



JORNADA “HACIA LA GESTIÓN INTEGRADA DE SEDIMENTOS DE EMBALSES”

VIGILANCIA AMBIENTAL DURANTE LOS TRABAJOS DE MODERNIZACIÓN DE LOS DESAGÜES DE FONDO DE LA PRESA DEL EUME

Rafael Armas

mail: rafael.armas@enel.com



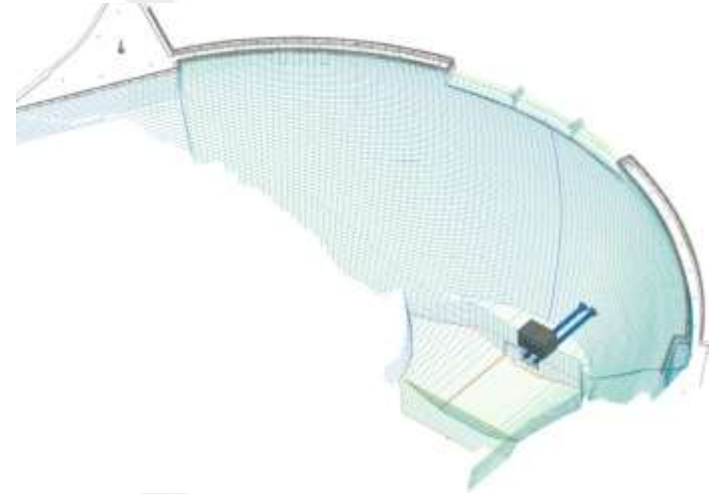
Lourdes Ortega

mail: l.ortega@pyg.es

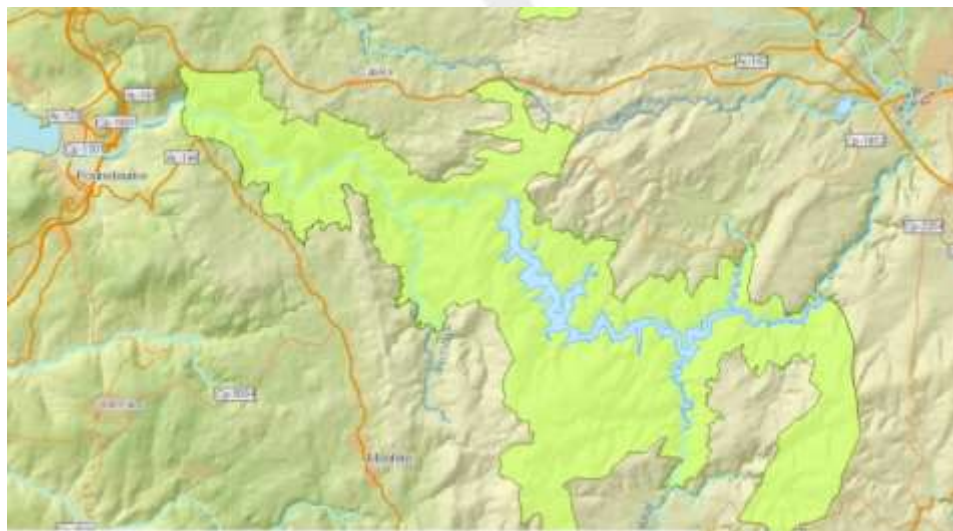


INDICE

1. Descripción del entorno. Ubicación
2. Trabajos previos
3. Actuaciones
 - Toma de muestras previa extracción sedimentos
 - Extracción sedimentos
 - Transporte y gestión
 - Batimetría de control
 - Pruebas desagües de fondo. Generalidades
 - Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal
 - Retirada de escudos y colocación de reja
 - Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación
 - Tras finalización fase de pruebas



DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO. UBICACIÓN

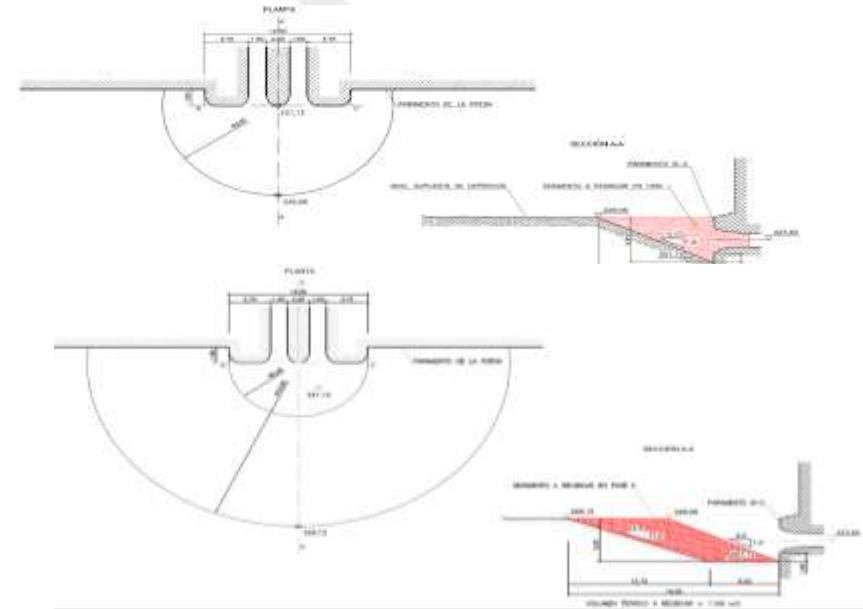


DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO. UBICACIÓN



TRABAJOS PREVIOS

Reubicación de 1.200 m³ de sedimento en el cuenco del embalse (Jul – 2010)



TRABAJOS PREVIOS

Fase I:

2012-2013

- Instalación de un “by-pass” en cada conducto de fondo para proporcionar el caudal ecológico.
- Instalaciones para el acceso de personal a la sala de válvulas
- Construcción de una nueva losa de hormigón armado sobre la sala de válvulas para proteger las nuevas válvulas, permitir el apoyo de cargas y servir de pase para el apoyo del pórtico de la grúa.
- Colocación de los escudos obturadores en las tomas de los desagües de fondo.
- Puesta en carga de los escudos obturadores.
- Demolición de la sala de válvulas.
- Montaje de estructuras auxiliares de protección ante vertido por aliviadero.
- Limpieza de los conductos del desagüe de fondo, consistente en la extracción y gestión de los sedimentos acumulados en su interior.
- Montaje de nuevas instalaciones: tuberías válvulas y elementos electromecánicos

TRABAJOS PREVIOS

2014. Redacción Proyecto “Modernización de los desagües de fondo de la presa del Eume” + EIA

2015. DIA del proyecto, con una serie de obligaciones, entre otras, recabar autorización de obra previo a su inicio

2016. Redacción de un Plan de Vigilancia y Seguimiento Ambiental de detalle

2017. Informe técnico de Viabilidad de las obras emitido por el Servicio Encargado

2018. Informe sobre bancos de mariscos

2018. Resolución de autorización de obra

Mayo 2019. Redacción de un PVSA recogiendo todas las apreciaciones de la Resolución

Julio 2019. Autorización inicio de las obras. Fase II



TRABAJO PREVIOS

Fase II:

2019-2020

- Extracción sedimentos de las inmediaciones de los desagües de fondo:
 - ✓ Dragado mediante **succión por bomba sumergida**, transporte y gestión de 1.200 m³ de sedimento frente a la embocadura de los desagües de fondo.
 - ✓ La totalidad del volumen extraído **debe ser depositado en contenedores o sistemas cerrados** para su oportuna gestión.
 - ✓ Condicionantes del **PVA** 2019
- Pruebas para la puesta en marcha de los desagües de fondo:
 1. Pruebas preliminares de funcionamiento de los desagües a bajo caudal
 2. Retirada de los escudos obturadores
 3. Colocación de rejillas de toma en los desagües de fondo
 4. Pruebas de funcionamiento de los desagües de fondo en condiciones normales de explotación.

TRABAJOS PREVIOS

2019

ACCIONES		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Envío de notificaciones						•							
Toma de muestras previa al inicio de la extracción y caracterización del sedimento							•						
Preparación de las actuaciones. Línea base ambiental								•					
Extracción sedimentos	Extracción sedimentos								Inicio				
	Transporte sedimentos												
Toma de muestras previa al inicio de la fase de pruebas y caracterización del sedimento										•			
Pruebas funcionamiento desagüe fondo													



Meses con la actuación prohibida por motivos ambientales



Meses sin restricciones ambientales

ACTUACIONES

Toma de muestras previo a la extracción de sedimentos



Junio 2019

ACTUACIONES

Toma de muestras previo a la extracción de sedimentos



Vertedero de residuos NO peligrosos

ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

Aspectos ambientales identificados a lo largo de los estudios ambientales, susceptibles de generar una posible situación crítica en las distintas fases del proyecto:

En el embalse:

- Altas concentraciones de materias en suspensión
- Bajas concentraciones de oxígeno
- Altas concentraciones de amonio
- Presencia de peces muertos

En el tramo fluvial y estuárico:

- Altas concentraciones de materias en suspensión en las aguas de salida del embalse
- Bajas concentraciones de oxígeno en las aguas de salida del embalse
- Altas concentraciones de amonio en las aguas de salida del embalse
- Presencia de peces muertos en algún tramo

ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

ESTACIONES DE MEDIDA DURANTE LA EXTRACCIÓN DEL SEDIMENTO

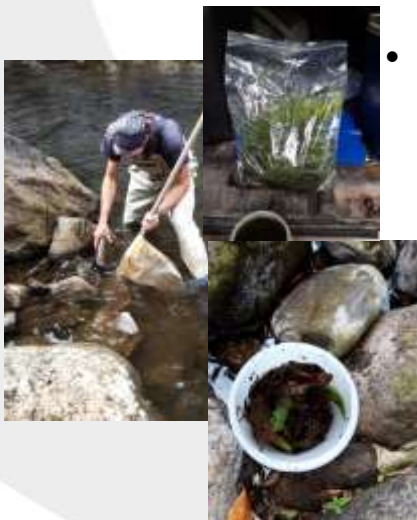
Estaciones	Descripción
Estación A	Embalse de Eume: zona de presa, a unos 150 m del paramento aguas arriba.
Estación B	Río Eume: Aguas abajo de la presa del Eume.
Estación C	Río Eume: Aguas arriba del barranco de Ventureira



ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

**LÍNEA BASE: PREVIO A LA
EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS
(Dos días antes)**



- **ESTACIONES B y C**

- CORRESPONDENCIA ENTRE TURBIDEZ POR Sonda Y CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN
- MUESTRAS TERRATEST®
- MUESTRAS PUNTUALES DE AGUA
- MUESTRAS DE BENTOS

**A LA FINALIZACIÓN DE LA
EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS
(15 días después)**



ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

DURANTE LA EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS

• ESTACION A, B y C (A DIARIO)

- PERFILES FISICO-QUIMICOS: T^a, TURBIDEZ, CONDUCTIVIDAD, PH Y OXIGENO DISUELTO
- TURBIDEZ POR DISCO DE SECCHI
- MUESTRAS PUNTUALES DE AGUA



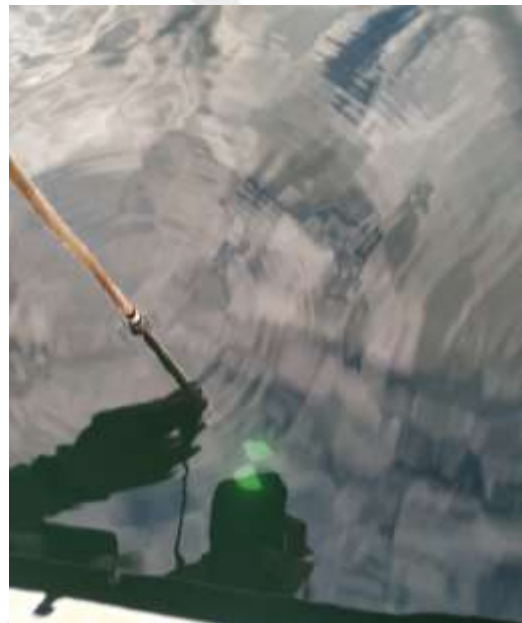
• ESTACIONES B y C

- REGISTRO CONTINUO TURBIDEZ, EN ESTACIÓN B
- MEDIDAS DIARIAS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS
- ANALISIS TERRATEST ® SEMANALMENTE
- MUESTRAS PUNTUALES DE AGUA
- MUESTRAS DE BENTOS SEMANALMENTE

ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

Agosto 2019



ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



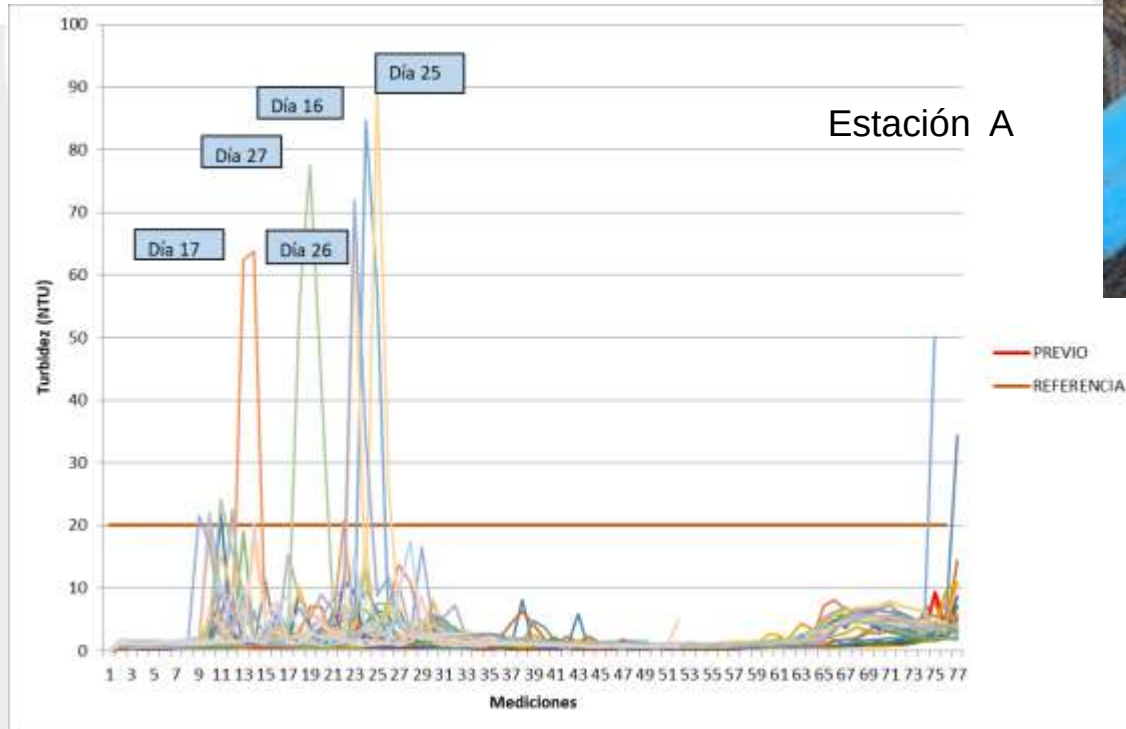
ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



ACTUACIONES

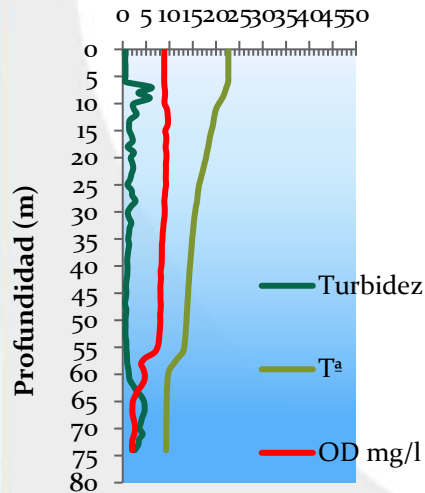
Extracción de sedimentos



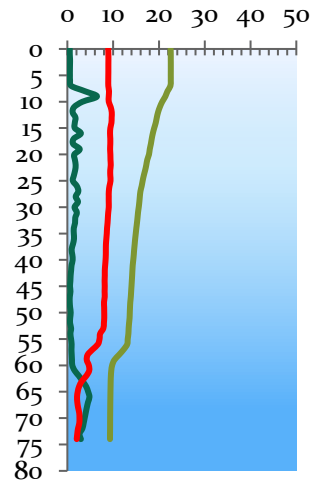
ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

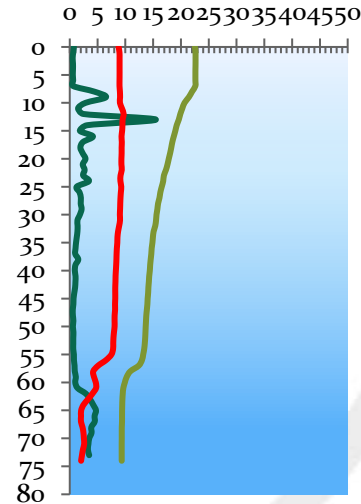
Turbidez A D25 P1



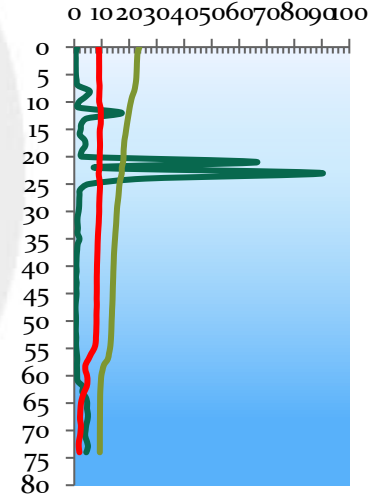
Turbidez A D25 P2



Turbidez A D25 P3

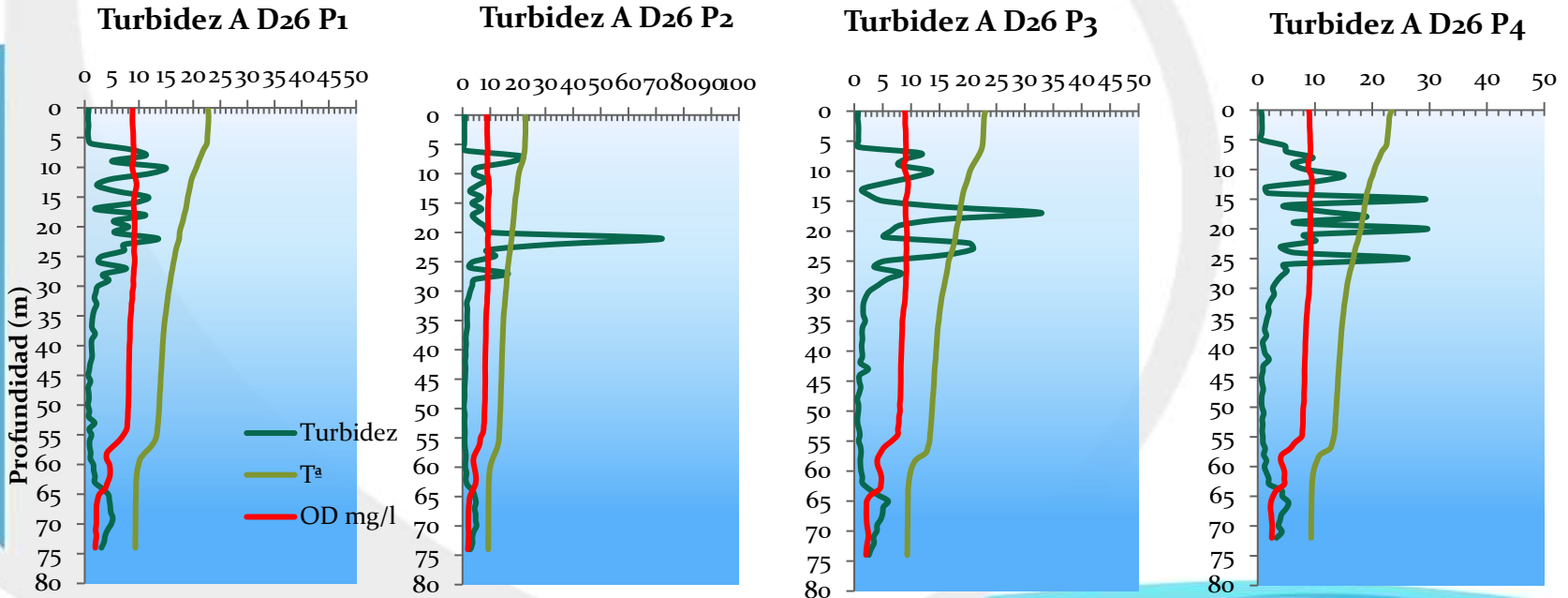


Turbidez A D25 P4



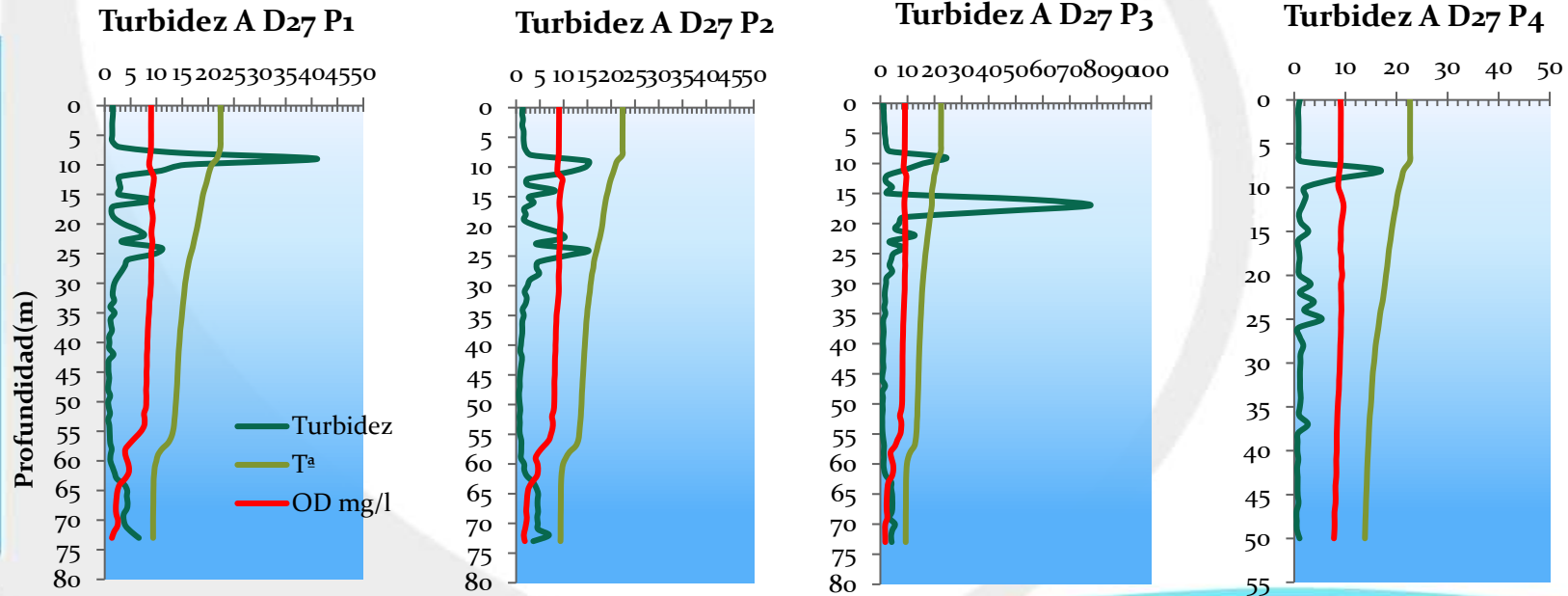
ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



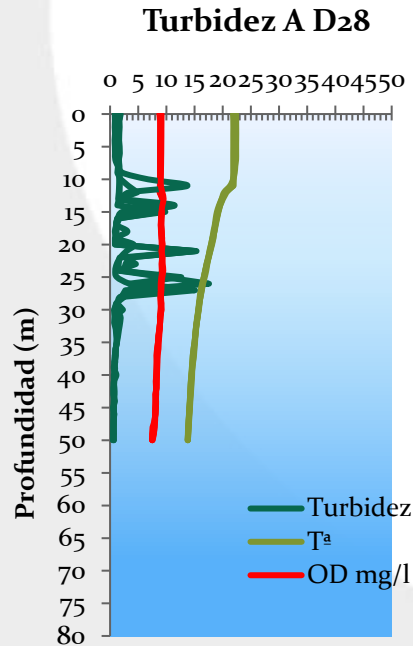
ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

