



**“Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón.**

**T.M. Oviedo (Asturias).”**



**TOMO I (ÚNICO): MEMORIA, PLANOS Y PRESUPUESTO**

**JULIO 2020**



---

# ***Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias).”***

---

## ÍNDICE

### ➤ Documento nº 1.- MEMORIA

#### **Memoria descriptiva**

#### **Anejos a la Memoria**

- Anejo nº 1.- Topografía.
- Anejo nº 2.- Informe Geológico
- Anejo nº 3.- Estudio Hidrológico.
- Anejo nº 4.- Salto, Potencia y Productividad.

### ➤ Documento nº 2.- PLANOS

- Plano nº 1.- Situación y emplazamiento.
- Plano nº 2.- Estado actual.
- Plano nº 3.- Plano de conjunto.
- Plano nº 4.- Obra civil
  - Plano nº 4.1.- Planta general
  - Plano nº 4.2.- Sección tipo y detalles.
- Plano nº 5.- Conexión a la red de distribución

### ➤ Documento nº 3.- PRESUPUESTO



➤ **Documento N° 1.- MEMORIA**



## **Memoria descriptiva**



# Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias)

## MEMORIA

1. ANTECEDENTES .....	2
2. ESTADO ACTUAL.....	3
3. OBJETO DEL PROYECTO.....	6
4. LOCALIZACIÓN.....	7
5. CONSIDERACIONES GENERALES.....	9
6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	11
7. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SALTO .....	12
8. MEDICIÓN INDIRECTA DEL CAUDAL.....	13
8.1 Situaciones excepcionales .....	14
9. CÁLCULO DE LA ENERGÍA PRODUCIDA .....	18
10. MEDIDA DE ENERGÍA .....	19
11. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRA .....	20
11.1 .- Movimiento de Tierras y Demoliciones .....	20
11.2 .- Cimentaciones y Obras de fábrica .....	21
11.3 .- Equipos Electromecánicos .....	22
11.4 Conexión a la red de distribución.....	24
12. EXPROPIACIONES .....	26
13. PRESUPUESTOS .....	27
14. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO.....	28
15. PERSONAL QUE HA INTERVENIDO EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO .....	29
16. CONCLUSIONES .....	30



## 1. ANTECEDENTES

La Presa del Furacón se encuentra ubicado aguas abajo de la localidad de Trubia (Asturias), en el cauce del río Nalón. Se trata de una presa de tipo gravedad de hormigón en masa de sección trapezoidal de unos 250 metros de longitud y de una altura de 14 metros de altura desde cimentación. Genera un salto de altura de unos 8 metros entre láminas de agua. El estado de conservación de la presa es bueno.

Con fecha de 13 de febrero de 2020, se realiza visita a las instalaciones de la presa del Furacón acompañados de los responsables de EDP España SAU, con motivo de conocer las instalaciones, y estudiar la viabilidad del aprovechamiento hidroeléctrico del caudal ecológico exigido a través de la resolución de los planes de implantación y gestión adaptativa aprobados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

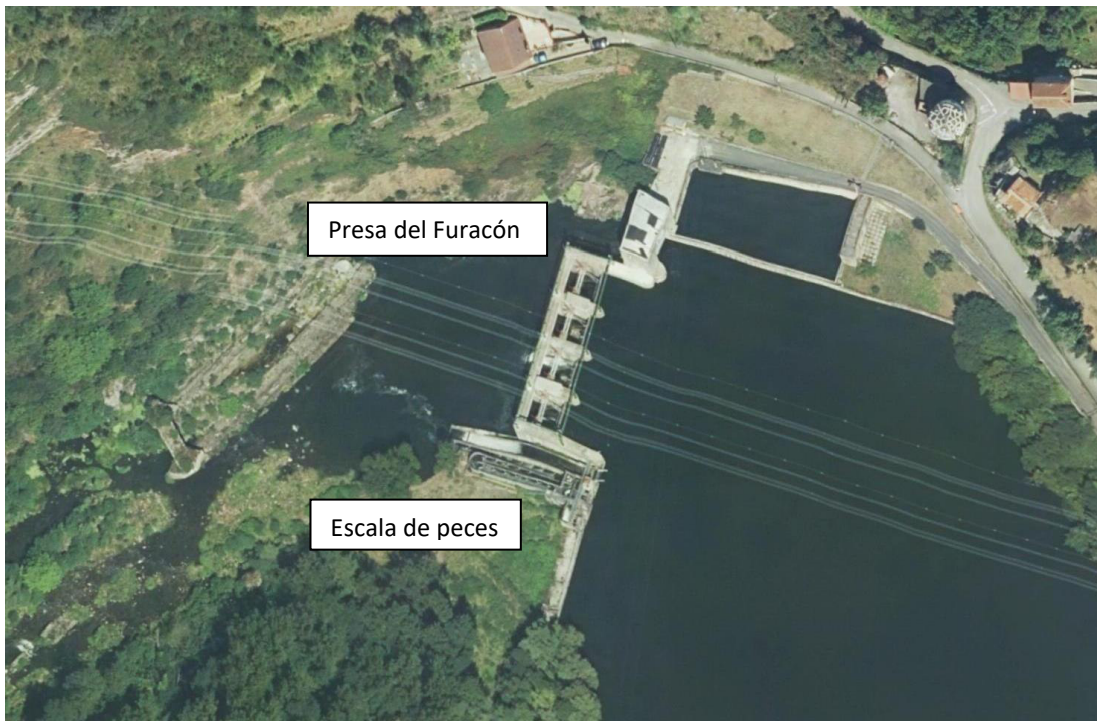
En dicho plan de implantación y gestión adaptativa de los sistemas de explotación Nalón y Villaviciosa se establece para el embalse del Furacón, la obligatoriedad de soltar los siguientes caudales mínimos de manera instantánea y en situación hidrológica ordinaria recogidos en la siguiente tabla:

<u>Periodo</u>		<u>Caudal Q</u> (m <sup>3</sup> /s)	<u>Periodo de aguas</u>
fecha inicio	fecha final		
01-enero	30-abril	11,534	aguas altas
01-mayo	30-junio	8,762	aguas medias
01-julio	31-octubre	4,807	aguas bajas
01-noviembre	31-diciembre	8,762	aguas medias

## 2. ESTADO ACTUAL

En la margen derecha del embalse se deriva agua a través de 2 túneles de derivación, hacia el río Nora, donde se ubica la central hidroeléctrica de Priañes, propiedad de Hidroeléctrica de Cantábrico Actual EDP. La central de Priañes dispone de tres turbinas Kaplan, con una potencia instalada de 18,5 MW.

En la margen izquierda, existe una escala de peces y una rampa de esguines proyectada en el año 1998.



*Imagen 1. Vista aérea la presa del Furacán*

A continuación, se presentan una serie de fotografías en el que se observan y se describen las diferentes partes de las instalaciones en su estado actual.



*Imagen 2. Vista general de la presa del Furacón, aguas arriba.*



*Imagen 3. Vista general de la presa del Furacón, aguas abajo.*





*Imagen 4. Vista general de la rampa y la escala de peces.*



*Imagen 5. Vista detalle de la rampa y la escala de peces.*



### 3. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es desarrollar la solución técnica y valorar las actuaciones correspondientes al ***“Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias)”***. Dicho proyecto recoge la definición de las actuaciones necesarias para la construcción de un aprovechamiento hidroeléctrico en la presa del Furacón, en el río Nalón, que permita regular y aprovechar los caudales ecológicos.

El promotor es la empresa EDP España SAU con NIF A33473752.

Este documento servirá de apoyo técnico para la realización de las obras y para la obtención de las oportunas licencias y autorizaciones.

## 4. LOCALIZACIÓN

La obra del presente salto se sitúa en Asturias, en la parroquia de Trubia en el término municipal de Oviedo.

El río Nalón, objeto del aprovechamiento, nace en la Fuente la Nalona en el puerto de Tarna, y después de 138 km de longitud, desemboca en el Mar Cantábrico por el río de Pravia.

La presa de El Furacón se encuentra aguas abajo de la localidad de Trubia, a una altitud 67,5 metros sobre el nivel del mar.



Imagen 6. Plano 200.000 del IGN

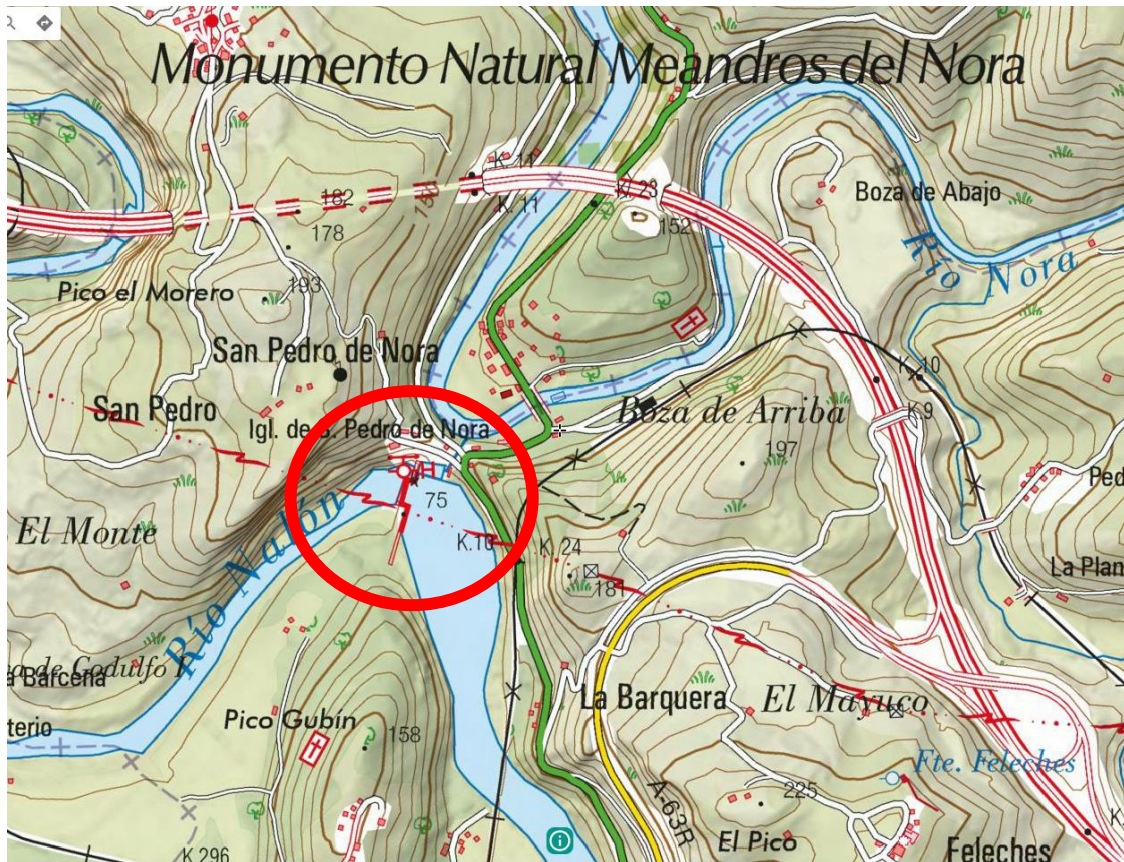


Imagen 7. Plano 50.000 del IGN

Con respecto a la posición exacta de las instalaciones recogidas en el presente proyecto a continuación se indican las coordenadas que permiten ubicar la misma:

Sistema:	ETRS89
Huso UTM:	30
Coordenada X:	259 809,95
Coordenada Y:	4 805 852,32
Altitud:	75,87 m



## 5. CONSIDERACIONES GENERALES

En la redacción del presente **“Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias)”**. se tienen en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- El tipo de turbina a instalar es del tipo tornillo de Arquímedes. Se trata de un equipo muy robusto que se adapta perfectamente a saltos de gran caudal y poca altura.
- La instalación no necesita de la derivación del río a través de una canal, sino que aprovecha el salto generado por la presa sin generar una discontinuidad en la masa de agua, es decir que la totalidad del caudal turbinado se deposita a los pies la presa, evitando dejar un tramo del río sin agua.
- Esta tecnología de turbinas están consideradas Fish-Friendly, es decir que permiten el paso descendente de peces sin dañarlos de forma segura mejorando la permeabilidad de la instalación existente.
- Esta tecnología combinada con el correcto funcionamiento de la escala de peces existente hace que la presa sea completamente permeable para la fauna piscícola.
- Actualmente, el caudal de concesión de la central de Priañes es de 125,60 m<sup>3</sup>/s.
- El caudal de diseño de la central de Priañes es de 120,00 m<sup>3</sup>/s.
- Se analizará la posibilidad de turbinar caudales superiores a los ecológicos dentro de las premisas de modificaciones no sustanciales de la concesión.
- El equipo a instalar debe de tener un mínimo operacional que garantice la regulación del caudal ecológico mínimo de 4,807 m<sup>3</sup>/s

Teniendo en cuenta estas premisas podemos concluir que esta tecnología permitirá turbinar la totalidad del caudal ecológico exigido por la Confederación Hidrológica del Cantábrico, circulante por la presa con la exclusión de aquel volumen que pasa a través de la escala de peces.

En base a los caudales ecológicos incluidos en el **Anejo nº3.- Estudio Hidrológico** del presente Proyecto, se dimensionarán los equipos a instalar para el aprovechamiento del



caudal ecológico de las instalaciones de Hidroeléctrica de Cantábrico, actual EDP, en La Presa del Furacón.

Por otra parte, tal y como se ha indicado en apartados anteriores, en la margen derecha del embalse se deriva agua a través de 2 túneles de derivación, hacia el río Nora, donde se ubica la central hidroeléctrica de Priañes, propiedad de Hidroeléctrica de Cantábrico, actual EDP.

El caudal del equipamiento sería el máximo caudal ecológico establecido (11,534 m<sup>3</sup>/s) más un resguardo. Dado que la tramitación debe implicar un aumento de caudal concesional al embalse de Priañes inferior al 10%, y la concesión actual es de 125,6 m<sup>3</sup>/s, el caudal máximo considerado es 12,56 m<sup>3</sup>/s.

Otras consideraciones generales son:

- El caudal de diseño del equipo será como máximo es 12,56 m<sup>3</sup>/s (correspondiente al 10% de la concesión actual al embalse de Priañes).
- Se dispondrá una única turbina, siendo suficiente para el mejor aprovechamiento de los recursos.
- El caudal circulante por la escala de peces es 0,50 m<sup>3</sup>/s.



## 6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El esquema general del aprovechamiento se adapta a las infraestructuras que existen en el lugar y aprovecha así el salto generado en la presa del Furacón, manteniendo la continuidad del río, es decir la tecnología utilizada no deja ningún tramo del río sin agua, además de permitir el paso descendente de la fauna piscícola.

Esta peculiaridad hace que sea posible el aprovechamiento del caudal circulante descontando aquel volumen que atraviesa la escala de peces.

La turbina se instalará en la margen izquierda del río Nalón, y aprovecharán así un caudal máximo de unos 12,56 m<sup>3</sup>/s.

El salto neto será de 8,55 metros de altura y en él se instalará una turbina tipo tornillo de Arquímedes con un diámetro exterior de 4,10 m y un diámetro interior de 2,19 m. Tendrán un ángulo de inclinación con la horizontal de 17º aprovechando la infraestructura de la rampa de esguines existente.

El aprovechamiento de la rampa de esguines para la instalación de la turbina es posible gracias a que la tecnología de los tornillos es fish-friendly, es decir que permite el paso de peces en sentido descendente sin ocasionarles daño.

Como se dijo con anterioridad este tipo de equipo no produce una discontinuidad en las masas de agua fluyentes al verter el agua al pie del azud de la instalación existente, lo cual en combinación con el buen funcionamiento de la escala de peces garantiza la permeabilidad de la instalación para la fauna piscícola.



## 7. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SALTO

Los parámetros hidráulicos y energéticos del aprovechamiento son:

Superficie de la cuenca del río Nalón.....	2.137 km <sup>2</sup>
Caudal medio río Nalón.....	50,54 m <sup>3</sup> /s.
Caudal máximo derivado.....	12,56 m <sup>3</sup> /s.
Salto bruto máximo para caudal máximo.....	8,58 m.
Salto neto para caudal máximo.....	8,55 m.
Número de grupos.....	1
Potencia máxima de la central.....	790 kW.





