia del dispositivo de paso o escala se calcula en base al número de truchas que logra superarlo o son detectados en la antena 2 (n), instalada en la artesa superior o salida, respecto a los que lo intentan o son detectados en la antena 1 (N), situada en la primera artesa, a la entrada de la escala (Larinier & Travade 2002; Bunt et al., 2012):

Eficacia dispositivo-escala (%) = $n/N \times 100$

Eficacia de la llamada

El correcto funcionamiento del dispositivo de paso, además de su correcto diseño y permeabilidad, depende de la atracción o llamada que ejerce. La eficacia de la llamada depende de la configuración de la escala y del que circula por él (Larinier & Travade 2002), el cual desemboca en el río aguas abajo del obstáculo, lo que facilita que los peces en migración detecten dicha ruta y accedan a ella.

La eficacia de la llamada que ejerce el paso o escala se calcula en base al número de truchas detectadas a la entrada o antena 1 (n), respecto al total marcado (N). (Larinier & Travade 2002; Bunt et al., 2012):

Eficacia llamada (%) = $n/N \times 100$

Eficacia total

La eficacia total del paso sería una combinación de la eficacia del dispositivo de paso y de la llamada o atracción que ejerce. En consecuencia, la eficacia total se calcula en base al número de truchas que logra superar el dispositivo o son detectados en la antena 2 (n), respecto al total de truchas marcadas para seguimiento (N). (Larinier & Travade 2002; Bunt et al., 2012)

Eficacia total (%) = $n/N \times 100$

7. RESULTADOS – ESCLUSA C.H. OLABERRI

7.1. SALMONES Y TRUCHAS MARCADAS PARA SEGUIMIENTO

Para el seguimiento y evaluación de la esclusa de la C.H. Laborde se cuenta, por una parte, con una fracción de los salmones y reos controlados en la estación de captura de Orbeldi en el río Oria. Entre los meses de mayo y diciembre se marcan en Orbeldi y liberan a continuación en el río Leitzaran, un total de 27 salmones y 2 reos. Todos los ejemplares se marcan con pit para su posible detección en la esclusa aguas arriba, mientras que 20 salmones se marcan también con radiotransmisores para seguimiento manual o radiotracking (Tabla 3). La mayor parte de los salmones se marcan en primavera e inicio de verano, entre los meses de mayo y julio, un total de 20 ejemplares. En una segunda fase, en otoño, se marcan los restantes 7 salmones. Los salmones marcados tienen una longitud de entre 53 cm y 81 cm y un peso de entre 1,1 kg y 6,4 kg. En el Anejo 2 se incluyen las características biométricas, fecha y tipo de marca de salmones y reos marcados para seguimiento en el río Leitzaran, así como los liberados en el río Oria en el ámbito de la acción D9 del IREKIBAI, uno de los cuales es detectado en otoño a la entrada de la esclusa.

Por otra parte, en fecha 25/10/2018, se capturan mediante pesca eléctrica un total de 82 truchas adultas, a las cuales se le inserta una marca tipo pit y se liberan a continuación aguas abajo del azud/esclusa de la C.H. Laborde. De éstas, 68 truchas se capturan aguas abajo del azud y las restantes 14 truchas aguas arriba. Los ejemplares marcados tienen una longitud de entre 19 cm y 30 cm, con un valor medio de 25 cm para el total de los ejemplares marcados. En el Anejo 2 se incluyen las características biométricas de las truchas marcadas.

Tabla 3. Reproductores de salmón y reos marcados en la estación de captura de Orbeldi (río Oria) y liberados en el río Leitzaran para seguimiento en primavera y otoño de 2018.

Fecha	SALM	IONES		TRUCHA/REO	TOTAL	
recna	radio & pit	pit	total	pit	TOTAL	
mayo	2	0	2		2	
junio	5	1	6	1	7	
julio	7	5	12		12	
agosto						
septiembre						
octubre						
noviembre	4	1	5	1	6	
diciembre	2	0	2		2	
TOTAL	20	7	27	2	29	

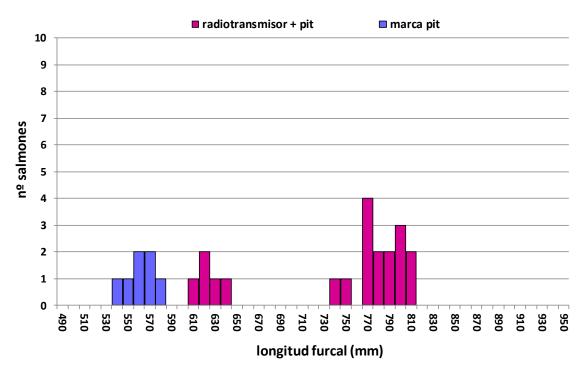


Figura 8. Distribución de clases de talla de los 27 salmones marcados y liberados con radiotransmisor y marca tipo pit aguas abajo del azud/esclusa de la C.H. Olaberri en el río Leitzaran en 2018.

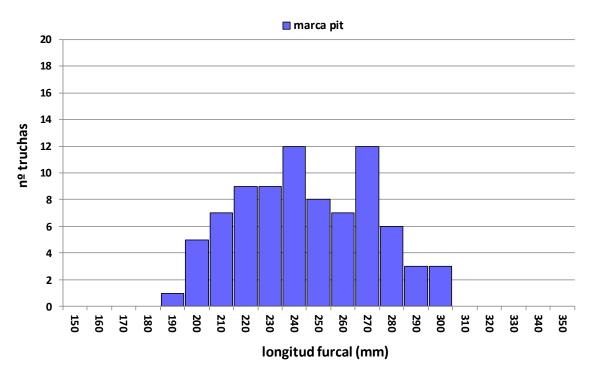


Figura 9. Distribución de clases de talla de las 82 truchas marcadas y liberadas con marca tipo pit aguas abajo del azud/esclusa de la C.H. Olaberri en el río Leitzaran en octubre de 2018.

7.2. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PASOS DE PECES

Durante el periodo de seguimiento, desde el 23/05/2018 hasta el 17/03/2019, el equipo de detección pasiva instalado registra el acceso de 15 salmones y 34 truchas marcadas al interior de la esclusa de la C.H. Olaberri, un total de 49 ejemplares. De los 15 salmones detectados, un total de 7 ejemplares logran superar la esclusa (detectados en la antena de la planta superior), mientras que, para las truchas, son 18 ejemplares los que superan la esclusa de un total de 34 truchas detectadas en la planta inferior o acceso. En total, son 25 los ejemplares que superan la esclusa, de un total de 49 individuos detectados a la entrada.

Estos resultados tienen origen en los datos recopilados a partir del equipo de detección pasiva instalado en la esclusa, se trata de una información parcial, ya que no se cuenta con la información recopilada mediante radioseguimiento de salmones, especialmente durante la primera fase de seguimiento en primavera. En este primer periodo, entre el 16 de mayo y el 6 de julio, se marcan y liberan un total de 20 salmones aguas abajo de la esclusa, 14 de ellos radiomarcados, y la esclusa cuenta con una única antena de detección, la instalada en la parte superior o de salida. La antena de detección a la entrada de la esclusa se instala a posteriori, el día 19 de julio, por lo que no se cuenta con las detecciones de los salmones de primavera a la entrada de la misma en esta primera fase. El único registro corresponde al primer salmón liberado en mayo, el único ejemplar que supera la esclusa en esta primera fase de primavera, detectado en la antena superior o de salida, en concreto el día 23 de mayo.

Posteriormente, durante los meses de estiaje, desde finales del mes de julio hasta septiembre, la disminución del caudal circulante y el aumento de la temperatura del agua inhiben o detienen la migración de remonte, por lo que apenas se registran detecciones ni movimiento en la esclusa. A partir de otoño y con los primeros aumentos de caudal, se reactiva la migración de remonte de los salmones y se marcan otros 7 salmones de forma adicional, 6 de ellos radiomarcados, que junto a la fracción de truchas marcadas en el mes de octubre (82 truchas), aportan la práctica totalidad de la información recopilada por el equipo de detección pasiva (Figura 10; Tabla 3). Por tanto, para la correcta evaluación del paso, la información generada mediante el equipo de detección pasiva debe ser complementada con la obtenida mediante radioseguimiento. Esta información se incluye en el apartado 7.5. Radioseguimiento de salmones adultos.

Se cuenta con un total de 1.600 detecciones para un total de 49 ejemplares (15 salmones y 34 truchas) durante el periodo de estudio (Tabla 4). La distribución de estas detecciones muestra diferencias en la migración otoñal o prereproductora de truchas y salmones. En el caso de los salmones se concentra durante los meses de noviembre y diciembre, mientras que en el caso de las truchas se prolonga en el tiempo, con un pico de actividad durante noviembre, diciembre y enero y prolongándose hasta el mes de marzo (Figura 10). Si se observa el número de salmones y truchas que accede a la esclusa, detectados a la entrada de la misma, la distribución temporal presenta similares diferencias (Figura 11). De esta forma, los salmones acceden a la

esclusa antes, con una fecha promedio que corresponde al día 26 de noviembre, mientras que para las truchas la fecha promedio corresponde al día 21 de diciembre, unos 25 días más tarde en comparación con los salmones marcados. Asimismo, si se observan las fechas en las que truchas y salmones superan la esclusa o fechas de paso (Figura 12; Tabla 5) correspondiente a la migración otoñal, los salmones superan la esclusa antes, entre el día 15 de octubre y el 24 de diciembre, con una fecha promedio de paso que corresponde al día 2 de diciembre. Las truchas en cambio superan la esclusa entre los días 30 de octubre de 2018 y 6 de marzo de 2019. En este caso el día medio de paso corresponde al 13 de enero de 2019, unos 42 días más tarde en comparación con los salmones marcados.

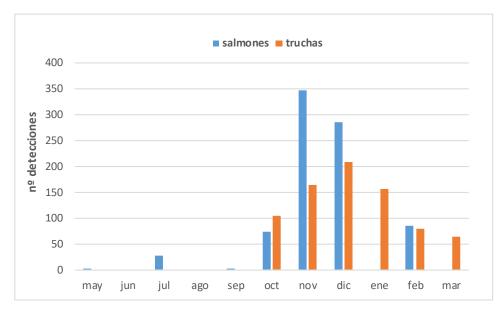


Figura 10. Distribución mensual de detecciones de salmones y truchas en la esclusa de la C.H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 2019.

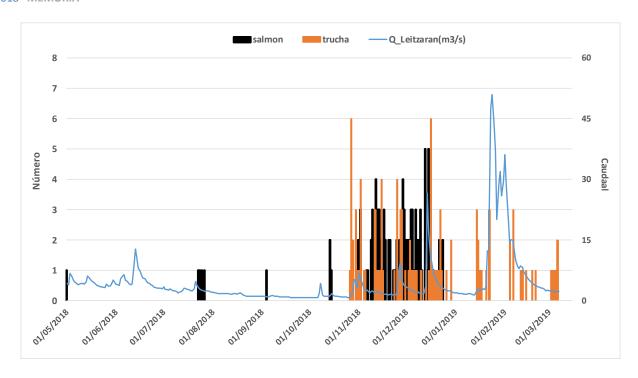


Figura 11. Distribución mensual del número de salmones y truchas detectadas a la entrada de la esclusa de la C.H. Olaberri entre mayo de 2018 y marzo de 2019.

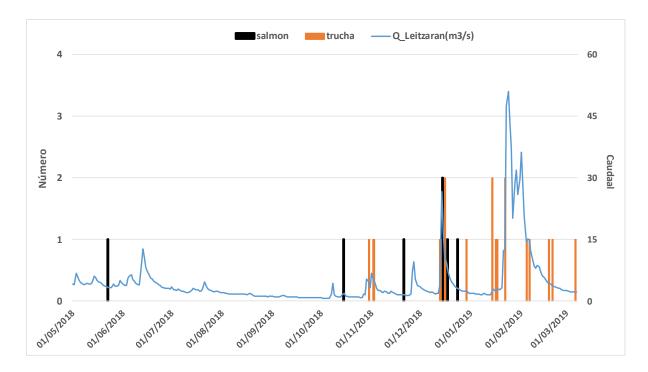


Figura 12. Distribución mensual de pasos de salmones y truchas a través de la esclusa de la C.H. Olaberri (detecciones en la antena superior o de salida), entre mayo de 2018 y marzo de 2019.

Tabla 4. Distribución mensual del número de detecciones de salmones y truchas en la esclusa de la C.H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 2019. Se señalan los ejemplares que superan la esclusa.

		№ de detecciones en la esclusa												
Especie	Código			año 2018 año 2019								Total	Superan la esclusa	
		may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	Total	
	H2018ORI001	3											3	SI
	H2018ORI005							14					14	SI
	H2018ORI010							9					9	
	H2018ORI013			28		1	4						33	
	H2018ORI014							106	28				134	
	H2018ORI017							140	47		85		272	SI
	H2018ORI019							23	10				33	SI
Salmón	H2018ORI020							9	3				12	<u>.</u>
-	H2018ORI021						70						70	SI
	H2018ORI024						,,,	18	97				115	SI
	H2018ORI025							15	29				44	3.
	H2018ORI026							1	23				1	
	H2018ORI045							10	67				77	SI
	H2018ORI047							2	07				2	31
	H2018ORI049								5				5	
									5		5		5	
	T_LA_01 T_LA_02						8		16	16	4	9	53	SI
							٥	2		10	4	9		
	T_LA_03						2		17	2			19 7	SI
	T_LA_06						2	26	3	2				61
	T_LA_07						20	26	11				57	SI
	T_LA_09						26	38	2			6	72	SI
	T_LA_10						5	20	14				39	SI
	T_LA_12						12			47			59	SI
	T_LA_13						14	5	10				19	
	T_LA_14							7	12				19	SI
	T_LA_15								11				11	
	T_LA_16						_	8					8	
	T_LA_21						1					7	8	SI
	T_LA_24								75	30			105	SI
	T_LA_25								10				10	SI
	T_LA_26										22		22	SI
Trucha	T_LA_27								4	31			35	SI
	T_LA_29										6	1	7	SI
	T_LA_35						10	34	1				45	
	T_LA_36											15	15	
	T_LA_41									19			19	SI
	T_LA_42										10		10	SI
	T_LA_45								6				6	
	T_LA_51							8	7				15	
	T_LA_52							2					2	
	T_LA_55								3				3	
	T_LA_57						6					13	19	SI
	T_LA_58											5	5	
	T_LA_61									11			11	SI
	T_LA_65											8	8	
	T_LA_71								17				17	
	T_LA_72										33		33	SI
	T_LA_74							1					1	
	T_ORI_04							12					12	
1	TOTAL	3	0	28	0	1	178	510	495	156	165	64	1.600	25

7.1. DETECCIONES Y NÚMERO DE INTENTOS DE PASO EN LA ESCLUSA

Durante el periodo de seguimiento, desde el 23/05/2018 hasta el 17/03/2019, el equipo de detección pasiva instalado registra el acceso de 15 salmones y 34 truchas al interior de la esclusa de la C.H. Olaberri, un total de 49 ejemplares. Este registro se corresponde con un total de 1.600 detecciones realizadas por el sistema de detección pasiva a la entrada (antena planta inferior) y a la salida (antena planta superior) de la esclusa. Casi la totalidad de estas detecciones corresponden a desplazamientos de remonte de los ejemplares marcados, en concreto el 95% de las detecciones (n=1.515), mientras que una pequeña fracción, el 5% del total, corresponde a la bajada del salmón H2018ORI017 en el mes de febrero, un total de 81 detecciones en la antena superior y 4 detecciones en la antena inferior.

La mayor parte de las detecciones registradas para salmones y truchas corresponden a la antena de entrada de la esclusa, lo que indica que ambas especies visitan la esclusa y se introducen en ella con una elevada frecuencia (Tabla 5; Figura 12). Asimismo, una vez comienzan a remontar por el interior de la esclusa hacia la planta superior, el número de detecciones en la antena situada en este punto es bajo, lo que indica que los ejemplares de ambas especies que superan la esclusa lo hacen de forma rápida y que el periodo de permanencia en la planta superior es reducido.

De esta forma, para las 1.515 detecciones registradas durante la migración de remonte de salmones y truchas, el 94% (n=1.427) corresponden a la entrada de la esclusa y el 6% (n=88) a la salida o planta superior de la esclusa. Esta proporción es similar para salmones y truchas, para los primeros, las detecciones a la entrada de la esclusa suponen el 97% del total (n=715) y para las truchas el 92% (n=712). Como promedio, los salmones son detectados a la entrada de la esclusa en 51 ocasiones y en 3 ocasiones a la salida, mientras que las truchas son detectadas en 21 ocasiones a la entrada y en 4 ocasiones a la salida.

Por tanto, mientras que el número medio de detecciones a la salida de la esclusa es similar para ambas especies, el número medio de detecciones a la entrada de la esclusa es superior para los salmones (n=51) en comparación con las truchas (n=21), lo cual podría indicar que los salmones realizan un mayo número de visitas o intentos para superar la esclusa, aunque la diferencia no es significativa (T-Student; p=0,163).

Sin embargo, si se analiza el número de jornadas en las que visita o accede a la esclusa cada ejemplar de salmón y trucha (Tabla 6; Figura 13), los salmones se introducen en la esclusa en un número de jornadas significativamente superior en comparación con las truchas. En concreto, cada salmón accede a la esclusa como promedio en 6,6 jornadas frente a 3,1 jornadas para las truchas (T-Student; p<0,01). Asimismo, el 38% de las truchas visita la esclusa en una única ocasión (n=13), frente al 15% de los salmones (n=2; no se tiene en cuenta el salmón H2018ORI001). Por tanto, parece que los salmones realizan un mayor número de intentos para superar la esclusa en comparación con las truchas y en un periodo de tiempo más reducido.

Tabla 5. Número de detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas a la entrada y salida de la esclusa de la C.H. Olaberri. Se señalan los ejemplares que superan la esclusa y la fecha de paso.

	0′ 1′	Nº detec	2464				
Especie	Código	Antena inferior/entrada	Antena superior/salida	Total	PASA	Fecha de paso	
	H2018ORI001		3	3	SI	23/05/2018	
	H2018ORI005	11	3	14	SI	21/11/2018	
	H2018ORI010	9		9			
	H2018ORI013	33		33			
	H2018ORI014	134		134			
	H2018ORI017	186	1	187	SI	15/12/2018	
	H2018ORI019	28	5	33	SI	24/12/2018	
	H2018ORI020	12		12			
Salmón	H2018ORI021	67	3	70	SI	15/10/2018	
	H2018ORI024	113	2	115	SI	18/12/2018	
	H2018ORI025	44		44			
	H2018ORI026	1		1			
	H2018ORI045	70	7	77	SI	15/12/2018	
	H2018ORI047	2		2			
	H2018ORI049	5		5			
	total	715	24	739			
	promedio	51	15	55		02/12/2018*	
	T_LA_01	5	-	5		, ,	
	T_LA_02	50	3	53	SI	14/01/2019	
	T_LA_03	14	5	19	SI	16/12/2018	
	T_LA_06	7		7	<u> </u>	10/11/2010	
	T_LA_07	49	8	57	SI	30/10/2018	
	T_LA_09	70	2	72	SI	29/12/2018	
	T_LA_10	31	8	39	SI	02/11/2018	
	T_LA_12	57	2	59	SI	22/01/2019	
	T LA 13	19	2	19	31	22/01/2019	
	T_LA_13	18	1	19	SI	13/12/2018	
	T_LA_14 T_LA_15	11	1	11	31	13/12/2016	
				8			
	T_LA_16	8	1		CI	44 /02 /2040	
	T_LA_21	7	1	8	SI	11/03/2019	
	T_LA_24	104	1	105	SI	16/01/2019	
	T_LA_25	4	6	10	SI	16/12/2018	
	T_LA_26	11	11	22	SI	04/02/2019	
	T_LA_27	32	3	35	SI	14/01/2019	
Trucha	T_LA_29	6	1	7	SI	20/02/2019	
	T_LA_35	45		45			
	T_LA_36	15		15			
	T_LA_41	18	1	19	SI	22/01/2019	
	T_LA_42	4	6	10	SI	06/02/2019	
	T_LA_45	6		6			
	T_LA_51	15		15			
	T_LA_52	2		2			
	T_LA_55	3		3			
	T_LA_57	16	3	19	SI	06/03/2019	
	T_LA_58	5		5			
	T_LA_61	10	1	11	SI	17/01/2019	
	T_LA_65	8		8			
	T_LA_71	17		17			
	T_LA_72	32	1	33	SI	18/02/2019	
	T_LA_74	1		1			
	T_ORI_04	12		12			
	total						
	promedio	21	4	23		13/01/2019	
7	TOTAL	712	64	776		-,,	
	OMEDIO	30	7	33		03/01/2019	

^{*}la fecha promedio de paso de salmones no incluye el paso del primer salmón del mes de mayo (H2018ORI001).

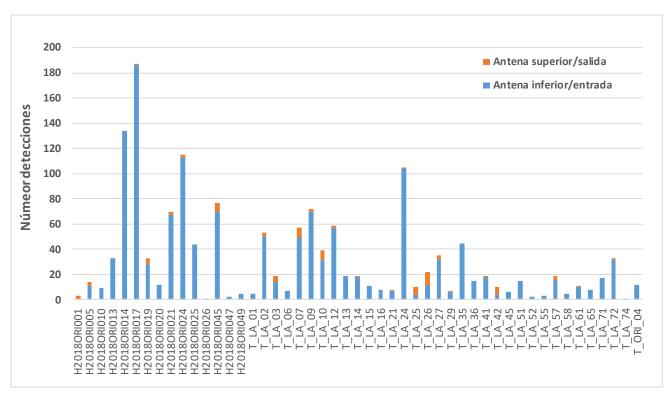


Figura 13. Número de detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas a la entrada y salida de la esclusa de la C.H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 2019.