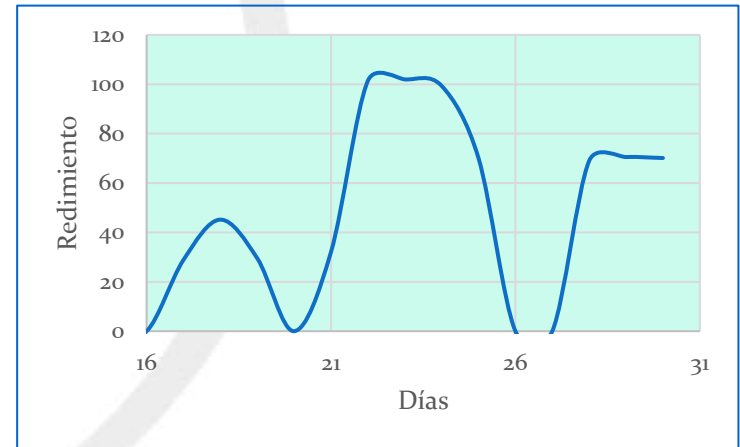


Tubo rígido para disminuir la presión en la manguera



Soluciones

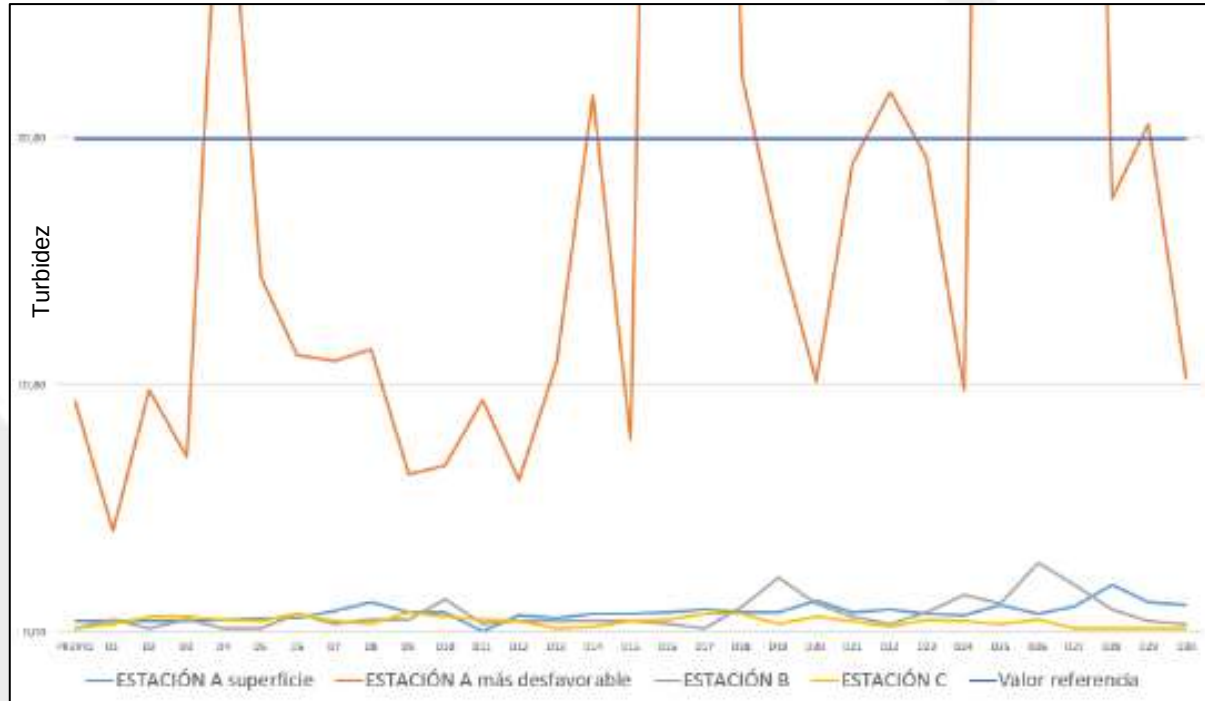
Acompasar los ritmos y rendimientos de extracción a las mediciones reales



Rendimiento de entrada a vertedero del día 16 al 30 de actuación

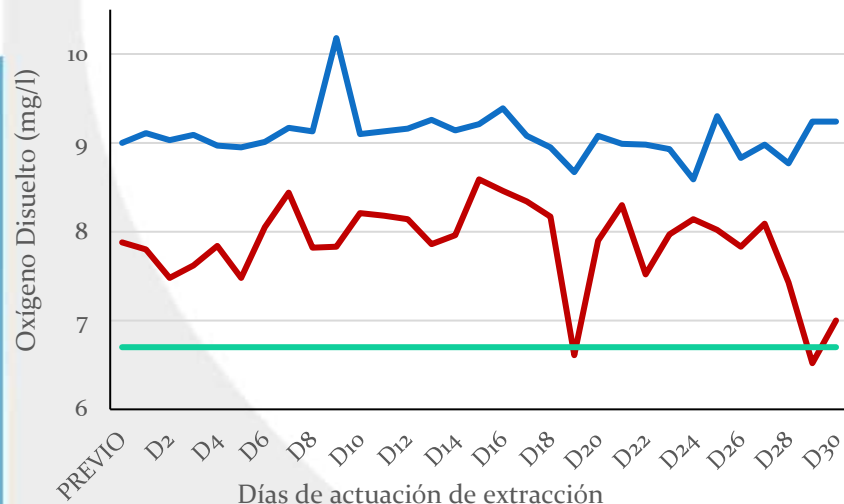
ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

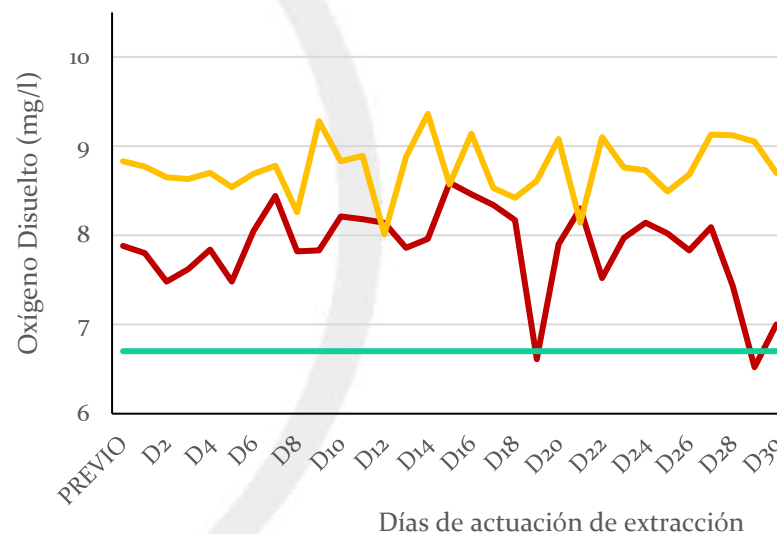


ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



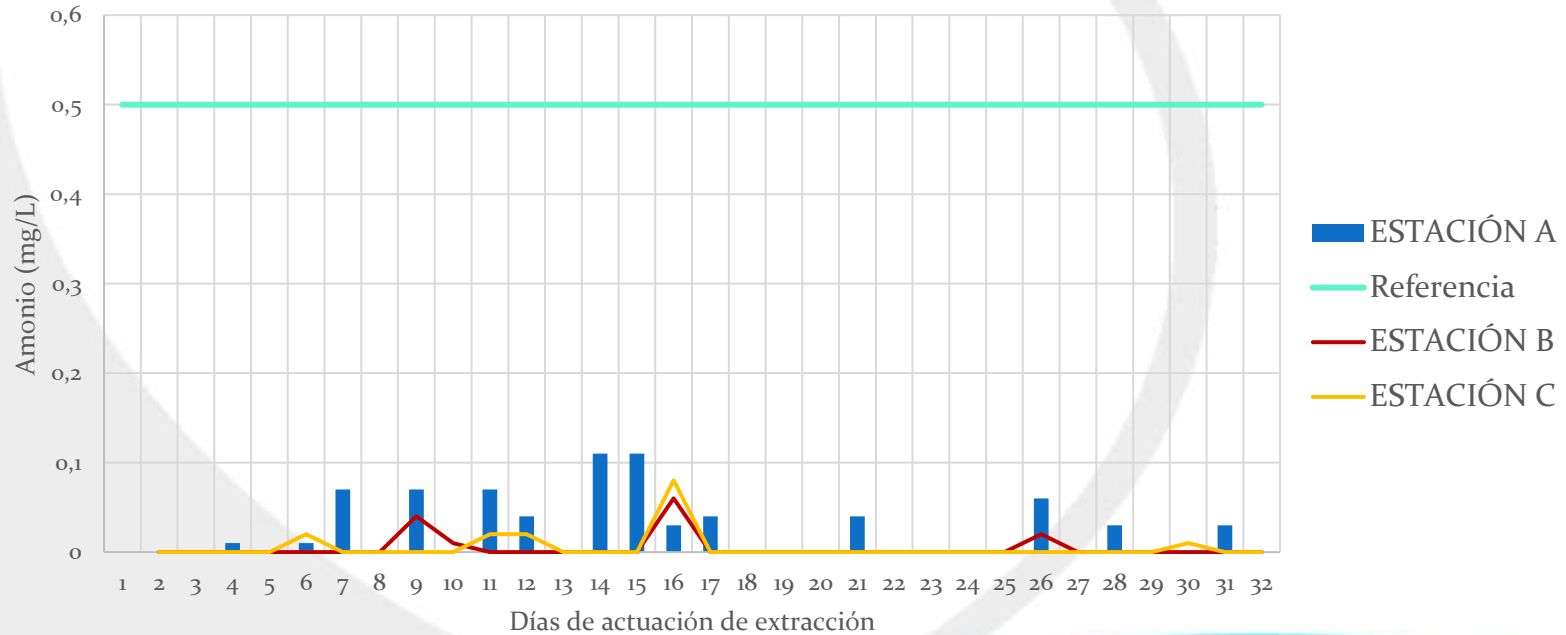
— ESTACIÓN A superficie
 — ESTACIÓN B
 — Valor referencia



— ESTACIÓN B
 — ESTACIÓN C
 — Valor referencia

ACTUACIONES

Extracción de sedimentos



ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

CONCLUSIONES

1. Conocer muy bien las características físico-químicas de nuestros sedimentos antes de cualquier acción
2. Conocer muy bien las variables susceptibles de verse afectadas en el medio físico
3. Los picos de turbidez generados en el embalse durante la extracción remiten rápidamente con el cese de la actividad
4. Un buen control en continuo de estos picos impide que los problemas se trasladen a los ríos aguas abajo de forma no controlada
5. Con la remoción de los sedimentos se pueden movilizar otros elementos (amonio, ...), debiendo vigilarse estas variables

ACTUACIONES

Extracción de sedimentos

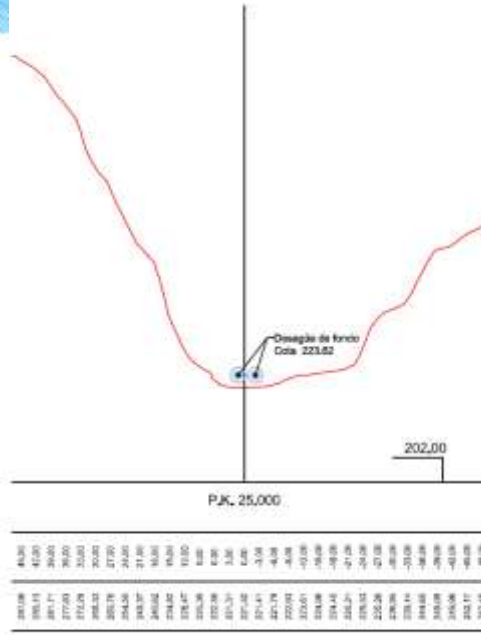
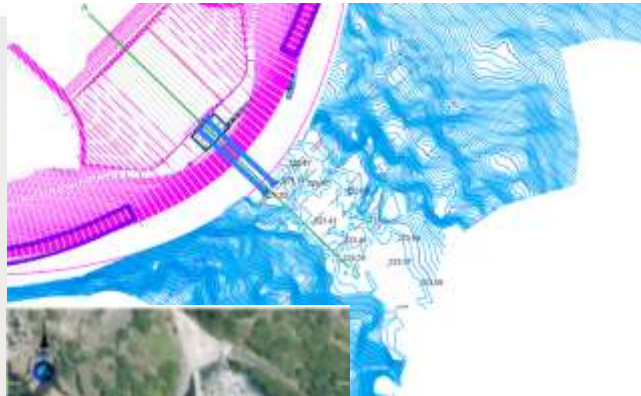
CONCLUSIONES