## 8. MEDICIÓN INDIRECTA DEL CAUDAL

Para el cumplimiento de resolución de 27 de febrero de 2019 de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico en relación a la comunicación de datos relativos a los caudales derivados y al régimen de caudales ecológicos a respetar por los titulares de aprovechamientos de agua, así como el resto de obligaciones relativas a la medición, registro y comunicación de los datos obtenidos establecidos en el artículo 10 de la Orden ARM/1312/2009, de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo, se procederá a:

- Medir y registrar en continuo el salto neto mediante dos sondas de nivel, una aguas arriba en el propio embalse y otra en la sección de aguas abajo de las turbinas. Estas sondas de nivel se verificarán y calibrarán periódicamente.
- Calcular el caudal instantáneo facilitado por la instalación, obtenido a partir del salto neto, la potencia y rendimiento de las turbinas.
- Registrar este caudal con la frecuencia requerida en el PLC de gestión de la central, integrando los datos en un fichero con el formato adecuado para su envío a la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

La medición del caudal aprovechado hidroeléctricamente se realizará mediante una medición indirecta de la potencia instantánea del grupo instalado.

La fórmula de la potencia instantánea es la siguiente:

$$P = 9.8 \times R \times Q \times H$$



Siendo:

$P = \text{Potencia en kW}$

$R = \text{Rendimiento (adimensional)} = 0.75 \text{ en este caso}$

$Q = \text{caudal turbinado en m}^3/\text{s}$

$H = \text{Salto neto medido en metros.}$

En el **Anejo nº4.- Salto, Potencia y Productividad** del presente proyecto, se recogen los datos correspondientes a la potencia y el salto neto, por lo que conocidos estos parámetros el caudal instantáneo circulante por la turbina se obtiene de la siguiente expresión:

$$Q = P / (9.8 * R * H)$$

La potencia instantánea es conocida al ser uno de los parámetros fundamentales de la central hidroeléctrica.

### 8.1 Situaciones excepcionales

Para prever las posibles situaciones excepcionales en las que el tornillo estuviese fuera de funcionamiento ya por una parada programada de mantenimiento o por avería, las instalaciones disponen de un vertedero por gravedad en la coronación de la compuerta Stoney situada en la margen derecha. Dicha compuerta tiene capacidad suficiente para el vertido del caudal ecológico en cualquier época del año.

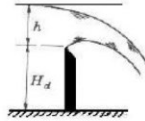
Si bien es cierto que estas situaciones son excepcionales, las paradas de mantenimiento son paradas programadas y de corta duración, aproximadamente 48 horas. Dichas paradas se programarán fuera de los periodos de desove.

A continuación se incluyen las curvas para, en función del nivel del agua, saber que apertura de compuerta debe haber para garantizar el paso del caudal ecológico en aguas altas, media y bajas por la compuerta stoney antes mencionada:

**Determinación del caudal en función de la altura del agua en un aliviadero de pared delgada.**

**CÁLCULO DEL CAUDAL CIRCULANTE SOBRE VERTEDERO DE PARED DELGADA.**

- Q: Caudal total de salida por el aliviadero
- q: Caudal por metro lineal de aliviadero.
- h: Altura de la lámina de agua sobre coronación del azud.
- Hd: Altura del azud sobre el nivel del río.
- Cd: Coeficiente del aliviadero
- L: Longitud del aliviadero



Coeficiente Cd

Hd/h	h=0.05	h=0.10	h=0.20	h=0.40	h=0.60	h=0.80	h=1.00	h=1.50
0.5	2.316	2.286	2.272	2.286	2.263	2.262	2.252	2.261
1.0	2.052	2.051	2.037	2.030	2.027	2.026	2.026	2.024
2.0	1.954	1.933	1.919	1.912	1.909	1.909	1.907	1.906
10.0	1.870	1.839	1.824	1.817	1.815	1.814	1.813	1.812
∞	1.846	1.815	1.801	1.793	1.791	1.790	1.789	1.788

$$q = C_d \cdot h^{3/2}$$

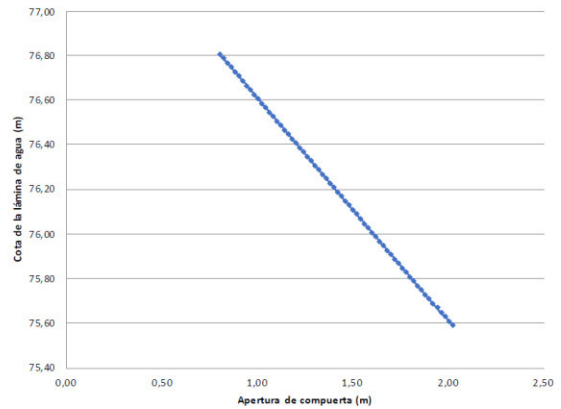
$$Q = q \cdot L$$

**COMPUERTA ABATIBLE PILOUERTO Q<sub>cep</sub> AGUAS ALTAS 11,534 m<sup>3</sup>/s**

Hd=	6	m
L=	9	m

Z agua	h (m)	Apertura compuerta	Hd/h	Cd	q (m <sup>3</sup> /s*m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
76,830	0,000		-	1,846	0,000	0,000
76,81	0,780	0,800	7,69	1,861	1,282	11,534
76,79	0,780	0,820	7,69	1,861	1,282	11,534
76,77	0,780	0,840	7,69	1,861	1,282	11,534
76,75	0,780	0,860	7,69	1,861	1,282	11,534
76,73	0,780	0,880	7,69	1,861	1,282	11,534
76,71	0,780	0,900	7,69	1,861	1,282	11,534
76,69	0,780	0,920	7,69	1,861	1,282	11,534
76,67	0,780	0,940	7,69	1,861	1,282	11,534
76,65	0,780	0,960	7,69	1,861	1,282	11,534
76,63	0,780	0,980	7,69	1,861	1,282	11,534
76,61	0,780	1,000	7,69	1,861	1,282	11,534
76,59	0,780	1,020	7,69	1,861	1,282	11,534
76,57	0,780	1,040	7,69	1,861	1,282	11,534
76,55	0,780	1,060	7,69	1,861	1,282	11,534
76,53	0,780	1,080	7,69	1,861	1,282	11,534
76,51	0,780	1,100	7,69	1,861	1,282	11,534
76,49	0,780	1,120	7,69	1,861	1,282	11,534
76,47	0,780	1,140	7,69	1,861	1,282	11,534
76,45	0,780	1,160	7,69	1,861	1,282	11,534
76,43	0,780	1,180	7,69	1,861	1,282	11,534
76,41	0,780	1,200	7,69	1,861	1,282	11,534
76,39	0,780	1,220	7,69	1,861	1,282	11,534
76,37	0,780	1,240	7,69	1,861	1,282	11,534
76,35	0,780	1,260	7,69	1,861	1,282	11,534
76,33	0,780	1,280	7,69	1,861	1,282	11,534
76,31	0,780	1,300	7,69	1,861	1,282	11,534
76,29	0,780	1,320	7,69	1,861	1,282	11,534
76,27	0,780	1,340	7,69	1,861	1,282	11,534
76,25	0,780	1,360	7,69	1,861	1,282	11,534
76,23	0,780	1,380	7,69	1,861	1,282	11,534
76,21	0,780	1,400	7,69	1,861	1,282	11,534
76,19	0,780	1,420	7,69	1,861	1,282	11,534
76,17	0,780	1,440	7,69	1,861	1,282	11,534
76,15	0,780	1,460	7,69	1,861	1,282	11,534
76,13	0,780	1,480	7,69	1,861	1,282	11,534
76,11	0,780	1,500	7,69	1,861	1,282	11,534
76,09	0,780	1,520	7,69	1,861	1,282	11,534
76,07	0,780	1,540	7,69	1,861	1,282	11,534
76,05	0,780	1,560	7,69	1,861	1,282	11,534
76,03	0,780	1,580	7,69	1,861	1,282	11,534
76,01	0,780	1,600	7,69	1,861	1,282	11,534
75,99	0,780	1,620	7,69	1,861	1,282	11,534
75,97	0,780	1,640	7,69	1,861	1,282	11,534
75,95	0,780	1,660	7,69	1,861	1,282	11,534
75,93	0,780	1,680	7,69	1,861	1,282	11,534
75,91	0,780	1,700	7,69	1,861	1,282	11,534
75,89	0,780	1,720	7,69	1,861	1,282	11,534
75,87	0,780	1,740	7,69	1,861	1,282	11,534
75,85	0,780	1,760	7,69	1,861	1,282	11,534
75,83	0,780	1,780	7,69	1,861	1,282	11,534
75,81	0,780	1,800	7,69	1,861	1,282	11,534
75,79	0,780	1,820	7,69	1,861	1,282	11,534
75,77	0,780	1,840	7,69	1,861	1,282	11,534
75,75	0,780	1,860	7,69	1,861	1,282	11,534
75,73	0,780	1,880	7,69	1,861	1,282	11,534
75,71	0,780	1,900	7,69	1,861	1,282	11,534
75,69	0,780	1,920	7,69	1,861	1,282	11,534
75,67	0,780	1,940	7,69	1,861	1,282	11,534
75,65	0,780	1,960	7,69	1,861	1,282	11,534
75,63	0,780	1,980	7,69	1,861	1,282	11,534
75,61	0,780	2,000	7,69	1,861	1,282	11,534
75,59	0,780	2,020	7,69	1,861	1,282	11,534

**Apertura clapeta aguas altas en función del nivel del agua en el embalse del Furacán**



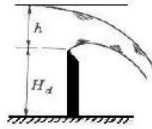
- 01-enero 30-abril 11,534 aguas altas
- 01-mayo 30-junio 8,762 aguas medias
- 01-julio 31-octubre 4,807 aguas bajas



**Determinación del caudal en función de la altura del agua en un aliviadero de pared delgada.**

**CÁLCULO DEL CAUDAL CIRCULANTE SOBRE VERTEDERO DE PARED DELGADA.**

- Q: Caudal total de salida por el aliviadero
- q: Caudal por metro lineal de aliviadero.
- h: Altura de la lámina de agua sobre coronación del azud.
- Hd: Altura del azud sobre el nivel del río.
- Cd: Coeficiente del aliviadero
- L: Longitud del aliviadero



Coeficiente Cd

Hd/h	h=0.05	h=0.10	h=0.20	h=0.40	h=0.60	h=0.80	h=1.00	h=1.50
0.5	2.316	2.285	2.272	2.256	2.263	2.262	2.252	2.261
1.0	2.062	2.051	2.037	2.030	2.027	2.026	2.026	2.024
2.0	1.934	1.933	1.919	1.912	1.909	1.908	1.907	1.906
10.0	1.870	1.839	1.824	1.817	1.815	1.814	1.813	1.812
∞	1.845	1.815	1.801	1.793	1.791	1.790	1.789	1.788

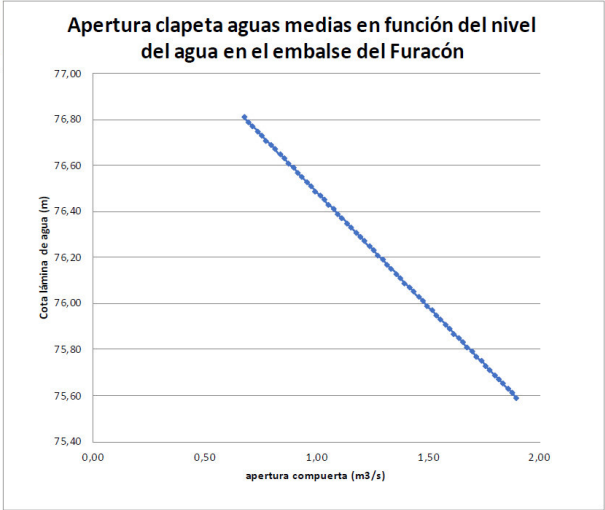
$$q = C_d \cdot h^{3/2}$$

$$Q = q \cdot L$$

**COMPUERTA ABATIBLE PILOTUERTO Qecp AGUAS MEDIAS 8,762 m³/s**

Hd=	6	m
L=	9	m

Z agua	h (m)	Apertura compuerta	Hd/h	Cd	q (m³/(s*m))	Q(m³/s)
76,830	0,000	-	-	1,846	0,000	0,000
76,81	0,655	0,675	9,17	1,838	0,974	8,762
76,79	0,655	0,695	9,17	1,838	0,974	8,762
76,77	0,655	0,715	9,17	1,838	0,974	8,762
76,75	0,655	0,735	9,17	1,838	0,974	8,762
76,73	0,655	0,755	9,17	1,838	0,974	8,762
76,71	0,655	0,775	9,17	1,838	0,974	8,762
76,69	0,655	0,795	9,17	1,838	0,974	8,762
76,67	0,655	0,815	9,17	1,838	0,974	8,762
76,65	0,655	0,835	9,17	1,838	0,974	8,762
76,63	0,655	0,855	9,17	1,838	0,974	8,762
76,61	0,655	0,875	9,17	1,838	0,974	8,762
76,59	0,655	0,895	9,17	1,838	0,974	8,762
76,57	0,655	0,915	9,17	1,838	0,974	8,762
76,55	0,655	0,935	9,17	1,838	0,974	8,762
76,53	0,655	0,955	9,17	1,838	0,974	8,762
76,51	0,655	0,975	9,17	1,838	0,974	8,762
76,49	0,655	0,995	9,17	1,838	0,974	8,762
76,47	0,655	1,015	9,17	1,838	0,974	8,762
76,45	0,655	1,035	9,17	1,838	0,974	8,762
76,43	0,655	1,055	9,17	1,838	0,974	8,762
76,41	0,655	1,075	9,17	1,838	0,974	8,762
76,39	0,655	1,095	9,17	1,838	0,974	8,762
76,37	0,655	1,115	9,17	1,838	0,974	8,762
76,35	0,655	1,135	9,17	1,838	0,974	8,762
76,33	0,655	1,155	9,17	1,838	0,974	8,762
76,31	0,655	1,175	9,17	1,838	0,974	8,762
76,29	0,655	1,195	9,17	1,838	0,974	8,762
76,27	0,655	1,215	9,17	1,838	0,974	8,762
76,25	0,655	1,235	9,17	1,838	0,974	8,762
76,23	0,655	1,255	9,17	1,838	0,974	8,762
76,21	0,655	1,275	9,17	1,838	0,974	8,762
76,19	0,655	1,295	9,17	1,838	0,974	8,762
76,17	0,655	1,315	9,17	1,838	0,974	8,762
76,15	0,655	1,335	9,17	1,838	0,974	8,762
76,13	0,655	1,355	9,17	1,838	0,974	8,762
76,11	0,655	1,375	9,17	1,838	0,974	8,762
76,09	0,655	1,395	9,17	1,838	0,974	8,762
76,07	0,655	1,415	9,17	1,838	0,974	8,762
76,05	0,655	1,435	9,17	1,838	0,974	8,762
76,03	0,655	1,455	9,17	1,838	0,974	8,762
76,01	0,655	1,475	9,17	1,838	0,974	8,762
75,99	0,655	1,495	9,17	1,838	0,974	8,762
75,97	0,655	1,515	9,17	1,838	0,974	8,762
75,95	0,655	1,535	9,17	1,838	0,974	8,762
75,93	0,655	1,555	9,17	1,838	0,974	8,762
75,91	0,655	1,575	9,17	1,838	0,974	8,762
75,89	0,655	1,595	9,17	1,838	0,974	8,762
75,87	0,655	1,615	9,17	1,838	0,974	8,762
75,85	0,655	1,635	9,17	1,838	0,974	8,762
75,83	0,655	1,655	9,17	1,838	0,974	8,762
75,81	0,655	1,675	9,17	1,838	0,974	8,762
75,79	0,655	1,695	9,17	1,838	0,974	8,762
75,77	0,655	1,715	9,17	1,838	0,974	8,762
75,75	0,655	1,735	9,17	1,838	0,974	8,762
75,73	0,655	1,755	9,17	1,838	0,974	8,762
75,71	0,655	1,775	9,17	1,838	0,974	8,762
75,69	0,655	1,795	9,17	1,838	0,974	8,762
75,67	0,655	1,815	9,17	1,838	0,974	8,762
75,65	0,655	1,835	9,17	1,838	0,974	8,762
75,63	0,655	1,855	9,17	1,838	0,974	8,762
75,61	0,655	1,875	9,17	1,838	0,974	8,762
75,59	0,655	1,895	9,17	1,838	0,974	8,762