Tabla 6. Número de jornadas con detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas en la esclusa de la C.H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 2019.

		Nº jornadas con detecciones en la esclusa											
Especie	Código	año 2018						año 2019					
·		may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	Total
	H2018ORI001	1	, .	,	- 0 -			_					1
	H2018ORI005							6					6
	H2018ORI010							2					2
	H2018ORI013			4		1	2						7
	H2018ORI014							9	8				17
	H2018ORI017							11	6				17
	H2018ORI019							8	2				10
	H2018ORI020							5	2				7
Salmón	H2018ORI021						2						2
	H2018ORI024							1	8				9
	H2018ORI025							1	5				6
	H2018ORI026							1	0				1
	H2018ORI045							2	8				10
	H2018ORI047							1					1
	H2018ORI049								3				3
	total	1		4	0	1	4	47	42	0	0	0	99
	promedio	0,1		0,3	0,0	0,1	0,3	3,1	2,8	0,0	0,0	0,0	6,6
	T_LA_01								_		1		1
	T_LA_02						2		3	3	1	1	10
	T_LA_03							1	3				4
	T_LA_06						1		1	1			3
	T_LA_07						1	5	1				7
	T_LA_09						2	10	1			1	14
	T_LA_10						1	2	1	1			4
	T_LA_12 T_LA_13						2	1		1			2
	T_LA_13 T_LA_14							1	2				3
	T_LA_14								1				1
	T_LA_16							2					2
	T LA 21						1					2	3
	T LA 24						_		7	3			10
	T_LA_25								1				1
	T_LA_26										2		2
	T_LA_27								1	1	0		2
	T LA 29										1	1	2
Trucha	T_LA_35						1	4	1				6
	T_LA_36											3	3
	T_LA_41									1			1
	T_LA_42										1		1
	T_LA_45								2				2
	T_LA_51							2	1				3
	T_LA_52							1					1
	T_LA_55								1				1
	T_LA_57						1					1	2
	T_LA_58											1	1
	T_LA_61									1			1
	T_LA_65								4			1	1
	T_LA_71								1		4	-	1
	T_LA_72							4			4	-	4
	T_LA_74							1				-	1
	T_ORI_04						12	21	20	11	10	11	104
	total						13	31	28	11	0,3	11	104
	promedio						0,4	0,9	0,8	0,3	0,3	0,3	3,1

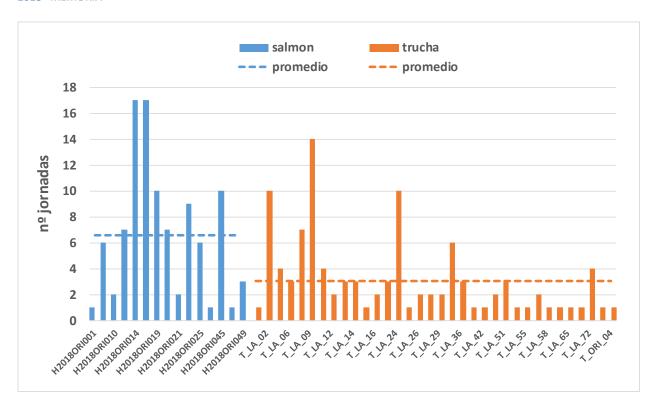


Figura 14. Número de jornadas con detecciones correspondiente a la migración de remonte de salmones y truchas en la esclusa de la C.H. Olaberri, entre mayo de 2018 y marzo de 2019.

7.1. FUNCIONAMIENTO DE LA ESCLUSA - CICLO HORARIO Y DETECCIONES

A partir del día 30 de octubre de 2018 y hasta marzo de 2019 se lleva un control del horario programado para el ciclo completo de la esclusa y su sincronía con el horario del equipo de detección pasiva. De esta forma, a partir de esta fecha se asigna cada detección a cada fase de funcionamiento de la esclusa. En este periodo, la esclusa ha funcionado en 3 ciclos distintos, los cuales se incluyen en la Tabla 7.

Si se observa el número de salmones y truchas que son detectados en la esclusa en base al ciclo de funcionamiento de esta, se observa que los salmones visitan con mayor frecuencia la esclusa con el ciclo de 2 horas, mientras que las truchas reparten sus visitas entre el ciclo de 2 horas y el 2º ciclo de 1 hora (1 hora_B). Sin embargo, el número de jornadas en las que funciona cada ciclo es muy distinto, por lo que, si se observa el número de peces/día por cada ciclo, la lectura es la siguiente:

Los salmones visitan la esclusa con mayor frecuencia en el ciclo de 1 hora y en el de 2 horas, periodo continuo que va del 30 de octubre al 13 de diciembre, con valores de 2,3 salmones/día y 1,5 salmones/día. A partir de la segunda quincena de diciembre este ratio baja de forma acusada.

Las truchas visitan la esclusa con mayor frecuencia durante el ciclo de 2 horas, es decir, entre el 30 de octubre y el 3 de diciembre, con un valor de 1,1 truchas/día. En este caso, en los siguientes 2 ciclos, a partir de la segunda quincena de diciembre, el ratio disminuye, pero en menor grado que en el caso de los salmones, y las truchas continúan visitando o accediendo a la esclusa con un ratio de 0,6 truchas/día y 0,5 truchas/día para el ciclo de 1 hora y 2º ciclo de 1 hora (1 hora_B).

Si se tienen en cuenta el total computado por ambas especies, estas visitan la esclusa con similar frecuencia durante el ciclo de 2 horas y el ciclo de 1 hora; 2,6 peces/día y 2,9 peces/día respectivamente, es decir, del 30 de octubre al 13 de diciembre, periodo álgido de migración y reproducción para salmónidos.

La frecuencia de uso o acceso a la esclusa parece ajustarse a la fenología de ambas especies, es decir, al periodo álgido de migración y reproducción, con una mayor frecuencia de visitas durante noviembre y primera quincena de diciembre, más que a la variación de la programación temporal de los ciclos de funcionamiento de la esclusa.

Tabla 7. Ciclos de funcionamiento de la esclusa de la C.H. Olaberri y número de salmones y truchas detectadas.

Ciclo	Esclusa				Núm	ero	Número/día			
	abierta	cerrada	fecha	días	salmones	truchas	total	salmones	truchas	total
2 horas	1h 40 min.	20 min.	30 oct3 dic.	35	53	38	91	1,5	1,1	2,6
1 hora	50 min.	10 min.	3 dic13 dic.	10	23	6	29	2,3	0,6	2,9
1 hora_B	30 min.	30 min.	13 dic22 mar	99	13	51	64	0,1	0,5	0,6
desconocido			23 jul28 oct.	98	9	9	18	0,1	0,1	0,2

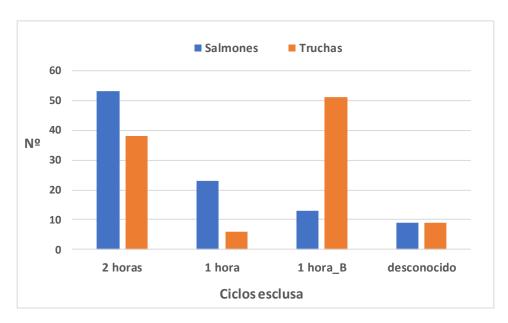


Figura 15. Número de salmones y truchas detectadas en la esclusa de la C.H. Olaberri durante los distintos ciclos de funcionamiento de la esclusa.

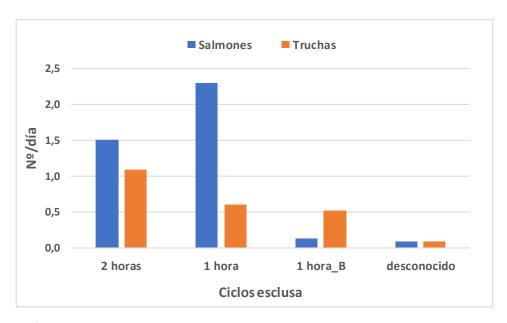


Figura 16. Número de salmones y truchas detectadas en la esclusa de la C.H. Olaberri por jornada o día durante los distintos ciclos de funcionamiento de la esclusa.

7.1.1. CICLOS DE LA ESCLUSA Y COMPORTAMIENTO INDIVIDUAL

A partir del día 30 de octubre de 2018 y hasta marzo de 2019 se lleva un control del horario programado para el ciclo completo de la esclusa y su sincronía con el horario del equipo de detección pasiva. De esta forma, a partir de esta fecha se asigna cada detección a cada fase de funcionamiento de la esclusa.

Como era de esperar, la mayor parte de las detecciones a la entrada de la esclusa se corresponden con el ciclo de llamada (esclusa abierta). Los peces acceden y son detectados a la entrada de la esclusa en esta fase de llamada. Una vez se cierra la compuerta de acceso y se llena de agua la totalidad de la esclusa, se pasa a la fase de ascenso, durante la cual se espera que los peces remonten por la esclusa hacia la planta superior o de salida, donde son detectados por la segunda antena de detección.

Sin embargo, se ha observado, tanto en truchas como en salmones, que algunos ejemplares se quedan en el interior de la esclusa en fase de ascenso (compuerta de acceso cerrada) y no progresan hasta la parte superior, donde se situaría la segunda antena de detección (Tabla 8; Figura 19). De esta forma, un total de 5 ejemplares, 1 salmón y 4 truchas, son detectados en el interior de la esclusa en fase de ascenso y finalmente no superan la misma. Los restantes 19 ejemplares que no superan la esclusa son detectados a la entrada de la esclusa únicamente en fase de llamada.

Asimismo, los ejemplares que superan la esclusa también presentan episodios en los cuales permanecen en el interior de esta en fase de ascenso (compuerta de acceso cerrada) y no remontan o logran superarla, volviendo a salir incluso al exterior, retornar a la esclusa, etc. Es el caso de los salmones H2018ORI005 y H2018ORI017, cuya evolución se explica e incluye de forma gráfica en las páginas 40 y 41.

Algunos ejemplares, en concreto 2 salmones y 4 truchas, alcanzan la artesa o planta superior de la esclusa en 2 ocasiones, es decir, remontan hasta la artesa superior y vuelven a bajar a la artesa de entrada, para posteriormente, bien en la misma jornada en otra jornada posterior volver a superarla. Es el caso de los salmones H2018ORI024 y H2018ORI045 y las truchas T_LA_02, T_LA_09, T_LA_10 y T_LA_26. Entre las páginas 42 y 49 se incluyen los ejemplos gráficos del comportamiento de estos ejemplares, así como del resto de salmones y truchas en relación con los ciclos de funcionamiento de la esclusa.

Este comportamiento puede reflejar un déficit en la atracción que ejerce la parte superior de la esclusa en fase de ascenso, debido quizá a ausencia de luz o a una llamada o tiro de agua demasiado débil. Otro factor puede que puede influir en este comportamiento es el de la aglomeración o agrupamiento de reproductores a la entrada de la esclusa, que parece ofrecer un adecuado refugio en esta fase de migración prereproductora.

Tabla 8. Número de detecciones de salmones y truchas a la entrada de la esclusa de la C.H. Olaberri y fase de funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) para los ejemplares que superan y no superan la esclusa.

	Código	Código Nº detecciones entrada esclusa				
Especie		fase ascenso	fase llamada	Supera la		
		(entrada esclusa cerrada)	(esclusa abierta)	esclusa -		
	H2018ORI005	2	9			
	H2018ORI017	16	170			
	H2018ORI019	4	24			
	H2018ORI021		67			
	H2018ORI024	19	94			
	H2018ORI045	2	68			
	T_LA_02	2	48			
	T_LA_03	3	11			
	T_LA_07	6	43			
	T_LA_09	17	53			
	T_LA_10	1	30			
	T_LA_12	27	30	SÍ		
	T_LA_14	8	10	31		
	T_LA_21		7			
	T_LA_24	27	77			
	T_LA_25		4			
	T_LA_26		11			
	T_LA_27	19	13			
	T_LA_29		6			
	T_LA_41	16	2			
	T_LA_42		4			
	T_LA_57		16			
	T_LA_61		10			
	T_LA_72	8	24			
	H2018ORI010		9			
	H2018ORI013					
	H2018ORI014	2	132			
	H2018ORI020		12			
	H2018ORI025		44			
	H2018ORI026		1			
	H2018ORI047		2			
	H2018ORI049		5			
	T_LA_01		5			
	T_LA_06		7			
	T_LA_13		19			
	T_LA_15		11	NO		
	T_LA_16		8			
	T_LA_35	1	44			
	T_LA_36	2	13			
	T_LA_45		6			
	T_LA_51	5	10			
	T_LA_52		2			
	T_LA_55		3			
	T_LA_58		5			
	T_LA_65		8			
	T_LA_71	3	14			
	T_LA_74		1			
	T_ORI_04		12			

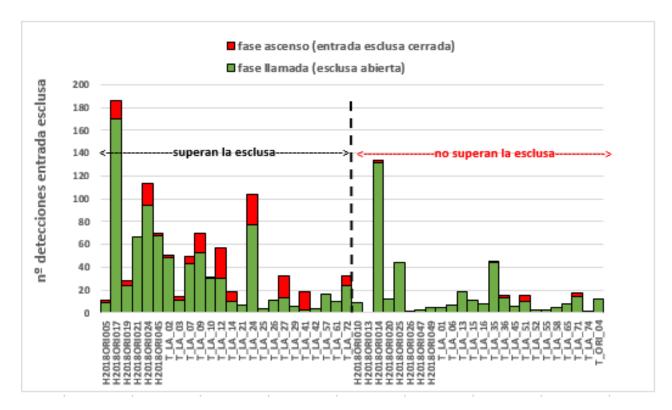


Figura 17. Número de detecciones de salmones y truchas a la entrada de la esclusa de la C.H. Olaberri y fase de funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) para los ejemplares que superan y no superan la esclusa.

SALMON (H2018ORI005)

- Figura 20: Salmón radiomarcado que remonta en primavera y permanece en turbinas en verano, sale al cauce en el mes de noviembre y presenta detecciones a la entrada de la esclusa los días 13, 14, 17 y 18 de noviembre. Tiene 2 jornadas en las que se queda en el interior de la esclusa en fase de ascenso (esclusa cerrada), la primera el día 20 de noviembre, no remonta la esclusa. En la siguiente jornada, el día 21 de noviembre supera la esclusa. Sin embargo, el día 21 permanece durante 2 ciclos completos en el interior de la esclusa sin remontar hasta la salida (Figura 21).
- <u>Figura 21</u>: Detalle de las detecciones y fases de funcionamiento en la jornada de superación del 21 de noviembre. La primera detección es a las 7:29 a la entrada de la esclusa en fase de llamada y la segunda, ya en la antena superior a las 12:57, por lo que se encuentra dentro de la esclusa durante más de 4 horas, 2 ciclos completos, hasta que remonta.

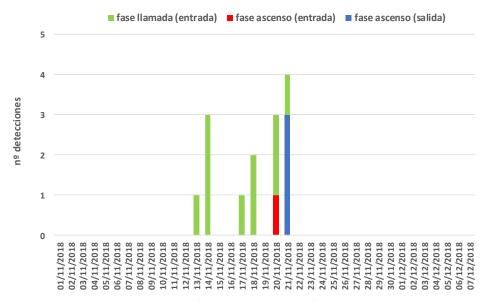


Figura 18. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registradas para el salmón H2018OR1005.

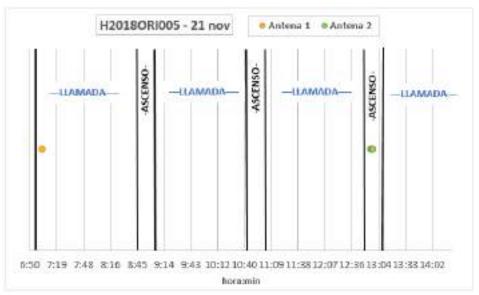


Figura 19. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para el salmón H2018ORI005 en fecha 21/11/2018.

SALMON (H2018ORI017)

Figuras 22 y 23: salmón radiomarcado, marcado y liberado en el mes de julio y que comienza su migración de remonte en el mes de noviembre. Realiza varios desplazamientos de ida y vuelta desde el punto de suelta al azud de la C.H. Olaberri, accede a la esclusa, retrocede, volver a entrar, etc. Presenta las primeras detecciones a la entrada de la esclusa (fase de llamada) los días 1 y 2 de noviembre, así como en posteriores jornadas (días 6, 7, 9 y 10 de noviembre). Posteriormente, durante 3 jornadas (12, 16 y 17 noviembre) presenta detecciones en el interior de la esclusa en fase de ascenso, pero no remonta. Vuelve a descender río abajo y no es detectado en las siguientes 19 jornadas. Vuelve a remontar y es detectado de nuevo a la entrada de la esclusa (fase de llamada) entre los días 7 y 15 de diciembre. En esta última jornada supera la escala.

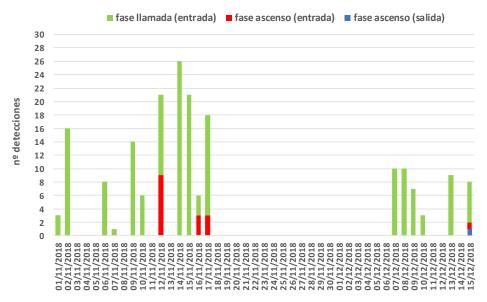


Figura 20. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registradas para el salmón H2018ORI017.

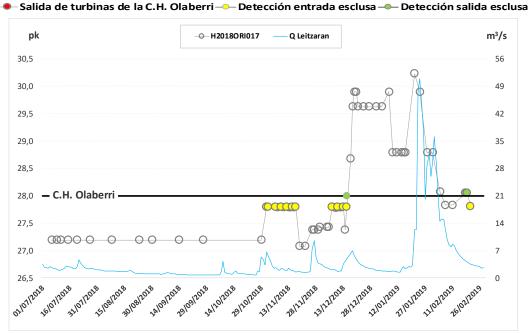


Figura 21. Evolución del salmon radiomarcado H2018ORI017 y su interacción con la esclusa de la C.H. Olaberri.

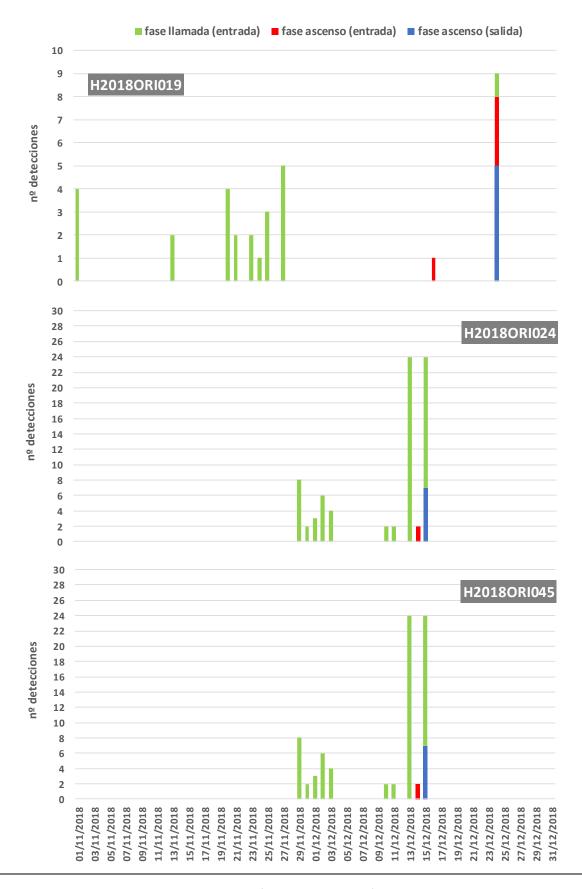


Figura 22. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para los salmones H2018ORI019, H2018ORI024 y H2018ORI045, que finalmente superan la esclusa.

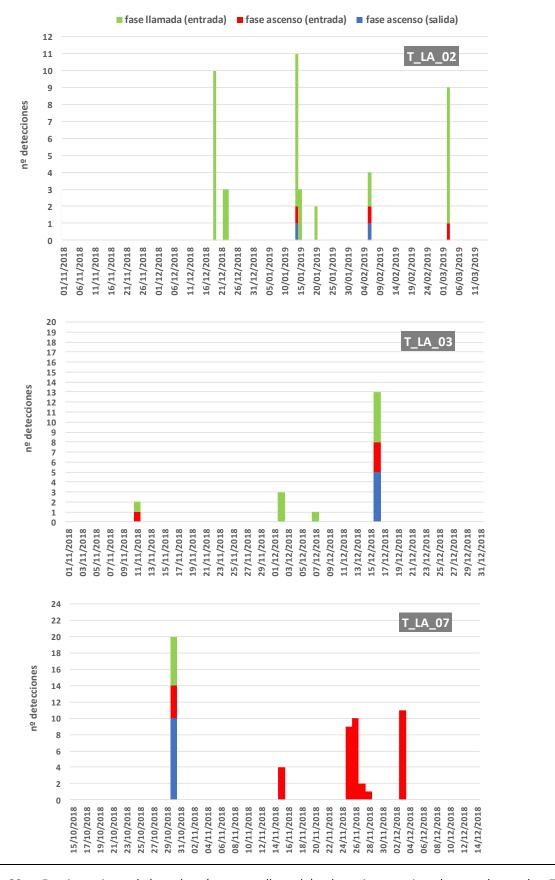


Figura 23. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_02, T_LA_03, T_LA_07, que finalmente superan la esclusa.