1. Conocer muy bien las características físico-químicas de nuestros sedimentos antes de cualquier acción
2. Conocer muy bien las variables susceptibles de verse afectadas en el medio físico
3. Los picos de turbidez generados en el embalse durante la extracción remiten rápidamente con el cese de la actividad
4. Un buen control en continuo de estos picos impide que los problemas se trasladen a los ríos aguas abajo de forma no controlada
5. Con la remoción de los sedimentos se pueden movilizar otros elementos (amonio, ...), debiendo vigilarse estas variables

**ES POSIBLE UNA EXTRACCIÓN
FIABLE Y SEGURA**

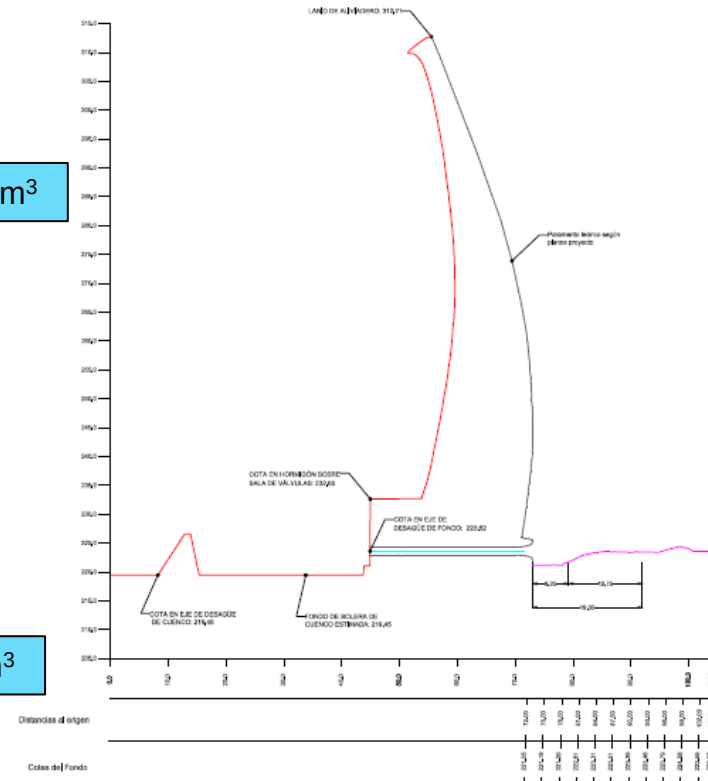
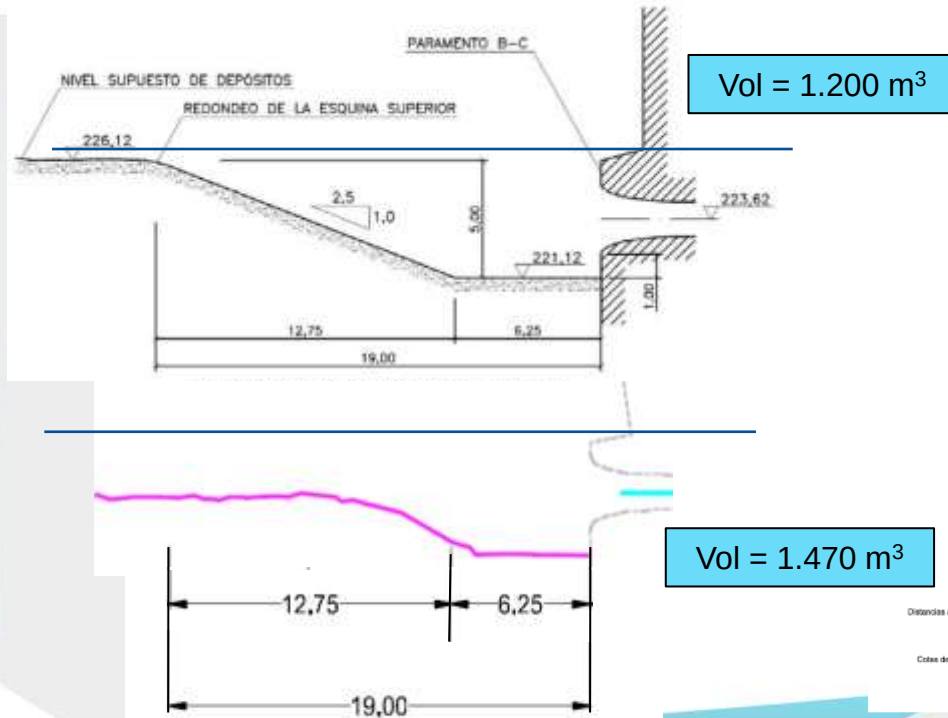
ACTUACIONES

Ejecución batimetría de control



ACTUACIONES

Ejecución batimetría de control



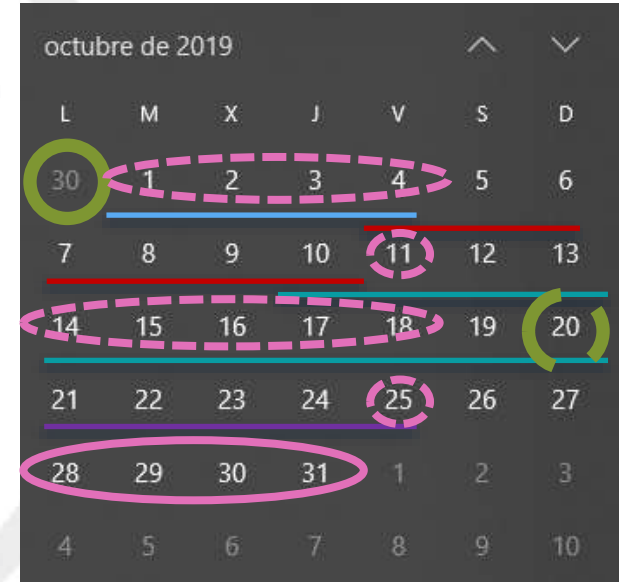
ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo

1. Pruebas de funcionamiento preliminar con bajos caudales, hasta $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$
2. Retirada de escudos
3. Colocación de la reja en las tomas
4. Pruebas en condiciones normales de explotación, con caudales hasta $51,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (cota 306,9 m.s.n.m.)



Octubre 2019

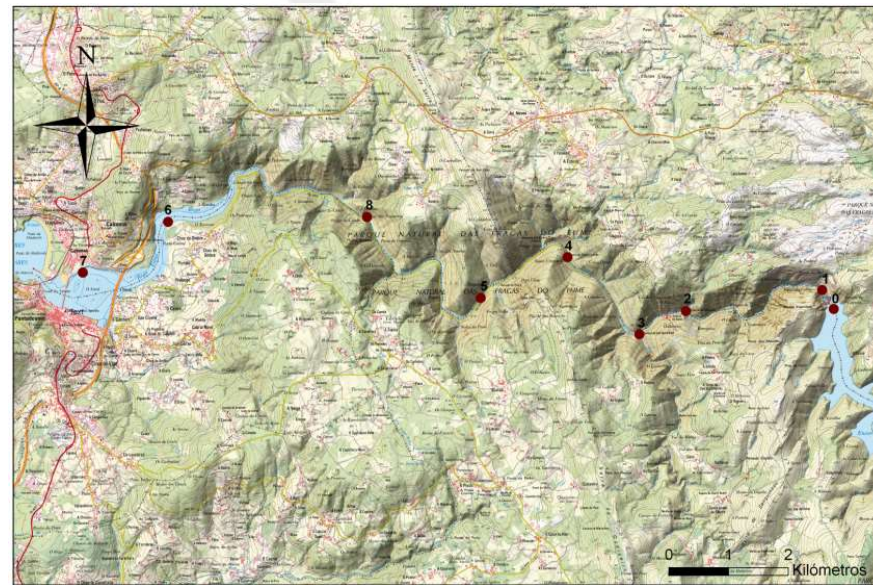


ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo

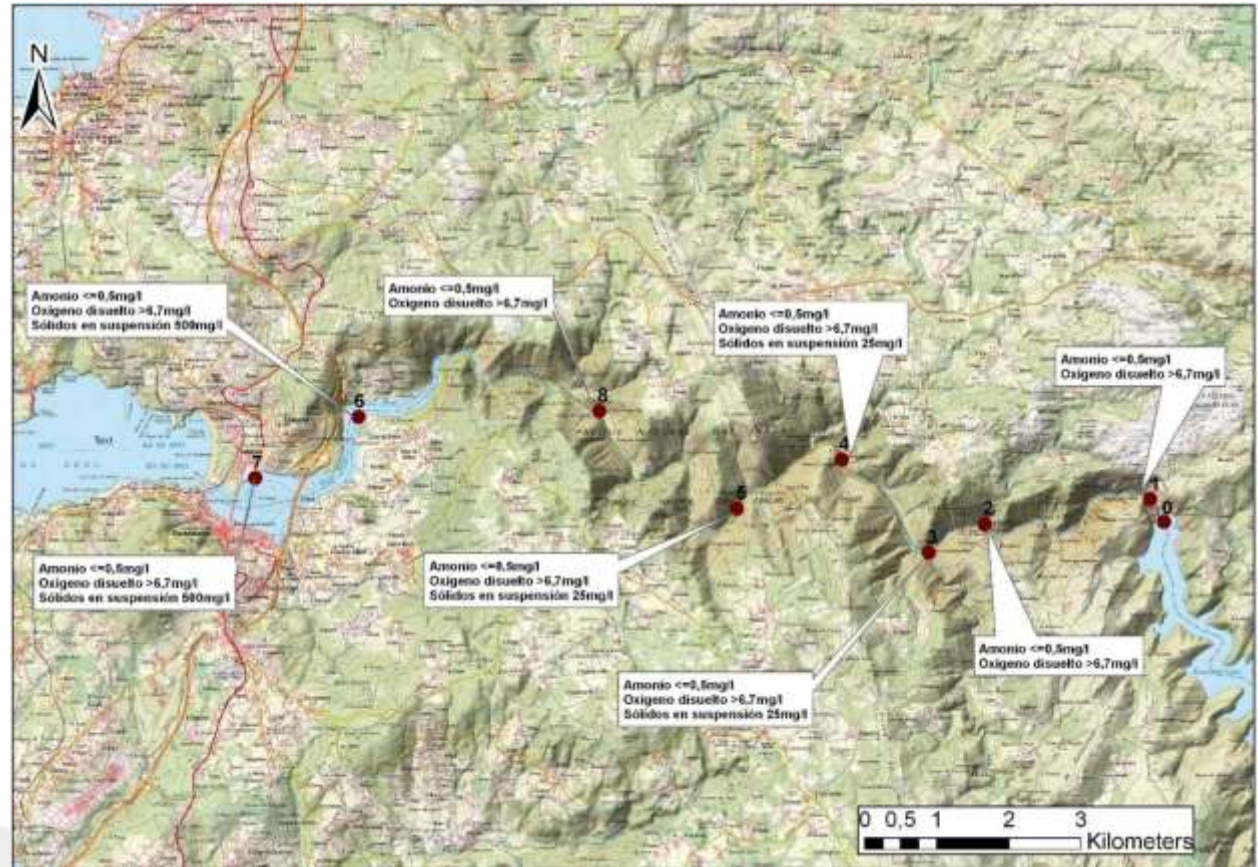
Estaciones	Descripción
Estación 0	Embalse de Eume: zona de presa, a unos 150 m del paramento aguas arriba
Estación 1	Río Eume: aguas abajo de la presa de Eume (en el punto más cercano posible)
Estación 2	Río Eume: aguas arriba del Barranco de Ventureira
Estación 3	Río Eume: 500-700 metros aguas abajo de la central hidroeléctrica del Eume
Estación 4	Río Eume: Monasterio de Caaveiro (Zona representativa de las condiciones de mezcla homogénea de las aguas turbinadas con las procedentes de la presa.
Estación 5	Río Eume: en el Coto de Ombre
Estación 6	Ría de Ares: entorno de Traseiras
Estación 7	Ría de Ares: Pontedeume
Estación 8	Estación de abastecimiento Pontedeume y Cabanas