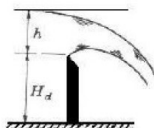




**Determinación del caudal en función de la altura del agua en un aliviadero de pared delgada.**

**CÁLCULO DEL CAUDAL CIRCULANTE SOBRE VERTEDERO DE PARED DELGADA.**

Q: Caudal total de salida por el aliviadero  
 q: Caudal por metro lineal de aliviadero.  
 h: Altura de la lámina de agua sobre coronación del azud.  
 Hd: Altura del azud sobre el nivel del río.  
 Cd: Coeficiente del aliviadero  
 L: Longitud del aliviadero



**Coefficiente Cd**

Hd/h	h=0.05	h=0.10	h=0.20	h=0.40	h=0.60	h=0.80	h=1.00	h=1.50
0.5	2.316	2.285	2.272	2.286	2.263	2.262	2.252	2.261
1.0	2.052	2.051	2.037	2.030	2.027	2.026	2.026	2.024
2.0	1.954	1.933	1.919	1.912	1.909	1.908	1.907	1.906
10.0	1.870	1.839	1.824	1.817	1.815	1.814	1.813	1.812
infinity	1.846	1.815	1.801	1.793	1.791	1.790	1.789	1.788

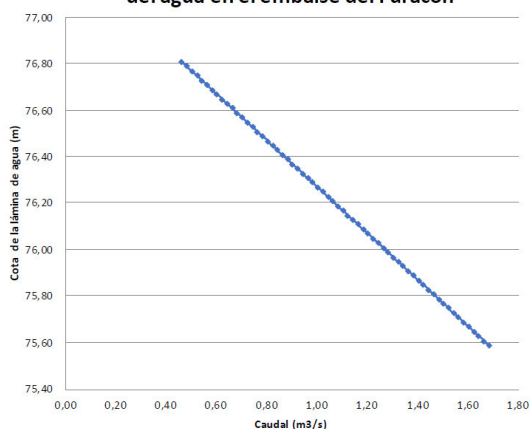
$q = Cd \cdot h^{3/2}$   
 $Q = q \cdot L$

**COMPUERTA ABATIBLE PILOTUERTO Q<sub>cep</sub> AGUAS BAJAS 4,807 m<sup>3</sup>/s**

Hd=	6	m
L=	9	m

Z agua	h (m)	Apertura compuerta	Hd/h	Cd	q (m <sup>3</sup> /s*m)	Q(m <sup>3</sup> /s)
76,830	0,000		-	1,846	0,000	0,000
76,81	0,442	0,462	13,57	1,817	0,534	4,807
76,79	0,442	0,482	13,57	1,817	0,534	4,807
76,77	0,442	0,502	13,57	1,817	0,534	4,807
76,75	0,442	0,522	13,57	1,817	0,534	4,807
76,73	0,442	0,542	13,57	1,817	0,534	4,807
76,71	0,442	0,562	13,57	1,817	0,534	4,807
76,69	0,442	0,582	13,57	1,817	0,534	4,807
76,67	0,442	0,602	13,57	1,817	0,534	4,807
76,65	0,442	0,622	13,57	1,817	0,534	4,807
76,63	0,442	0,642	13,57	1,817	0,534	4,807
76,61	0,442	0,662	13,57	1,817	0,534	4,807
76,59	0,442	0,682	13,57	1,817	0,534	4,807
76,57	0,442	0,702	13,57	1,817	0,534	4,807
76,55	0,442	0,722	13,57	1,817	0,534	4,807
76,53	0,442	0,742	13,57	1,817	0,534	4,807
76,51	0,442	0,762	13,57	1,817	0,534	4,807
76,49	0,442	0,782	13,57	1,817	0,534	4,807
76,47	0,442	0,802	13,57	1,817	0,534	4,807
76,45	0,442	0,822	13,57	1,817	0,534	4,807
76,43	0,442	0,842	13,57	1,817	0,534	4,807
76,41	0,442	0,862	13,57	1,817	0,534	4,807
76,39	0,442	0,882	13,57	1,817	0,534	4,807
76,37	0,442	0,902	13,57	1,817	0,534	4,807
76,35	0,442	0,922	13,57	1,817	0,534	4,807
76,33	0,442	0,942	13,57	1,817	0,534	4,807
76,31	0,442	0,962	13,57	1,817	0,534	4,807
76,29	0,442	0,982	13,57	1,817	0,534	4,807
76,27	0,442	1,002	13,57	1,817	0,534	4,807
76,25	0,442	1,022	13,57	1,817	0,534	4,807
76,23	0,442	1,042	13,57	1,817	0,534	4,807
76,21	0,442	1,062	13,57	1,817	0,534	4,807
76,19	0,442	1,082	13,57	1,817	0,534	4,807
76,17	0,442	1,102	13,57	1,817	0,534	4,807
76,15	0,442	1,122	13,57	1,817	0,534	4,807
76,13	0,442	1,142	13,57	1,817	0,534	4,807
76,11	0,442	1,162	13,57	1,817	0,534	4,807
76,09	0,442	1,182	13,57	1,817	0,534	4,807
76,07	0,442	1,202	13,57	1,817	0,534	4,807
76,05	0,442	1,222	13,57	1,817	0,534	4,807
76,03	0,442	1,242	13,57	1,817	0,534	4,807
76,01	0,442	1,262	13,57	1,817	0,534	4,807
75,99	0,442	1,282	13,57	1,817	0,534	4,807
75,97	0,442	1,302	13,57	1,817	0,534	4,807
75,95	0,442	1,322	13,57	1,817	0,534	4,807
75,93	0,442	1,342	13,57	1,817	0,534	4,807
75,91	0,442	1,362	13,57	1,817	0,534	4,807
75,89	0,442	1,382	13,57	1,817	0,534	4,807
75,87	0,442	1,402	13,57	1,817	0,534	4,807
75,85	0,442	1,422	13,57	1,817	0,534	4,807
75,83	0,442	1,442	13,57	1,817	0,534	4,807
75,81	0,442	1,462	13,57	1,817	0,534	4,807
75,79	0,442	1,482	13,57	1,817	0,534	4,807
75,77	0,442	1,502	13,57	1,817	0,534	4,807
75,75	0,442	1,522	13,57	1,817	0,534	4,807
75,73	0,442	1,542	13,57	1,817	0,534	4,807
75,71	0,442	1,562	13,57	1,817	0,534	4,807
75,69	0,442	1,582	13,57	1,817	0,534	4,807
75,67	0,442	1,602	13,57	1,817	0,534	4,807
75,65	0,442	1,622	13,57	1,817	0,534	4,807
75,63	0,442	1,642	13,57	1,817	0,534	4,807
75,61	0,442	1,662	13,57	1,817	0,534	4,807
75,59	0,442	1,682	13,57	1,817	0,534	4,807

**Apertura clapeta aguas bajas en función del nivel del agua en el embalse del Furacán**





## 9. CÁLCULO DE LA ENERGÍA PRODUCIDA

El objeto de este proyecto es el aprovechamiento del caudal ecológico más un resguardo, es decir, el caudal de 12,56 m<sup>3</sup>/s mencionados anteriormente.

El salto neto propuesto estudiado es de 8,55 metros y en él se instalará una turbina con una potencia nominal de 790 kW.

El equipo dispuesto regulará los caudales ecológicos establecidos para cada uno de los periodos del año, y además turbinará aquellos caudales excedentes hasta alcanzar el máximo caudal de diseño (12,56 m<sup>3</sup>/s) cuando haya sobrantes por encima del caudal ecológico y por encima del caudal de diseño de la central de Priañes.

En el **Anejo nº 3.- Cálculos Hidrológicos** se calcula la curva de caudales clasificados del río en el embalse del Furacón, la cual se utilizará de base para analizar el equipamiento de la central y analizar la producción del aprovechamiento.

El presente proyecto recoge los cálculos necesarios para determinar la cantidad de energía que se desarrollará en dicho salto y en el **Anejo nº4.- Salto, Potencia y Productividad** pueden verse los procesos operativos de la simulación de la producción del salto dando como resultado para el año medio elegido el siguiente:

El resultado de la simulación revela que en un año medio **la producción total de energía producida sería de 4.456 MWh.**



## 10. MEDIDA DE ENERGÍA

El equipo de medida permitirá la facturación de la entrega neta de energía de la Central a la red eléctrica y los consumos de energía tomada de la misma.

Asimismo, el citado equipo de medida se ajustará a lo dispuesto en R.D.1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

El punto de medida estará situado lo más próximo posible al de conexión con la red de distribución, con acceso libre al personal de la compañía distribuidora.

Las características de transformadores, contadores y armarios serán facilitadas por EDP y se ajustarán a sus especificaciones.

En general, el armario constará de un envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio y tejadillo autoventilado, con las siguientes características:

- La lectura de los contadores y tarificadores se realizará fácilmente y sin manipulación de hilos ni precintos.
- Se instalarán regletas de comprobación con separadores
- El cableado interior se realizará siguiendo las instrucciones técnicas de EDP.
- Si fuese necesario, se instalará un sistema de aireación y/o calefacción, que mantenga la temperatura en los límites de funcionamiento de los equipos y evite la condensación.
- El armario cumplirá las condiciones de las Normas Técnicas de EDP

Para el cableado externo de los transformadores de intensidad (para medida indirecta) y transformadores de tensión (caso de suministro en alta tensión) se utilizará cable apantallado, flexible y con una sección mínima de 6 mm<sup>2</sup> entubado en todo su recorrido.

Para determinar la sección adecuada, se tendrá en cuenta la distancia existente entre los transformadores de medida y los contadores.



## 11. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRA

Las obras del *“Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias)”*, modificarán parte de las instalaciones existentes en la margen izquierda de la presa.

El objetivo de las mismas será el aprovechamiento del caudal ecológico para la generación de energía hidroeléctrica con turbinas tipo tornillo de Arquímedes que se instalarán en dicho punto. Para ello va a ser necesaria la realización de los siguientes trabajos.

Las obras consistirán en la instalación de una turbina tipo hidrotornillo (tornillo de Arquímedes) aprovechando la infraestructura de la rampa de esguines existente.

La regulación del caudal se realizará mediante una compuerta ubicada en el cuerpo de la presa.

A continuación, se describen las obras necesarias para la adaptación de las instalaciones y la implantación de la central.

### 11.1.- Movimiento de Tierras y Demoliciones

Para la ejecución de las obras se colocará una ataguía de manera que permita la ejecución de las mismas, manteniendo el embalse en explotación.

Para adaptar las instalaciones existentes hay que realizar los siguientes trabajos de desmontaje y demolición:

- Retirada o reforma de la compuerta inclinada existente.
- Demolición de la parte inferior de la obra de fábrica de la rampa de esguines para poder encajar la cuna de la turbina.
- Demolición del cuerpo de presa necesario para el alojamiento de la compuerta.
- Demolición parcial de los muretes laterales de la rampa de esguines.

Los materiales procedentes de la demolición se retirarán a vertedero autorizado.





## 11.2.- Cimentaciones y Obras de fábrica

Como se ha indicado en el apartado anterior, la turbina se colocará sobre la rampa de esguines existente siendo el primer trabajo a realizar el encofrado de los alzados de los muros perimetrales a localizados a ambos lados de la rampa.

Una vez finalizados los encofrados se procederá al hormigonado de los alzados con hormigón armado HA-25/P/20/IIa. Esta operación se realizará por tongadas de menos de 50 cm, teniendo especial cuidado en la vibración del material y evitando generar juntas frías. La cuna para el alojamiento de las turbinas se realizará con hormigón en masa HM-20/P/40/IIa.

Pasados siete días se podrá proceder al desencofrado de las piezas de hormigón. Tras el desencofrado se procederá al riego diario de las superficies de hormigón para garantizar el correcto curado de las mismas.

Una vez ejecutados los alzados, se procederá al encofrado y posterior hormigonado de los canales semicirculares donde se alojarán los tornillos de Arquímedes este trabajo se ejecutará siguiendo las siguientes fases:

- Colocación y nivelación de encofrados, mediante la utilización de anclajes químicos con una profundidad mínima de 50 cm para evitar la flotación del encofrado durante el hormigonado.
- Hormigonado interior de los canales semicirculares.
- Desencofrado.

Por último, se procederá a la construcción de la losa que constituye la plataforma de trabajo para la instalación, la ejecución de una estructura metálica auxiliar constituida por perfiles metálicos tipo pórtico que servirá tanto para la colocación de la turbina como para la realización de futuras labores de mantenimiento, así como la caseta de explotación de los equipos de generación.

La losa y cubierta de la caseta se ejecutarán mediante una losa de hormigón armado HA-25/P/20/IIa de 40 y 25 cm de canto respectivamente, sobre un encofrado colaborante



de acero AISI 235 galvanizado en caliente con un canto total de 60 mm y un espesor de chapa de acero de 1,00 mm.

Durante la ejecución de la losa se preverán embebidas las correspondientes canalizaciones para las conducciones eléctricas y sistemas de comunicación.

Para permitir el paso de los alevines en cualquier situación que se presente tanto de apertura de compuerta como de funcionamiento de tornillo, el paso del agua debe ser siempre en lámina libre, por lo tanto, la compuerta a emplear será una compuerta con rebosadero tipo panza de pez; esta compuerta además, regulará la totalidad de los caudales establecidos, desde el caudal máximo de diseño al caudal ecológico mínimo.

Delante de esta compuerta se proyecta la colocación de una reja de gruesos que consistirá en un conjunto de perfiles metálicos con sección circular que eviten el paso de flotantes de gran tamaño. La separación mínima de los barrotes será de 25 cm y la sumergencia mínima de 50 cm.

El diseño de la reja se realizará de manera que permita una autolimpieza de la misma cuando se abra la compuerta Taintor más cercana, ya que es la primera que se abre en avenida, intentando conducir los flotantes hacia la misma. De todas formas la reja dispondrá de una pasarela superior de tramex para poder acceder a la parte superior de la misma y proceder a labores de limpieza. El sistema está diseñado para que ante un atasco de la reja se produzca un efecto sifón bajo la misma permitiendo el paso del agua sin perjuicio para los caudales ecológicos.

### **11.3.- Equipos Electromecánicos**

Los equipos electromecánicos se traerán desmontados en un camión y se transportarán hasta su ubicación flotando puesto que la geometría de los equipos permite su flotación.

Para las labores de elevación, posicionamiento, montaje y nivelación de los equipos será necesaria la ejecución de una estructura metálica auxiliar constituida por perfiles metálicos tipo pórtico, que servirá tanto para la colocación de la turbina como para la



realización de futuras labores de mantenimiento. Esta estructura estará realizada en acero S-275 con un acabado en pintura para su protección.

Una vez colocadas y ensambladas las piezas del tornillo, se procederá a la fijación y nivelación de los mismos sobre los elementos de rotación.

En este caso se trata de un tornillo de Arquímedes con una longitud total de 29,24 m y un diámetro exterior de 4,10 m. En la parte superior se acoplará al eje un equipo reductor y un generador eléctrico.

Una vez colocado en su posición se procederá al cableado y al montaje de los equipos de protección y control, los cuales se ubicarán en una caseta cerrada.

Una vez finalizado el montaje, se procederá a realizar los trabajos de prueba y puesta en marcha de la instalación para lo que será necesario que los equipos estén conectados a la red.

## 11.4 Conexión a la red de distribución

El punto de conexión de la central a la red de distribución se realizará en el centro de transformación existente en las inmediaciones de la presa del Furacán, donde se encuentran alojados los grupos electrógenos de emergencia de las instalaciones de la presa.



Imagen 8. Ubicación C.T. de EDP



Imagen 9. C.T. de EDP



Esta conexión con la red de distribución se realizará en un primer tramo anclada a la estructura existente desde la caseta de equipos eléctricos y de control hasta el edificio existente en la presa.

Desde este punto, se proyecta una canalización en zanja provista con dos tuberías de PEAD de 160 mm de diámetro embebidas en dado de hormigón, hasta el terreno situado en la margen derecha del camino de acceso.