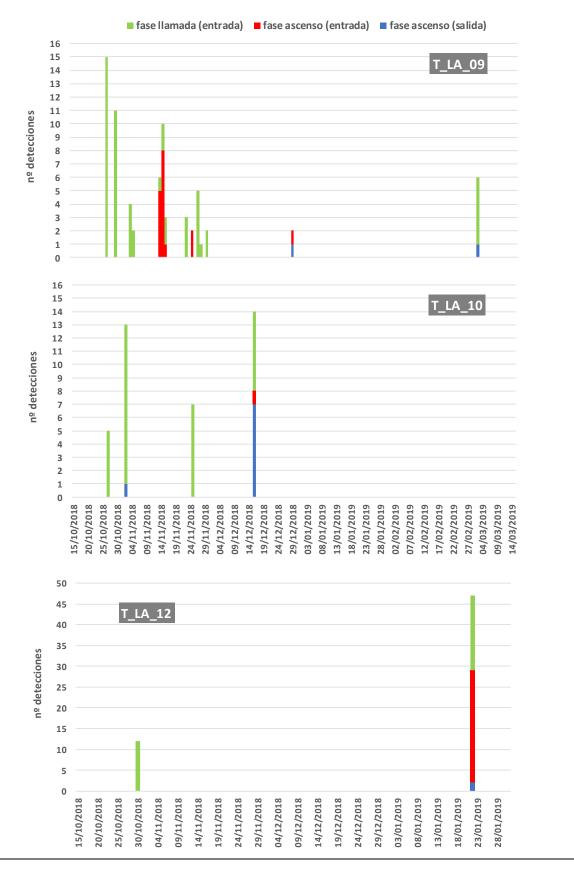


Figura 24. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_09, T_LA_10, T_LA_12, que finalmente superan la esclusa.

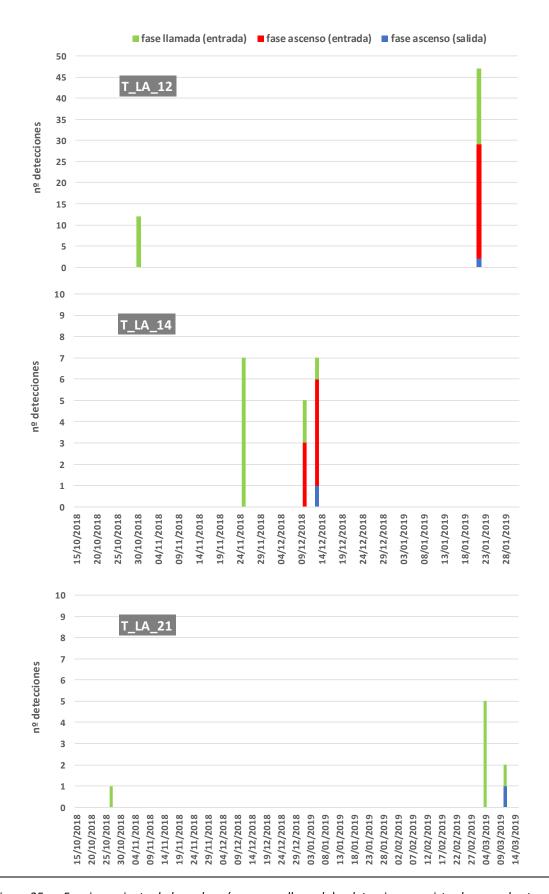


Figura 25. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_12, T_LA_14, T_LA_21, que finalmente superan la esclusa.

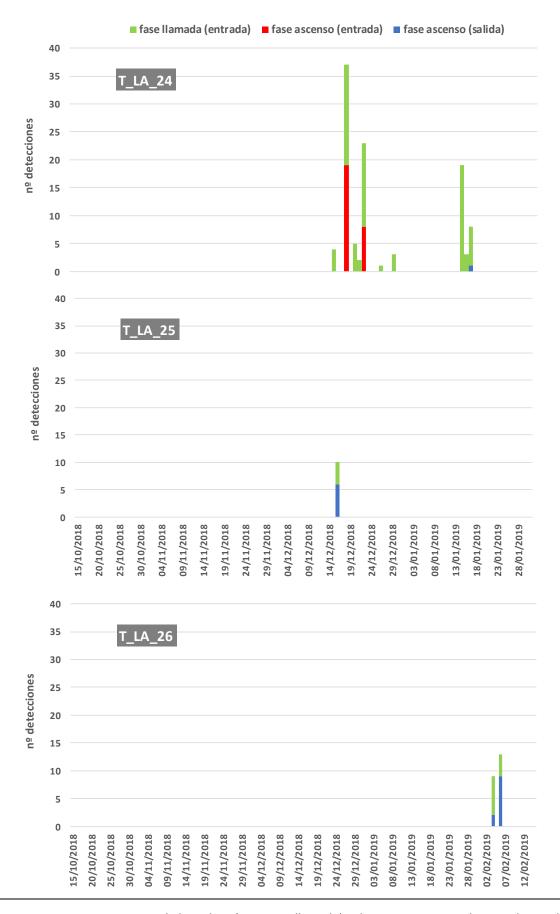


Figura 26. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_24, T_LA_25, T_LA_26, que finalmente superan la esclusa.

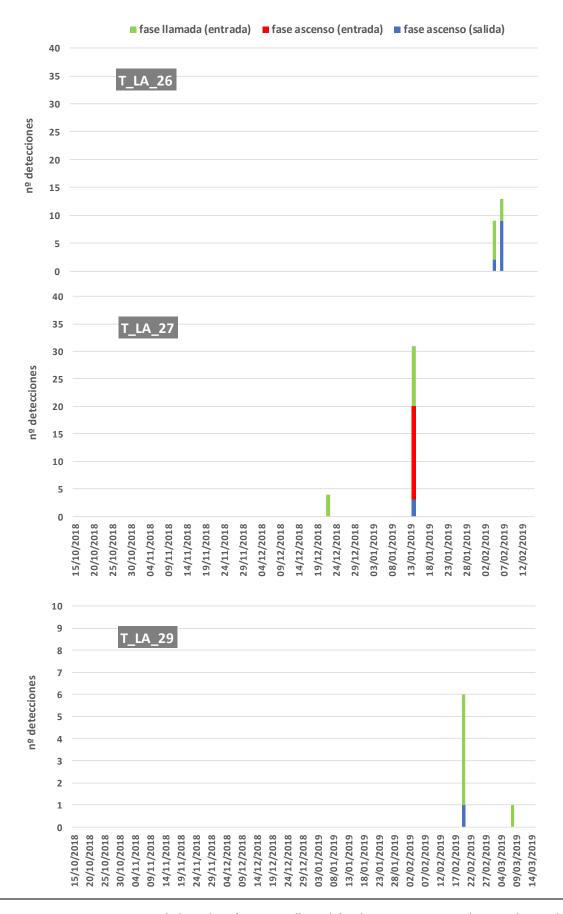


Figura 27. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_26, T_LA_27, T_LA_29, que finalmente superan la esclusa.

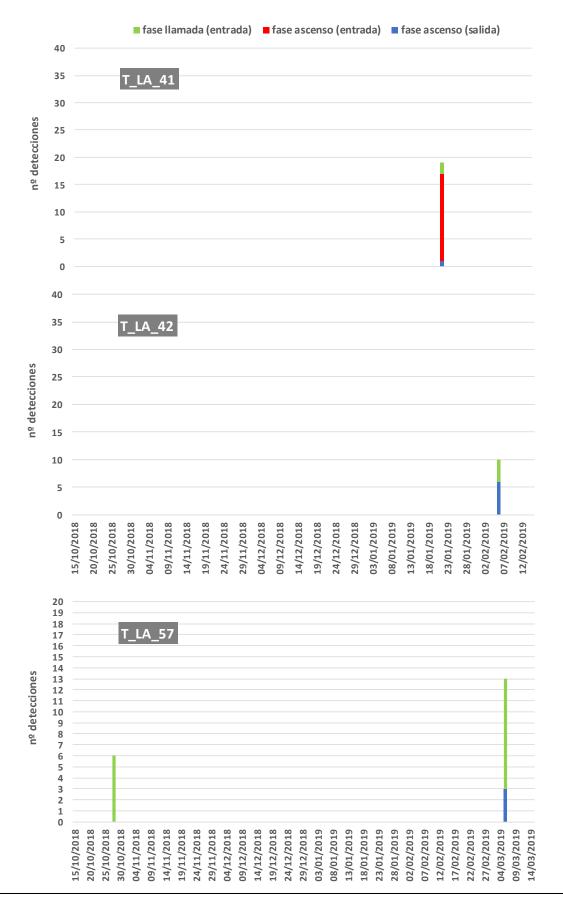


Figura 28. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_41, T_LA_42, T_LA_57, que finalmente superan la esclusa.

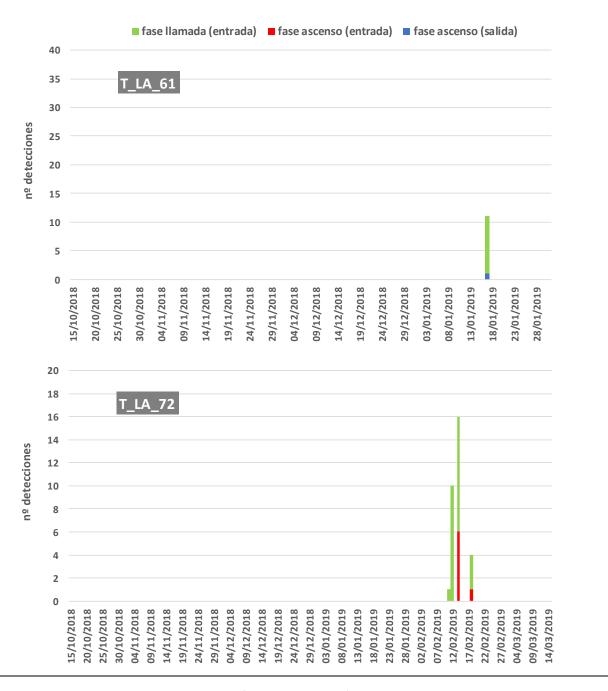


Figura 29. Funcionamiento de la esclusa (ascenso o llamada) y detecciones registrados para las truchas T_LA_61, y T_LA_72, que finalmente superan la esclusa.

7.1.2. ESFUERZO – TIEMPOS DE PASO

En relación con el esfuerzo que realizan los salmones y truchas para superar la esclusa, las detecciones registradas en cada una de las antenas permiten calcular el tiempo exacto que necesita cada individuo para superar el dispositivo en su totalidad (Tabla 9).

Se cuenta con el tiempo estimado para 6 salmones, dos de los cuales (H2018ORI024 y H2018ORI045) superan la esclusa en 2 ocasiones. El tiempo medio que necesitan para superar la esclusa es de 49 minutos y 45 segundos, con un tiempo máximo de 5 horas y 27 minutos y un mínimo de 3 minutos y 17 segundos (Tabla 9, Figura 32). El tiempo medio es elevado debido a que un ejemplar (H2018ORI005) emplea más de 5 horas en superar la esclusa, es decir, permanece en las artesas de la entrada hasta que finalmente se decide a remontar. Excepto un segundo salmón que emplea 29 minutos, el resto de los ejemplares tarda menos de 11 minutos en superar la esclusa.

En el caso de las truchas, 4 ejemplares superan la esclusa en 2 ocasiones. El tiempo medio que necesitan para superar la esclusa es de 14 minutos y 44 minutos, con un tiempo máximo de 54 minutos y 12 segundos y un mínimo de 2 minutos y 44 segundos (Tabla 9, Figura 32). No se observan diferencias en el tiempo medio de superación de la esclusa entre salmones y truchas (T-Student; p=0,748).

Tabla 9. Tiempo empleado en superar la escala por 6 salmones y 18 truchas y tiempo medio en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la esclusa de la C.H. Olaberri.

Especie	Código	Última detección antena 1 (h:m:sg)	Primera detección antena 2 (h:m:sg)	Tiempo de paso (h:m:sg)
	H2018ORI005	7:29:22	12:57:08	5:27:46
	H2018ORI017	18:22:29	18:51:47	0:29:18
	H2018ORI019	8:33:56	8:40:11	0:06:15
	H2018ORI021	16:30:14	16:40:17	0:10:03
	112019ODI024	6:35:26	6:44:18	0:08:52
Salmón	H2018ORI024	3:29:28	3:35:35	0:06:07
	H20190BI04E	7:37:43	7:41:00	0:03:17
	H2018ORI045	8:24:20	8:30:45	0:06:25
		Promedio:		0:49:45
		Máximo:		5:27:46
		Mínimo:		0:03:17
	T 14 02	16:00:40	16:09:57	0:09:17
	T_LA_02	13:19:49	13:28:26	0:08:37
	T_LA_03	14:06:28	14:11:51	0:05:23
	T_LA_07	14:49:22	14:52:06	0:02:44
	T 14 00	14:20:40	14:40:54	0:20:14
	T_LA_09	12:43:35	12:47:47	0:04:12
	T I A 10	14:45:45 15:05:27		0:19:42
	T_LA_10	18:18:23	18:25:13	0:06:50
	T_LA_12	8:40:03	9:34:15	0:54:12
	T_LA_14	15:47:23	15:51:31	0:04:08
T	T_LA_21	12:31:21	12:56:36	0:25:15
Trucha	T_LA_24	12:57:16	13:16:21	0:19:05
	T_LA_25	9:47:53	9:54:28	0:06:35
	T 1A 26	17:00:53	17:17:48	0:16:55
	T_LA_26	12:49:21	13:06:03	0:16:42
	T_LA_27	14:54:03	15:22:53	0:28:50
	T_LA_29	11:47:27	12:01:38	0:14:11
	T_LA_41	12:21:44	12:25:33	0:03:49
	T_LA_42	14:53:24	15:13:19	0:19:55
	T_LA_57	11:56:18	12:09:39	0:13:21
	T_LA_61	10:37:49	10:43:30	0:05:41
	T_LA_72	10:28:27	10:46:51	0:18:24
		0:14:44		
		0:54:12		
		0:02:44		

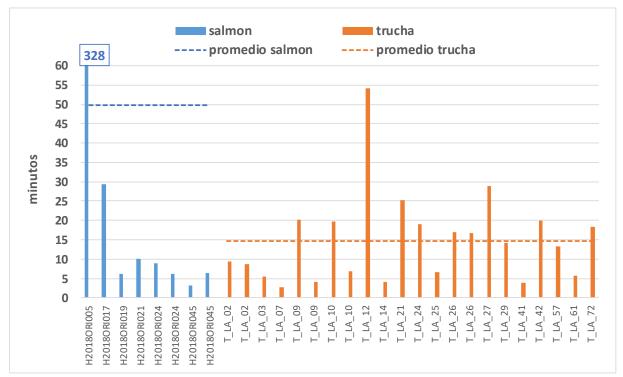


Figura 30. Tiempo empleado en superar la esclusa por 6 salmones y 18 truchas y tiempo medio en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la esclusa de la C.H. Olaberri.

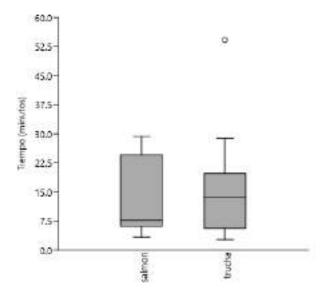


Figura 31. Diagrama de cajas del tiempo empleado en superar la esclusa por 6 salmones y 18 truchas y tiempo medio en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la esclusa de la C.H. Olaberri.

7.2. PASOS Y CAUDALES

El caudal que circula por la esclusa es constante en cada ciclo de funcionamiento, independientemente del caudal que circula por el río Leitzaran. Sin embargo, la esclusa deja de funcionar a partir de un caudal de alarma superior a unos 20-30 m³/s con el objetivo de proteger la infraestructura. Este rango de caudales corresponde a los caudales clasificados Q3-Q1¹, es decir, estos caudales se supera entre el 3-1% de las jornadas durante el año, se tratan por tanto de caudales elevados y puntuales.

Sin embargo, el caudal circulante por el río Leitzaran es un factor determinante en relación con el funcionamiento de la esclusa, en concreto con la llamada o atractividad de esta, la cual puede variar o incluso quedar enmascarada cuando aumenta el caudal del río Leitzaran.

El objetivo para cualquier dispositivo de paso debería ser (Larinier et al. 2002; Hefti D. 2012), que éste funcionara correctamente durante el periodo en el que los caudales circulantes en el río Leitzaran se encuentran entre caudales bajos (Q90) y aproximadamente 2-2,5 veces el caudal medio diario anual (Q12 y Q9 respectivamente), lo cual equivale a un rango de entre 0,844-6,403 m³/s.

Si se observan los caudales del río Leitzaran en las jornadas en las cuales los salmones y truchas superan la esclusa (Tabla 10; Figura 32), ambas especies superan el límite superior del rango de caudales citado anteriormente:

Se constata el paso de salmones con un caudal máximo de 16,9 m³/s o Q4, es decir, caudal que se supera durante el 4% de las jornadas anuales. En el caso de las truchas se detecta el paso con un caudal máximo similar, de 14,9 m³/s o Q5, es decir, caudal que se supera durante el 5% de las jornadas anuales. El caudal mínimo de paso es de 1,5 m³/s (Q71) y 2,1 m³/s (Q58) para salmones y truchas respectivamente.

Por tanto, ambas especies superan la esclusa con caudales superiores a los requeridos para un correcto funcionamiento del dispositivo. Si se observan también los caudales en los cuales ambas especies acceden a la esclusa, que se corresponderían con intentos de paso, los valores medios son inferiores en comparación con los caudales medios de paso o superación de la esclusa, pero la diferencia no es significativa para salmones (T-Student; p=0,057) y tampoco para truchas (T-Student; p=0,063). Asimismo, no se observan diferencias significativas en el caudal medio de paso entre ambas especies (T-Student; p=0,952) ni en los caudales de entrada o intentos de superación (T-Student; p=0,362).

-

¹ Serie de caudales 1995-2016 con origen en la estación de aforo del río Leitzaran de la Diputación Foral de Gipuzkoa, Departamento de Obras Hidraúlicas.

Tabla 10. Caudal medio diario (m3/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales los salmones y truchas superan y son detectados a la entrada (intentos) de la esclusa de la C.H. Olaberri.

			ntos a la entrada)	Pasos (detecciones a la salida)			
		Salmones	Truchas	Salmones	Truchas		
Nº jornadas		49	61	7	18		
"	Medio	3,7	4,4	7,2	6,4		
Q Medio (m3/s)	Máximo	26,6	16,9	16,9	14,9		
(1113/3)	Mínimo	1,0	0,7	1,5	2,1		
	Medio	Q36	Q34	Q16	Q19		
Caudal clasificado	Máximo	Q2	Q4	Q4	Q5		
Clasificado	Mínimo	Q84	Q95	Q71	Q58		

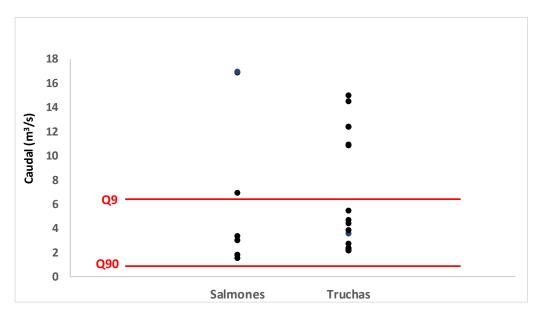


Figura 32. Caudal medio diario (m3/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales los salmones y truchas superan la esclusa de la C.H. Olaberri y rango de caudales en el que debería ser funcional cualquier dispositivo de paso (Q9-Q90).

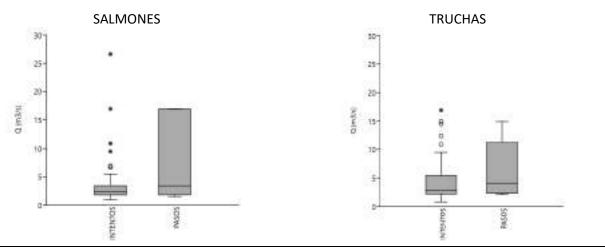


Figura 33. Caudal medio diario (m3/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales los salmones y truchas superan y son detectados a la entrada (intentos) de la esclusa de la C.H. Olaberri.

7.3. DISTRIBUCIÓN HORARIA DETECCIONES - MIGRACIÓN

A partir de las detecciones registradas en las 2 antenas de la esclusa de la C.H. Olaberri, se conoce el momento exacto y la franja horaria en la que se desplazan o migran las truchas y salmones (Tabla 11, Figuras 36 y 37). Para ello se cuenta con un total de 1.600 detecciones en la esclusa, 824 detecciones correspondientes a salmones y 776 a truchas.