ESTACIONES DE MEDIDA DURANTE LAS PRUEBAS DEL DESAGÜE DE FONDO



ACTUACIONES

Pruebas
desagües de
fondo



ACTUACIONES

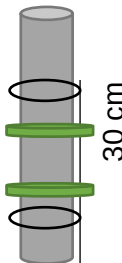
Pruebas desagües de fondo

PARÁMETROS DE CONTROL

- SALINIDAD
- SOLIDOS SUSPENDIDOS



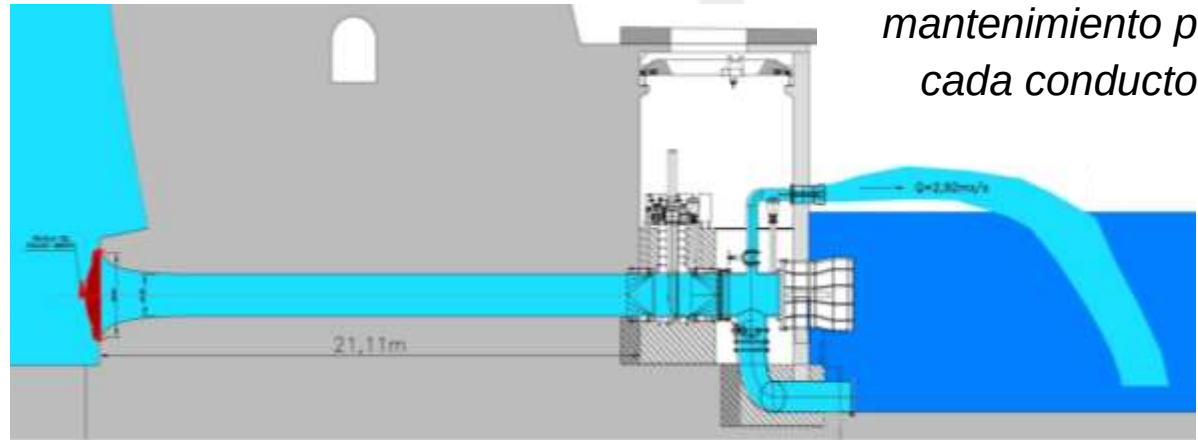
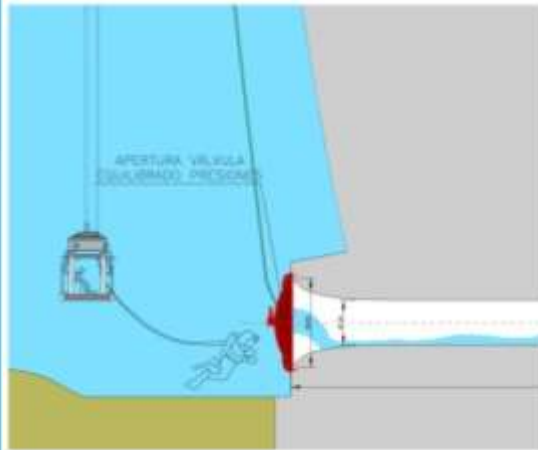
D= 3 cm



ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal

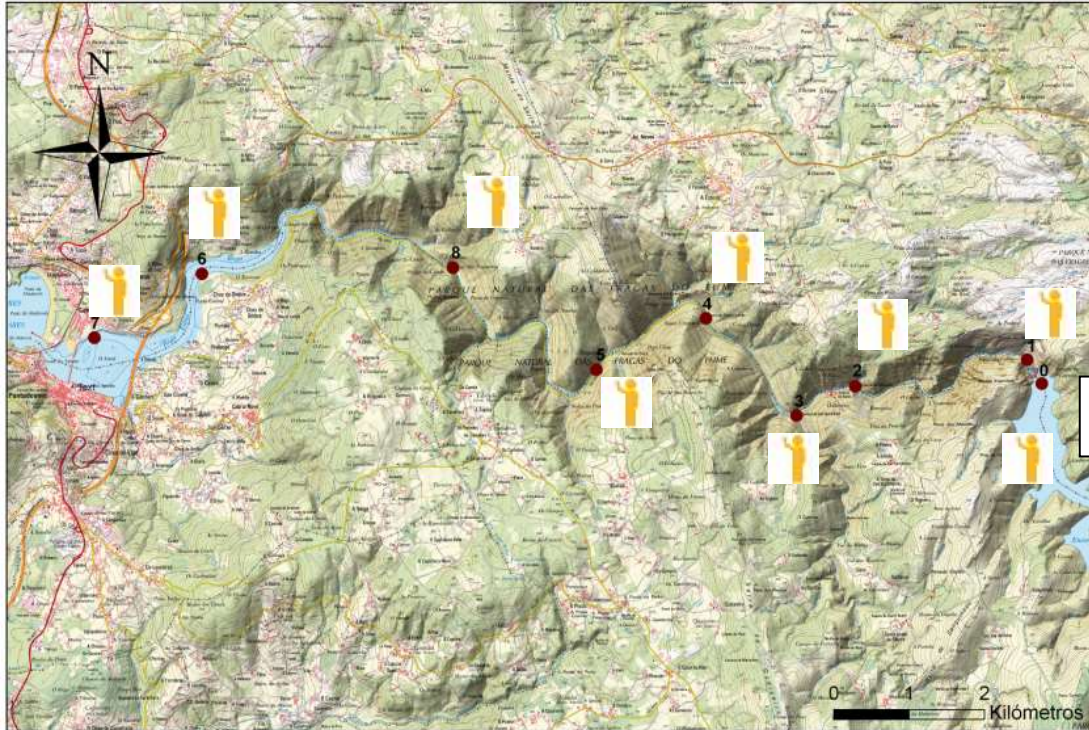
PRUEBAS A BAJO CAUDAL



*Caudal regulado de
mantenimiento por
cada conducto*

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal



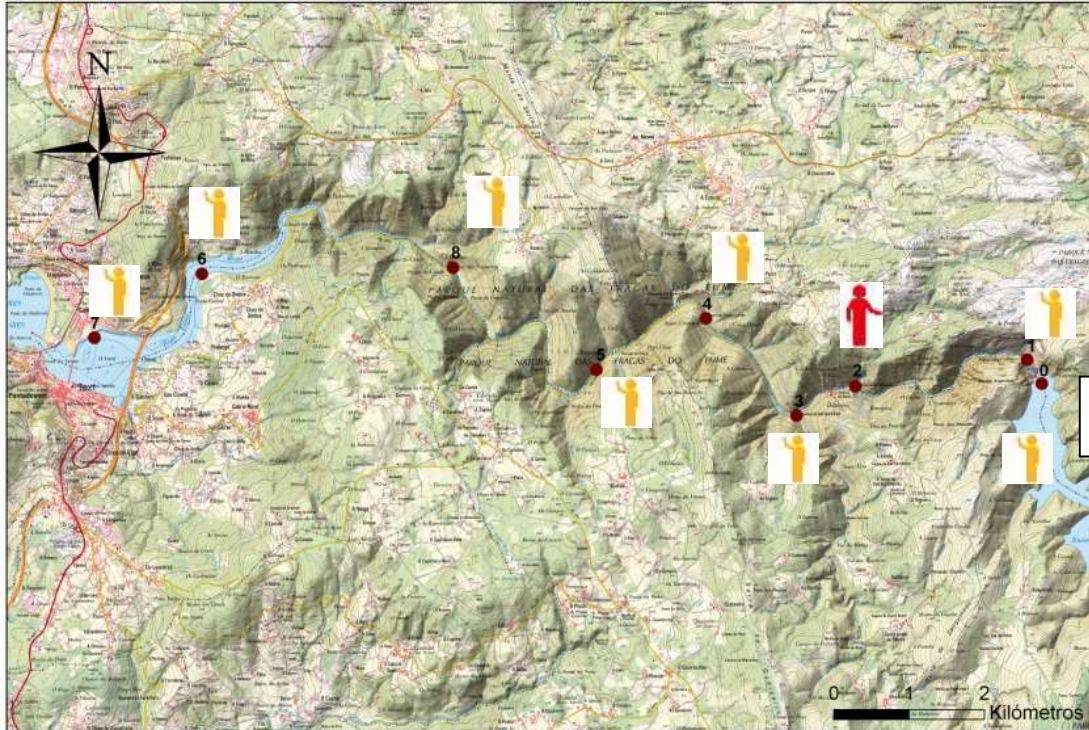
Prueba Preliminar	Tiempo de maniobra (minutos)	Tiempo de estabilización (minutos)
0,3 m³/s	5	5
0,7 m³/s	5	5
1,4 m³/s	5	5
2,1 m³/s	5	5
2,8 m³/s	5	5
	25	25

Mediciones en continuo

Duración total prevista:
50 minutos
X 2 conductos

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal



Prueba Preliminar	Tiempo de maniobra (minutos)	Tiempo de estabilización (minutos)
0,3 m³/s	5	5
0,7 m³/s	5	5
1,4 m³/s	5	5
2,1 m³/s	5	5
2,8 m³/s	5	5
	25	25



Mediciones en continuo

Duración total prevista:

...???...

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal

	ESTACIONES DE CONTROL	SITUACIÓN CRÍTICA	ACTUACIÓN	OBSERVACIONES
CRITICIDAD POR ALTAS CONCENTRACIONES DE MATERIAS EN SUSPENSIÓN	3 a 5 (tramo fluvial)	5 lecturas consecutivas, separadas 10 minutos, si la concentración de sólidos en suspensión se encuentra dentro del intervalo $25 < [x] \leq 60$ mg/l o cuando en 2 lecturas consecutivas separadas 10 minutos sea superado el valor de 60 mg/l	Se tomarán las medidas oportunas para corregir el exceso de carga de sólidos (aumento del caudal de dilución desde la C.H. Eume, reducción del caudal saliente de la presa o la paralización de las pruebas y retirada de mayor volumen de sedimento)	Las materias en suspensión se medirán a partir de la turbidez, previo establecimiento de la correspondiente regresión lineal con muestras de sedimento del propio embalse
	6 a 7 (tramo estuárico)	5 lecturas consecutivas separadas en 10 minutos se supere el umbral de referencia (500 mg/l)		
	Estación CAVE (red de Calidade Vertidos, Augas de Galicia) Estación 8	Detección de cambios en la calidad del agua. Si se supera el valor de 20 NTU durante un período de tiempo que supere la reserva del depósito intermedio, estimado en unas 6 horas (verano) y 12 horas en el resto del año.	Se tomarán las medidas oportunas y se dará traslado inmediatamente al Ayuntamiento de Pontedeume y a Viaqua	Riesgo para el abastecimiento de Pontedeume

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal

	ESTACIONES DE CONTROL	SITUACIÓN CRÍTICA	ACTUACIÓN	OBSERVACIONES
CRITICIDAD POR BAJAS CONCENTRACIONES DE OXÍGENO DISUELTO	3 a 5 (tramo fluvial)	5 lecturas consecutivas separadas 10 minutos los valores se encuentren dentro del intervalo $5 < [x] \leq 6,7 \text{ mg/l}$ o cuando en 2 lecturas consecutivas separadas en 10 minutos el valor sea $\leq 5 \text{ mg/l}$	En caso de detectarse un valor de concentración de oxígeno por debajo del umbral de referencia se tomarán medidas para corregir la deficiencia (aumento del caudal de dilución o reducción del agua desaguada, durante las pruebas de desagüe).	Las medidas de oxígeno disuelto se realizarán <i>in situ</i> mediante una sonda multiparamétrica
	6 a 7 (tramo estuárico)	5 lecturas consecutivas separadas en 10 minutos se baje de 6 mg/l		