A partir de este punto, la canalización se proyecta aérea hasta el centro de transformación existente.



## 12. EXPROPIACIONES

Para la ejecución del presente Proyecto no se produce ninguna afección a terrenos de titularidad privada ya que la totalidad de las obras se realizan dentro del dominio público hidráulico al estar alojadas sobre el cuerpo de la presa.



## 13. PRESUPUESTOS

El **Presupuesto de Ejecución Material** de la Obra Civil objeto del proyecto asciende a la cantidad de **UN MILLÓN QUINIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y TRES CENTIMOS (1.557.884,83 €)**, desglosado en los siguientes capítulos:

RESUMEN DE CAPÍTULO	
CAPITULO 1. OBRA CIVIL	331.887,40 €
CAPITULO 2. INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE ENERGÍA	1.198.000,00 €
CAPITULO 3. ACONDICIONAMIENTOS Y VARIOS	12.500,00 €
CAPITULO 4. GESTIÓN DE RESIDUOS	8.609,68 €
CAPITULO 5. SEGURIDAD Y SALUD	6.887,75 €
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>1.557.884,83 €</b>

El **Presupuesto de Base de Licitación (IVA no incluido)** asciende a la cantidad de **UN MILLÓN OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS (1.853.882,95€)**

El **Presupuesto de Base de Licitación (IVA 21% incluido)** asciende a la cantidad de **DOS MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS (2.243.198,36 €)**



## 14. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

### ➤ Documento nº 1.- MEMORIA

#### Memoria descriptiva

#### Anejos a la Memoria

- Anejo nº 1.- Topografía.
- Anejo nº 2.- Informe Geotécnico.
- Anejo nº 3.- Estudio Hidrológico.
- Anejo nº 4.- Salto, Potencia y Productividad.

### ➤ Documento nº 2.- PLANOS

- Plano nº 1.- Situación y emplazamiento.
- Plano nº 2.- Estado actual.
- Plano nº 3.- Plano de conjunto.
- Plano nº 4.- Obra civil
  - Plano nº 4.1.- Planta general
  - Plano nº 4.2.- Sección tipo y detalles.
- Plano nº5.- Conexión a la red de distribución

### ➤ Documento nº 3.- PRESUPUESTO





## 15. PERSONAL QUE HA INTERVENIDO EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

En la redacción del presente *“Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias)”* han intervenido los siguientes técnicos:

- D. Jose Luís Suárez Sierra Doctor Ingeniero Industrial.
- D. Fernando Casielles Trabanco, Ingeniero de Caminos C. y P.
- Dña. Andrea Bezanilla Rodríguez, Ingeniera Civil e Ingeniera Ambiental.
- D. Jorge López González, Ingeniero Técnico de Obras Públicas.
- Dña. Lara Barrado Pérez, Ingeniero Técnico de Obras Públicas e Ingeniera Civil.



## 16. CONCLUSIONES

Considerando que el presente Proyecto Básico está redactado conforme a la normativa vigente, que las obras constitutivas del mismo cumplen el objetivo previsto, y han sido suficientemente estudiadas al respecto, se espera que este documento sirva de base para la solicitud de los oportunos permisos y licencias.

Santander, julio de 2020.

El Ingeniero de Caminos, C. y P.

Fdo.: Fernando Casielles Trabanco

El Ingeniero Industrial

Fdo.: José Luís Suárez Sierra



## **Anejos a la Memoria**



- Anejo nº 1.- Topografía.



## ANEJO Nº1 TOPOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. TRABAJOS REALIZADOS Y EQUIPO .....	2
3. SISTEMA DE COORDENADAS.....	3
4. BASES.....	4

### Apéndice 1.1 Memoria Topográfica



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describen todos los trabajos necesarios para la obtención de la topografía utilizada para la definición de los trabajos contemplados en el **“Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias)”**.

Los trabajos se han realizado el mes de junio de 2020, por parte de la empresa **I.G. Consultores S.L.**

En el **Apéndice 1.1. Memoria topográfica**, se recogen los planos taquimétricos del emplazamiento de las obras proyectadas.

A continuación, se recogen los trabajos y metodología utilizados en las mediciones topográficas.

## 2. TRABAJOS REALIZADOS Y EQUIPO

Los trabajos realizados consisten en la medición topográfica de la zona de la escala de peces, las diferentes compuertas, así como las diferentes instalaciones y muros de la zona y todos los elementos de interés.


En los trabajos de campo se ha utilizado un GPS LEICA ZENO GG04 PLUS de doble frecuencia y una estación total LEICA TCR 405 Ultra.

### 3. SISTEMA DE COORDENADAS

Las mediciones se han realizado en coordenadas UTM en el sistema ETRS-89, para lo que se han establecido bases y realizado mediciones mediante el GPS RTK MOVIL en tiempo real utilizando como estación de referencia la estación de LA FRESNEDA (SIRO3) perteneciente a la Red permanente de estaciones GPS del Principado de Asturias.

Tipo de receptor GNSS instalado	
Ubicación	La Fresneda
ID RINEX	SIRO
Receptor	LEICA GR10
Antena	LEIAR10 NONE
Altura de la antena	0.000 m Base del soporte de la antena

Coordenadas ECEF(ETRS89)	
X	4617120.784
Y	-468330.243
Z	4360987.262
Fecha de cálculo	2017

Organismo al que pertenece el receptor	
Gobierno del Principado de Asturias	 <b>GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS</b> CONSEJERIA DE INFRAESTRUCTURAS, ORDENACION DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE





#### 4. BASES

Se han establecido 2 bases, materializadas mediante clavos, desde las que se podrán realizar medidas posteriores si se necesitan.

A continuación, se refleja una ficha descriptiva de las bases.



Reseña: Clavo topográfico

Coordenadas

X: 259.926,908

Y: 4.805.910,789

Z: 94,666

Descripción:

Clavo topográfico en la carretera poco antes de llegar a la entrada para vehículos de la presa de El Furacón.

Detalle



Situación





BASE N°: B2

Reseña: Clavo topográfico

Coordenadas

X: 259.837,696

Y: 4.805.932,422

Z: 80,089

Descripción:

Clavo topográfico en el cruce de carreteras poco antes de llegar a una parada de autobús.

Detalle



Situación





## **Apéndice 1.1 Memoria Topográfica**

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2.- TRABAJOS REALIZADOS</b>	<b>1</b>
<b>3.- COORDENADAS</b>	<b>2</b>
<b>4.- BASES</b>	<b>3</b>

### APÉNDICE 1.- PLANOS

## **1.- INTRODUCCION**

La presente memoria corresponde a los trabajos de “TOPOGRAFÍA DE LA PRESA DEL FURACÓN EN TRUBIA (ASTURIAS)”

Los trabajos se han realizado el mes de junio de 2020.

A continuación se recogen los trabajos y metodología utilizados en las mediciones topográficas.


## **2.- TRABAJOS REALIZADOS**

Los trabajos realizados consisten en la medición topográfica de la zona de la escala de peces, las diferentes compuertas, así como las diferentes instalaciones y muros de la zona y todos los elementos de interés.

En los trabajos de campo se ha utilizado un GPS LEICA ZENO GG04 PLUS de doble frecuencia y una estación total LEICA TCR 405 Ultra.

### 3.- COORDENADAS

Las mediciones se han realizado en coordenadas UTM en el sistema ETRS-89, para lo que se han establecido bases y realizado mediciones mediante el GPS RTK MOVIL en tiempo real utilizando como estación de referencia la estación de LA FRESNEDA (SIRO3) perteneciente a la Red permanente de estaciones GPS del Principado de Asturias.

Tipo de receptor GNSS instalado	
<b>Ubicación</b>	La Fresneda
<b>ID RINEX</b>	SIRO
<b>Receptor</b>	LEICA GR10
<b>Antena</b>	LEIAR10 NONE
<b>Altura de la antena</b>	0.000 m Base del soporte de la antena
Coordenadas ECEF(ETRS89)	
<b>X</b>	4617120.784
<b>Y</b>	-468330.243
<b>Z</b>	4360987.262
<b>Fecha de cálculo</b>	2017
Organismo al que pertenece el receptor	
Gobierno del Principado de Asturias	 <p>GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS CONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS, ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE</p>



#### 4.- BASES

Se han establecido 2 bases, materializadas mediante clavos, desde las que se podrán realizar medidas posteriores si se necesitan.

A continuación se refleja una ficha descriptiva de las bases.

**Reseña:** Clavo topográfico

**Coordenadas**

**X:** 259.926,908

**Y:** 4.805.910,789

**Z:** 94,666

**Descripción:**

Clavo topográfico en la carretera poco antes de llegar a la entrada para vehículos de la presa de El Furacón.

**Detalle**



**Situación**





**Reseña:** Clavo topográfico

**Coordenadas**

**X:** 259.837,696

**Y:** 4.805.932,422

**Z:** 80,089

**Descripción:**

Clavo topográfico en el cruce de carreteras poco antes de llegar a una parada de autobús.

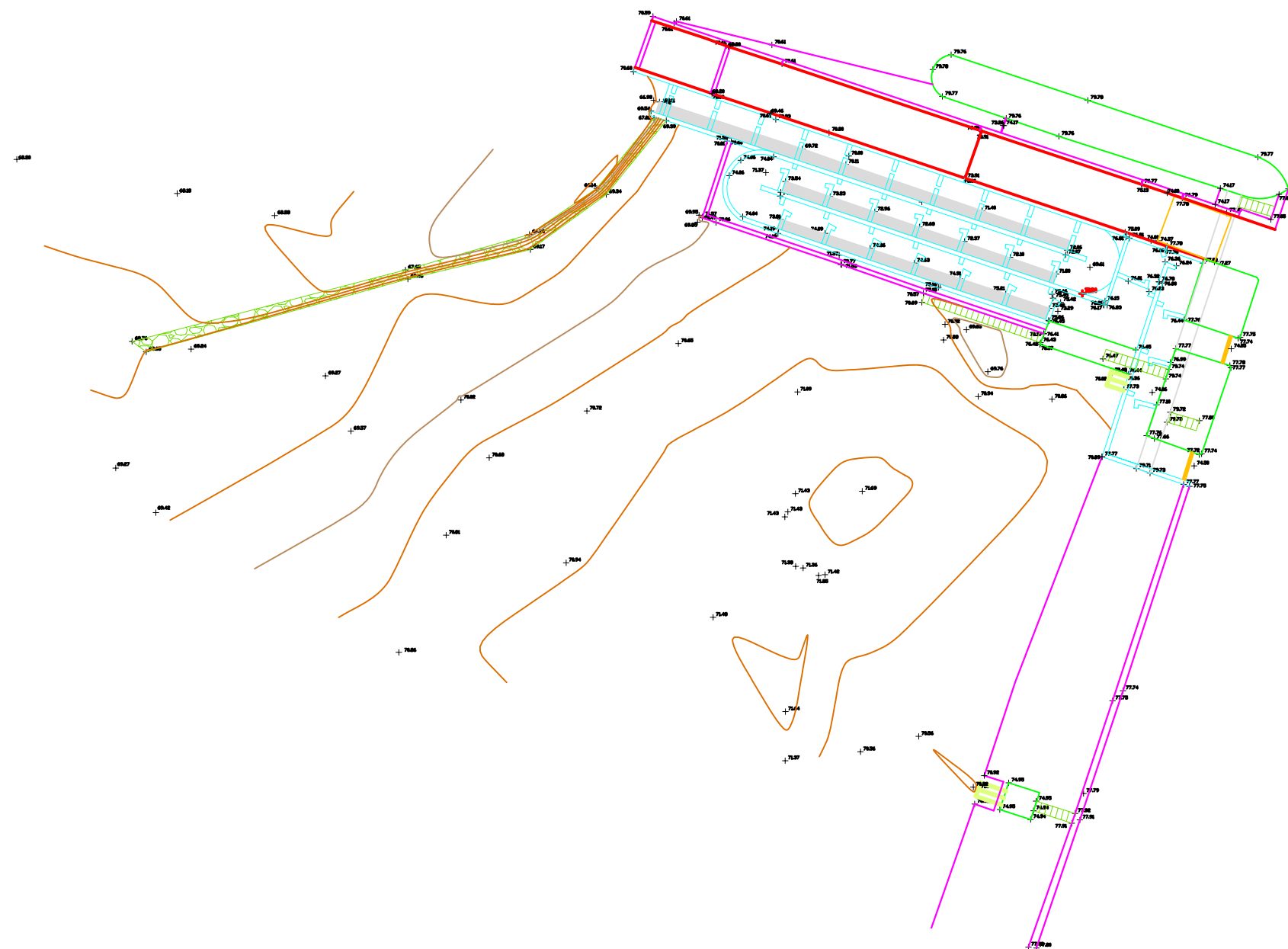
**Detalle**



**Situación**



## **APÉNDICE 1.- PLANOS**



E-mail: proyectos@igconsultores.es  
c/ Marques de Teverga nº 4-1º Izq A  
33005 - OVIEDO  
Tfno/Fax: 985230158  
INGENIERIA Y GEOLOGIA CONSULTORES, S.L.

**FIRMADO :**  
Ingeniero Superior de Minas  
Miguel Angel Iglesias Ordoñez  
Nº Colegiado: 979 NO

**DIBUJO :**  
Eva Alonso Almaraz

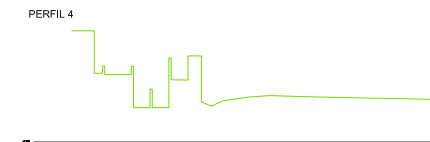
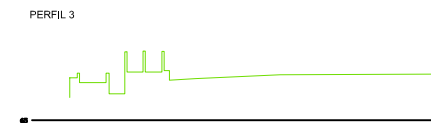
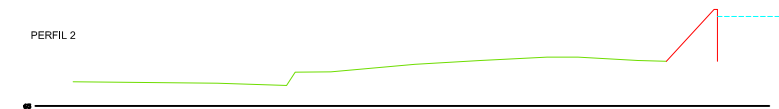
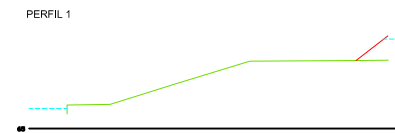
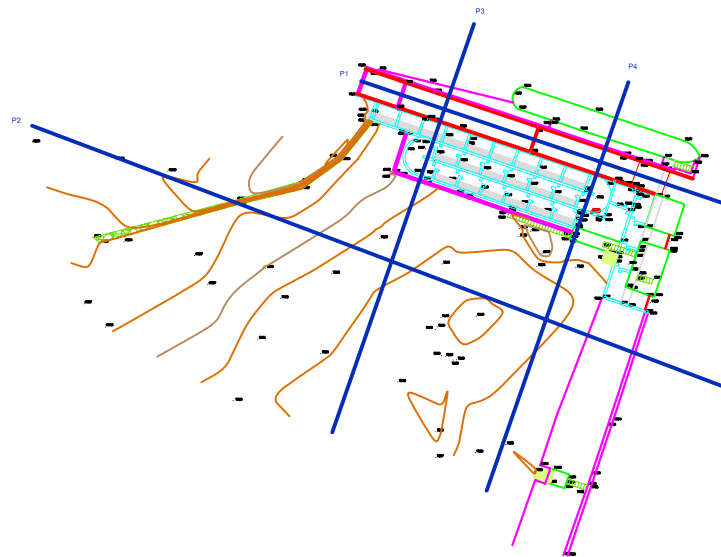
**FECHA**  
Junio 2020

**ESCALA**  
1/400

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
PLANO TOPOGRÁFICO DE LA PRESA DEL FURACÓN EN TRUBIA (ASTURIAS)  
**PLANO TOPOGRÁFICO**

**PLANO Nº 1**

Hoja 1 de 1



E-mail: proyectos@igconsultores.es  
c/ Marques de Teverga nº 4-1ºIzq A  
33005 - OVIEDO  
Tfno/Fax: 985230158  
INGENIERIA Y GEOLOGIA CONSULTORES, S.L.

**FIRMADO :**  
Ingeniero Superior de Minas  
Miguel Angel Iglesias Ordoñez  
Nº Colegiado: 979 NO

**DIBUJO :**  
Eva Alonso Álvarez

**FECHA**  
Junio 2020

**ESCALA**  
1/1000

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
PLANO TOPOGRÁFICO DE LA PRESA DEL FURACÓN EN TRUBIA (ASTURIAS)  
**PLANO SITUACIÓN DE PERFILES Y PERFILES**

**PLANO Nº 2**

Hoja 1 de 1



- Anejo nº 2.- Informe Geológico.