La migración de remonte de ambas especies acontece principalmente en la franja diurna. En el caso de los salmones, el 80% de las detecciones (n=657) se registran entre las 8 de la mañana y las 7 de la tarde, aunque la mayor parte de ellas, el 57% del total (n=469) se registran desde el mediodía hasta el atardecer, entre las 12:00 y 19:00 horas. Los resultados son similares para las truchas, el 79% de las detecciones (n=614) se registran entre las 8 de la mañana y las 7 de la tarde, y en este caso también la mayor parte de ellas, el 65% del total (n=505) se registran desde el mediodía hasta el atardecer, entre las 12:00 y 19:00 horas. Estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios anteriores de permeabilidad realizados en el río Urumea con reproductores de trucha y salmón en el ámbito del proyecto BIDUR (Ekolur-DFG-HAZI, 2012), así como los recopilados durante los años 2016 y 2017 en el presente proyecto IREKIBAI (acciones D9 y D10).

Tabla 11. Distribución diaria de las detecciones de salmones y truchas marcadas en la esclusa de la C.H. Olaberri.

ACTIVIDAD-DETECCIONES	SALMONE	TRUCHAS		
ACTIVIDAD-DETECCIONES	Nº	%	Nº	%
Franja diurna (8:00-19:00)	657	80	614	79
Franja nocturna (21:00-00:00):	167	20	162	21
Total	824		776	

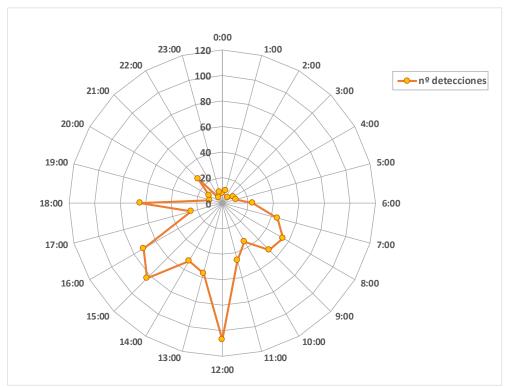


Figura 34. Distribución diaria de las detecciones de salmones marcados en la esclusa de la C.H. Olaberri.

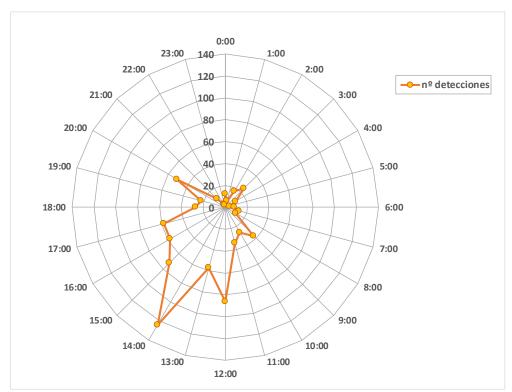


Figura 35. Distribución diaria de las detecciones de truchas marcadas en la esclusa de la C.H. Olaberri.

7.4. CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS

A continuación, se incluyen los resultados correspondientes a las características biométricas de los salmones y truchas marcadas, la fracción que supera el dispositivo de paso y la que no la supera (Tabla 12; Figuras 38, 39, 40 y 41).

No se observan diferencias significativas en la longitud media de los salmones marcados, los que intentan superar la esclusa, los que logran superarla y los que no (Anova; d.f.=3; p=0,972), con una longitud media de entre 68,6 cm y 70,6 cm para los 4 grupos (Tabla 7-Figura 10). Tampoco se observan diferencias significativas en la condición media de los grupos (Anova; d.f.=3; p=0,666). Estas diferencias tampoco son significativas en las truchas para la longitud (Anova; d.f.=3; p=0,394) y condición media (Anova; d.f.=3; p=0,260) de los 4 grupos.

La velocidad de natación para una misma especie depende esencialmente de la longitud del pez y de la temperatura (Larinier et al., 2002). En el caso de la esclusa, en fase de ascenso con la compuerta de entrada cerrada el agua apenas opone resistencia al nado, al contrario que en otros tipos de dispositivos de paso, por lo que no se esperan diferencias al respecto entre salmones y truchas a pesar de su diferencia corporal y capacidad natatoria. De esta forma, tal y como se señalaba en el apartado 7.1.2, no se observan diferencias en el tiempo medio de superación de la esclusa entre salmones y truchas (T-Student; p=0,748).

Tabla 12. Longitud y coeficiente de condición de salmones y truchas marcadas, las que superan la esclusa y las que no la superan.

	Nº	SALMONES				TRUCHAS				
Grupo		Longi	tud (cm)	Condición (K)		Longitud (mm)		Condición (K)		
		Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	
Marcados	28	69,4	54,0-81,5	0,930	0,643-1,116	250	198-309	1,230	0,912-1,410	
Intentan	21	70,1	54,0-81,5	0,910	0,643-1,096	256	198-304	1,172	0,912-1,358	
Pasan	7	70,6	54,0-81,5	0,951	0,857-1,003	251	198-302	1,168	0,912-1,312	
No pasan	14	68,6	54,0-81,5	0,896	0,643-1,096	262	217-304	1,177	1,036-1,358	

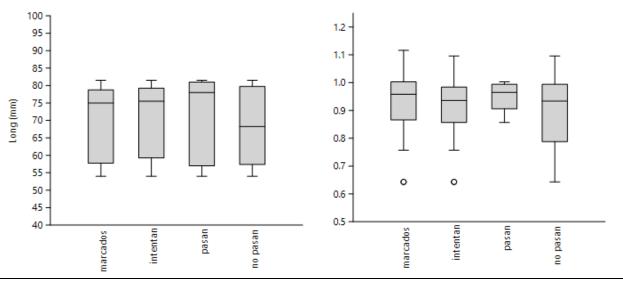


Figura 36. Diagrama de cajas de la longitud furcal (cm-izquierda) y coeficiente de condición (K-derecha) de los salmones marcados, las que superan el dispositivo y las que no la superan o pasan.

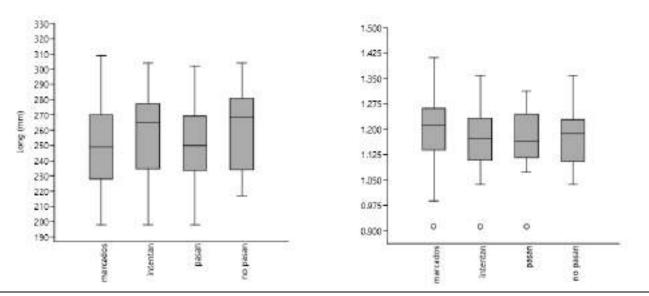
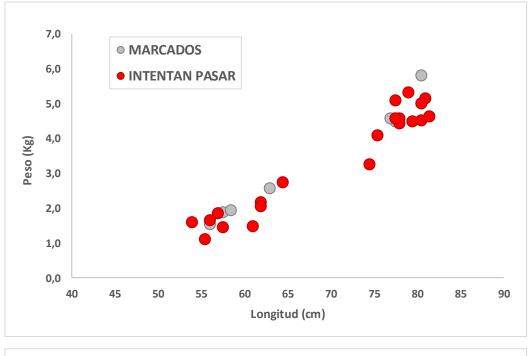


Figura 37. Diagrama de cajas de la longitud furcal (cm-izquierda) y coeficiente de condición (K-derecha) de las truchas marcadas, las que superan el dispositivo y las que no la superan o pasan.



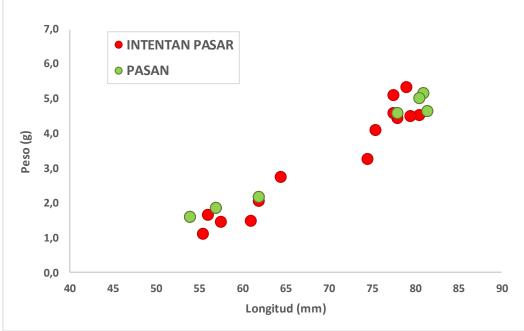


Figura 38. Relación talla-peso de los salmones marcados (puntos grises), la fracción que intenta superar la esclusa (puntos rojos) y la que logra superarla (puntos verdes).

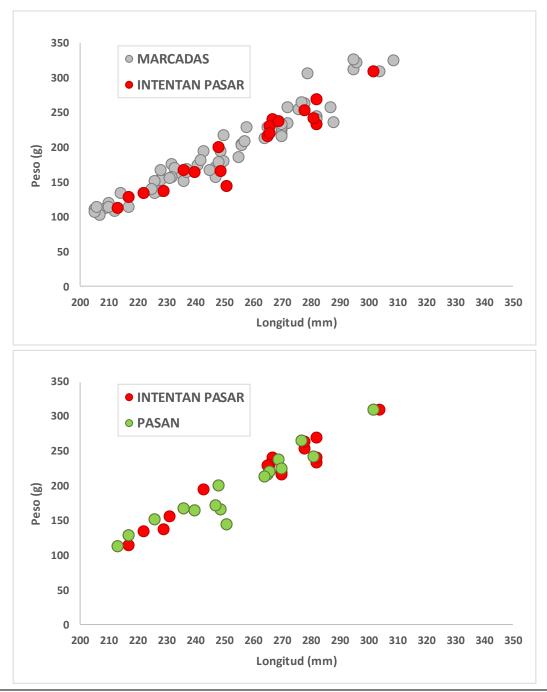


Figura 39. Relación talla-peso de las truchas marcadas (puntos grises), la fracción que intenta superar la escala (puntos rojos) y la que logra superarla (puntos verdes).

7.5. RADIOSEGUIMIENTO DE SALMONES ADULTOS

El radioseguimiento de salmones realizado en el río Leitzaran, además de ofrecer información de relevancia relativa a su comportamiento, migración, reproducción, áreas y hábitats utilizados, conexión con el río Oria, etc., muestra que el funcionamiento de la esclusa de la C.H. Laborde se encuentra notablemente condicionado por la atracción que ejerce la salida de caudal turbinado de la central, que provoca que casi la totalidad de los salmones radiomarcados accedan a la misma (Figura 3).

Si se observa el diagrama que sintetiza la evolución de estos ejemplares durante el periodo de seguimiento, de mayo de 2018 a enero de 2019 (Figura 42), de un total de 20 salmones radiomarcados, 16 ejemplares remontan hasta el azud de la C.H. Olaberri desde el punto de suelta, situado unos 800 m aguas abajo, <u>y son 15 los ejemplares que acceden a la salida de turbinas de la central, es decir, el 94 % de los salmones que remontan aguas arriba</u>.

Asimismo, se incluye un mapa (Figura 43) que sintetiza los desplazamientos efectuados por los 20 salmones radiomarcados y liberados en el río Leitzaran, así como el de otros 2 ejemplares radiomarcados liberados en el río Oria aguas arriba de la estación de captura de Orbeldi.

El seguimiento realizado para la evaluación del funcionamiento de la esclusa consta de 2 fases diferenciadas:

La primera fase corresponde al periodo de migración primaveral, comprendido entre mayo y julio, en el cual se cuenta con un total de 14 salmones radiomarcados en el río Leitzaran y la esclusa no tiene antena de detección en la planta inferior o entrada, la cual se instala y entra en funcionamiento el día 19 de julio. En este periodo, que comprende la migración de remonte primaveral, de los 14 salmones radiomarcados, un total de 8 ejemplares remontan hasta el azud de la C.H. Olaberri, de los cuales tan sólo 1 salmón (H2018OR1001) supera la esclusa, detectado en la antena superior o de salida de la esclusa el día 23 de mayo. De estos 8 ejemplares que remontan hasta el azud, 5 ejemplares (el 63% del total) acceden a la salida de caudal turbinado de la central de Olaberri y se desconoce el número de intentos o visitas que hayan podido realizar a la entrada de la esclusa. Por tanto, en esta primera fase de migración primaveral, el efecto de llamada que ejerce la salida de turbinas es notable, y alcanza una eficacia mínima del 63%. Por otra parte, se desconoce el efecto de llamada de la esclusa en esta primera fase, ya que no cuenta con antena de detección en la planta inferior o entrada de la misma.

De los 5 salmones que acceden a turbinas en este primer periodo primaveral, 3 ejemplares permanecen en el interior durante los meses de verano: el salmón H2018ORI005 desde junio a septiembre y los salmones H2018ORI019 y H2018ORI023 de julio a septiembre. Posteriormente, con la activación de la migración otoñal, se incorporan más ejemplares al interior de la salida de turbinas, mientras que H2018ORI005 y H2018ORI019 superan la esclusa tras retornar al cauce y H2018ORI023 desciende al río Oria en periodo

reproductor. De los restantes dos ejemplares que acceden a turbinas en primavera, el ejemplar H2018ORI006, localizado en turbinas entre los días 10 y 14 de junio, sale al exterior y es localizado bajo el azud de la C.H. Olaberri el día 18 de junio. A continuación, desciende aguas abajo y se localiza su cadáver el día 25 de junio. El salmón H2018ORI013 es localizado en turbinas entre los días 15 y 20 de julio, tras lo cual sale al exterior y es detectado a la entrada de la esclusa durante 4 jornadas en el mes de julio (23, 24, 25 y 27 de julio). Este salmón permanece en la poza bajo el azud de la C.H. Laborde en estiaje y no parece realizar intentos de superar la esclusa, presenta una única detección a la entrada de la esclusa el día 9 de septiembre. En los días 14 y 28 de octubre es detectado a la entrada de la esclusa, pero no remonta y a continuación desciende al río Oria, donde es localizado durante el mes de noviembre.

De los restantes 2 salmones que remontan hasta el azud, el ejemplar H2018ORI004, localizado bajo el azud entre los días 6 y 7 de junio, desciende aguas abajo y se localiza su cadáver 1 km aguas abajo el día 14 de junio. Por otra parte, el salmón H2018ORI020 es localizado bajo el azud de Laborde el día 9 de julio, tras ser liberado en el Leitzaran el día 6 de julio. A continuación, desciende a un tramo situado unos 400 m aguas abajo, donde permanece hasta el mes de noviembre. El día 2 de noviembre remonta de nuevo hasta el azud y es localizado a la entrada de la esclusa. Durante el mes de noviembre y diciembre es localizado tanto en la esclusa como a la entrada de turbinas de la C.H. Laborde y se establece en el tramo de río bajo el azud de Laborde en periodo reproductor.

La evolución de los restantes 6 salmones que no remontan hasta el azud de la C.H. Olaberri en primavera es variable:

- ✓ el salmón H2018ORIO003 es pescado o regurgita el emisor, se recupera el emisor el día 21 de junio.
- ✓ el ejemplar H2018ORI008 es pescado y liberado sin emisor. Se desconoce su evolución posterior, pero al menos no accede a la esclusa, ya que no presenta detecciones a su entrada.
- ✓ el salmón H2018ORI018, remonta unos 100-200 m en el río Leitzaran en el mes de julio, aunque no
 es detectado bajo el azud. Posteriormente desciende unos centenares de metros y muere, su
 cadáver es localizado el 30 de agosto.
- ✓ el ejemplar H2018ORI009, desciende a un pozo del río Leitzaran tras su suelta, donde establece
 durante 4 meses, entre el día 29 de junio y el 29 de octubre, tras lo cual desciende al río Oria en
 noviembre y remonta hasta la localidad de Irura, a 32 km de la desembocadura al mar, donde
 permanece en periodo reproductor.
- ✓ Los ejemplares H2018ORI014 y H2018ORI017 permanecen en el punto de suelta del río Leitzaran durante todo el periodo de estiaje y comienzan la migración de remonte en otoño. El primero de ellos es localizado tanto en turbinas como en la esclusa, pero no lo supera, mientras que el segundo supera la esclusa tras numerosas aproximaciones y detecciones a la entrada de la misma. Este

ejemplar, finalizado el periodo reproductor desciende aguas abajo a través de la esclusa en fecha 21/02/2019.

En una **segunda fase**, aprovechando la entrada otoñal de salmones en la estación de captura de Orbeldi en el río Oria, se controlan y liberan en el río Leitzaran otros 6 salmones radiomarcados de forma adicional, entre el 28 de noviembre y el 5 de diciembre (H2018ORI045; H2018ORI046; H2018ORI047; H2018ORI048; H2018ORI049; H2018ORI050). En este caso, todos ellos remontan río arriba hasta el azud de la C.H. Laborde y acceden a la salida de turbinas de la central. Tres de estos seis ejemplares son detectados también a la entrada de la esclusa (H2018ORI045, H2018ORI047 y H2018ORI049) mientras que tan solo uno de ellos (H2018ORI045) lo supera y remonta aguas arriba.

Finalmente, cabe destacar la detección en la esclusa de un salmón controlado y liberado en el río Oria. Este ejemplar (H2018ORI025) fue controlado, marcado únicamente con marca tipo pit y liberado en la trampa de Orbeldi en el río Oria el día 13 de julio. El día 30 de noviembre es detectado por vez primera a la entrada de la esclusa, por lo que migra a lo largo del río Oria superando los pasos de los azudes de Brunet, Abaloz y Bazkardo, accede al río Leitzaran a través del canal lateral de Garaikoerrota y remonta hasta la C.H. Olaberri. Es detectado a la entrada de la esclusa en 2 periodos diferenciados, la primera vez el día 30 de noviembre y en un segundo periodo, es detectado durante 5 jornadas casi consecutivas entre los días 3 y 8 de diciembre. Sin embargo, ni supera la esclusa.

En síntesis, con objeto de evaluar el funcionamiento de la esclusa para el periodo completo de seguimiento, se cuenta con la siguiente información con origen en el radioseguimiento de salmones y el sistema de detección pasiva instalado en la esclusa:

- Son 16 los salmones radiomarcados que remontan río arriba hasta el azud de la C.H. Laborde, además de 5 salmones marcados únicamente con pit que son detectados a la entrada de la esclusa. Por tanto, se puede considerar que como mínimo son 21 los salmones que intentan remontar río arriba o podrían interaccionar con la esclusa, de los cuales 7 ejemplares logran superarla.
- De 16 salmones radiomarcados que remontan hasta el azud de Laborde, 15 individuos (el 94%)
 acceden al interior de la CH Laborde a la salida de turbinas. Algunos ejemplares pasan los meses de
 verano en su interior.
- De los 21 salmones que remontan hasta el azud, son 15 los ejemplares detectados en la esclusa, con lo que la eficacia de la llamada en este caso sería del 71%.
- Por tanto, los primeros datos indican que la eficacia de la llamada es superior a la salida de turbinas que a la salida de la esclusa (94% frente a 71%). El valor de eficacia de la esclusa se encuentra probablemente subestimado, ya que es muy probable que algunos ejemplares que remontan en primavera hayan visitado la esclusa, periodo en el que no se contaba todavía con la antena de detección a la entrada de la misma.

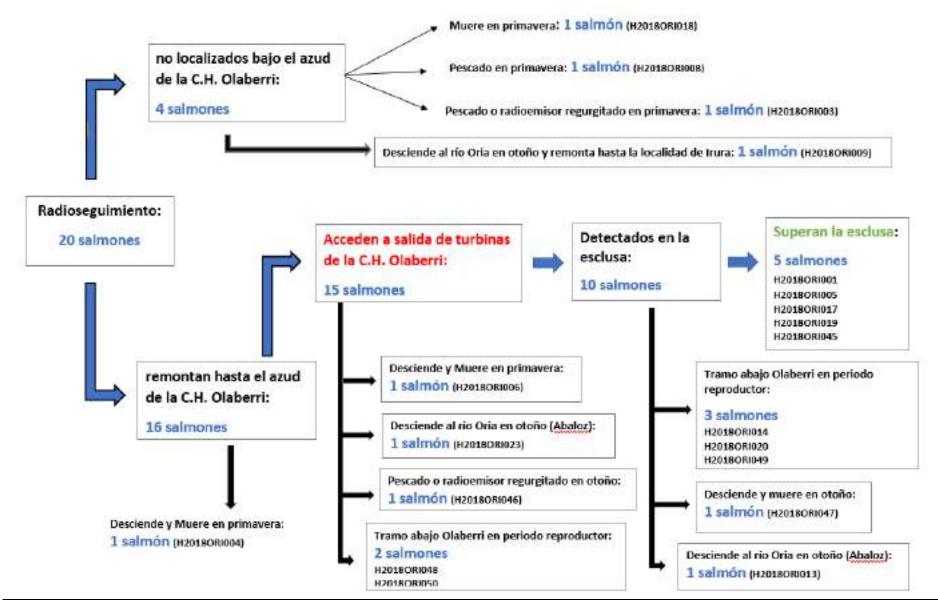


Figura 40. Diagrama de la evolución de los 20 salmones radiomarcados y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y enero de 2019.

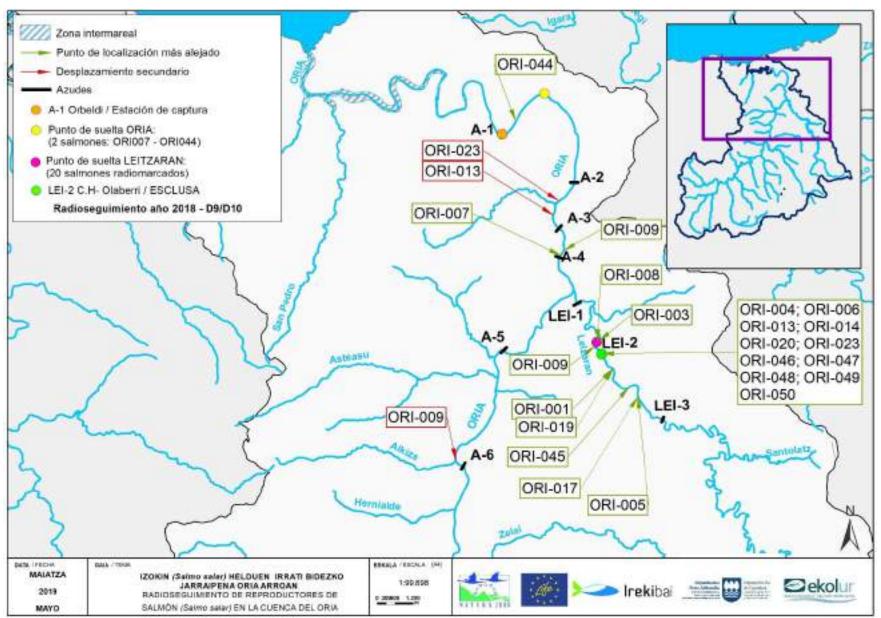


Figura 41. Evolución de los 20 salmones radiomarcados en el río Leitzaran y los 2 salmones radiomarcados en el río Oria y su interacción con la esclusa de la C.H. Olaberri y el resto de los obstáculos presentes en la cuenca del Oria.