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal

	ESTACIONES DE CONTROL	SITUACIÓN CRÍTICA	ACTUACIÓN	OBSERVACIONES
CRITICIDAD POR ALTAS CONCENTRACIONES DE AMONIO	3 a 5 (tramo fluvial)	5 medidas consecutivas separadas 10 minutos, los valores se encuentren dentro del intervalo $> 0.5 < [x] \leq 1$ mg/l o cuando en 2 lecturas consecutivas separadas en 10 minutos el valor de amonio sea > 1 mg/l	En caso de detectarse un valor de concentración de amonio por encima del umbral de referencia se tomarán medidas para corregir el incremento (aumento del caudal de dilución o reducción del agua desaguada durante las pruebas de desagüe).	Las medidas de concentración de amonio se realizarán in situ con un kit colorimétrico.
	6 a 7 (tramo estuárico)	5 lecturas consecutivas separadas en 10 minutos se supere el umbral ≥ 0.5 mg/l		

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal

	ESTACIONES DE CONTROL	SITUACIÓN CRÍTICA	ACTUACIÓN	OBSERVACIONES
CRITICIDAD POR MORTANDAD DE PECES	Todas las estaciones	Observación visual de peces muertos en las riberas aguas abajo del embalse y/o en el propio embalse	1º) Paralizar las pruebas hasta localizar la causa de la mortalidad y de ser el caso, hasta que se restablezcan las condiciones que garanticen la vida piscícola 2º) Dar aviso a las autoridades competentes y se procederá según sus instrucciones	
		Ejemplares de fauna piscícola atrapados por la variación del caudal del río	Realización de su rescate previa comunicación y en cumplimiento de las instrucciones de la autoridad competente.	

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal

Conducto 1

Conducto 2

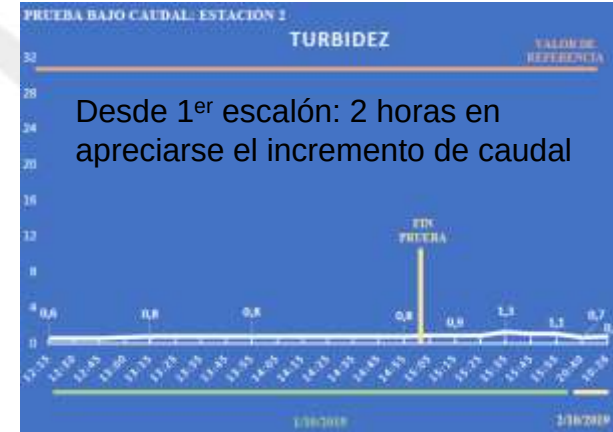


Maniobras
14:05-15:02 h

20:40 h

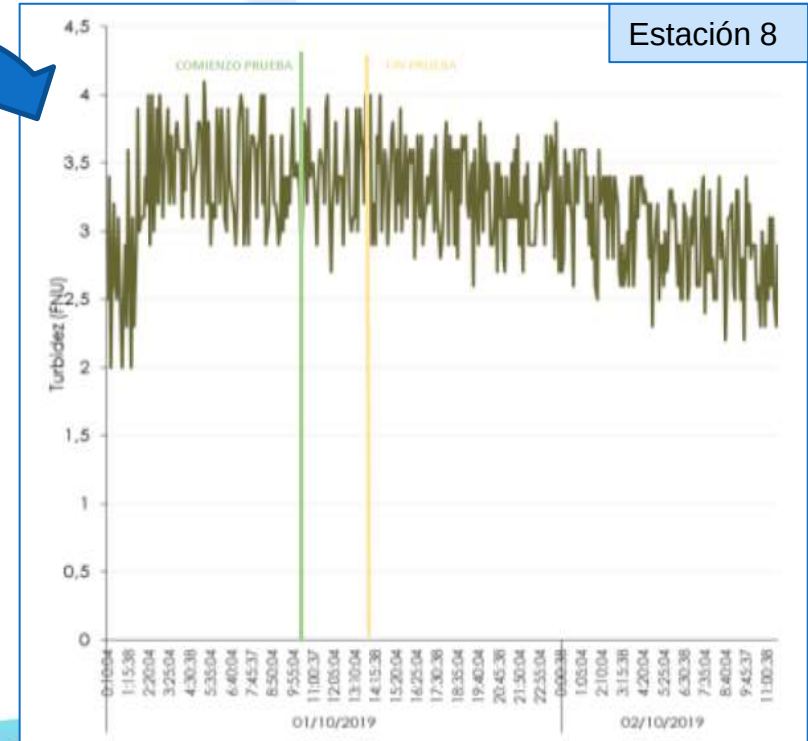
ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal



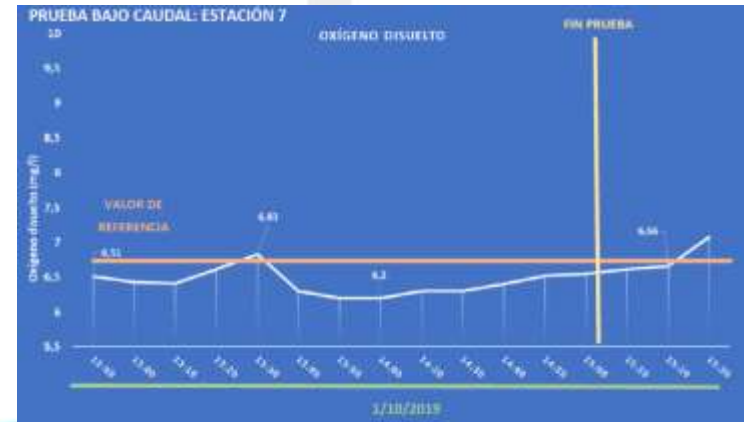
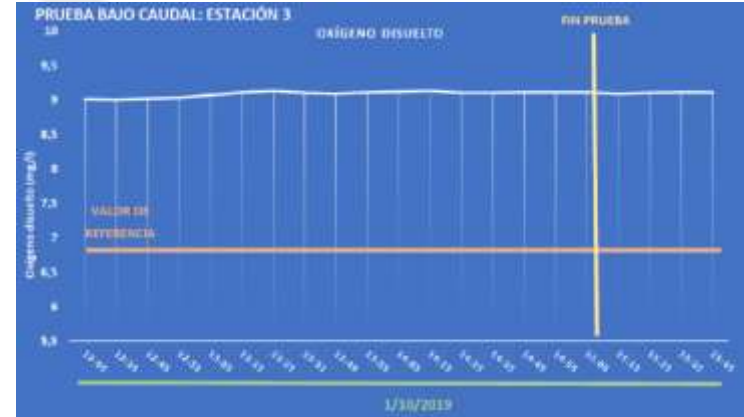
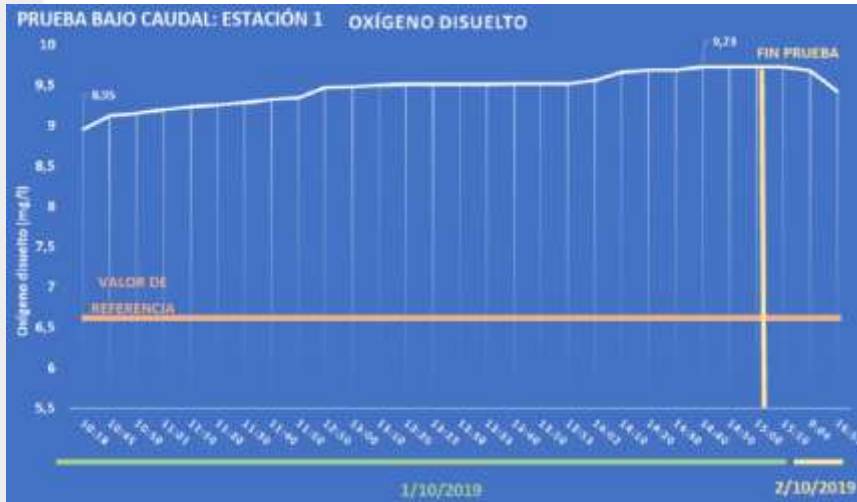
ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal



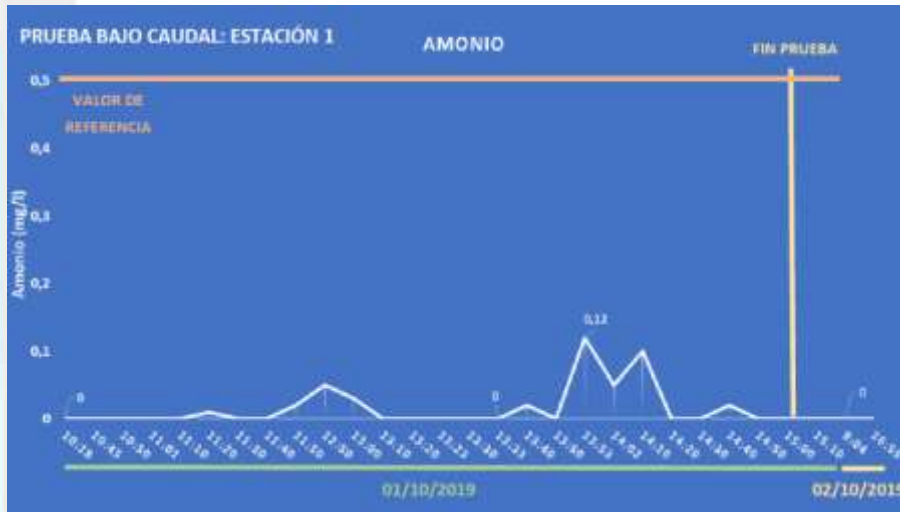
ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal



ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal



- pH: Estable
- Conductividad eléctrica: Estable
- Temperatura: Disminución de 2°C en Estación 1. Resto estable
- Fauna: Estable

ACTUACIONES

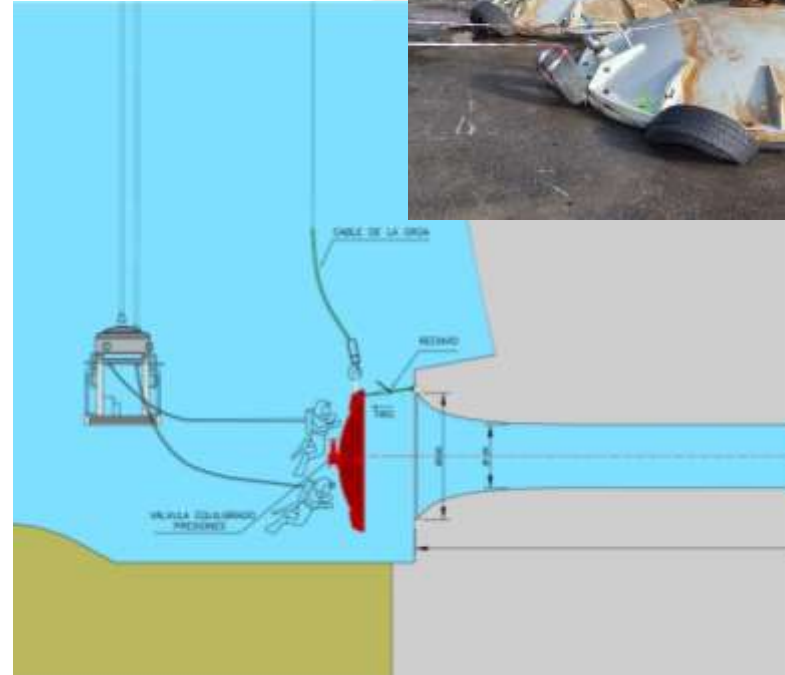
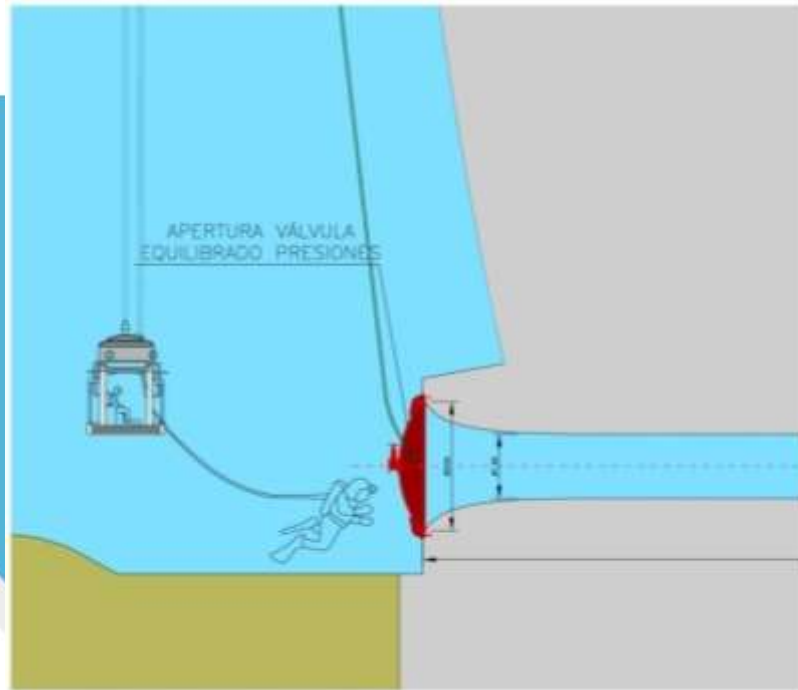
Pruebas desagües de fondo. Bajo caudal