## ANEJO Nº2 ESTUDIO GEOLÓGICO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. METODOLOGÍA .....	1

### Apéndice 2.1 Estudio Geológico



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo definir las características de los materiales y calcular su estabilidad en cuanto a la solución de las cimentaciones de las estructuras propuestas para la definición de los trabajos contemplados en el **“Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacón. T.M. Oviedo (Asturias)”**.

## 2. METODOLOGÍA

Para la confección del informe se ha realizado, además de un reconocimiento superficial de la zona, la recopilación de información de los siguientes informes:

- ✓ Hoja geológica nº 28-Grado a escala 1:50.000 del IGME.
- ✓ Publicación Geología de Oviedo de Manuel Gutiérrez Claveros y Miguel Torres Alonso.
- ✓ Estudio geotécnico correspondiente a la construcción de una EDAR en Trubia.
- ✓ Estudio geológico-geotécnico de la estabilidad de una ladera en la Presa del Furacón.

Se adjunta en el **Apéndice 2.1 Estudio Geológico**, el estudio geológico realizado por la empresa **I.G. Consultores S.L.**, donde se describe la metodología seguida para la realización del mismo.

Se incluye dentro del mencionado apéndice, una descripción del encuadre geológico general y de la zona, una caracterización de los materiales existentes y unas recomendaciones básicas respecto de las cimentaciones, dentro del apartado criterios de proyecto.



## **Apéndice 2.1 Estudio Geológico**



# **ESTUDIO GEOLÓGICO PRESA DEL FURACÓN**

*Oviedo, Junio 2020*

<b>1.- INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2.- GEOLOGIA</b>	<b>2</b>
2.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL	2
2.2.- ENCUADRE GEOLÓGICO DE LA ZONA	4
<b>3.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES</b>	<b>5</b>
3.1.- ARENAS LIGERAMENTE LIMOSAS (QA1)	5
3.2.- BOLOS Y GRAVAS (QA2)	6
3.3.- ARENISCAS DEL NARANCO (D)	8
<b>4.- CRITERIOS DE PROYECTO</b>	<b>10</b>

## **1.- INTRODUCCION**

El presente informe corresponde al estudio geológico de la Presa del Furacón, situada en el cauce del Río Nalón

El estudio tiene por objeto identificar los materiales que aparecen en la zona de la margen izquierda de la Presa y determinar sus características resistentes.

Para la confección del informe se ha realizado, además de un reconocimiento superficial de la zona, la recopilación de información de los siguientes informes:

- Hoja geológica nº 28-Grado a escala 1:50.000 del IGME.
- Publicación *Geología de Oviedo* de Manuel Gutierrez Claveros y Miguel Torres Alonso.
- Estudio geotécnico correspondiente a la construcción de una EDAR en Trubia
- Estudio geológico-geotécnico de la estabilidad de una ladera en la Presa del Furacón



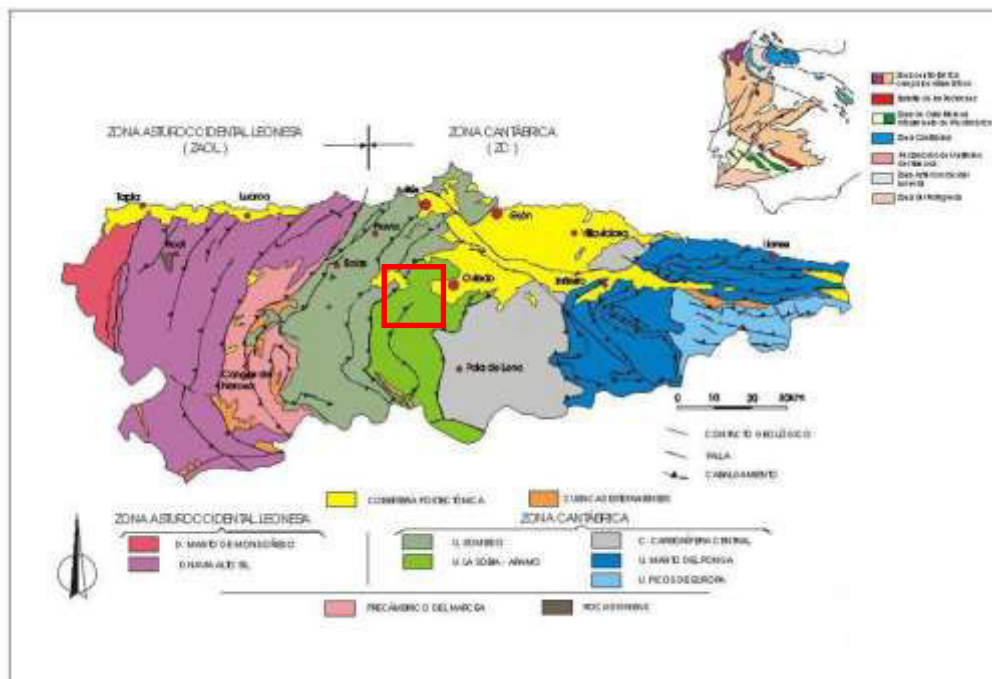
*Situación de la zona*

## 2.- GEOLOGIA

### 2.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

La zona estudiada se sitúa, desde el punto de vista geológico, en la Zona Cantábrica. En esta zona, los materiales paleozoicos dibujan un arco muy característico con la convexidad hacia poniente que se denomina “rodilla astúrica”.

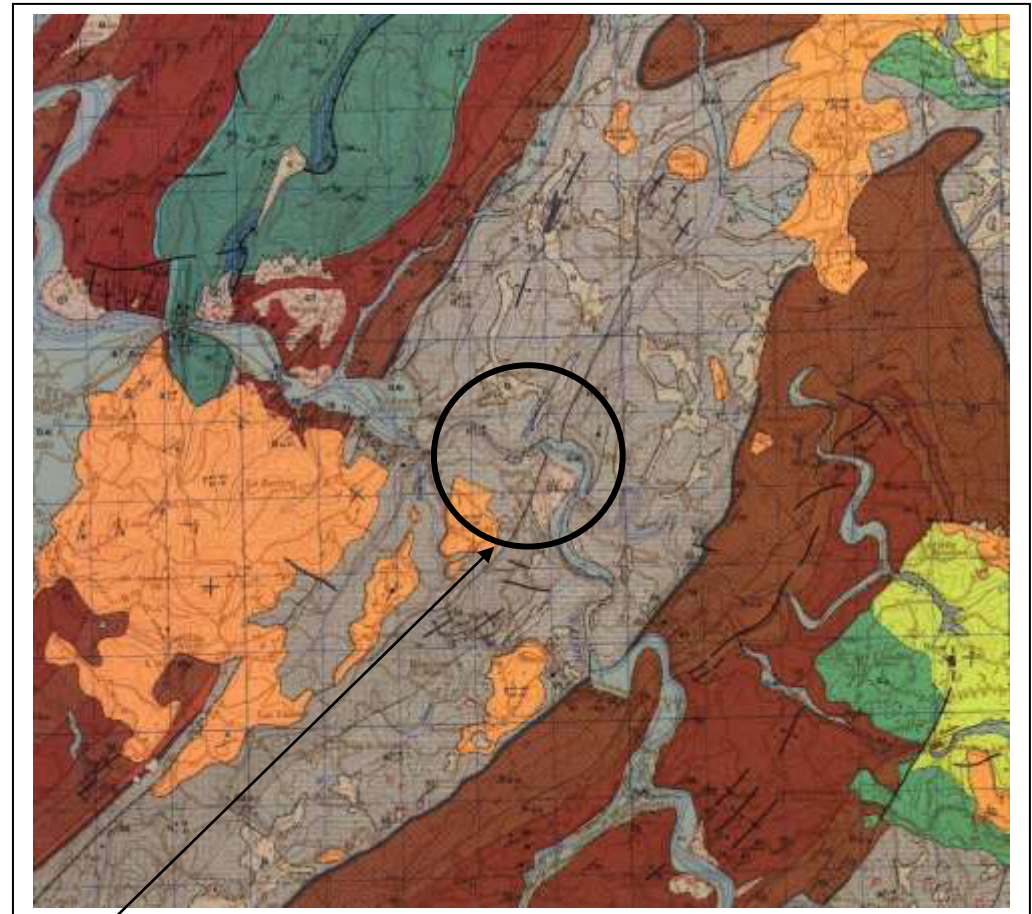
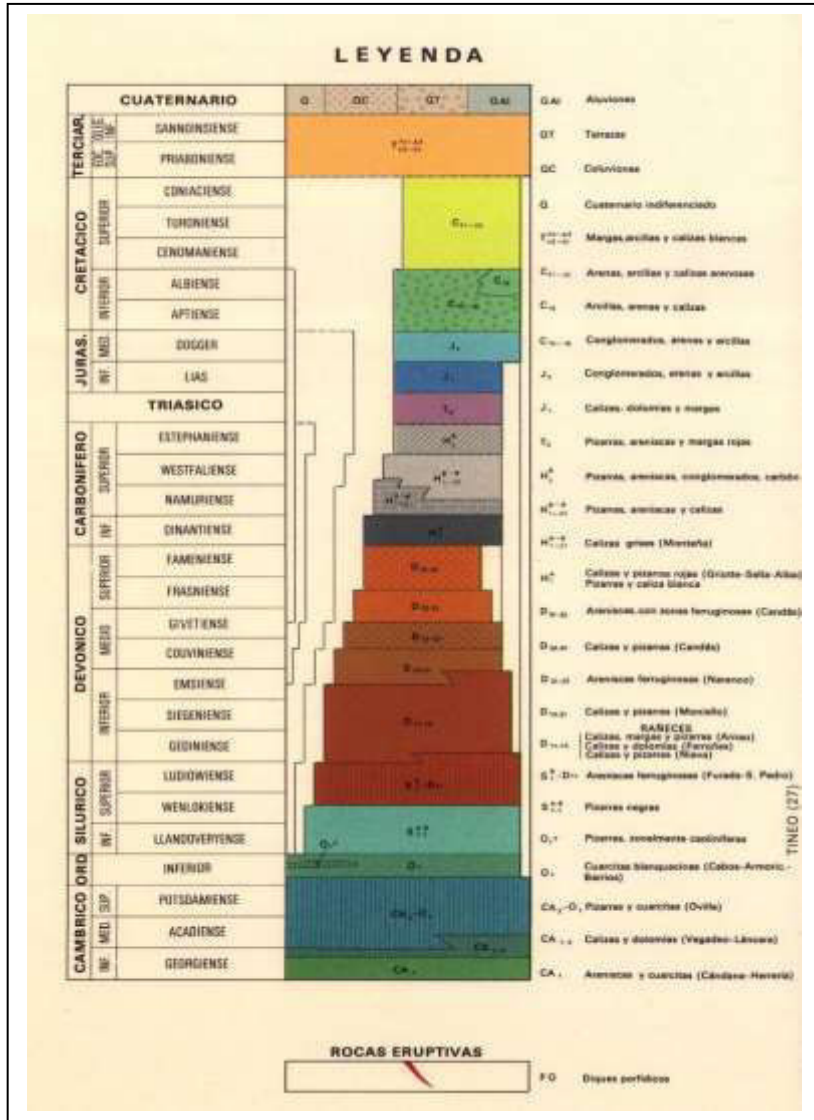
Dentro de la Zona Cantábrica la Presa del Furacón se sitúa en la Región de Pliegues y Mantos y más concretamente en la denominada Unidad de La Sobia-Aramo.



Los materiales de la Unidad de la Sobia-Aramo, en la zona estudiada, forman parte del Antiforme de Trubia.

El sustrato de la zona está formado por materiales devónicos, pertenecientes a la formación Arenisas del Naranco.

En las hojas adjuntas se refleja un esquema geológico más general de la zona a partir del mapa geológico a escala 1:50.000 n° 28-Grado del IGME y otro a partir de la publicación “Geología de Oviedo” de Manuel Gutierrez Claverol y Miguel Torres Alonso.



*Situación de la zona estudiada en el Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000(IGME)*

## CARTOGRAFIA GEOLOGICA

# LEYENDA

## DEPÓSITOS ANTRÓPICOS

Redes antrópicas

## CUATERNARIO

- Depositos aluviales sobre rellenos de alta razón de los cauces
- Depositos gravitacionales (Coruñones)
- Depositos de libreza aluvial
- Depositos de terrazas fluviales

## PLEOCUATERNARIO (?)

Conglomerados y arenas arcillosas con arena heterométricos

## TERCIARIO

- Margas, arcillas y areniscas (Eoceno Superior - Oligoceno ?)
- Niveles de calizas y calizas margosas bien, quecidas y roídas

## CRETÁCICO

- Fm. OVIEDO: Calizas y areniscas calcáreas (Cretácico Superior - Santoniense)
- Fm. LA ARGÁNDOA: Arenas y arcillas (Cretácico Superior)
- Fms. LAS TERCIAS y OTERO: Calizas, calizas volutasas y arenas (Turoloviense - Cenomanense)
- Fm. MEDRAMULLÉ: Arenas y arcillas de base, calizas (Cenomanense - Media)
- Fms. EL CALEYU y LULLADA: Arenas y arcillas, calizas volutas (Cenomanense - Albanoense)
- CRETÁCICO INDEFINIDO

## CARBONÍFERO

- Fm. ARLANEDO: Lutitas, areniscas y capas de carbón (Westfaliense D - Media)
- Fm. OLLONIEO: Conglomerados calcáreos, pizarra, areniscas y carbón (Westfaliense D - Baja)
- Fm. ESPERANZA: Arenas y areniscas (Westfaliense D - Baja)
- Fm. MIERES: Conglomerados calcáreos, areniscas y pizarra (Westfaliense D)
- Fm. CANALES: Pizarra, areniscas y capas de carbón (Westfaliense D)
- CARBONÍFERO DEL NARANCO: Pizarra, areniscas, calizas y carbón (Westfaliense A-B)
- Fm. VALDETEJA: Calizas claras, mármol (Boskiriense Inferior - Boreyense)
- Fm. BANCALIENTE: Calizas oscuras, areniscas (Serpukhovense - Boskiriense)
- Fms. ALBA y CANDAMO: Calizas rojas (Triéptico) y lutitas (Fomeniense - Turoloviense)

## DEVÓNICO

- Fm. RIÑERES: Lutitas, areniscas y margas, areniscas (Fomeniense Superior)
- Fm. NARANCO: Areniscas ferruginosas y pizarra (Eifelense - Westfaliense)
- Fm. MONELLO: Calizas y lutitas margosas (Emsiense Superior - Eifelense Inferior)
- Grupo HANCOCK: Dolomita, margas y lutitas (Lochkoviense - Emsiense)

## SILÚRICO

- Fm. TURADA: Areniscas, areniscas y pizarra (Wenlockense Superior - Lochkovense)
- Fm. FOMIGOSO: Pizarra rugulosa (Llandovery Inferior - Wenlockense Inferior)

## ORDOVÍCICO

- Fm. BARRIOS: Areniscas heterométricas (Arenig)



*Situación de la zona estudiada en el Mapa Geológico de Oviedo  
(Publicación de Manuel Gutierrez Claverol y Miguel Torres Alonso)*

# CARTOGRAFIA GEOLOGICA

## **2.2.- ENCUADRE GEOLÓGICO DE LA ZONA**

La zona objeto de estudio se sitúa sobre un sustrato de materiales del Devónico Medio, conocido como Formación Areniscas del Naranco. Este sustrato se encuentra recubierto de depósitos aluviales del río Nalón.

### **Formación Areniscas del Naranco**

Se trata de una serie areniscosa rica en hierro. Está constituida por una alternancia de areniscas tableadas principalmente ferruginosas, y pizarras, siendo estas últimas más abundantes hacia la parte superior.

Las areniscas ferruginosas poseen un tono rojizo, siendo más abundantes hacia la parte más inferior de la serie, y apareciendo de manera más esporádica en zonas superiores. Las areniscas restantes poseen tonos verdosos a causa de su contenido en clorita y vidrio volcánico alterado. Éstas últimas, se encuentran en la parte media y superior de la serie.