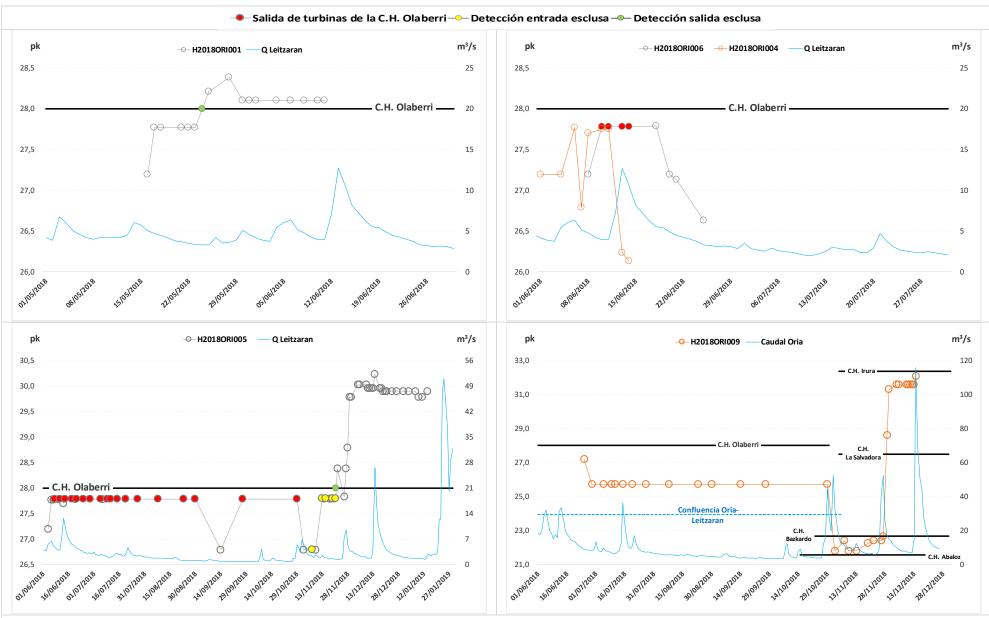


Figura 42. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI001; H2018ORI004; H2018ORI005; H2018ORI006; H2018ORI009) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 2019.

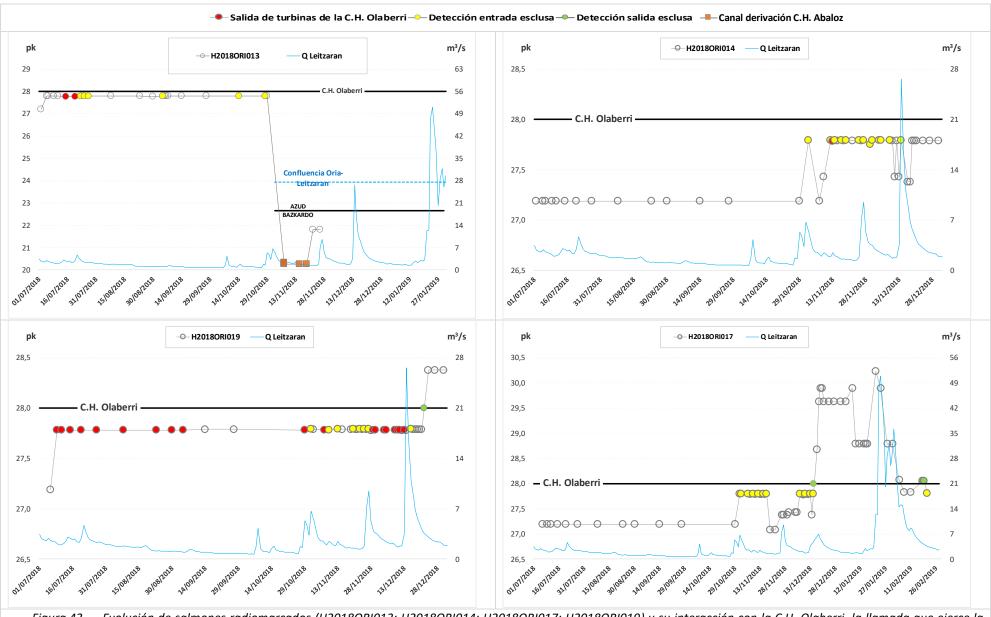


Figura 43. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI013; H2018ORI014; H2018ORI017; H2018ORI019) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 2019.

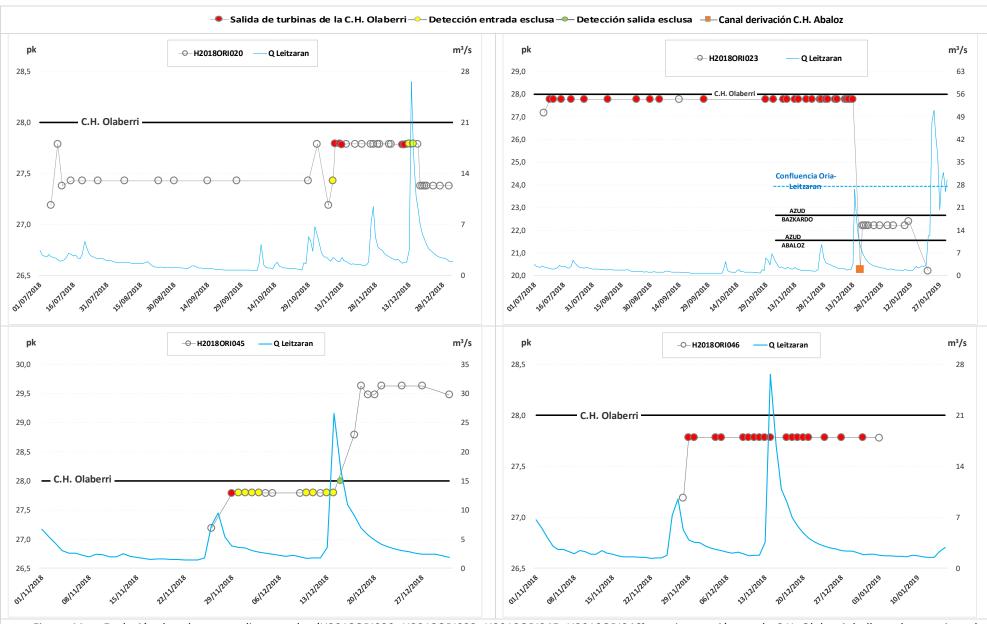


Figura 44. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI020; H2018ORI023; H2018ORI045; H2018ORI046) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 2019.

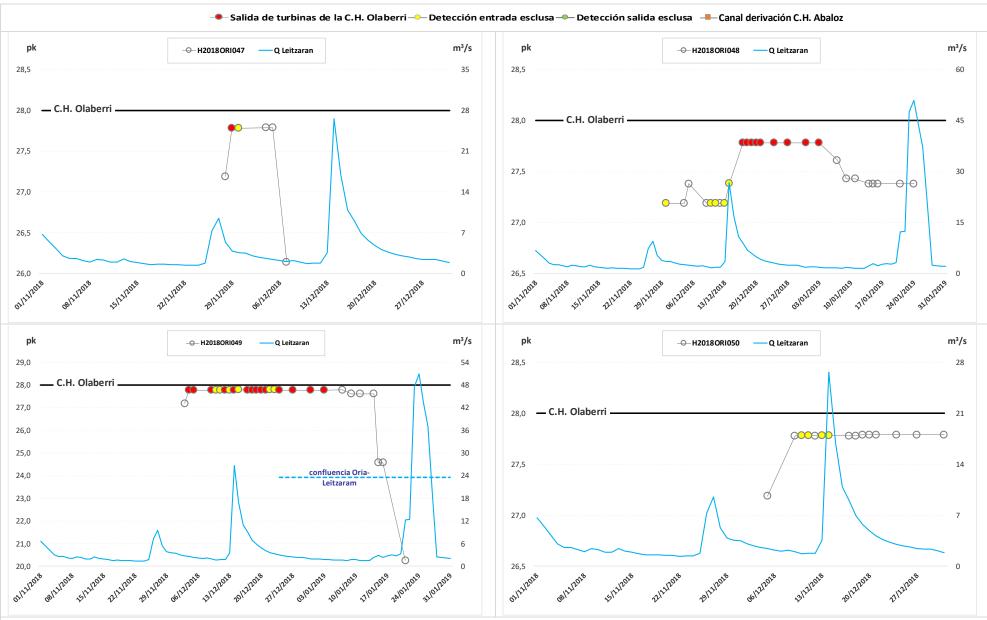


Figura 45. Evolución de salmones radiomarcados (H2018ORI047; H2018ORI048; H2018ORI049; H2018ORI050) y su interacción con la C.H. Olaberri, la llamada que ejerce la salida de caudal turbinado y la esclusa para peces entre mayo de 2018 y febrero de 2019.

7.6. EFICACIA

Con objeto de evaluar el funcionamiento de la esclusa para el periodo completo de seguimiento, se cuenta por una parte con los registros recopilados por el sistema de detección pasiva instalado en la esclusa para salmones y truchas marcadas con pit y por otra, parte, se cuenta con la información adicional obtenida a partir del radioseguimiento de salmones realizado, cuyos datos o aportación para la valoración de la funcionalidad del paso se señalan en el apartado 7. 5.. Con toda esta información se estiman los siguientes valores de eficacia (Tabla 13).:

7.6.1. EFICACIA DEL DISPOSITIVO DE PASO (ESCLUSA)

En el caso de los **salmones**, de un total de 21 ejemplares que intentan superar la esclusa (15 detectados a la entrada y 6 que remontan hasta el azud), son 7 los ejemplares que la superan en su totalidad, por lo que la **eficacia de la esclusa es del 33%**.

Para las **truchas**, de un total de 34 ejemplares que intentan superar la esclusa (detectadas a la entrada), son 18 los ejemplares que la superan en su totalidad, por lo que la **eficacia de la esclusa es del 53%.**

En total, para ambas especies, de 55 ejemplares que intentan superar la esclusa, son 25 los ejemplares que la superan en su totalidad, por lo que la **eficacia de la esclusa es del 45%.**

7.6.2. EFICACIA DE LA LLAMADA

Respecto a la eficacia de la llamada o atracción que ejerce la esclusa a la salida, aguas abajo del azud de la C.H. Olaberri, en el caso de los **salmones**, de un total de 27 ejemplares marcados y liberados aguas abajo, son 15 los ejemplares que acceden a la esclusa, lo cual se corresponde con una <u>eficacia de la llamada del 56%.</u> Sin embargo, los resultados obtenidos mediante radioseguimiento indican que este valor se encuentra subestimado, ya que algunos ejemplares no remontan hasta el azud. Asimismo, es muy probable que algunos ejemplares que remontan en primavera hayan visitado la esclusa, periodo en el que no se contaba todavía con la antena de detección a la entrada de la misma. Por tanto, si se tiene en cuenta esta información, se puede considerar que como mínimo son 21 los salmones que intentan remontar río arriba o podrían interaccionar con la esclusa, de los cuales 15 ejemplares son detectados en su interior, con lo que la **eficacia de la llamada en este caso sería del 71%.**

En el caso de las **truchas**, para un total de 84 ejemplares marcados con pit y liberados aguas abajo (82 truchas y 2 reos), son 34 los ejemplares detectados a la entrada, lo que corresponde a una **eficacia de la llamada del 40%**. Este valor se encuentra muy probablemente subestimado, ya que tal y como se observa en el radioseguimiento realizado con los salmones, por una parte, una fracción de estos ejemplares no remonta

aguas arriba y por otra, el 94% de los salmones que remontan hasta el azud acceden a la salida de turbinas de la central, es decir, la llamada de la salida de turbinas es en principio superior al de la esclusa, del 94%.

En total, para ambas especies, de un total de 105 ejemplares (84 truchas marcadas y 21 salmones que remontan hasta el azud), son 49 los ejemplares detectados a la entrada, lo que corresponde a una **eficacia de la llamada del 47%.**

El efecto de llamada que ejerce la salida de caudal turbinado de la central es muy elevado, por lo que distorsiona en parte la valoración de la funcionalidad del dispositivo de paso o esclusa. Asimismo, al no realizar el radioseguimiento de truchas adultas, se desconoce su comportamiento de forma más precisa y, por tanto, la eficacia de la llamada y en consecuencia la eficacia total, se encuentran probablemente subestimadas.

7.6.3. EFICACIA TOTAL

En el caso de los **salmones**, considerando que como mínimo son 21 los salmones que intentan remontar río arriba, de los cuales 7 ejemplares superan la esclusa en su totalidad, la **eficacia total sería del 33%.**

Para las **truchas**, de un total de 84 ejemplares marcados con pit y liberados aguas abajo (82 truchas y 2 reos), son 18 los ejemplares que superan la esclusa en su totalidad, lo que corresponde a una **eficacia total del 21%.** Este valor, tal y como se comenta anteriormente, se encuentra probablemente subestimado.

En total, para ambas especies, de un total de 105 ejemplares (84 truchas marcadas y 21 salmones que remontan hasta el azud), son 25 los ejemplares que superan la esclusa en su totalidad, lo que corresponde a una **eficacia total del 24%.** Este valor, tal y como se comenta anteriormente, se encuentra probablemente subestimado.

Tabla 13. Eficacia del dispositivo de paso (esclusa), eficacia de la llamada y eficacia total.

EFICACIA	Nº ejemplares				
EFICACIA	Salmones	Truchas	Total		
Intentos	21	34	55		
Pasos	7	18	25		
Eficacia del dispositivo:	33%	53%	45%		
Marcados o remontan hasta el azud	21	84	105		
Detectados en la esclusa	15	34	49		
Eficacia de la llamada:	71%	40%	47%		
Marcados o remontan hasta el azud	21	84	105		
Superan la esclusa	7	18	25		
Eficacia total:	33%	21%	24%		

7.1. RETRASO

Se entiende como retraso, aquellas jornadas o periodo en el que los salmones detienen su avance al encontrarse con un obstáculo, en este caso el azud de la C.H. Olaberri y permanecen durante periodos de duración variable bajo el mismo hasta superarlo.

Por una parte, se cuenta con la información del radioseguimiento de salmones, a través del cual se observa que el retraso puede ser de hasta varios meses en el caso de los ejemplares que se introducen a la salida de caudal turbinado de la central y superan la esclusa posteriormente en otoño. En este caso, el retraso no está provocado por la esclusa sino más bien por la central, por lo que, con objeto de valorar el retraso provocado por la esclusa, se analiza el tiempo transcurrido (en días) desde la primera detección a la entrada de la esclusa a la última detección en la artesa superior o de salida a partir del mes de octubre, es decir, cuando se activa la migración reproductora. En el caso del salmón H2018ORI001, único ejemplar que supera la esclusa en primavera, se combina el datos de radioseguimiento con la detección en la antena superior o de salida (Tabla 14).

El retraso medio estimado para un total de 7 salmones que superan la esclusa es de 21 días, con un mínimo de 1 jornada y un máximo de 53 jornadas. En el caso de las truchas el retraso medio estimado para un total de 18 truchas que superan la esclusa es de 34 días, con un mínimo de 0 jornadas, es decir, superan la esclusa en la primera jornadas en la que la visitan y un máximo de 135 jornadas, correspondiente a un ejemplar detectado por vez primera en octubre y que supera la esclusa en marzo.

Tabla 14. Estimación del retraso provocado por el azud (esclusa) de la C.H. Olaberri en la migración de remonte de salmones y truchas.

Especie	Código	Fecha detección entrada esclusa	Fecha detección salida esclusa	Retraso (días)
	H2018ORI001	17/05/2018	23/05/2018	6
	H2018ORI005	13/11/2018	21/11/2018	8
	H2018ORI017	01/11/2018	15/12/2018	44
Salmón	H2018ORI019	01/11/2018	24/12/2018	53
	H2018ORI021	14/10/2018	15/10/2018	1
	H2018ORI024	29/11/2018	18/12/2018	19
	H2018ORI045	29/11/2018	15/12/2018	16
	T_LA_02	26/10/2018	14/01/2019	80
	T_LA_03	11/11/2018	16/12/2018	35
	T_LA_07	30/10/2018	30/10/2018	0
	T_LA_09	27/10/2018	29/12/2018	63
	T_LA_10	27/10/2018	02/11/2018	6
	T_LA_12	30/10/2018	22/01/2019	84
	T_LA_14	25/11/2018	13/12/2018	18
	T_LA_21	27/10/2018	11/03/2019	135
Trucha	T_LA_24	15/12/2018	16/01/2019	32
	T_LA_25	16/12/2018	16/12/2018	0
	T_LA_26	04/02/2019	04/02/2019	0
	T_LA_27	22/12/2018	14/01/2019	23
	T_LA_29	20/02/2019	20/02/2019	0
	T_LA_41	22/01/2019	22/01/2019	0
	T_LA_42	06/02/2019	06/02/2019	0
	T_LA_57	28/10/2018	06/03/2019	129
	T_LA_61	17/01/2019	17/01/2019	0

8. RESULTADOS – ESCALA C.H. IBERDROLA

8.1. TRUCHAS MARCADAS PARA SEGUIMIENTO

En fecha 24/10/2018 se capturaron un total de 40 truchas adultas aguas abajo y aguas arriba del azud de la C.H. Iberdrola, las cuales fueron marcadas y posteriormente liberadas aguas abajo del azud. La mayor parte de ellas, un total de 29 truchas, fueron capturadas aguas arriba del azud, las restantes 11 truchas aguas abajo. La longitud media de estos ejemplares es de 250 mm (rango: 200-415 mm), con un peso medio de 204 g (rango: 93-742 g) y un coeficiente de condición medio de 1,171 (rango: 0,986-1,310). En el Anejo 3 se incluyen las características biométricas de estos ejemplares.

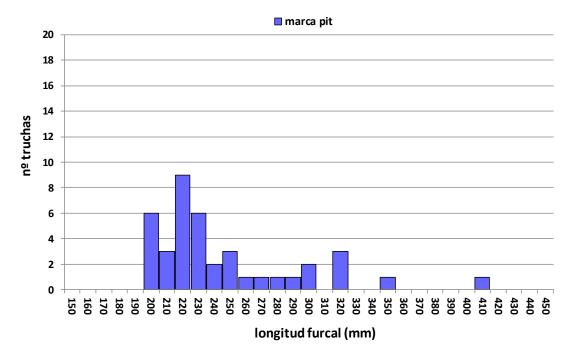


Figura 46. Distribución de clases de talla de las 40 truchas marcadas y liberadas con marca tipo pit aguas abajo del azud/esclusa de la C.H. Iberdrola en el río Leitzaran en octubre de 2018.

8.2. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PASOS DE PECES

Durante el periodo de seguimiento, desde el 24/10/2018 hasta el 21/02/2019, un periodo de 121 jornadas consecutivas, el equipo de detección pasiva registra el desplazamiento de 9 truchas a través de alguna de las dos antenas instaladas en la escala de la C.H. Iberdrola. De estos 9 ejemplares detectados, un total de 6 ejemplares logran superar el azud, 4 de ellos a través de la escala y dos ejemplares por encima del azud o a través del rebosadero existente junto a la escala, ya que el primer registro de ambos corresponde a la antena superior o de salida, mientras que 3 truchas se adentran en ella (detectados en antena 1) pero no llegan a superarla en su totalidad, es decir, no son detectadas en la antena 2 (Tabla 15; Figuras 47 a 50).

El número de detecciones y la actividad registrada por el equipo de detección pasiva durante el periodo de seguimiento es muy bajo, se cuenta únicamente con información relativa a 9 ejemplares de un total de 40 truchas marcadas. De los 6 ejemplares que superan el azud, 4 lo hacen a través de la escala y 2 de ellos por encima del azud o a través del rebosadero. Aunque la activada registrada es reducida, la distribución temporal de las detecciones abarca desde el día siguiente al marcaje y suelta el 24 de octubre, hasta el 6 de febrero y se registra actividad en los periodos de migración o desplazamiento más probables (Figura 47):

- el primer episodio corresponde a las jornadas siguientes a la suelta, ya que la mayor parte de las truchas fueron capturadas aguas arriba del azud y una fracción se desplaza inmediatamente aguas arriba a su lugar de origen. De esta forma, el día siguiente a la suelta, el día 25 de octubre se registra el intento fallido de una trucha a la entrada de la escala y el día 26 otro ejemplar logra superar la escala. Si se tienen en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de eficacia realizado en el ámbito del LIFE IREKIBAI en el año 2016 en el azud de la escala de la C.H. Bertxin, localizado unos 12 km aguas abajo en el río Leitzaran, de un total de 25 truchas marcadas, 18 de ellas superaron la escala durante las primeras 9 jornadas de seguimiento, entre los días 28 de octubre y 4 de noviembre, el 72% de las truchas marcadas.
- un segundo episodio migratorio corresponde a los dos primeros picos de caudal o crecida del río Leitzaran durante los días 30 de octubre y 1 de noviembre, con 4,686 m³/s y 6,677 m³/s respectivamente. En el primero no se registra actividad en la escala, pero sí en el segundo, con el intento fallido de una trucha.
- durante los días 11 y 12 de noviembre se registra el paso de 3 truchas por la escala a pesar de que el caudal es bajo y el 27 de noviembre se registra lo que sería un probable tercer episodio migratorio con un caudal superior a los anteriores (9,499 m³/s). No se detecta actividad en la escala.