CONCLUSIONES

1. Las pruebas a bajo caudal aportan conocimiento a la respuesta hidráulica del tramo del río aguas abajo
2. En ningún momento se ha producido una alteración de los parámetros fisicoquímicos y biológicos controlados, por lo que no ha sido necesario aplicar las directrices de criticidad
3. Comportamiento esperable: mayor caudal {
movilización de sedimentos
incrementos oxigenación agua
puesta a disposición elementos
4. Las variaciones en la estación 1, única en la que se han detectado variaciones, hace extremar las precauciones y controles para las pruebas a máximo caudal

ACTUACIONES

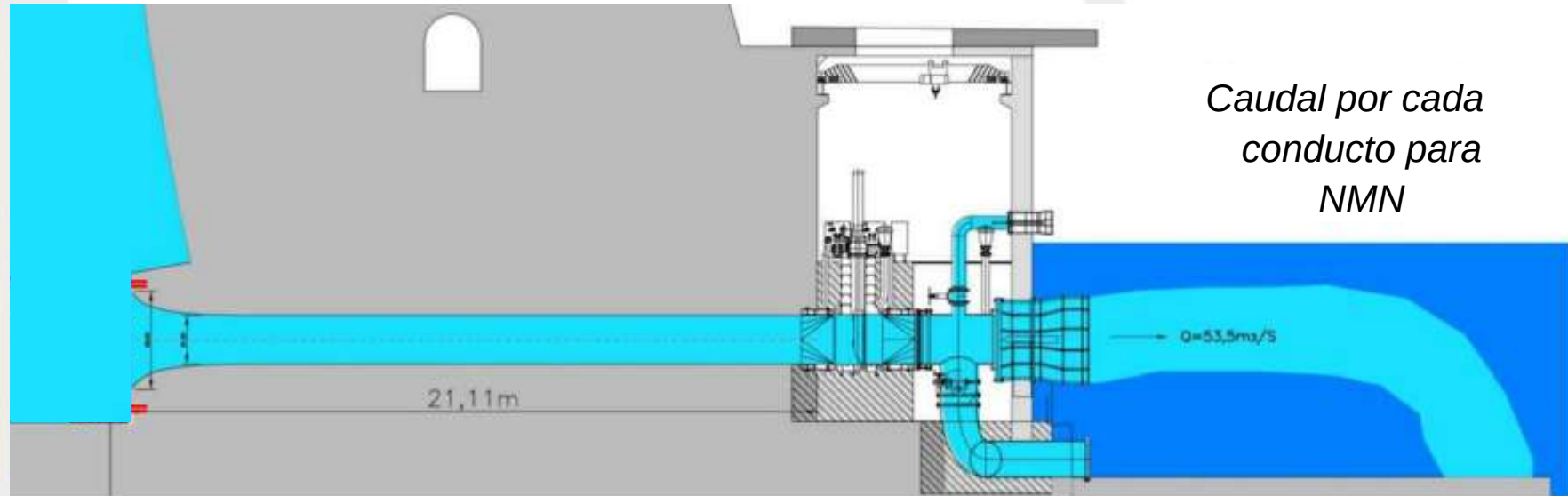
Retirada de los escudos y colocación de reja



ACTUACIONES

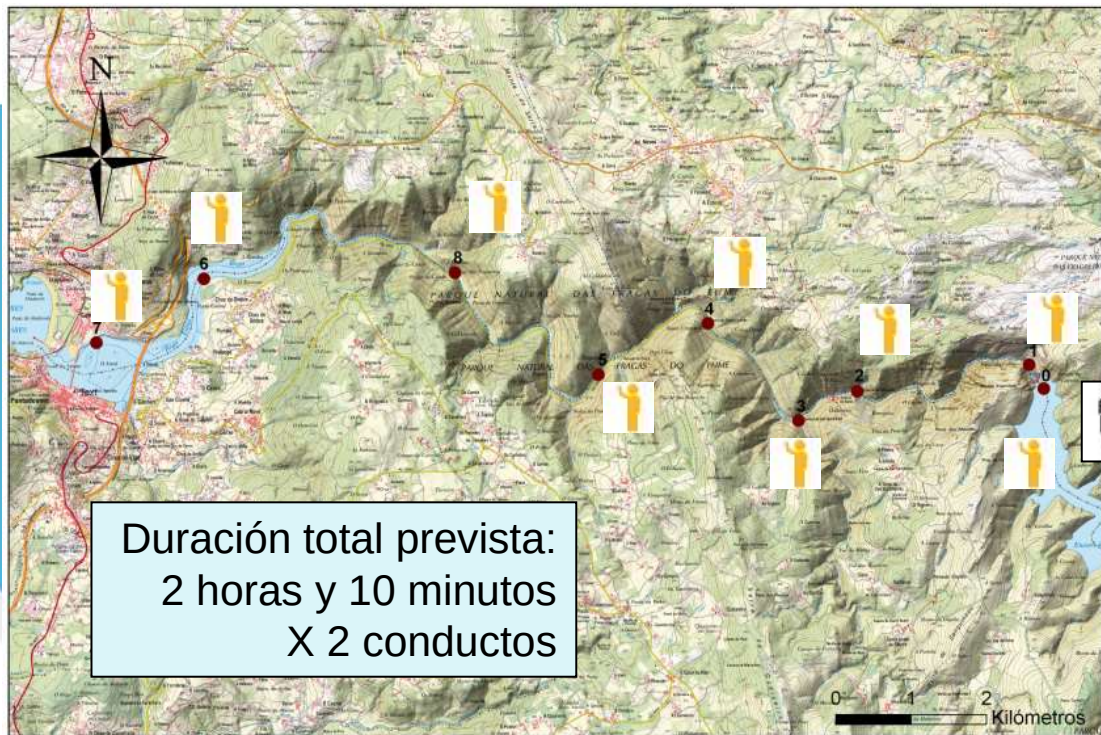
Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

PRUEBAS EN CONDICIONES NORMALES DE EXPLOTACIÓN



ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

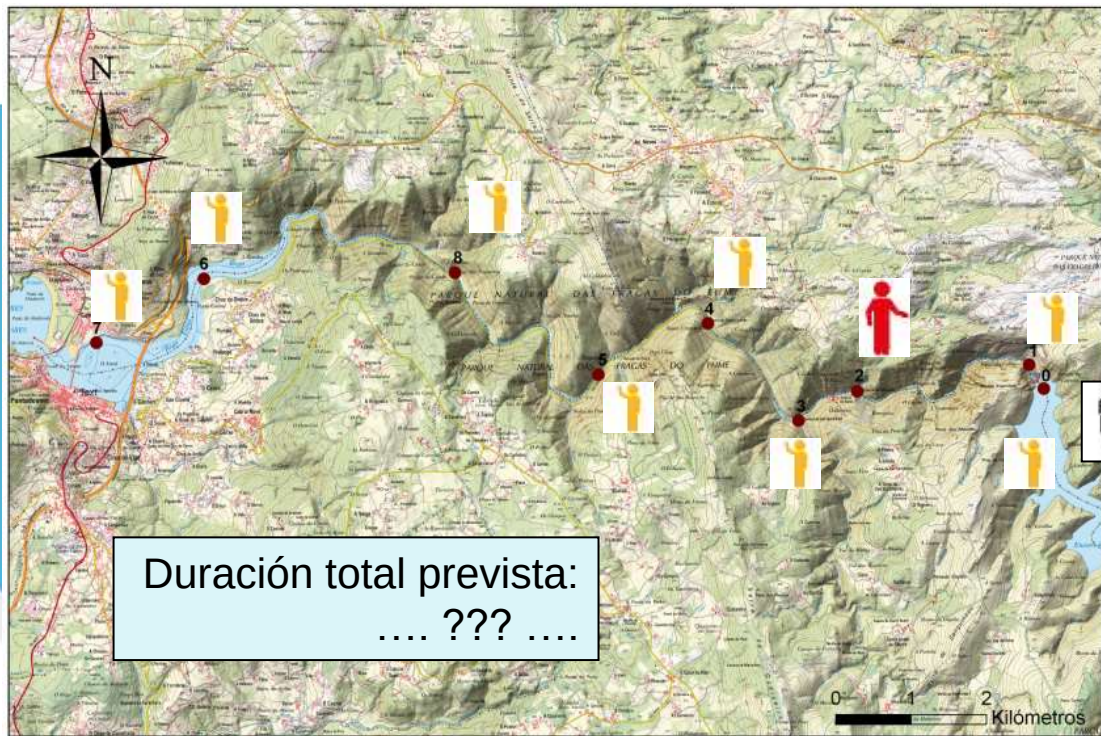


Prueba condiciones normales explotación	Tiempo de maniobra (minutos)	Tiempo de estabiliz. (minutos)
2,8 m ³ /s	15	5
5,2 m ³ /s	15	10
13 m ³ /s	15	15
26 m ³ /s	10	20
39 m ³ /s	10	25
51,6 m ³ /s	10	30

Mediciones en continuo

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación



Prueba condiciones normales explotación	Tiempo de maniobra (minutos)	Tiempo de estabiliz. (minutos)
2,8 m ³ /s	15	5
5,2 m ³ /s	15	10
13 m ³ /s	15	15
26 m ³ /s	10	20
39 m ³ /s	10	25
51,6 m ³ /s	10	30