Esta formación tiene un espesor variable, alcanzando su máximo en 400-500m en el Naranco, y disminuyendo hacia Olloniego.

### **Depósitos Aluviales**

Estos depósitos aluviales proceden del río Nalón, y están constituidos por un nivel de arenas ligeramente limosas y un nivel de bolos y gravas con arenas.



### **3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

La zona objeto de estudio se localiza sobre un sustrato formado por materiales de la Formación Areniscas del Naranco recubiertos por depósitos aluviales del río Nalón.

En resumen se tienen los siguientes niveles litológicos y unidades geotécnicas:

#### **CUATERNARIO**

- Arenas ligeramente limosas. Aluvial
- Bolos y gravas. Aluvial

#### **DEVÓNICO**

- Areniscas del Naranco

#### **3.1.- ARENAS LIGERAMENTE LIMOSAS**

Corresponde a un nivel de arenas algo limosas de tonos gris oscuros y compacidad floja.

Su distribución es muy irregular en la zona y solamente se reconocen en algunas zonas sobre el nivel de bolos y gravas. Su espesor es reducido, como máximo 1 m.



*Arenas sobre gravas y bolos*

Se trata de un suelo que presenta las siguientes características:

- Se clasifican como suelo tipo SM, en ocasiones son suelo tipo ML
- Presentan plasticidad nula
- Presentan una compacidad floja
- Son fácilmente excavables mediante retroexcavadora.

### **3.2.- BOLOS Y GRAVAS (QA2)**

Estos depósitos están constituidos por cantos de redondeados a subredondeados de cuarzo y cuarcita, tamaño bolo y grava en matriz arenosa.

Los cantos presentan un tamaño máximo de 0,30-0,40 m. siendo el tamaño más frecuente de 6-8 cm. La matriz arenosa es escasa, del orden del 20-30%.



***Bolos y gravas redondeadas***

Se reconocen recubriendo a las areniscas y aunque habitualmente tienen un espesor importante, en la zona de la presa es reducido ya que afloran las areniscas en varios puntos del cauce.

Presentan las siguientes características:

Corresponden a suelos granulares tipo GP a los que se les asignan las siguientes características:

- Suelo tipo GP (S.U.C.S.)
- Cohesión nula.
- Angulo de rozamiento interno del orden de 35°-40°.
- Excavables mediante retroexcavadora.

### 3.3.- ARENISCAS DEL NARANCO (D)

Como hemos mencionado, los materiales sobre los que se apoya la presa son areniscas de grano fino-medio, generalmente ferruginosas y por ello de tonos rojizos. En tramos aumenta su contenido silíceo, conformando así una cuarzoarenita, con superficies limonitizadas de tonos amarillentos.

Frecuentemente se reconocen intercalaciones de carácter pizarroso, constituidas por limonitas pardas, feldespáticas, en general laminadas y de tonos verdosos, con intercalaciones centimétricas de areniscas.



*Areniscas en cauce*

Presentan estructura tabular y meteorización de grado I a II. Permeabilidad baja asociada a fracturación y porosidad.

En general se obtienen valores medios de la resistencia a compresión simple del orden de  $400 \text{ kg/cm}^2$  en los términos areniscosos y de  $200 \text{ kg/cm}^2$  en los términos pizarrosos

Siguiendo la clasificación de Bienawiski, se asigna para el conjunto de estos materiales un índice RMR de 50, que caracteriza a rocas de calidad media (clase III).

Presentan una buzamiento de  $82-84^\circ$  al Noroeste ( $285/84^\circ$ ).

#### **4.- CRITERIOS DE PROYECTO**

Como ya se ha mencionado, la zona se sitúa sobre un sustrato formado por areniscas que se encuentran recubiertas, en gran parte por depósitos aluviales.

De los materiales aluviales, el nivel de arenas presenta una compacidad muy floja y no puede utilizarse como terreno de apoyo.

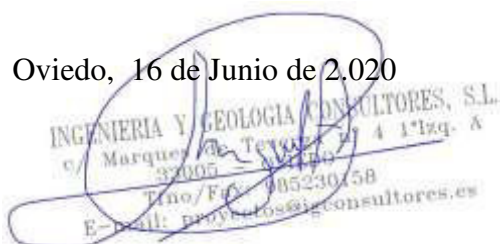
Las areniscas afloran en varios puntos del cauce, por lo que se encuentran bastante superficiales (la presa está cimentada en ellas) y podrán utilizarse como terreno de apoyo ya que presentan muy buenas características como terreno de cimentación, con cargas admisibles del orden de  $5 \text{ kg/cm}^2$  para el caso de cimentaciones superficiales.

En el caso de que en una zona estuviesen más profundas, el nivel de bolos y gravas también presenta aceptables condiciones como suelo de apoyo, con cargas admisibles del orden de  $2 \text{ kg/cm}^2$ .

En el caso de que los apoyos se realicen sobre el nivel de bolos y gravas, debe garantizarse que no se produzca socavamiento.

De los materiales aluviales, el nivel de arenas presenta una compacidad muy floja y no puede utilizarse como terreno de apoyo.

Oviedo, 16 de Junio de 2.020



INGENIERIA Y GEOLOGIA CONSULTORES, S.L.  
c/ Marques de Teruel, 4 Izq. A  
33005 - Oviedo  
Tfno/Fax: 985230458  
E-mail: proyectos@igconsultores.es

**Fdo.- Miguel Angel Iglesias**

**Ingeniero de Minas**



- Anejo nº 3.- Estudio Hidrológico.



## ANEJO Nº3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CUENCA HIDROLÓGICA .....	1
3. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE .....	4
4. CAUDALES ECOLÓGICOS .....	5
5. CÁLCULO DE CAUDALES CLASIFICADOS .....	7

### Apéndice nº3.1.- Cálculo de caudales clasificados





## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto justificar los caudales que servirán de referencia para el dimensionamiento de los equipos a instalar para el aprovechamiento del caudal ecológico de las instalaciones de Hidroeléctrica de Cantábrico Actual EDP, posee en La Presa del Furacón, la cual se encuentra ubicada aguas abajo de la localidad de Trubia (Asturias), en el cauce del río Nalón.

Esta información es muy útil puesto que podemos conocer el número de días al año y el caudal ecológico, que es obligatorio soltar en la Presa del Furacón, lo que nos permite ver cuál es el comportamiento del río en ese punto y que tecnología y dimensión de turbinas es la que mejor se adapta.

## 2. CUENCA HIDROLÓGICA

El Río Nalón es un curso fluvial que desde su nacimiento en La Fuente Nalona, en el Puerto de Tarna, en Caso, hasta su desembocadura, en el Mar Cantábrico, entre San Esteban de Pravia y Muros del Nalón, recorre 140,8 Kilómetros.

Atraviesa doce municipios, que son, aguas abajo, Caso, Sobrescobio, Laviana, San Martín del Rey Aurelio, Langreo, Oviedo, Grado, Las Regueras, Candamo, Pravia, Soto del Barco y Muros del Nalón. En su tramo final es la frontera entre los concejos de Soto del Barco con Pravia, en primer lugar, y con Muros, posteriormente. Si tenemos en cuenta sus afluentes, este río drena treinta y seis concejos, más de la mitad de los que tiene el Principado de Asturias, lo que da dimensión a la importancia de este curso fluvial para la región. Más, si tenemos en cuenta que el área que drena es el más industrializado y poblado.

Atraviesa a su paso localidades como Campo de Caso, Rioseco, Pola de Laviana, Sotroñido, Langreo, Soto de Ribera, Grado, Pravia, San Esteban y San Juan de La Arena, pero sus tributarios también atraviesan Mieres, o Pola de Siero.



La cuenca hidrográfica que lo alimenta tiene 3.692 km<sup>2</sup>, siendo la mayor de las que drenan el Principado de Asturias. Su Caudal medio anual es de 55,18 m<sup>3</sup>/seg., con mínimos estivales de 31,24 m<sup>3</sup>/seg. y máximos de 84,5 m<sup>3</sup>/seg. Sus principales afluentes son los Ríos Caudal (20,6 km), Trubia (31,3 km), Nora (77,6 km), Cubia (28,8 km), Narcea (110,9 km) y Aranguín (21,9 km).

Dejando a un lado el Narcea, que por su magnitud merece una mención aparte, el Río Trubia nace de la unión de los ríos Quirós y Teverga, y se une al Nalón en la población homónima. El Nora, por su parte, nace en Valvidares, en el concejo de Sariego, cruza Siero y Noreña, para hacer de frontera entre Oviedo y los concejos de Llanera y Las Regueras. Se une al Nalón en Priañes tras formar los conocidos como Meandros del Nora, encajando sus curvas sobre el terreno, un paisaje de gran belleza.

Nada más surgir de la Fuente La Nalona, casi en el límite con la Provincia de León, ya tiene que atravesar una garganta excavada en la Peña Peñalba, para discurrir casi sin curvas hacia el pueblo de Tarna, a dos kilómetros de la fuente en la que nace, y empieza a formar vegas, amplias para estas zonas montañosas, bordeando la Sierra de Cardenas para llegar a Campo de Caso. A la salida de esta localidad, el río se esconde durante 200 metros bajo tierra para atravesar la Cueva Deboyu, y queda posteriormente retenido por las presas de los embalses de Tanes, primero, y Rioseco, después. Desde este momento, el río va formando vegas cada vez más amplias que acogen a poblaciones dedicadas principalmente a la extracción del carbón, ya que atraviesa un área rica en hulla. Estas explotaciones operaban lavando el mineral en este caudal, aunque en los últimos años se trata de una actividad en decadencia.

Aguas abajo, el río es represado dos veces más, en los embalses de Furacón, antes de su entronque con el Río Nora, y poco después, en el de Prianes. Se une al Río Narcea en Pravia, otro de los ríos más importantes de Asturias, para desembocar en la Ría del Nalón (también llamada de Pravia), tras formar el Islote Desalón, junto a Soto del Barco, que alberga una gran plantación de kiwis. Esta ría, se ensancha justo antes de su final, llegando a casi el kilómetro entre orillas, para volver a cerrarse en el último medio kilómetro y desembocar al mar, junto al espigón de la Barra de San Esteban.



Al ser un río de tan largo recorrido, a lo largo de su recorrido nos encontramos con muchas figuras de protección. En su cabecera, el Parque Natural, Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona de Especial Protección de Aves (ZEPA) de Redes. Se trata de un área de gran conservación medioambiental, en la que podemos encontrar diferentes especies de murciélagos, la nutria, el desmán ibérico e incluso el oso pardo.

Más hacia el norte está el Paisaje Protegido y LIC de la Cuencas Mineras, que además de un gran valor de fauna y vegetación, posee un importante patrimonio industrial vinculado principalmente a la minería. Aguas abajo la figura administrativa que aparece es el LIC Río Nalón, donde hay nutria, desmán y salmón atlántico, entre otras especies, así como encinares. La desembocadura pertenece al ámbito del ZEPA Cabo Busto-Luanco, por la aparición de aves migratorias.

Sus afluentes también están protegidos como LIC, como los del Río Narcea, Trubia o los Meandros del Nora.



### 3. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE

A modo de resumen, indicar que el embalse de El Furacón en dicho punto el río Nalón presenta las siguientes características hidrológicas:

<b>Datos generales</b>
Tipo de presa: Gravedad
Fase vida presa: Explotación
Categoría riesgo potencial: C
Usos infraestructura: Hidroeléctrico
<b>Datos técnicos</b>
Superficie de la cuenca hidrográfica (km <sup>2</sup> ): 2.137 km <sup>2</sup>
Aportación media anual (hm <sup>3</sup> ): 1.594 hm <sup>3</sup>
Precipitación media anual (mm): 1.325 mm
Caudal punta avenida de proyecto (m <sup>3</sup> /s): 2.310 m <sup>3</sup> /s
Cota coronación (m): 80 m
Altura desde cimientos (m): 14 m
Longitud de coronación (m): 250 m
Cota cimentación (m): 66 m
Cota del cauce en la presa (m): 68 m
Volumen del cuerpo presa (1000 m <sup>3</sup> ): 18,00 1000 m <sup>3</sup>
Superficie del embalse a NMN (ha): 19 ha
Capacidad a NMN (hm <sup>3</sup> ): 1 hm <sup>3</sup>
Cota del NMN (m): 78 m
Número total de aliviaderos en la presa: 4 taintor, 1 stoney
Regulación aliviaderos: Compuertas. / aliviadero de labio fijo.
Capacidad aliviaderos (m <sup>3</sup> /s): 1.480-2.330 m <sup>3</sup> /s
Número total de desagües en la presa: 3
Capacidad desagües (m <sup>3</sup> /s): 440 m <sup>3</sup> /s



#### 4. CAUDALES ECOLÓGICOS

El régimen de caudales ecológicos cuya implantación es el objeto del procedimiento de concertación que se ha llevado a cabo y que es de obligado cumplimiento, es el fijado en el Plan Hidrológico vigente y que ya fue definido en el Plan del ciclo anterior aprobado mediante Real Decreto 399/2013, de 7 de junio. De acuerdo con esta normativa, los caudales mínimos a respetar serán instantáneos y en situación hidrológica ordinaria serán los siguientes:

<u>Periodo</u>		<u>Caudal Q</u> (m <sup>3</sup> /s)	<u>Periodo de aguas</u>
fecha inicio	fecha final		
01-enero	30-abril	11,534	aguas altas
01-mayo	30-junio	8,762	aguas medias
01-julio	31-octubre	4,807	aguas bajas
01-noviembre	31-diciembre	8,762	aguas medias

En base a los caudales ecológicos anteriores, se dimensionarán los equipos a instalar para el aprovechamiento del caudal ecológico de las instalaciones de Hidroeléctrica de Cantábrico, actual EDP, en La Presa del Furacón.

Por otra parte, es necesario mencionar que en la margen derecha del embalse se deriva agua a través de 2 túneles de derivación, hacia el río Nora, donde se ubica la central hidroeléctrica de Priañes, propiedad de Hidroeléctrica de Cantábrico, actual EDP.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el caudal del equipamiento sería el caudal ecológico establecido (máximo 11,534 m<sup>3</sup>/s) más un resguardo. Dado que la tramitación debe implicar un aumento de caudal concesional al embalse de Priañes inferior al 10%, y la concesión actual es de 125,6 m<sup>3</sup>/s, el caudal máximo considerado es 12,56 m<sup>3</sup>/s.



Junto con el número de días al año y el caudal considerado, nos permitirá ver cuál es el comportamiento del río en ese punto y que tecnología y dimensión de turbina es la que mejor se adapta.



## 5. CÁLCULO DE CAUDALES CLASIFICADOS

Los caudales clasificados son la serie ordenada de mayor a menor de los caudales medios diarios circulantes por un punto de un río. Esta información es muy útil puesto que podemos conocer el número de días al año que circula por una sección de un río un caudal determinado, lo que nos permite ver cuál es el comportamiento del río en ese punto y que tecnología y dimensión de turbinas es la que mejor se adapta.

En el **Apéndice nº3.1.- Cálculo de caudales clasificados** del presente anejo se incluye el cálculo de los caudales clasificados del río Nalón a la altura de la presa del Furacón.

Así mismo se procede a ajustar los cálculos realizados de la curva de caudales clasificados ajustando el coeficiente de proporcionalidad de cuenca, la cual se incluye también dentro del citado apéndice.

Para el cálculo de los caudales clasificados se ha partido de los datos de las siguientes estaciones SAIH:

- Número 1369 localizada en el río Caudal en Parteayer.
- Número 1367 localizada en el río Caudal en Argame.
- Número 1335 localizada en el río Nalón en el Condado



### **Apéndice nº3.1.- Cálculo de caudales clasificados**





## APÉNDICE Nº1 CÁLCULO DE CAUDALES CLASIFICADOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DATOS .....	2
3. CÁLCULO DE CAUDALES EN LA PRESA DEL FURACÓN .....	6
4. CALCULO DE CAUDALES CLASIFICADOS .....	7

**Anexo nº1.- Tabla de caudales clasificados**

**Anexo nº2.- Curva de caudales clasificados**



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el cálculo de los caudales clasificados del río Nalón a la altura de la presa del Furacón. Los caudales clasificados son la serie ordenada de mayor a menor de los caudales medios diarios circulantes por un punto de un río. Esta información es muy útil puesto que podemos conocer el número de días al año que circula por una sección de un río un caudal determinado, lo que nos permite ver cuál es el comportamiento del río en ese punto y que tecnología y dimensión de turbinas es la que mejor se adapta.