- un cuarto episodio correspondería a la siguiente crecida del día 14 de diciembre, con un caudal superior a los registrados anteriormente (26,6 m³/s). Se detecta el intento fallido de una trucha el día 15 de diciembre.
- el último episodio abarcaría un periodo amplio, que comienza con el pico de caudal del 23 de enero de 2019 (47,5 m³/s) y se prolonga durante 2 semanas con caudales superiores a los 12 m³/s. Se registra el intento fallido de una trucha, así como la detección por vez primera en la antena superior de la escala de 2 truchas (T_IB_23 y T_IB_28) que habrían superado el azud anteriormente por el azud o a través del rebosadero.

Por tanto, es muy probable que una fracción significativa de las truchas marcadas haya superado el azud saltando por encima con caudales elevados o bien a través del rebosadero adyacente a la escala, cuya llamada o atracción es muy superior al de la escala. En el Anexo 1 se incluyen fotografías del azud, escala y rebosadero con caudales variables correspondientes a los episodios de migración más probable. No se descarta que en algún momento puntual se haya realizado alguna maniobra de apertura de compuertas de fondo en el azud, lo cual habilitaría el paso de las truchas aguas arriba.

Tabla 15. Distribución de lecturas en cada una de las antenas para el total de las 9 truchas detectadas en la escala de la C.H. Iberdrola y fecha de paso o última detección.

TRUCUA	Nº (detecciones	Supera la casala	Fecha de paso o	
TRUCHA	Antena 1 (entrada)	Antena 2 (salida)	Total	Supera la escala	última detección
T ID 16	1		1	NO	25/10/2018
T_IB_16	1	1	2	SI	26/10/2018
T_IB_17	1		1	NO	26/10/2018
T_IB_19	1	3	4	SI	11/11/2018
T ID 22	1		1	NO	01/11/2018
T_IB_22	5	1	6	SI	11/11/2018
T_IB_23		29	29	SI	Desconocido
T_IB_25	1		1	NO	15/12/2018
T_IB_28	1	15	16	SI	Desconocido
T_IB_32	6		6	NO	06/02/2019
T_IB_38	1	2	3	SI	12/11/2018

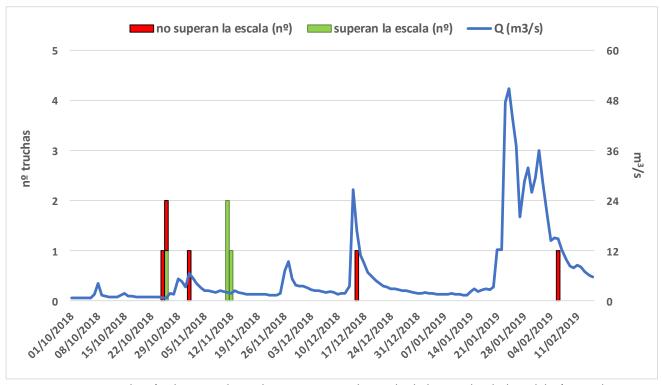


Figura 47. Distribución de pasos de truchas que superan la escala de la C.H. Iberdrola y del número de intentos fallidos durante el periodo de seguimiento y caudal circulante en el río Leitzaran.

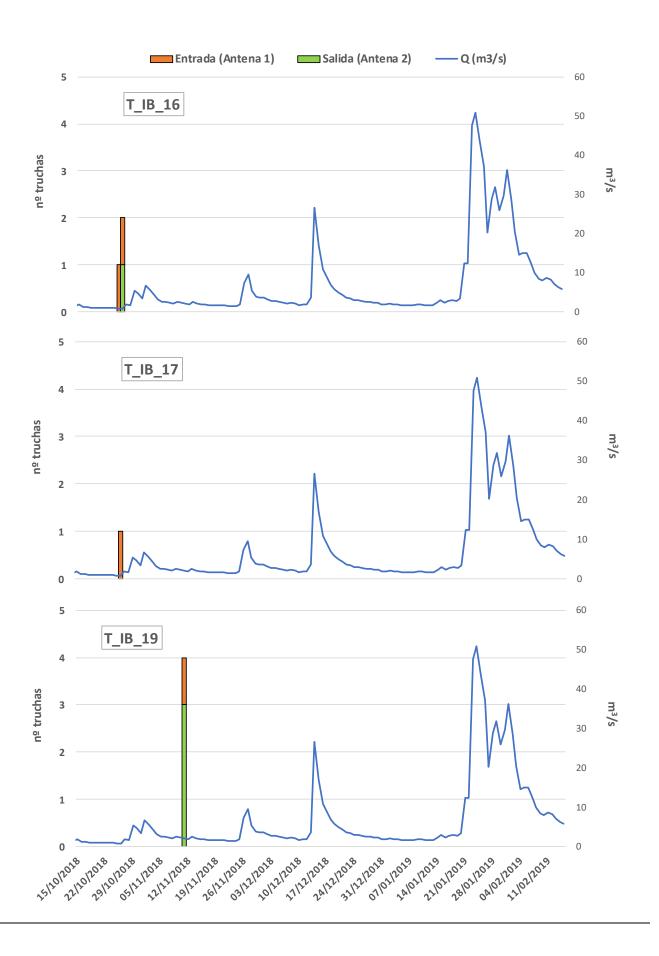


Figura 48. Número de detecciones registrados a la entrada y salida de la escala de la C.H. Bertxin para las truchas T_IB_16, T_IB_17 y T_IB_19 y caudal del río Leitzaran.

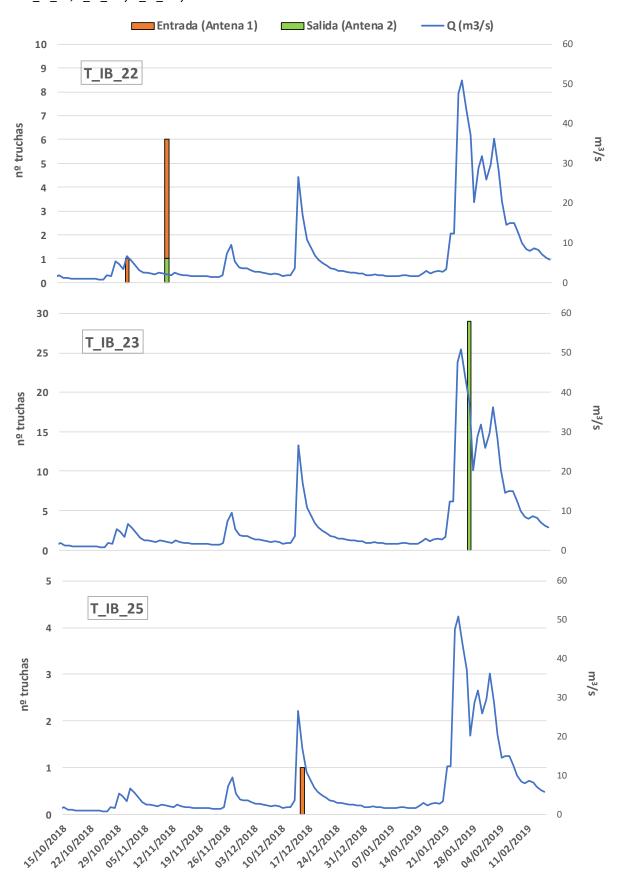


Figura 49. Número de detecciones registrados a la entrada y salida de la escala de la C.H. Bertxin para las truchas T_IB_22, T_IB_23 y T_IB_25 y caudal del río Leitzaran.

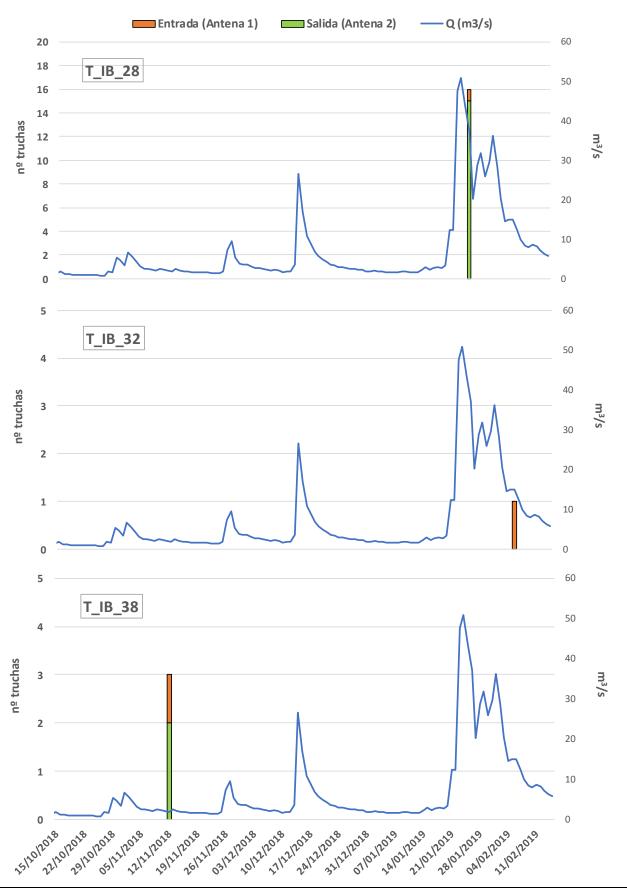


Figura 50. Número de detecciones registrados a la entrada y salida de la escala de la C.H. Bertxin para las truchas T_IB_28, T_IB_32 y T_IB_38 y caudal del río Leitzaran.

8.3. ESFUERZO Y TIEMPOS DE PASO

En relación con el esfuerzo que realizan las truchas para superar la escala, las detecciones registradas en cada una de las antenas permiten calcular el tiempo exacto que necesita cada individuo para superar el dispositivo en su totalidad (Tabla 16; Figura 52).

Se cuenta tan solo con el dato de 4 ejemplares de trucha. El **tiempo medio que necesitan para superar la escala es de 24 minutos y 43 segundos**, con un tiempo máximo de 30 minutos y un mínimo de 17 minutos.

El tiempo de paso individual corresponde al empleado en superar un total de 5 artesas, por lo que el tiempo medio/artesa para el total de ejemplares es de 4 minutos y 57 segundos, con un máximo de 6 minutos para y un mínimo de 3 minutos y 26 sg.

Atendiendo al desnivel que salvan las truchas para superar la escala, que en este caso es de 2 m de altura, el tiempo medio que necesitan las truchas para superar 1 m de desnivel es de 12 minutos y 21 sg, con un rango de entre 8 y 15 minutos/m altura. Estos ratios de velocidad y desnivel a superar se encuentran en rangos similares a otros observados con trucha (*Salmo trutta*), barbo (*Luciobarbus bocagei*) y boga del Duero (*Pseudochondrostoma duriense*) en pasos similares, los cuales no presentan diferencias significativas entre especies y rondan los 12 minutos/m como promedio, con un valor de mediana de 30 minutos/m (Sanz-Ronda et al., 2016; F.J. Sanz-Ronda pers. comm.), así como en los valores observados a lo largo del proyecto LIFE IREKIBAI a través del seguimiento de salmones (acción D9) en las escalas de la C.H. Abaloz y C.H. Bazkardo y el seguimiento de truchas en la escala de la C.H. Bertxin durante los años 2016 y 2017 (Figura 52).

Tabla 16. Tiempo empleado en superar la escala por 4 truchas en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la escala de la C.H. Iberdrola y tiempo medio estimado para superar cada artesa y cada metro de desnivel o altura.

Trucha	Última detección antena 1 (h:m:sg)	Primera detección antena 2 (h:m:sg)	Tiempo de paso (h:m:sg)	Tiempo medio/artesa (h:m:sg)	Tiempo medio/m altura (h:m:sg)
T_IB_16	17:39:54	18:03:53	0:23:59	0:04:48	0:12:00
T_IB_19	14:36:58	15:07:45	0:30:47	0:06:09	0:15:23
T_IB_22	16:54:30	17:11:42	17:11:42 0:17:12 0:03:26		0:08:36
T_IB_38	14:37:38	15:04:31	0:26:53	0:05:23	0:13:26
		Promedio	0:24:43	0:04:57	0:12:21



Figura 51. Tiempo empleado en superar la escala por 4 truchas en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la escala de la C.H. Iberdrola.

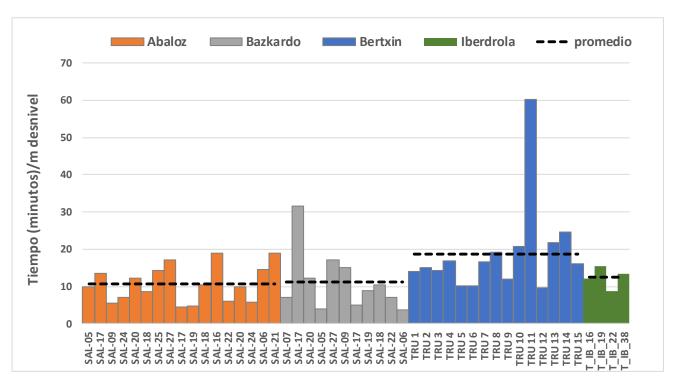


Figura 52. Tiempo (minutos) empleado en superar 1 m de desnivel para salmones en las escalas de los azudes de Abaloz y Bazkardo (río Oria) y para truchas en las escalas de los azudes de Bertxin e Iberdrola (río Leitzaran), durante los años 2016, 2017 y 2018.

8.3.1. PASOS Y CAUDALES

No se cuenta con mediciones de caudal diarias en el interior de la escala, aunque el dato correspondiente al caudal medio diario del río Leitzaran², ofrece una valoración indirecta al respecto. Asimismo, el caudal circulante por el río es un parámetro imprescindible para valorar en qué rango de caudales funciona correctamente el dispositivo de paso.

Se cuenta tan sólo con 4 registros exactos de pasos de truchas a través de la escala para un total de 3 jornadas. En el caso de los intentos fallidos de superar la escala, se cuenta con 5 jornadas y su correspondiente caudal medio diario (Tabla 17):

Las 4 truchas que superan la escala lo hacen con caudales bastante bajos, entre 0746-1,914 m³/s, y con un valor medio de 1,638 m³/s. Este rango de caudales corresponde a los caudales clasificados Q61-Q93, es decir, estos caudales se superan entre el 63-93% de las jornadas durante el año. Los 5 intentos fallidos de superar la escala se realizan con caudales variables, de entre 0746-16,924 m3/s, y con un valor medio de 8,021 m³/s.

Por tanto, aunque los datos sean escasos, las truchas superan la escala con caudales bajos del río Leitzaran, mientras que algunos ejemplares no lo logran tanto con caudales altos como bajos.

Tabla 17. Caudal medio diario (m³/s) en el río Leitzaran durante las jornadas en las cuales las truchas superan y no logran superar la escala de la C.H. Iberdrola.

	SUPERAN LA ESCALA				INTENTOS/NO SUPERAN LA ESCALA			
Truchas (n)	Fecha	Caudal (m3/s)	Caudal clasificado	Truchas (n)	Fecha	Caudal (m3/s)	Caudal clasificado	
1	26/10/2018	0,746	Q93	1	25/10/2018	0,810	Q91	
2	11/11/2018	1,946	Q61	1	26/10/2018	0,746	Q93	
1	12/11/2018	1,914	Q61	1	01/11/2018	6,677	Q18	
				1	15/12/2018	16,924	Q4	
				1	06/02/2019	14,948	Q5	
	Promedio:	1,638	Q68			8,021	Q14	

² Serie de caudales 1995-2016 con origen en la estación de aforo del río Leitzaran de la Diputación Foral de Gipuzkoa, Departamento de Obras Hidraúlicas.

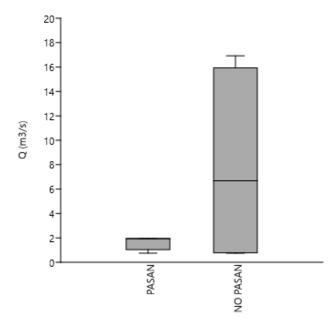


Figura 53. Caudal medio diario (m³/s) del río Leitzaran durante las jornadas en las que se registran los pasos de trucha e intentos fallidos a través de la escala de la C.H. Iberdrola.

8.3.2. OTROS PARÁMETROS

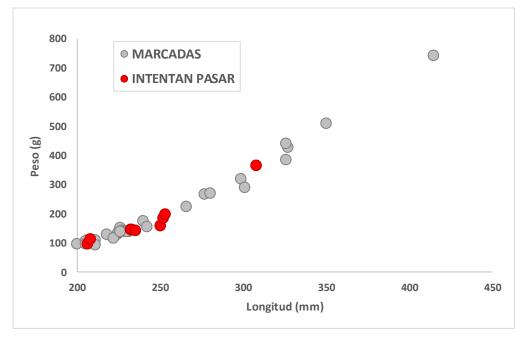
La información recopilada no permite realizar análisis significativos, sin embargo, se incluyen algunos datos al respecto:

En el caso de la actividad o ciclo diario de actividad de las truchas, se cuenta con un total de 70 detecciones en la escala, correspondientes a 9 truchas. Se repite el mismo patrón de actividad que el observado en estudios anteriores y en los recopilados durante el presente proyecto IREKIBAI (acciones D9 y D10), con un 90% de las detecciones correspondientes a la franja diurna, entre las 8 de la mañana y las 7 de la tarde, y en este caso también la mayor parte de ellas, el 65% del total (n=505) se registran desde el mediodía hasta el atardecer, entre las 12:00 y 19:00 horas

Tabla 18. Distribución diaria de las detecciones de truchas marcadas en la escala de la C.H. Iberdrola.

ACTIVIDAD-DETECCIONES	TRUCHAS		
ACTIVIDAD-DETECCIONES	Nº	%	
Franja diurna (8:00-19:00)	63	90	
Franja nocturna (21:00-00:00):	7	10	
Total	70		

Por otra parte, en lo que respecta a las características biométricas de las truchas marcadas, las detectadas en la escala o intentan superarla y las que logran superarla, aunque no se puede realizar un análisis significativo, los ejemplares de mayor talla y a su vez de mayor capacidad de natación y salto, no ha sido detectados en la escala, por lo que en caso de haber superado el azud, quizá lo hayan hecho a través del rebosadero o por encima del azud (Figura 54).



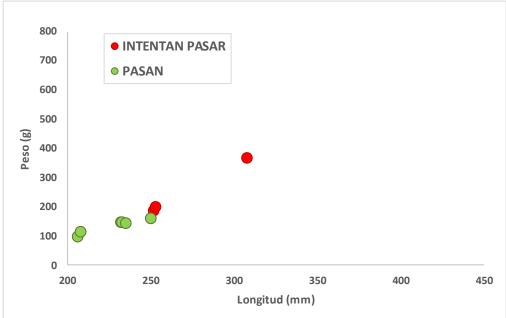


Figura 54. Relación talla-peso de las truchas marcadas (puntos grises), la fracción que intenta superar la escala o azud (puntos rojos) y la que logra superarla (puntos verdes).

8.4. EFICACIA

Los resultados obtenidos no permiten realizar una valoración precisa de la eficacia o funcionamiento de la escala, ya que es muy probable que una fracción significativa de las truchas hayan superado el obstáculo por otra vía (por el azud o vía rebosadero adyacente a la escala). Sin embargo, cabe destacar que, aunque han sido pocas las truchas que han intentado superar la escala, una fracción importante no lo ha conseguido. Se cuenta con la siguiente información:

- Superan el obstáculo un total de 6 truchas: 4 a través de la escala y 2 de ellas por otra vía.
- Intentan superar la escala (detectadas a la entrada) un total de 7 truchas, 4 lo consiguen y 3 no lo consiguen.

8.4.1. EFICACIA DEL DISPOSITIVO DE PASO (ESCALA)

De un total de 7 ejemplares que intentan superar la escala, son 4 los ejemplares que la superan en su totalidad, por lo que la eficacia de la escala es del 57% (Tabla 19).

8.4.2. EFICACIA DE LA LLAMADA

Respecto a la eficacia de la llamada o atracción que ejerce la escala a la salida, de un total de 40 truchas marcadas y liberadas aguas abajo, son 7 los ejemplares que logran acceder a la escala, por lo que la **eficacia de la llamada es del 18%** (Tabla 19).

8.4.3. EFICACIA TOTAL

De un total de 40 truchas marcadas para seguimiento, son 4 los ejemplares que remontan o superan la escala, por lo que **la eficacia total es del 10%** (Tabla 19). Si se considera no sólo la escala, sino el obstáculo como tal, lo superan un total de 6 truchas, lo que equivaldría a una eficacia total del 15%.

Tabla 19. Eficacia del dispositivo de paso (esclusa), eficacia de la llamada y eficacia total.