Mediciones en continuo

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación **Conducto 1**

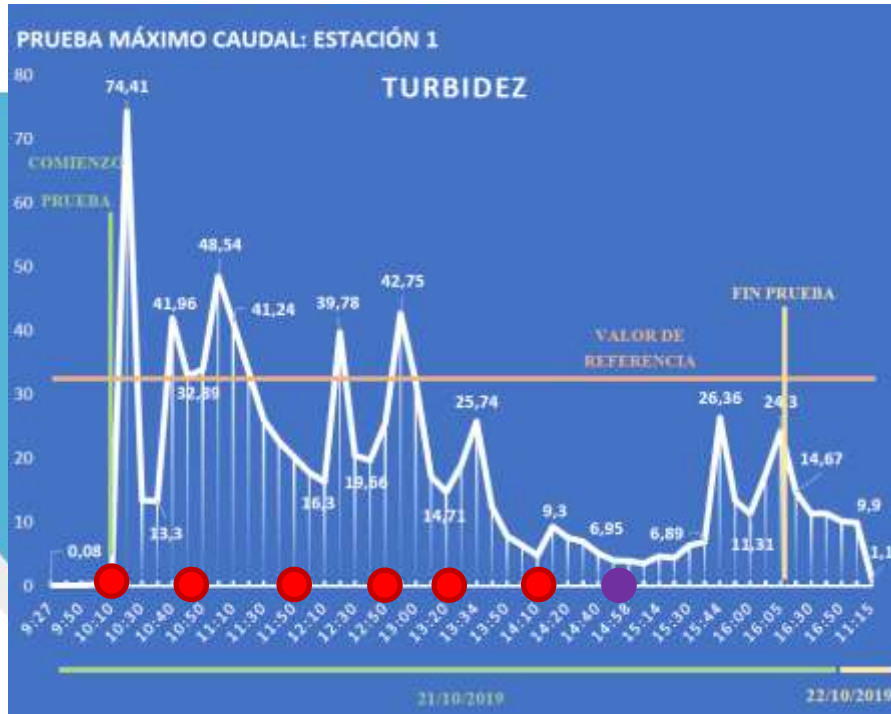


19:58 h

16:30 h

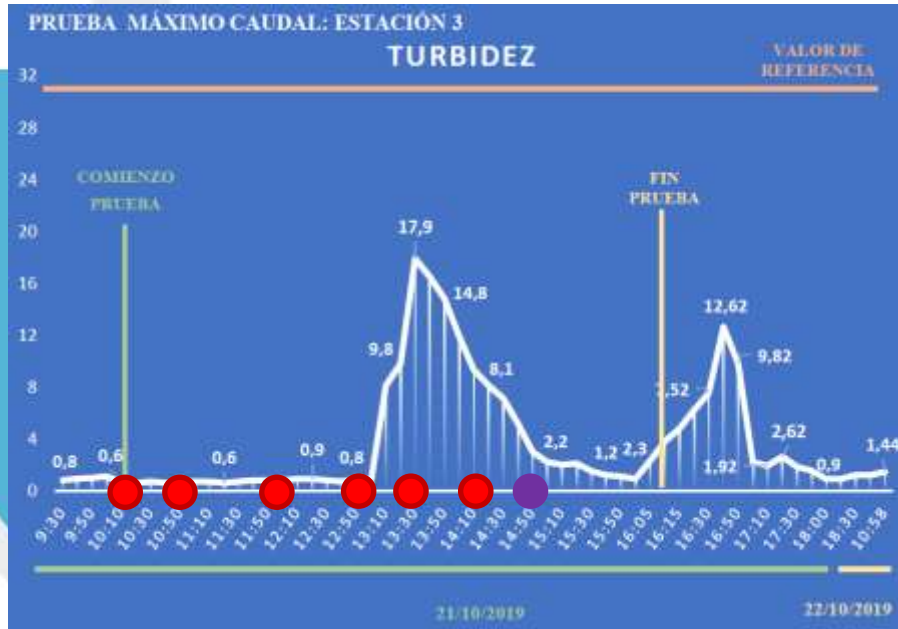
ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación



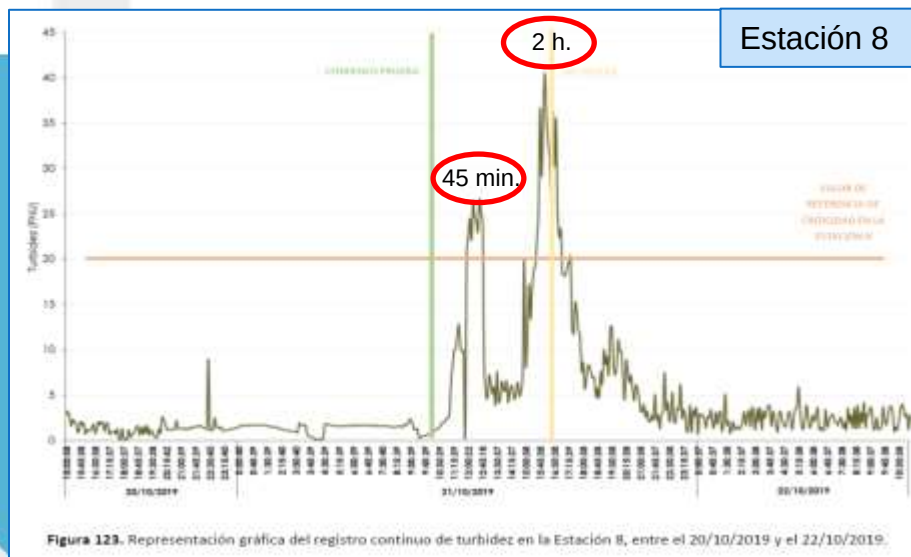
ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación



ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

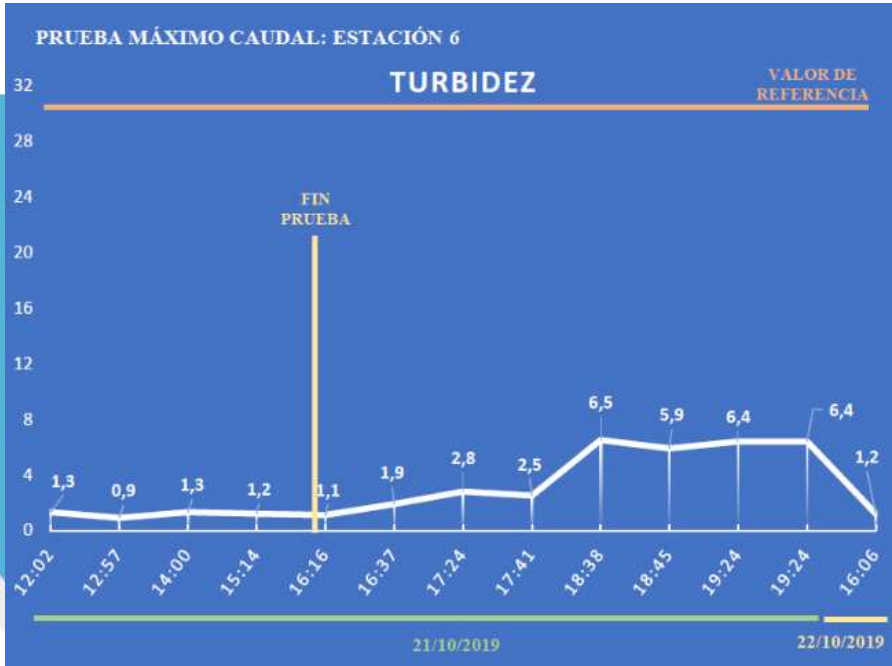


Protocolo: $V > 20$ NTU durante un período de tiempo que supere el consumo de las reservas del depósito intermedio de suministro, estimado en unas 12 horas fuera del periodo de verano .



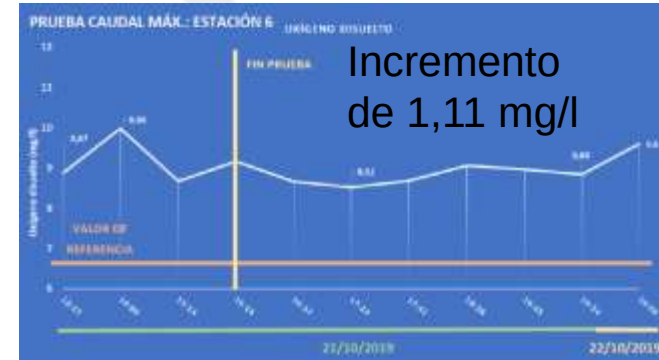
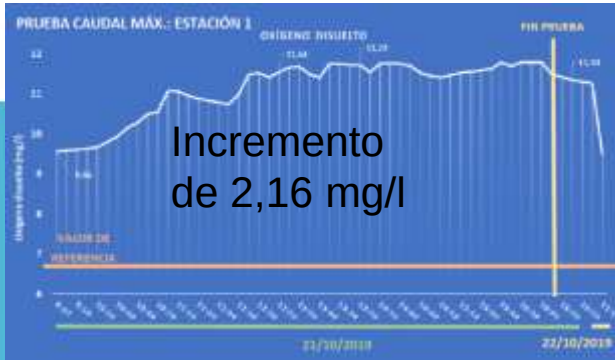
ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

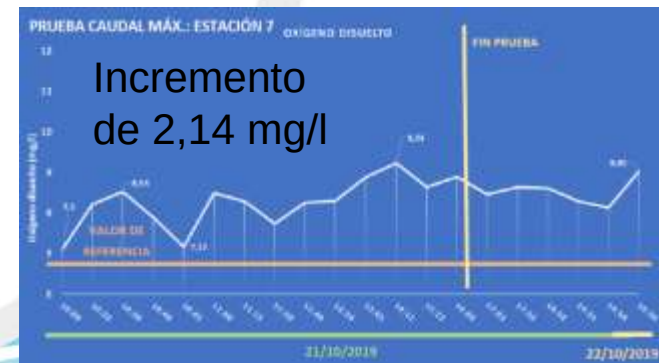
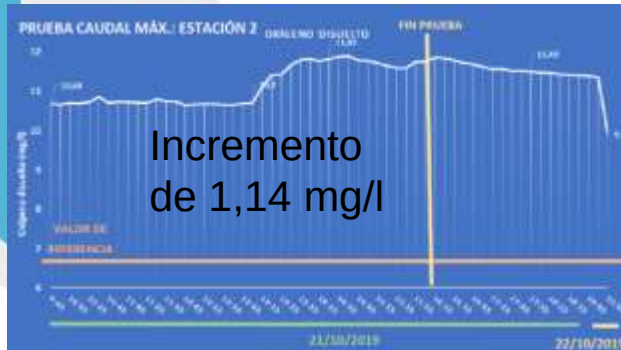


ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación



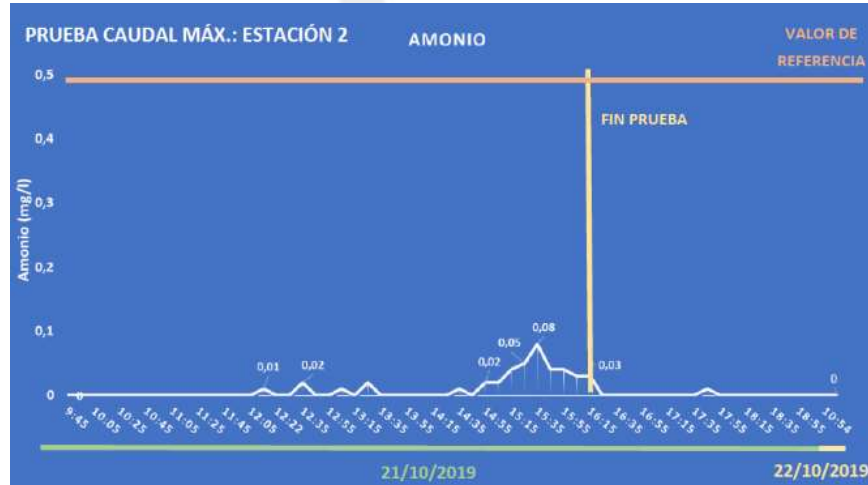
Oxígeno disuelto (mg/l)



ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

Amonio (mg/l)



ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

- pH: Estable
- Conductividad eléctrica: Estable
- Temperatura: Estaciones 1 y 2, disminución de 5°C
Estaciones 3 a 5 disminución de 2°C
En la ría Tª estable
- Fauna: Estable



ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

CONCLUSIONES

1. Las pruebas en condiciones normales de explotación arrojan incrementos de turbidez significativos que se estabilizan rápidamente y, en ningún caso, han dado lugar a situaciones críticas
2. A lo largo del cauce estos incrementos se van normalizando y atenuando. Esta circunstancia variará en función de las características del propio cauce y la capacidad del caudal de incorporar en la corriente sedimentos del propio lecho fluvial
3. Tras algo más de 24 horas de la finalización de la prueba se reestablecen todos los niveles ... TRAS “REJUVENECER” EL RÍO !!!

ACTUACIONES

Pruebas desagües de fondo. Condiciones normales de explotación

CONCLUSIONES

1. Las pruebas en condiciones normales de explotación arrojan incrementos de turbidez significativos que se estabilizan rápidamente y, en ningún caso, han dado lugar a situaciones críticas
2. A lo largo del cauce estos incrementos se van normalizando y atenuando. Esta circunstancia variará en función de las características del propio cauce y la capacidad del caudal de incorporar en la corriente sedimentos del propio lecho fluvial
3. Tras algo más de 24 horas de la finalización de la prueba se reestablecen todos los niveles ... TRAS “REJUVENECER” EL RÍO !!!

DESAGÜES DE FONDO
OPERATIVOS



Rafael Armas

mail: rafael.armas@enel.com



Lourdes Ortega

mail: l.ortega@pyg.es