En este apéndice se procede a ajustar los cálculos realizados de la curva de caudales clasificados ajustando el coeficiente de proporcionalidad de cuenca.



## 2. DATOS

Para el cálculo de la curva de caudales clasificados es necesario disponer de una serie de datos de caudales medios diarios lo suficientemente amplia para que los resultados de la misma sean significativos.

En este caso se partió de los datos de las siguientes estaciones SAIH:

- Número 1369 localizada en el río Caudal en Parteyer.
- Número 1367 localizada en el río Caudal en Argame.
- Número 1335 localizada en el río Nalón en el Condado.

Datos de las Estaciones:

### C.H. CANTÁBRICO

### 1369 PARTEAYER

#### Identificación

Estado	BAJA	Inicio	1913	Cota (m)	159
Cód. ROEA	1369	Cód. SAIH	A607	Cód. SAICA	
Cód. DMA					
Cód. masa de agua	ES018MSPFES171MAR001380				
UTM X	266.664	Y	4.796.303	Huso	30
				Datum	ETRS89(*)
Río	Caudal				
Cuenca receptora (km2)	893				
Sistema de explotación	NALON				
T. Municipal	Morcín				
Provincia	Asturias				
Hoja 1:50.000	PROAZA (52)				

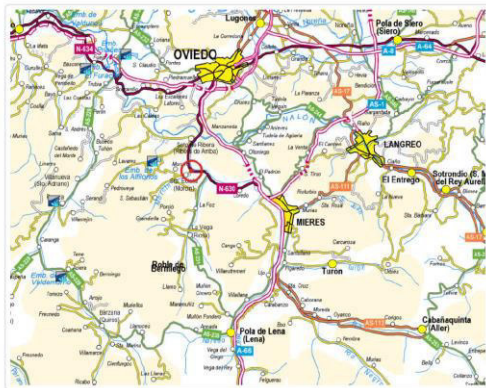
#### Fotografía



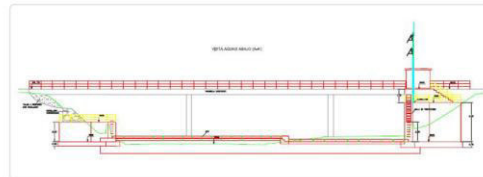
#### Tipología

Sensor	piezo D	Longitud (m)		Ancho (m)	
Tipo de Estación	ENCAUZAMIENTO SIN CANAL DE AGUAS BAJAS	Caseta	SÍ (DE FÁBRICA)	Pasarela	SÍ
Régimen de caudales	ALTERADO	Escala	SÍ (EXTERIOR)	Vertedero	SÍ

#### Plano de situación



#### Sección tipo



#### Estaciones de aforo en ríos

Id. Estación	1369
Estación	1369 RIO CAUDAL EN PARTEAYER
Estado	BAJA
RIO	CAUDAL
Superficie aguas arriba (km2)	893
Superficie del tramo del río (km2)	923
Altitud (m)	158
Altitud máxima (m)	
UTM X H30 ETRS89	266.664
UTM Y H30 ETRS89	4.796.303
Hoja 1:50.000	PROAZA
Confed. Hidrográfica	CANTABRICO
Municipio	MORCÍN
Provincia	ASTURIAS
Autonomía	ASTURIAS, PRINCIPADO DE
Observaciones	DATOS MODIFICADOS 2007-08 (ANUARIO 13-14)

#### Estadísticas de caudales de la serie histórica:

##### Advertencia

Datos generales [Caudales medios](#) [Caudales medios mensuales](#) [Cuantiles](#)

#### Datos generales

Subtítulo	Datos generales
Número total de años hidrológicos con datos	58
Número de años hidrológicos con datos completos	35
Número de años hidrológicos con datos incompletos	23
Año inicial de la serie	1912
Año fin de la serie	2013



Fotografía



Sección



Plano

### C.H. CANTÁBRICO

### 1367 RÍO CAUDAL EN ARGAME

#### Identificación

Estado	ALTA	Inicio	2012	Cota (m)	133
Cód. ROEA	1367	Cód. SAIH	A061	Cód. SAICA	
Cód. DMA					
Cód. masa de agua	ES018MSPFES171MAR001380				
UTM X	266.389	Y	4.798.106	Huso	30 Datum ETRS89
Río	Caudal				
Cuenca receptora (km2)	897				
Sistema de explotación	NALÓN				
T. Municipal	Morcín				
Provincia	Asturias				
Hoja 1:50.000	Proaza (52)				

#### Fotografía



#### Tipología

Sensor	piezo R	Longitud (m)		Ancho (m)	
Tipo de Estación		Caseta	()	Pasarela	
Régimen de caudales		Escala	()	Vertedero	

#### Plano de situación

#### Sección tipo

#### Estaciones de aforo en ríos

Id. Estación	1367
Estación	1367 RIO CAUDAL EN ARGAME
Estado	ALTA
RIO	CAUDAL
Superficie aguas arriba (km2)	897
Superficie del tramo del río (km2)	923
Altitud (m)	133
Altitud máxima (m)	
UTM X H30 ETRS89	266.389
UTM Y H30 ETRS89	4.798.106
Hoja 1:50.000	PROAZA
Confed. Hidrográfica	CANTABRICO
Municipio	MORCÍN
Provincia	ASTURIAS
Autonomía	ASTURIAS, PRINCIPADO DE
Observaciones	FALTA FIABILIDAD EN CURVA DE GASTO, NO SE PUBLICAN Q PARA TODAS LAS H

#### Estadísticas de caudales de la serie histórica:

##### Advertencia

Datos generales Caudales medios Caudales medios mensuales Cuantiles

#### Datos generales

Subtítulo	Datos generales
Número total de años hidrológicos con datos	2
Número de años hidrológicos con datos completos	1
Número de años hidrológicos con datos incompletos	1
Año inicial de la serie	2015
Año fin de la serie	2016



Fotografía



Sección



Plano

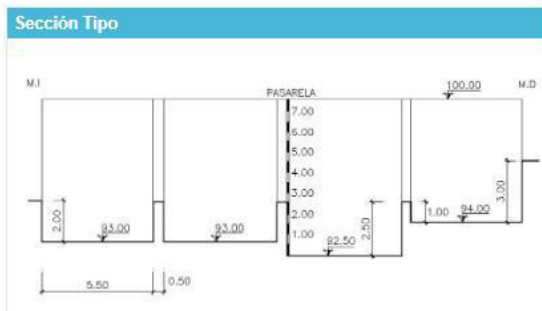
### C.H. CANTÁBRICO

1335 EL CONDADO

Identificación						
Estado	Alta	Inicio	1912	Cota (m)	367	
Cód. ROEA	1335	Cód. SAIH	A605	Cód. SAICA		
Cód. DMA	-					
Cód. masa de agua	ES018MSPFES171MAR001380					
UTM X	297.926	Y	4.789.562	Huso	30	Datum
				ETRS89		
Río	Nalón					
Cuenca receptora (km <sup>2</sup> )	343					
Sistema de explotación	NALON					
T. Municipal	Laviana					
Provincia	Asturias					
Hoja 1:50.000	RIOSECO (54)					



Tipología					
Sensor	Limnógrafo-Boya contrapeso	Longitud (m)		Ancho (m)	23,5
Tipo de Estación	ENCAUZAMIENTO CON CANAL DE AGUAS BAJAS	Caseta	SÍ (DE FÁBRICA)	Pasarela	SÍ
Régimen de caudales	ALTERADO	Escala	SÍ (EXTERIOR)	Vertedero	



Estaciones de aforo en ríos	
Estación	1335 RIO NALON EN CONDADO, EL
Estado	ALTA
RIO	NALON
Superficie aguas arriba (km <sup>2</sup> )	343
Superficie del tramo del río (km <sup>2</sup> )	4.866
Altitud (m)	366
Altitud máxima (m)	2.104
UTM X H30 ETRS89	297.926
UTM Y H30 ETRS89	4.789.562
Hoja 1:50.000	RIOSECO
Confed. Hidrográfica	CANTABRICO
Municipio	LAVIANA
Provincia	ASTURIAS
Autonomía	ASTURIAS, PRINCIPADO DE
Observaciones	

#### Estadísticas de caudales de la serie histórica:

Advertencia

Datos generales	Caudales medios	Caudales medios mensuales	Cuantiles
-----------------	-----------------	---------------------------	-----------

Datos generales	
Número total de años hidrológicos con datos	52
Número de años hidrológicos con datos completos	44
Número de años hidrológicos con datos incompletos	8
Año inicial de la serie	1912
Año fin de la serie	2014

Fotografía



Sección



Plano





De la página web de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico se han descargado los datos correspondientes al caudal medio diario del río en ese punto durante la totalidad del periodo registrado.

### 3. CÁLCULO DE CAUDALES EN LA PRESA DEL FURACÓN

Analizados los datos de las estaciones indicadas en el apartado anterior, se procederá a trasladar el resultado de los mismos al punto del río Nalón situado en la presa del Furacón:

- Río: Nalón
- Población: Trubia
- Cuenca: 2.137 km<sup>2</sup>

El traslado de los caudales se realizará utilizando el coeficiente de proporcionalidad de cuencas:

Coeficiente de proporcionalidad de cuencas:  $\text{Cuenca Furacón} / \text{Cuenca Parteayer+Argame+El Condado+Soto de Ribera} = 1,35$ .

Por otro lado, se aplicará un coeficiente minorador del caudal el cual tendrá en cuenta; que la probabilidad de precipitación simultánea en una cuenca tan grande es reducida; y que la simultaneidad de coincidencia de los caudales procedentes de los distintos afluentes debido a los tiempos de recorrido por los cauces es menor que en una cuenca más pequeña.

En este caso el coeficiente de simultaneidad de cuenca es de 0,81, de manera que la curva de caudales clasificados se ajuste mejor al modelo SIMPA consiguiendo que la aportación anual del río en el punto de concesión sea de 1.594 hm<sup>3</sup>/año.



#### 4. CALCULO DE CAUDALES CLASIFICADOS

Una vez que se han trasladado la totalidad de los caudales de la serie de datos de las estaciones consideradas a la presa del Furacón, se procede a calcular la media del caudal medio diario de cada uno de los días del año.

Una vez que tenemos el caudal medio diario del año medio, se procede a ordenar estos datos de mayor a menor y a asignarles un número de orden.

El número de orden representa el número de días al año que el caudal medio del río alcanza el valor del caudal señalado en la tabla.

Es importante señalar, que a este caudal habría que descontarle el caudal que circula por la escala de peces existente, el cual es del orden de  $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A continuación, se recoge la curva de caudales clasificados y la tabla de datos con los valores de los caudales medios diarios.





**Anexo nº1.- Tabla de caudales clasificados**



**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados		
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
1	251,13	260,69	126,70	241,71	406,95	549,45	0,50
2	193,17	200,53	100,82	192,34	318,22	429,55	0,50
3	160,00	166,09	90,88	173,38	274,97	371,10	0,50
4	147,23	152,84	82,68	157,74	251,57	339,47	0,50
5	136,17	141,36	75,18	143,43	230,68	311,24	0,50
6	124,00	128,72	70,36	134,22	212,98	287,33	0,50
7	115,91	120,33	65,23	124,44	198,26	267,43	0,50
8	108,74	112,88	62,03	118,34	187,29	252,61	0,50
9	101,89	105,77	58,20	111,03	175,60	236,81	0,50
10	96,93	100,62	56,17	107,16	168,30	226,94	0,50
11	93,60	97,16	54,28	103,56	162,58	219,22	0,50
12	90,37	93,81	52,65	100,45	157,35	212,14	0,50
13	87,45	90,77	50,81	96,93	152,04	204,97	0,50
14	85,40	88,65	48,83	93,15	147,26	198,51	0,50
15	82,27	85,40	47,48	90,58	142,54	192,13	0,50
16	79,87	82,91	46,03	87,81	138,28	186,38	0,50
17	77,87	80,83	44,82	85,51	134,74	181,58	0,50
18	76,16	79,05	43,46	82,92	131,20	176,80	0,50
19	74,64	77,48	42,54	81,16	128,50	173,16	0,50
20	72,47	75,23	41,38	78,94	124,87	168,26	0,50
21	70,83	73,53	40,27	76,82	121,78	164,08	0,50
22	69,70	72,35	39,26	74,90	119,27	160,69	0,50
23	68,13	70,73	38,15	72,79	116,25	156,60	0,50
24	67,02	69,58	37,58	71,68	114,42	154,13	0,50
25	65,76	68,27	36,63	69,87	111,89	150,71	0,50
26	64,62	67,08	35,86	68,42	109,75	147,82	0,50
27	63,58	66,01	35,12	67,00	107,73	145,09	0,50
28	62,61	64,99	33,87	64,62	104,99	141,38	0,50
29	61,45	63,79	33,26	63,46	103,07	138,79	0,50
30	60,73	63,04	32,48	61,96	101,25	136,33	0,50
31	59,84	62,12	31,60	60,29	99,16	133,50	0,50
32	58,65	60,88	30,82	58,80	96,94	130,51	0,50
33	57,66	59,85	30,13	57,47	95,03	127,93	0,50
34	56,67	58,82	29,55	56,38	93,32	125,61	0,50
35	55,98	58,11	29,21	55,73	92,21	124,12	0,50
36	55,07	57,17	28,76	54,87	90,76	122,15	0,50
37	54,42	56,49	28,17	53,74	89,29	120,17	0,50
38	53,65	55,69	27,46	52,39	87,54	117,80	0,50
39	52,84	54,85	27,07	51,64	86,26	116,07	0,50



### CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados		
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
40	51,84	53,81	26,56	50,67	84,63	113,87	0,50
41	51,10	53,05	26,11	49,82	83,32	112,10	0,50
42	50,36	52,27	25,76	49,14	82,14	110,51	0,50
43	49,92	51,82	25,39	48,43	81,20	109,23	0,50
44	49,00	50,86	24,96	47,61	79,77	107,30	0,50
45	48,39	50,24	24,67	47,06	78,81	106,01	0,50
46	47,57	49,38	24,24	46,23	77,45	104,16	0,50
47	47,13	48,93	23,85	45,50	76,49	102,87	0,50
48	46,14	47,90	23,41	44,66	74,97	100,82	0,50
49	45,73	47,47	23,11	44,08	74,16	99,72	0,50
50	45,07	46,79	22,74	43,38	73,03	98,20	0,50
51	44,55	46,24	22,52	42,95	72,25	97,14	0,50
52	44,12	45,80	22,17	42,30	71,36	95,93	0,50
53	43,38	45,04	21,79	41,56	70,15	94,30	0,50
54	43,06	44,70	21,39	40,81	69,26	93,10	0,50
55	42,51	44,13	21,08	40,22	68,32	91,83	0,50
56	42,06	43,66	20,83	39,74	67,55	90,79	0,50
57	41,45	43,02	20,55	39,21	66,61	89,52	0,50
58	40,90	42,45	20,25	38,64	65,68	88,27	0,50
59	40,66	42,21	19,99	38,13	65,08	87,45	0,50
60	40,18	41,71	19,48	37,16	63,88	85,83	0,50
61	39,77	41,29	19,20	36,63	63,12	84,79	0,50
62	39,52	41,02	18,79	35,84	62,26	83,64	0,50
63	38,97	40,45	18,54	35,37	61,41	82,50	0,50
64	38,74	40,22	18,28	34,87	60,82	81,70	0,50
65	38,09	39,54	17,99	34,31	59,82	80,34	0,50
66	37,73	39,17	17,78	33,93	59,21	79,51	0,50
67	37,35	38,77	17,54	33,46	58,50	78,56	0,50
68	37,09	38,51	17,44	33,27	58,14	78,07	0,50
69	36,73	38,13	17,14	32,70	57,37	77,03	0,50
70	36,49	37,88	16,86	32,17	56,74	76,17	0,50
71	36,20	37,58	16,65	31,76	56,16	75,40	0,50
72	35,89	37,25	16,44	31,37	55,58	74,61	0,50
73	35,44	36,79	16,12	30,75	54,71	73,43	0,50
74	35,15	36,48	15,80	30,15	53,97	72,44	0,50
75	34,89	36,22	15,61	29,78	53,47	71,75	0,50
76	34,48	35,80	15,37	29,32	52,74	70,78	0,50
77	34,19	35,49	15,16	28,93	52,18	70,02	0,50
78	33,98	35,28	15,09	28,78	51,89	69,62	0,50