EFICACIA	Nº truchas
Intentos (detectadas a la entrada)	7
Superan la escala	4
Eficacia del dispositivo:	57%
Marcadas	40
Intentos (detectadas a la entrada)	7
Eficacia de la llamada:	18%
Marcados	40
Superan la escala	4
Eficacia total:	10%

9. DISCUSION Y CONCLUSIONES

9.1. ESCLUSA C.H. OLABERRI

El seguimiento realizado para evaluar la eficacia del dispositivo de paso o esclusa de la C.H. Olaberri abarca un periodo continuo de 10 meses. Comienza en el mes de mayo de 2018 y finaliza en el mes de marzo de 2019 y cuenta con dos fases diferenciadas: En una primera fase de primavera, la información recopilada tiene origen principalmente en el radioseguimiento de salmones, entre el 16 de mayo y el 6 de julio, se marcan y liberan un total de 20 salmones aguas abajo de la esclusa, 14 de ellos radiomarcados, y la esclusa cuenta con una única antena de detección, la instalada en la parte superior o de salida. La antena de detección a la entrada de la esclusa se instala a posteriori, el día 19 de julio, por lo que no se cuenta con las detecciones de los salmones de primavera a la entrada de la misma en esta primera fase. El único registro corresponde al primer salmón liberado en mayo, el único ejemplar que supera la esclusa en esta primera fase de primavera, detectado en la antena superior o de salida, en concreto el día 23 de mayo.

Posteriormente, durante los meses de estiaje, desde finales del mes de julio hasta septiembre, la disminución del caudal circulante y el aumento de la temperatura del agua inhiben o detienen la migración de remonte, por lo que apenas se registran detecciones ni movimiento en la esclusa y en una segunda fase, con el marcaje de 82 truchas adultas con marcas pit en el mes de octubre y las primeras crecidas otoñales, se reactiva la migración de remonte de salmones y truchas y se obtiene la práctica totalidad de la información recopilada por el equipo de detección pasiva en la esclusa. Por tanto, para la correcta evaluación del paso, la información generada mediante el equipo de detección pasiva debe ser complementada con la obtenida mediante radioseguimiento.

Se ha obtenido abundante información mediante la combinación de ambas técnicas de telemetría (radioseguimiento y detección pasiva). El uso de estas dos técnicas optimiza la calidad de la información recopilada, ya que, mediante la aplicación de una única técnica, se pierde o no se recopila información relevante para la evaluación del funcionamiento del dispositivo de paso. De esta forma, mediante el radioseguimiento de salmones se ha observado que casi la totalidad de estos acceden a la salida de caudal turbinado de la C.H. Olaberri en su migración de remonte, ya que ejerce un notable efecto de llamada en perjuicio de la llamada o atracción de la esclusa.

Durante el periodo de seguimiento, el equipo de detección pasiva instalado registra un total de 1.600 detecciones, correspondiente al acceso de 15 salmones y 34 truchas marcadas al interior de la esclusa de la C.H. Olaberri, un total de 49 ejemplares. Casi la totalidad de estas detecciones corresponden a desplazamientos de remonte de los ejemplares marcados, a excepción de la bajada de un salmón en el mes de febrero, que desciende a través de la esclusa una vez finalizada la freza.

Con la información recopilada mediante el sistema de detección pasiva instalado en la esclusa y el radioseguimiento de salmones, se estiman los primeros valores relativos a la funcionalidad de la esclusa. La eficacia de la esclusa es del 33% y 53% para salmones y truchas respectivamente. Aunque no se cuenta con mucha información relativa a este tipo de paso, estos valores son similares a los mejores resultados recopilados en bibliografía en seguimientos realizados con salmones en escocia, con eficacias de en torno al 63% (Armstrong et al., 2004).

La mayoría de los salmones radiomarcados que remontan aguas arriba, especialmente en primavera, se introducen en la cámara o salida de caudal turbinado de la C.H. Olaberri, donde algunos de ellos quedan estabulados durante todo el verano, para después en otoño salir al cauce y acceder a la esclusa. Por tanto, la salida de caudal turbinado de la central ejerce una fuerte llamada, superior al de la esclusa, y se estima que la eficacia de llamada de la central es del 94% frente al 71% estimado para la esclusa.

En consecuencia, a la hora de evaluar la eficacia de este paso, no se debería tener en cuenta únicamente la eficacia correspondiente a la escala o dispositivo, sino que debería ser tenida en cuenta también la llamada que ejerce, por lo que la eficacia total que se obtiene es del 33% y 21% para salmones y truchas respectivamente. La eficacia del paso y la eficacia de la llamada, son ambas relevantes, pero a la hora de evaluar el funcionamiento de un paso el parámetro determinante es la eficacia total. Un dispositivo de paso con baja eficacia de llamada y alta eficacia de paso para determinada especie puede ser tan funcional como un dispositivo con elevada eficacia de llamada y baja eficacia de paso. El efecto de llamada que ejerce la salida de caudal turbinado de la central es muy elevado, por lo que distorsiona en parte la valoración de la funcionalidad del dispositivo de paso o esclusa. Asimismo, al no realizar el radioseguimiento de truchas adultas, se desconoce su comportamiento de forma más precisa y, por tanto, la eficacia de la llamada y en consecuencia la eficacia total, se encuentran probablemente subestimadas. Es muy probable que, si los salmones y las truchas en migración no pudieran acceder a la salida de caudal turbinado de la central, los valores de eficacia de llamada y eficacia total de la esclusa mejoren.

Por otra parte, salmones y truchas visitan la esclusa y se introducen en ella con una elevada frecuencia. Asimismo, una vez comienzan a remontar por el interior de la esclusa hacia la planta superior, lo hacen de forma rápida y el periodo de permanencia en la planta superior es reducido. Para los salmones, excepto 2 ejemplares, los restantes 4 individuos superan la esclusa en menos de 11 minutos, mientras que para las truchas el tiempo medio para superarla es de 14 minutos. Estos valores son similares a los observados con salmones en esclusas tipo Borland, con un mayor número de ejemplares superando la esclusa al cabo de 10-20 minutos tras el llenado de la misma (Forbes et al., 2002).

Respecto al **número de intentos o esfuerzo** que realizan para superar la esclusa, los salmones se introducen en la esclusa en un número de jornadas significativamente superior en comparación con las truchas.

Asimismo, el 38% de las truchas visita la esclusa en una única ocasión, frente al 15% de los salmones. La distribución de las detecciones registradas en la esclusa muestra diferencias en la migración otoñal o prereproductora de truchas y salmones. En el caso de los salmones se concentra durante los meses de noviembre y diciembre, mientras que en el caso de las truchas se prolonga en el tiempo, con un pico de actividad durante noviembre, diciembre y enero y prolongándose hasta el mes de marzo. De esta forma, los salmones acceden a la esclusa como promedio unos 25 días antes y superan la esclusa como promedio 42 días antes que las truchas. La última trucha que supera el paso durante el periodo de estudio lo hace el día 6 de marzo. Esta diferencia se debe en parte a que el número de truchas marcadas es superior al de los salmones, sin embargo, el radioseguimiento indica que muchos de los salmones descienden río abajo ya en el mes de enero y febrero. Por tanto, parece que los salmones realizan un mayor número de intentos para superar la esclusa en comparación con las truchas y en un periodo de tiempo más reducido.

En lo que respecta a la programación de los ciclos de funcionamiento de la esclusa, de momento la frecuencia de uso o acceso a la esclusa parece ajustarse a la fenología de ambas especies, es decir, al periodo álgido de migración y reproducción, con una mayor frecuencia de visitas durante noviembre y primera quincena de diciembre, más que a la variación de la programación temporal de los ciclos de funcionamiento de la esclusa.

Por otra parte, como era de esperar, los peces acceden y son detectados a la entrada de la esclusa en el ciclo de llamada (esclusa abierta). Una vez se cierra la compuerta de acceso y se llena de agua la totalidad de la esclusa, se pasa a la fase de ascenso, durante la cual se espera que los peces remonten por la esclusa hacia la planta superior o de salida, donde son detectados por la segunda antena de detección. Sin embargo, se ha observado, tanto en truchas como en salmones, que algunos ejemplares se quedan en el interior de la esclusa en fase de ascenso y no progresan hasta la parte superior. Este comportamiento puede reflejar un déficit en la atracción que ejerce la parte superior de la esclusa en fase de ascenso, debido quizá a ausencia de luz o a una llamada o tiro de agua demasiado débil. Esta dificultad para motivar o estimular el ascenso de los peces que se quedan en el interior de la esclusa ya ha sido detectada en anteriores experiencias (Larinier & Travade, 2002).

La migración de remonte de ambas especies acontece principalmente en la franja diurna, estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios anteriores de permeabilidad realizados en el río Urumea con reproductores de trucha y salmón en el ámbito del proyecto BIDUR (Ekolur-DFG-HAZI, 2012), así como los recopilados durante los años 2016 y 2017 en el presente proyecto IREKIBAI (Ekolur-DFG-IREKIBA; 2016-2018). Este factor es importante para la programación de la esclusa. Sin embargo, algunas especies como la anguila en fase reproductora o plateada migra aguas abajo en fase nocturna, aunque en periodos concretos del año.

El caudal que circula por la esclusa es más o menos constante en cada ciclo de funcionamiento, independientemente del caudal que circula por el río Leitzaran. Sin embargo, la esclusa deja de funcionar a partir de un caudal de alarma superior a unos 20-30 m³/s con el objetivo de proteger la infraestructura. El caudal circulante por el río Leitzaran es un factor determinante en relación con el funcionamiento de la esclusa, en concreto con la llamada o atractividad de esta, la cual puede variar o incluso quedar enmascarada cuando aumenta el caudal del río Leitzaran. Ambas especies superan la esclusa con caudales incluso superiores a los requeridos para un correcto funcionamiento del dispositivo (Larinier et al. 2002; Hefti D. 2012), lo que indicaría que la llamada de la esclusa funciona correctamente.

Por otra parte, no se observan diferencias en las características biométricas de las truchas y salmones que intentan superar la esclusa, los ejemplares que lo logran y los que no logran superarla, es decir, <u>la esclusa no parece provocar una selección de reproductores en base a sus características biométricas</u>.

El radioseguimiento de salmones realizado, además de aportar información indispensable para la evaluación de la funcionalidad de la esclusa, ofrece abundante información relativa a su comportamiento, migración, reproducción, áreas y hábitats utilizados, conexión con el río Oria, mortalidad, etc. La principal interferencia en la migración y devenir de los salmones radiomarcados, así como en las truchas y resto de salmones que no hayan sido marcados con esta técnica, es la llamada de caudal turbinado de la C.H. Olaberri. Un total de 15 salmones radiomarcados acceden a este lugar, cuya evolución a posteriori es muy variable. Algunos permanecen en su interior durante todo el verano, otros salen y descienden aguas abajo, incluso bajan al río Oria, algún ejemplar es capturado mediante pesca deportiva, etc. Cabe destacar los notables desplazamientos efectuados por algunos individuos: Los salmones que superan la esclusa remontan río arriba en periodo reproductor y se establecen en un tramo situado aguas abajo del siguiente obstáculo, el azud de la C.H. Bertxin. Algunos ejemplares descienden al río Oria en periodo reproductor, al tramo situado aguas abajo de la desembocadura del Leitzaran, incluso acceden en el canal de derivación de la C.H. Abaloz. Uno de estos ejemplares, desciende al río Oria y remonta aguas arriba hasta la localidad de Irura, a 32 km de la desembocadura al mar, donde permanece en periodo reproductor. En este sentido, habría que destacar la influencia del azud de la C.H Olaberri, que, aunque permite el paso de reproductores de trucha y salmón, provoca que gran parte de ellos se acumulen aguas abajo y utilicen el tramo situado aguas abajo para la freza. Finalmente, citar la detección en la esclusa en el mes de noviembre de un salmón controlado y liberado en el río Oria en julio con marca tipo pit. Este salmón migra a lo largo del río Oria superando los pasos de los azudes de Brunet, Abaloz y Bazkardo, accede al río Leitzaran a través del canal lateral de Garaikoerrota y remonta hasta la C.H. Olaberri. No supera la esclusa.

Si se tiene en cuenta que en el río Leitzaran además de los 5 azudes objeto de seguimiento o evaluación en el proyecto LIFE IREKIBAI (Acción D10), se localizan otros 5 principales obstáculos (Tabla 1; Figura 1), el **efecto**

acumulativo de todos ellos puede suponer que el acceso a tramos medios y altos sea muy difícil y que aunque se logre, el retraso sea notable y no coincidan con la ventana temporal óptima en relación con el ciclo vital de las especies implicadas (principalmente reproducción). A este respecto, se considera que para restaurar la conexión de tramos en ríos fragmentados para las especies diádromas (en nuestro caso principalmente, trucha salmón, anguila, aunque sin descartar la lamprea), se requiere una eficacia de paso del 90% o superior para cada obstáculo, con el objetivo de evitar la pérdida acumulativa de reproductores en sucesivos obstáculos (Lucas & Baras, 2001). En este sentido, el **retraso** medio estimado para el azud y esclusa de la C.H Olaberri durante la migración de reproductora es de 21 días para salmones y de 34 días para truchas. Estos valores son similares a observados en estudios de eficacia de esclusas con salmones, con eficacias de en torno al 63% y un retraso de hasta 52 días (Armstrong et al., 2004).

En síntesis, <u>los resultados obtenidos se asemejan en los descritos en bibliografía, siendo uno de los principales inconvenientes el funcionamiento discontinuo de las esclusas, una eficacia modesta y la dificultad para estimular el ascenso de los peces una vez se cierra la esclusa (fase de ascenso).</u>

Por tanto, en vista de los resultados obtenidos y con objeto de mejorar la funcionalidad de la esclusa de la C.H. Olaberri, se proponen las siguientes **actuaciones o medidas correctoras**, algunas de las cuales se encuentran ejecutadas o en fase de ejecución:

- ✓ Instalación de una barrera eléctrica a la salida de caudal turbinado de la C.H. Olaberri para evitar la entrada de truchas y salmones y mejorar al mismo tiempo el efecto de llamada de la esclusa.
- ✓ Aumentar el tiro o corriente de agua de la esclusa en fase o ciclo de ascenso (compuerta de acceso a la esclusa cerrada).
- ✓ Mejorar la luz o iluminación en el interior del túnel de la esclusa y en la parte superior, incluso programando su encendido y apagado alterno para estimular o dirigir el desplazamiento ascendente de los peces en fase o ciclo de ascenso.

Finalmente, sería recomendable volver a realizar un estudio de la funcionalidad de la esclusa, una vez ejecutadas todas las mejoras, aplicando la misma metodología utilizada en el presente estudio.

9.2. ESCALA C.H. IBERDROLA

El seguimiento realizado para evaluar la eficacia del dispositivo de paso o escala de la C.H. Iberdrola abarca un periodo continuo de casi 4 meses. Comienza en el mes de octubre de 2018 y finaliza en el mes de febrero de 2019. Los resultados obtenidos no permiten realizar una valoración precisa de la funcionalidad del paso, debido principalmente a que, en este caso, el método de evaluación se ha basado únicamente en la utilización del sistema de detección pasiva instalado en la escala y no se ha realizado radioseguimiento de reproductores de trucha. En consecuencia, se desconoce el motivo exacto por el cual la mayor parte de las truchas no han interactuado con la escala y se recopila un bajo volumen de información mediante el equipo de detección instalado.

Se capturaron y marcaron un total de 40 truchas adultas, la mayoría de ellas aguas arriba del azud, lo cual aumenta la probabilidad de que éstos se desplacen aguas arriba en otoño e invierno, durante el periodo prereproductor y reproductor. Sin embargo, las detecciones registradas en las 2 antenas instaladas corresponden a tan sólo 9 truchas. De estas 9 truchas detectadas, 4 individuos superan la escala en su totalidad, 3 ejemplares son detectados únicamente a la entrada de la escala, mientras que 2 truchas son detectadas por vez primera en la antena superior o artesa de salida, lo que indica que han superado el azud por una vía alternativa, saltando por encima, o a través del rebosadero adyacente a la escala.

La activada registrada en la escala es reducida, sin embargo, la distribución temporal de las detecciones abarca desde el día siguiente al marcaje y suelta el 24 de octubre, hasta el 6 de febrero y se registra actividad en los periodos de migración o desplazamiento más probables en relación con los picos de caudal o crecidas registradas. Por tanto, es muy probable que una fracción significativa de las truchas marcadas haya superado el azud saltando por encima con caudales elevados o bien a través del rebosadero adyacente a la escala, cuya llamada o atracción es muy superior al de la escala, a lo largo de estos principales episodios o periodos de migración. Asimismo, no se descarta que en determinadas ocasiones se haya realizado alguna maniobra de apertura de compuertas de fondo en el azud, lo cual habilitaría el paso de las truchas aguas arriba.

Se descarta por tanto una posible hipotesis relativa a un desplazamiento descendente o comportamiento sedentario de las truchas marcadas durante el periodo de estudio. No cabe duda de que una parte significativa de las truchas marcadas ha migrado aguas arriba durante el periodo de estudio, comportamiento constatado en numerosas ocasiones en estudios similares y en concreto en el río Leitzaran: los resultados del seguimiento realizado en la esclusa de la C.H. Laborde indica una elevada actividad migratoria de truchas en otoño. Asimismo, si se tienen en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de eficacia realizado en el ámbito del LIFE IREKIBAI en el año 2016 en el azud de la escala de la C.H. Bertxin (Ekolur-DFG-IREKIBA; 2016), localizado unos 12 km aguas abajo en el río Leitzaran, de un total de 25 truchas

marcadas, 18 de ellas superaron la escala durante las primeras 9 jornadas de seguimiento, entre los días 28 de octubre y 4 de noviembre, el 72% de las truchas marcadas.

La información recopilada ofrece una **primera estimación de la eficacia de la escala del 57%,** de un total de 7 ejemplares que intentan superar la escala, son 4 los ejemplares que la superan en su totalidad, mientras que 3 truchas intentan superar la escala sin éxito, lo cual parece indicar que pueda haber algún déficit en su funcionamiento.

Si se considera no sólo la escala, sino el obstáculo o azud como tal, lo superan 6 truchas de un total de 40 marcadas, lo que equivaldría a una eficacia total del 15%.

En lo que respecta a la eficacia de la llamada o atracción que ejerce la escala a la salida, de un total de 40 truchas marcadas y liberadas aguas abajo, son 7 los ejemplares que logran acceder a la escala, por lo que la eficacia de la llamada es del 18%. Es probable que algunos ejemplares se hayan desplazado aguas abajo tras la suelta y no intenten superar el azud, pero es más probable que el número de truchas que remontan río arriba sea significativamente superior al registrado a la entrada de la escala (7 truchas, el 18% de las truchas marcadas), por lo que el efecto de llamada del rebosadero será probablemente superior al que realiza la escala. Esto se ve de forma clara en las fotografías incluidas en el Anejo 2 de este informe. En algunas ocasiones, el caudal que cae o baja del rebosadero casi llega tapar completamente, o al menos anula de forma parcial o enmascara, el caudal que sale de la escala.

El objetivo para cualquier dispositivo de paso debería ser (Larinier et al. 2002; Hefti D. 2012), que éste funcionara correctamente durante el periodo en el que los caudales circulantes en el río Leitzaran se encuentran entre caudales bajos (Q90) y aproximadamente 2-2,5 veces el caudal medio diario anual (Q12 y Q9 respectivamente), lo cual equivale a un rango de entre 0,844-6,403 m³/s. Si se observan los caudales del río Leitzaran, aunque los datos sean escasos, las truchas superan la escala con caudales bajos del río Leitzaran (Q61-Q93), mientras que algunos ejemplares no lo logran tanto con caudales altos como bajos (Q4-Q93). Esto podría indicar un funcionamiento incorrecto de la escala con caudales medios y altos, aunque probablemente relacionado con cierta dificultad de acceso a la escala por problemas de llamada, tal y como se explica en el párrafo anterior, y en parte debido también a la estrechez de la entrada o primera artesa de la escala, ya que una vez en el interior de la escala los tiempos de paso registrados son adecuados y coinciden con los recopilados para otras escalas en el ámbito del LIFE IREKIBAI.

En conclusión, los resultados obtenidos muestran indicios de un posible funcionamiento incorrecto de la escala, independientemente de que las truchas hayan podido utilizar o no una vía alternativa de paso. Sin embargo, tienen origen en una única campaña de seguimiento y se ha empleado una técnica de seguimiento mediante telemetría (detección pasiva con marcas pit), por lo que sería recomendable recopilar un mayor número de datos en futuras campañas con un periodo de seguimiento más prolongado y mayor variedad en

las condiciones hidrológicas. Asimismo, sería recomendable ampliar el área de estudio y combinar las técnicas de seguimiento mediante radioseguimiento y detección pasiva, lo cual aportaría información relativa al comportamiento de los ejemplares marcados y mejoraría la calidad de la información utilizada para valorar la funcionalidad del paso, sobre todo si se tiene en cuenta lo sucedido en el presente estudio.

10. BIBLIOGRAFIA

- Aigoui f. & Dufour m., 2008. Guide passe à poissons. Voies navigables de France, Division Restauration et Développement du Réseau
- Amstrong, G. S., M. W. Aphrahamian, G. A. Fewings, P. J. Gough, N. A. Reader & P. V. Varallo. 2004.
 Environment Agency Fish Pass Manual: Guidance Notes on the Legislation, Selection and Approval of Fish Passes in England and Wales. Environment Agency. Wales, United Kingdom. 313 pp.
- Baras E. & Lagardère J.P. (1995) Fish telemetry in aquaculture: review and perspectives. Aquaculture International 3, 77-102.
- Baudoin J.M., Burgun V., Chanseau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski W., Steinbach P. and Voegtle B., 2014. Assessing the passage of obstacles by fish. Concepts, design and application. Onema. 200 pages.
- Bunt, C. M., T. Castro-Santos & A. Haro. 2012. Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. River Research and Applications, 28: 457-478.
- Castro-Santos T., 2005. Optimal swim speeds for traversing velocity barriers: an analysis of volitional high-speed swimming behavior of migratory fishes. J. Exp. Biol., 208, 421–432
- Castro-Santos, T., Cotel, A., Webb, P.W., 2009. Fishway evaluations for better bioengineering—an integrative approach. In: Haro, A.J., Smith, K.L., Rulifson, R.A., Moffit, C.M., Klauda, R.J., Dadswell, M.J., Cunjak, R.A., Cooper, J.E., Beal, K.L., Avery, T.S. (Eds.), Challenges for diadromousfishes in a dynamic global environment. American Fisheries Society Symposium 69. American Fisheries Society, Bethesda, MD, pp. 557–575.
- Garcia de Leániz C. (2008) Weir removal in salmonid streams: implications, challenges and practicalities.
 Hydrobiologia 609, 83-96.
- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, 2008. Seguimiento de la eficacia de dispositivos de paso para fauna piscícola en obras realizadas por la Diputación Foral de Gipuzkoa. EKOLUR Asesoría Ambiental SLL., Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Desarrollo Sostenible.
- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, 2009. Estudio de permeabilidad a la migración de la ictiofauna de estaciones de aforo tipo V-flat en ríos del Territorio Histórico de Gipuzkoa. EKOLUR Asesoría Ambiental, SLL. Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Desarrollo Sostenible.
- Ekolur, Diputación Foral de Gipuzkoa, IKT S.A., 2012. Estudio de movimientos ascendente y descendente de las poblaciones de peces en el río Urumea. Proyecto "BIDUR": Gestión transfronteriza compartida de las cuencas de los ríos Bidasoa y Urumea (POCTEFA INTERREG IV A 2007-2013). EKOLUR Asesoría

Ambiental SLL., Diputación Foral de Gipuzkoa (IKT SA.), Gobierno de Navarra (GAVRN S.A.) (2010-2011 Consejo General de los Pirineos Atlánticos).

- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Promoción Económica, Medio Rural y Equilibrio Territorial. LIFE IREKIBAI (N10/16-SE/N), Acción D9. Seguimiento de la población de salmón y estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran (cuenca del Oria), 2016.
- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Promoción Económica, Medio Rural y Equilibrio Territorial. LIFE IREKIBAI (N10/16-SE/N), Acción D10. Estudio de eficacia del dispositivo de paso para peces de la C.H. Bertxin en el río Leitzaran (cuenca del Oria), 2016.
- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Promoción Económica, Medio Rural y Equilibrio Territorial. LIFE IREKIBAI (N10/16-SE/N), Acción D9. Seguimiento de la población de salmón y estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran (cuenca del Oria), 2017.
- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Promoción Económica, Medio Rural y Equilibrio Territorial. LIFE IREKIBAI (N10/16-SE/N), Acción D9. Seguimiento de la población de salmón y estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran (cuenca del Oria), 2018.
- Forbes, H. E., Smith, G. W., Johnstone, A. D. F., & Stephen, A. B. (2002). Testing the effectiveness of changes to the operation of a Borland lift fish pass. Fisheries Research Services Report No 05/02. Scotland.
- Gosset C., Rives J., Labonne J. 2006. Anesthésie et procedures chirurgicales pour l'implantation de radio émetteurs dans la cavité ventrale de truites communes adultes (Salmo trutta). Bull. Fr. Pêche Piscic. (2005) 374: 21-34.
- Hart, D. D., T. E. Johnson, K. L. Bushaw-Newton, R. J. Horwitz, A. T. Bednarek, D. F. Charles, D. A. Kreeger
 D. J. Velinsky, 2002. Dam removal: Challenges and opportunities for ecological research and river restoration. BioScience 52: 669–681.
- Hefti D. 2012: Migration du poisson vers l'amont et vers l'aval à la hauteur des ouvrages hydroélectriques. Check-list Best practice. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement no 1210: 79 S.
- Kondolf, G. M., 2000. Assessing salmonid spawning gravel quality. Transactions of the American Fisheries Society 129: 262–281.
- Kondolf, G. M., 2001. Historical changes to the San Francisco bay-delta watershed: Implications for ecosystem restoration. In Nijland, H. J. & M. J. R. Cals (eds), River Restoration in Europe. Conference on River Restoration, Practical Approaches Riza Rapport Nr.: 2001.023: 327–338.
- Larinier, M., 2001. Environmental issues, dams and fish migration. In Marmulla, G. (ed.), FAO Fisheries
 Technical Paper 419. Dams, Fish and Fisheries. Opportunities, Challenges and Conflict Resolution. FAO,
 Rome: 45–89.

- Larinier, M., Travade, F., Porcher., 2002: Fishways: biological basis, design criteria and monitoring. Bull. Fr. Peche Piscic., 364 suppl., 208p.
- Lucas, M.C., Baras, E., 2001. Migration of Freshwater Fishes. Blackwell Science, Oxford. 440 p.
- Sanz-Ronda F.J., Ruiz-Legazpi J., Bravo-Córdoba F.J., Makrakis S. and Castro-Santos T., 2015. Sprinting performance of two Iberian fish: Luciobarbus bocagei and Pseudochondrostoma duriense in an open channel flume. Ecol. Eng., 83, 61–70.
- Sanz-Ronda F.J., Bravo-Córdoba F.J., Fuentes-Pérez J.F. and Castro-Santos T., 2016. Ascent ability of brown trout, Salmo trutta, and two Iberian cyprinids – Iberian barbel, Luciobarbus bocagei, and northern straight-mouth nase, Pseudochondrostoma duriense – in a vertical slot fishway. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 417, 10.
- Zitek, A., S. Schmuth & M. Jungwirth 2008. Assessing the efficiency of connectivity measures with regard to the EU-Water Framework Directive in a Danube-tributary system. Hydrobiologia, 609: 139–161.

2018 MEMORIA					
ANEXO I.	Azud y esca	la de la C.H	. Iberdrola,	sistema de	detección y
	marcaje de				

Estudio de eficacia de los dispositivos de paso para peces de la C.H. Olaberri y C.H. Iberdrola en el río Leitzaran (cuenca del Oria). Año

AZUD, ESCALA, REBOSADERO Y CAUDALES DEL RÍO LEITZARAN (estación aforo del Leitzaran)



Figura 1. Azud de la C.H. Iberdrola, rebosadero y dispositivo de paso para peces (escala de artesas sucesivas) en margen izquierda. Q estación aforo = 0,920 m³/s



Figura 2. Azud de la C.H. Iberdrola, rebosadero y dispositivo de paso para peces (escala de artesas sucesivas) en margen izquierda. Q estación aforo = $0.920 \text{ m}^3/\text{s}$



Figura 3. Q estación aforo = $3,872 \text{ m}^3/\text{s}$ (29/11/18); caudal por escala y rebosadero inferior, canal derivando caudal.





Figura 4. Q estación aforo = 6,270 m³/s



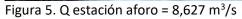




Figura 6. Q estación aforo = 9,030 m³/s



Figura 7. Q estación aforo = 12,231 m³/s



Figura 8. Q estación aforo = 12,325 m³/s



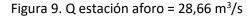




Figura 10. Q estación aforo = 50,966 m³/s

SISTEMA DE DETECCIÓN PASIVA



Figura 11. Vaciado e instalación de antenas de detección a la entrada y salida de la escala.



Figura 12. Instalación antena superior en la escala.



Figura 13. Antena superior escala y rebosadero.



Figura 14. CPU del sistema de detección (CIPAM) instalado junto a la escala y alimentación a 12 V.





Figura 15. Inserción de marca pit a reproductor de trucha: mesa de trabajo y detalle de trucha anestesiada para marcaje.



ANEXO 2. Salmones y truchas marcadas para seguimiento y evaluación de la esclusa de la C.H. Olaberri en el Leitzaran y en el río Oria

Sa	Salmones y reos marcados y liberados en el río Leitzaran y río Oria - 2018							
Código	Especie	Fecha	Código marca pit	Long (cm)	Peso (g)	Frecuencia radiomarca (MHz)	Sexo	
H2018ORI001	Salmón	16/05/2018	8000F10005F86C2F	81,0	5,16	142,433	М	
H2018ORI003	Salmón	30/05/2018	8000F10005F86C2E	80,5	5,82	142,483	М	
H2018ORI004	Salmón	01/06/2018	8000F10005F86C2D	79,0	5,32	142,382	Н	
H2018ORI005	Salmón	04/06/2018	8000F10005F86C2C	78,0	4,58	142,411	Н	
H2018ORI006	Salmón	08/06/2018	8000F10005F86C2B	77,5	5,1	142,372	Н	
T_ORI_01	trucha/reo	08/06/2018	8000F10005F86C2A	46,5	1,22			
H2018ORI007	Salmón	13/06/2018	8000F10005F86C28	79,5	4,68	142,352	М	
T_ORI_02	trucha/reo	13/06/2018	8000F10005F86C29	66,5	3,54			
H2018ORI008	Salmón	20/06/2018	8000F10005F86C27	77,5	4,5	142,362	М	
H2018ORI009	Salmón	25/06/2018	8000F10005F86C26	77,0	4,58	142,382	Н	
H2018ORI010	Salmón	25/06/2018	8000F10005F86C25	56,0	1,64		Н	
H2018ORI011	Salmón	29/06/2018	8000F10005F86C24	59,0	1,92		Х	
H2018ORI012	Salmón	29/06/2018	8000F10005F86C23	59,0	2,02		Х	
H2018ORI013	Salmón	02/07/2018	8000F10005F86C22	75,5	4,1	142,483	Н	
H2018ORI014	Salmón	02/07/2018	8000F10005F86C21	64,5	2,74	142,391	М	
H2018ORI015	Salmón	02/07/2018	8000F10005F86C20	56,0	1,54		М	
H2018ORI016	Salmón	06/07/2018	8000F10005F86C1F	57,5	1,88		Н	
H2018ORI017	Salmón	06/07/2018	8000F10005F86C1E	62,0	2,16	142,362	Н	
H2018ORI018	Salmón	06/07/2018	8000F10005F86C1D	63,0	2,56	142,213	Н	
H2018ORI019	Salmón	06/07/2018	8000F10005F86C1C	80,5	5	142,233	Н	
H2018ORI020	Salmón	06/07/2018	000000000A81010C	80,5	4,52	142,134	М	
H2018ORI021	Salmón	06/07/2018	000000000A81010B	54,0	1,58		Н	
H2018ORI022	Salmón	06/07/2018	000000000A81010A	58,5	1,94		М	
H2018ORI023	Salmón	06/07/2018	000000000A810109	78,0	4,44	142,292	М	
H2018ORI024	Salmón	06/07/2018	000000000A810106	57,0	1,84		М	
H2018ORI025	Salmón	13/07/2018	000000000A810107	57,5	1,44		Н	
H2018ORI026	Salmón	13/07/2018	000000000A810105	55,5	1,48		М	
T_ORI_03	trucha/reo	13/07/2018	000000000A810104	57,5	2,16		Н	
H2018ORI027	Salmón	20/07/2018	000000000A810103	56,5	1,94		Н	
H2018ORI028	Salmón	25/07/2018	000000000A810102	61,5	2,16		Н	
H2018ORI029	Salmón	25/07/2018	000000000A810101	61,0	1,98		Н	
H2018ORI030	Salmón	25/07/2018	000000000A810100	60,5	1,94		М	
H2018ORI031	Salmón	25/07/2018	000000000A8100FF	56,6	1,74		Н	
H2018ORI032	Salmón	03/08/2018	000000000A8100FE	62,0	2,4		Н	
H2018ORI033	Salmón	03/08/2018	000000000A8100FD	61,0	2,3		Н	
H2018ORI034	Salmón	03/08/2018	000000000A8100FC	67,0	2,74		М	
H2018ORI035	Salmón	17/08/2018	000000000A8100FB	59,0	1,6		Н	
H2018ORI036	Salmón	17/08/2018	000000000A8100FA	78,0	6,44		Н	
H2018ORI038	Salmón	22/08/2018	000000000A8100F9	54,0	1,3		М	
H2018ORI039	Salmón	21/09/2018	000000000A8100F8	58,5	1,72		М	
H2018ORI040	Salmón	19/10/2018	000000000A8100F7	59,0	1,84		Н	

Estudio de eficacia de los dispositivos de paso para peces de la C.H. Olaberri y C.H. Iberdrola en el río Leitzaran (cuenca del Oria). Año 2018 **MEMORIA**

H2018ORI041	Salmón	29/10/2018	071170F4C74B490D	63,0	1,76		М
H2018ORI042	Salmón	05/11/2018	071170F4C74B7E0E	55,0	1,28		Н
H2018ORI043	Salmón	09/11/2018	071170F4C74B8609	61,0	1,62		М
H2018ORI044	Salmón	26/11/2018	071170F4C74B4909	63,5	1,84	142,192	М
H2018ORI045	Salmón	28/11/2018	071170F4C74B440C	81,5	4,64	142,113	Н
H2018ORI046	Salmón	28/11/2018	071170F4C74B392E	61,0	1,46	142,253	М
H2018ORI047	Salmón	28/11/2018	071170F4C74B2B0C	74,5	3,26	142,153	Н

Tru	uchas marca	adas y liberad	las en el río Leitza	ıran - esclu	ısa C.H.O	laberri 2018
Nº	Código	Fecha	Código marca pit	Long (mm)	Peso (g)	Lugar captura
1	T_LA_01		071170F4C74B4E10	267	240,1	
2	T_LA_02		071170F4C74B290F	302	309,5	
3	T_LA_03		071170F4C74B8108	236	167,2	
4	T_LA_04		071170F4C74B2E0F	255	186,3	
5	T_LA_05		071170F4C74B590D	235	162,9	
6	T_LA_06		071170F4C74B3B0F	222	134,3	
7	T_LA_07		071170F4C74B2C0B	265	215,6	Arriba azud
8	T_LA_08		071170F4C74B870A	209	111,7	Arriba azud
9	T_LA_09		071170F4C74B490C	240	164,5	
10	T_LA_10		071170F4C74B5E09	251	144,2	
11	T_LA_11		071170F4C74B680C	210	119,7	
12	T_LA_12		071170F4C74B4F09	198	84,2	
13	T_LA_13		071170F4C74B5E0D	266	230,2	
14	T_LA_14		071170F4C74B6A0B	269	237,5	
15	T_LA_15		071170F4C74B500E	282	232,4	
16	T_LA_16		071170F4C74B3B09	282	268,4	
17	T_LA_17		071170F4C74B6B0F	272	234,1	
18	T_LA_18		071170F4C74B2510	228	154,1	
19	T_LA_19		071170F4C74B4010	249	194,3	
20	T_LA_20		071170F4C74B6709	228	152,5	
21	T_LA_21		071170F4C74B3A0F	213	113	
22	T_LA_22	25/10/2018	071170F4C74B3909	232	175,4	
23	T_LA_23		071170F4C74B360F	228	136,1	
24	T_LA_24		071170F4C74B680B	217	127,6	
25	T_LA_25		071170F4C74B4A10	249	165,6	
26	T_LA_26		071170F4C74B3D0E	248	200,1	
27	T_LA_27		071170F4C74B690E	266	220,5	
28	T_LA_28		071170F4C74B240B	214	133,6	
29	T_LA_29		071170F4C74B250F	281	242	Abajo azud
30	T_LA_30		071170F4C74B470C	276	254,2	
31	T_LA_31		071170F4C74B870B	237	167,8	
32	T_LA_32		071170F4C74B8409	256	204,5	
33	T_LA_33		071170F4C74B740B	256	203,2	
34	T_LA_34		071170F4C74B680D	249	175,6	
35	T_LA_35		071170F4C74B220C	278	252,8	
36	T_LA_36		071170F4C74B550B	229	136,3	
37	T_LA_37		071170F4C74B920D	212	108,3	
38	T_LA_38		071170F4C74B7B0E	250	180,2	
39	T_LA_39		071170F4C74B570C	233	170,1	
40	T_LA_40		071170F4C74B5310	207	103	
41	T_LA_41		071170F4C74B550C	264	212,8	
42	T_LA_42		071170F4C74B6909	247	171,7	
43	T_LA_43		071170F4C74B8909	236	151,2	

44	T_LA_44		071170F4C74B720D	232	157,6	
45	T_LA_45		071170F4C74B2710	304	309,6	
46	T_LA_46		071170F4C74B6809	241	174	
47	T_LA_47		071170F4C74B4409	205	111	
48	T_LA_48		071170F4C74B8C0D	272	257,6	
49	T_LA_49		071170F4C74B850D	258	228,9	
50	T_LA_50		071170F4C74B4A0E	282	244,9	
51	T_LA_51		071170F4C74B7709	265	228,6	
52	T_LA_52		071170F4C74B3310	270	218,7	
53	T_LA_53		071170F4C74B4B0D	226	133,7	
54	T_LA_54		071170F4C74B5F0E	247	156,8	
55	T_LA_55		071170F4C74B4A0F	243	194,8	
56	T_LA_56		071170F4C74B750E	287	256,7	
57	T_LA_57		071170F4C74B4E0B	270	224,5	
58	T_LA_58		071170F4C74B210F	278	263,6	
59	T_LA_59		071170F4C74B680E	257	209	
60	T_LA_60		071170F4C74B500D	279	306,3	
61	T_LA_61		071170F4C74B640C	277	264,2	
62	T_LA_62		071170F4C74B6E09	242	181,6	
63	T_LA_63	25/10/2018	071170F4C74B4310	237	164,1	Abajo azud
64	T_LA_64		071170F4C74B4B09	210	113,9	
65	T_LA_65		071170F4C74B4F10	217	113,7	
66	T_LA_66		071170F4C74B3E0D	309	325,1	
67	T_LA_67		071170F4C74B250B	270	228,9	
68	T_LA_68		071170F4C74B2F0C	228	166,3	
69	T_LA_69		071170F4C74B4A09	245	167,3	
70	T_LA_70		071170F4C74B430B	250	217,4	
71	T_LA_71		071170F4C74B760B	270	216,3	
72	T_LA_72		071170F4C74B8E0D	226	151,2	
73	T_LA_73		071170F4C74B8E0A	270	233,7	
74	T_LA_74		071170F4C74B6E0E	231	155,5	
75	T_LA_75		071170F4C74B8D0D	295	311,3	
76	T_LA_76		071170F4C74B870D	296	322,3	
77	T_LA_77		071170F4C74B6F0C	225	139,6	
78	T_LA_78		071170F4C74B460E	248	178,4	
79	T_LA_79		071170F4C74B8F0D	205	106,1	
80	T_LA_80		071170F4C74B910D	288	235,9	
81	T_LA_81		071170F4C74B8809	295	325,6	
82	T_LA_82		071170F4C74B860B	206	113,8	

2018 MEMORIA	
ANEXO 3. Truchas marcadas para seguimiento y evaluació	n de la
escala de la C.H. Iberdrola en el Leitzaran	

Truchas marcadas y liberadas en el río Leitzaran - escala C.H. Iberdrola 2018								
Nº	Código	Fecha	Código marca pit	Long (mm)	Peso (g)	Lugar captura		
1	T_IB_01		000000000A8100F6	299	320			
2	T_IB_02		000000000A8100F5	326	385			
3	T_IB_03		000000000A8100F4	231	138			
4	T_IB_04		000000000A8100F3	224	130			
5	T_IB_05		000000000A8100F2	206	110			
6	T_IB_06		000000000A8100F1	227	144	Arriba azud		
7	T_IB_07		000000000A8100F0	225	137			
8	T_IB_08		000000000A8100EF	211	110			
9	T_IB_09		000000000A8100EE	226	151			
10	T_IB_10		000000000A81012E	218	127			
11	T_IB_11		000000000A81012F	227	141			
12	T_IB_12		000000000A810130	327	426			
13	T_IB_13		000000000A810131	326	442			
14	T_IB_14		000000000A810132	266	225			
15	T_IB_15		000000000A810133	228	139			
16	T_IB_16	24/10/2018	000000000A810134	250	160			
17	T_IB_17		000000000A810135	252	184			
18	T_IB_18		000000000A810136	200	96			
19	T_IB_19		000000000A810137	206	96			
20	T_IB_20		000000000A810138	211	93			
21	T_IB_21		000000000A810139	350	510			
22	T_IB_22		000000000A81013A	232	145			
23	T_IB_23		000000000A81013B	208	112			
24	T_IB_24		000000000A81013C	232	143			
25	T_IB_25		000000000A81013D	253	197			
26	T_IB_26		000000000A81013E	205	107	Abajo azud		
27	T_IB_27		000000000A81013F	240	173			
28	T_IB_28		000000000A810140	233	145			
29	T_IB_29		000000000A810141	230	138			
30	T_IB_30		000000000A810142	415	742			
31	T_IB_31		000000000A810143	277	267			
32	T_IB_32		000000000A810144	308	366			
33	T_IB_33		000000000A810145	225	136			
34	T_IB_34		000000000A810146	280	271			
35	T_IB_35		000000000A810147	301	288			
36	T_IB_36		000000000A810148	242	157			
37	T_IB_37		000000000A810149	205	96			
38	T_IB_38		000000000A81014A	235	141			
39	T_IB_39		000000000A81014B	222	116			
40	T_IB_40		000000000A81014C	207	103			