**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
79	33,79	35,07	14,89	28,41	51,42	68,99	0,50
80	33,50	34,78	14,69	28,03	50,87	68,25	0,50
81	33,25	34,51	14,58	27,82	50,49	67,73	0,50
82	33,04	34,30	14,44	27,55	50,10	67,21	0,50
83	32,62	33,86	14,26	27,21	49,47	66,35	0,50
84	32,37	33,60	14,12	26,94	49,03	65,76	0,50
85	31,91	33,13	13,93	26,58	48,36	64,85	0,50
86	31,68	32,88	13,79	26,31	47,95	64,30	0,50
87	31,40	32,60	13,67	26,08	47,53	63,73	0,50
88	31,17	32,35	13,42	25,60	46,94	62,94	0,50
89	30,74	31,91	13,30	25,38	46,40	62,21	0,50
90	30,52	31,69	13,19	25,16	46,05	61,73	0,50
91	30,13	31,27	13,03	24,86	45,47	60,95	0,50
92	29,83	30,96	12,81	24,44	44,88	60,15	0,50
93	29,56	30,68	12,60	24,04	44,33	59,41	0,50
94	29,28	30,40	12,40	23,66	43,78	58,67	0,50
95	29,04	30,15	12,26	23,38	43,36	58,10	0,50
96	28,89	29,99	12,11	23,11	43,01	57,63	0,50
97	28,64	29,73	11,97	22,83	42,58	57,04	0,50
98	28,42	29,50	11,85	22,60	42,20	56,53	0,50
99	28,24	29,31	11,66	22,25	41,76	55,94	0,50
100	27,95	29,02	11,47	21,88	41,23	55,21	0,50
101	27,70	28,75	11,30	21,56	40,75	54,57	0,50
102	27,54	28,59	11,15	21,26	40,38	54,07	0,50
103	27,36	28,40	11,02	21,02	40,03	53,60	0,50
104	27,18	28,22	10,89	20,77	39,68	53,13	0,50
105	26,96	27,98	10,75	20,51	39,28	52,58	0,50
106	26,74	27,76	10,62	20,26	38,90	52,06	0,50
107	26,54	27,55	10,40	19,84	38,38	51,37	0,50
108	26,29	27,29	10,27	19,59	37,98	50,82	0,50
109	26,13	27,12	10,18	19,42	37,70	50,45	0,50
110	25,83	26,81	10,07	19,21	37,27	49,87	0,50
111	25,69	26,67	9,96	19,00	36,99	49,49	0,50
112	25,46	26,43	9,82	18,74	36,59	48,95	0,50
113	25,33	26,30	9,67	18,44	36,24	48,47	0,50
114	25,14	26,10	9,56	18,25	35,92	48,04	0,50
115	24,89	25,84	9,44	18,01	35,52	47,50	0,50
116	24,65	25,59	9,34	17,82	35,17	47,02	0,50
117	24,48	25,41	9,26	17,67	34,90	46,66	0,50



**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado				
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)
118	24,22	25,14	9,20	17,55	34,58	46,23	0,50
119	23,99	24,91	9,11	17,38	34,25	45,79	0,50
120	23,83	24,73	8,97	17,11	33,89	45,30	0,50
121	23,66	24,56	8,87	16,92	33,60	44,91	0,50
122	23,47	24,36	8,76	16,72	33,27	44,47	0,50
123	23,27	24,16	8,71	16,61	33,02	44,12	0,50
124	23,05	23,93	8,61	16,42	32,69	43,67	0,50
125	22,91	23,78	8,56	16,33	32,49	43,40	0,50
126	22,70	23,56	8,49	16,19	32,20	43,02	0,50
127	22,52	23,38	8,43	16,08	31,96	42,69	0,50
128	22,32	23,17	8,33	15,89	31,64	42,27	0,50
129	22,19	23,03	8,26	15,76	31,42	41,96	0,50
130	22,05	22,89	8,19	15,63	31,20	41,67	0,50
131	21,91	22,74	8,05	15,35	30,86	41,20	0,50
132	21,68	22,50	7,95	15,17	30,51	40,74	0,50
133	21,52	22,34	7,92	15,12	30,34	40,50	0,50
134	21,37	22,19	7,80	14,88	30,02	40,07	0,50
135	21,26	22,06	7,68	14,65	29,73	39,68	0,50
136	21,17	21,97	7,58	14,46	29,51	39,38	0,50
137	21,01	21,81	7,44	14,19	29,16	38,91	0,50
138	20,85	21,64	7,37	14,06	28,92	38,58	0,50
139	20,73	21,52	7,29	13,91	28,70	38,28	0,50
140	20,49	21,27	7,23	13,80	28,41	37,89	0,50
141	20,28	21,05	7,16	13,66	28,12	37,50	0,50
142	20,16	20,93	7,11	13,56	27,94	37,26	0,50
143	20,07	20,83	7,03	13,41	27,73	36,98	0,50
144	19,92	20,68	6,97	13,29	27,52	36,69	0,50
145	19,82	20,58	6,89	13,14	27,31	36,40	0,50
146	19,63	20,37	6,82	13,01	27,04	36,05	0,50
147	19,54	20,28	6,74	12,85	26,84	35,77	0,50
148	19,42	20,16	6,71	12,80	26,70	35,58	0,50
149	19,28	20,01	6,61	12,61	26,42	35,21	0,50
150	18,96	19,68	6,56	12,52	26,08	34,74	0,50
151	18,78	19,50	6,51	12,41	25,85	34,43	0,50
152	18,69	19,40	6,43	12,26	25,65	34,16	0,50
153	18,53	19,23	6,38	12,17	25,44	33,87	0,50
154	18,45	19,15	6,29	12,01	25,24	33,61	0,50
155	18,32	19,02	6,26	11,94	25,08	33,40	0,50
156	18,16	18,85	6,21	11,84	24,86	33,10	0,50



**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
157	18,01	18,70	6,14	11,71	24,63	32,78	0,50
158	17,92	18,60	6,05	11,54	24,41	32,49	0,50
159	17,78	18,46	6,02	11,48	24,25	32,27	0,50
160	17,64	18,31	5,96	11,37	24,04	31,99	0,50
161	17,49	18,16	5,85	11,16	23,75	31,59	0,50
162	17,33	17,99	5,79	11,04	23,51	31,27	0,50
163	17,20	17,86	5,74	10,94	23,33	31,02	0,50
164	17,11	17,77	5,67	10,83	23,16	30,80	0,50
165	17,02	17,67	5,61	10,71	22,98	30,56	0,50
166	16,85	17,49	5,56	10,62	22,77	30,27	0,50
167	16,76	17,39	5,52	10,53	22,62	30,07	0,50
168	16,61	17,24	5,45	10,40	22,39	29,75	0,50
169	16,50	17,13	5,41	10,32	22,23	29,55	0,50
170	16,38	17,00	5,34	10,19	22,02	29,26	0,50
171	16,30	16,92	5,33	10,16	21,94	29,15	0,50
172	16,07	16,68	5,27	10,06	21,66	28,77	0,50
173	15,98	16,59	5,21	9,95	21,50	28,55	0,50
174	15,88	16,49	5,19	9,90	21,37	28,38	0,50
175	15,71	16,31	5,10	9,74	21,10	28,01	0,50
176	15,61	16,20	5,05	9,64	20,93	27,79	0,50
177	15,47	16,06	4,99	9,53	20,73	27,51	0,50
178	15,35	15,93	4,92	9,39	20,51	27,22	0,50
179	15,26	15,84	4,90	9,34	20,40	27,07	0,50
180	15,18	15,75	4,83	9,22	20,23	26,84	0,50
181	14,92	15,49	4,79	9,15	19,96	26,47	0,50
182	14,81	15,38	4,74	9,03	19,77	26,22	0,50
183	14,74	15,30	4,70	8,96	19,65	26,05	0,50
184	14,55	15,11	4,66	8,88	19,43	25,76	0,50
185	14,46	15,01	4,64	8,85	19,33	25,62	0,50
186	14,24	14,79	4,59	8,76	19,07	25,27	0,50
187	14,16	14,70	4,55	8,69	18,94	25,10	0,50
188	14,11	14,65	4,49	8,56	18,80	24,91	0,50
189	14,04	14,58	4,47	8,53	18,71	24,79	0,50
190	13,89	14,42	4,44	8,47	18,54	24,56	0,50
191	13,79	14,32	4,42	8,43	18,43	24,40	0,50
192	13,71	14,24	4,40	8,39	18,33	24,27	0,50
193	13,61	14,12	4,36	8,32	18,18	24,07	0,50
194	13,49	14,01	4,30	8,21	17,99	23,82	0,50
195	13,37	13,88	4,26	8,13	17,83	23,59	0,50



### CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
196	13,26	13,76	4,25	8,11	17,71	23,44	0,50
197	13,14	13,64	4,20	8,00	17,53	23,19	0,50
198	13,07	13,57	4,16	7,94	17,42	23,05	0,50
199	12,95	13,44	4,13	7,88	17,27	22,84	0,50
200	12,86	13,35	4,12	7,85	17,17	22,71	0,50
201	12,73	13,22	4,09	7,80	17,02	22,50	0,50
202	12,53	13,00	4,08	7,78	16,83	22,25	0,50
203	12,41	12,88	4,05	7,73	16,69	22,06	0,50
204	12,30	12,77	4,02	7,67	16,55	21,87	0,50
205	12,18	12,65	3,98	7,60	16,40	21,66	0,50
206	12,06	12,52	3,94	7,51	16,23	21,43	0,50
207	11,96	12,41	3,90	7,44	16,08	21,23	0,50
208	11,90	12,35	3,85	7,35	15,96	21,06	0,50
209	11,77	12,22	3,84	7,33	15,83	20,90	0,50
210	11,66	12,11	3,83	7,31	15,73	20,76	0,50
211	11,55	11,99	3,80	7,25	15,58	20,56	0,50
212	11,49	11,93	3,76	7,17	15,47	20,41	0,50
213	11,40	11,84	3,74	7,13	15,36	20,26	0,50
214	11,33	11,76	3,72	7,10	15,28	20,15	0,50
215	11,18	11,61	3,71	7,07	15,13	19,95	0,50
216	11,05	11,47	3,68	7,03	14,99	19,75	0,50
217	10,99	11,41	3,66	6,98	14,89	19,63	0,50
218	10,89	11,30	3,62	6,90	14,75	19,43	0,50
219	10,78	11,19	3,61	6,88	14,64	19,28	0,50
220	10,62	11,02	3,58	6,82	14,45	19,03	0,50
221	10,57	10,97	3,58	6,82	14,41	18,98	0,50
222	10,47	10,86	3,57	6,81	14,32	18,85	0,50
223	10,29	10,68	3,56	6,80	14,16	18,63	0,50
224	10,20	10,59	3,55	6,78	14,07	18,51	0,50
225	10,11	10,49	3,54	6,75	13,97	18,37	0,50
226	10,05	10,43	3,54	6,75	13,92	18,31	0,50
227	9,94	10,31	3,52	6,71	13,79	18,14	0,50
228	9,86	10,23	3,51	6,69	13,71	18,03	0,50
229	9,78	10,15	3,50	6,67	13,63	17,91	0,50
230	9,71	10,08	3,50	6,67	13,57	17,83	0,50
231	9,62	9,99	3,48	6,65	13,47	17,71	0,50
232	9,56	9,93	3,48	6,64	13,42	17,63	0,50
233	9,45	9,81	3,47	6,62	13,31	17,48	0,50
234	9,34	9,69	3,45	6,59	13,19	17,32	0,50



**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)
235	9,24	9,59	3,44	6,57	13,09	17,19	0,50
236	9,21	9,56	3,43	6,55	13,05	17,13	0,50
237	9,15	9,50	3,42	6,53	12,98	17,04	0,50
238	9,06	9,41	3,41	6,51	12,89	16,92	0,50
239	8,99	9,33	3,41	6,50	12,82	16,83	0,50
240	8,88	9,21	3,39	6,48	12,71	16,68	0,50
241	8,79	9,13	3,38	6,44	12,61	16,55	0,50
242	8,70	9,03	3,36	6,42	12,51	16,40	0,50
243	8,58	8,90	3,36	6,40	12,40	16,25	0,50
244	8,52	8,85	3,33	6,35	12,31	16,13	0,50
245	8,44	8,76	3,32	6,34	12,24	16,04	0,50
246	8,39	8,71	3,31	6,32	12,18	15,96	0,50
247	8,27	8,58	3,31	6,31	12,06	15,80	0,50
248	8,17	8,48	3,30	6,30	11,97	15,68	0,50
249	8,12	8,43	3,29	6,27	11,91	15,59	0,50
250	8,08	8,38	3,28	6,27	11,87	15,53	0,50
251	7,94	8,24	3,26	6,22	11,71	15,33	0,50
252	7,88	8,18	3,25	6,21	11,66	15,25	0,50
253	7,82	8,12	3,24	6,19	11,59	15,16	0,50
254	7,76	8,06	3,24	6,18	11,53	15,09	0,50
255	7,71	8,01	3,23	6,16	11,47	15,00	0,50
256	7,67	7,96	3,21	6,13	11,41	14,92	0,50
257	7,59	7,88	3,21	6,13	11,35	14,83	0,50
258	7,52	7,81	3,21	6,12	11,28	14,74	0,50
259	7,40	7,69	3,21	6,12	11,18	14,61	0,50
260	7,36	7,64	3,20	6,10	11,12	14,53	0,50
261	7,29	7,56	3,19	6,08	11,05	14,43	0,50
262	7,23	7,51	3,18	6,06	10,99	14,35	0,50
263	7,18	7,46	3,18	6,06	10,95	14,29	0,50
264	7,12	7,39	3,17	6,06	10,89	14,21	0,50
265	7,06	7,33	3,17	6,04	10,83	14,13	0,50
266	7,02	7,28	3,15	6,02	10,77	14,06	0,50
267	6,97	7,23	3,13	5,97	10,70	13,95	0,50
268	6,94	7,20	3,12	5,96	10,66	13,91	0,50
269	6,85	7,11	3,11	5,94	10,57	13,79	0,50
270	6,80	7,06	3,11	5,93	10,52	13,72	0,50
271	6,74	6,99	3,09	5,90	10,44	13,61	0,50
272	6,62	6,88	3,09	5,90	10,35	13,49	0,50
273	6,57	6,82	3,09	5,89	10,30	13,41	0,50





**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
274	6,52	6,76	3,08	5,87	10,24	13,33	0,50
275	6,45	6,70	3,08	5,87	10,18	13,26	0,50
276	6,41	6,65	3,06	5,84	10,12	13,17	0,50
277	6,37	6,61	3,05	5,82	10,07	13,10	0,50
278	6,30	6,54	3,04	5,81	10,00	13,02	0,50
279	6,26	6,50	3,04	5,80	9,96	12,96	0,50
280	6,24	6,48	3,03	5,79	9,93	12,93	0,50
281	6,19	6,43	3,02	5,76	9,87	12,84	0,50
282	6,14	6,38	3,01	5,74	9,81	12,76	0,50
283	6,11	6,34	3,00	5,73	9,78	12,71	0,50
284	6,04	6,27	3,00	5,73	9,72	12,64	0,50
285	5,99	6,22	2,99	5,71	9,66	12,56	0,50
286	5,93	6,16	2,97	5,66	9,58	12,44	0,50
287	5,90	6,12	2,96	5,64	9,53	12,37	0,50
288	5,87	6,10	2,95	5,63	9,49	12,33	0,50
289	5,82	6,04	2,95	5,63	9,45	12,27	0,50
290	5,80	6,02	2,95	5,62	9,42	12,24	0,50
291	5,77	5,99	2,92	5,58	9,37	12,16	0,50
292	5,72	5,94	2,91	5,56	9,32	12,09	0,50
293	5,66	5,88	2,91	5,56	9,26	12,02	0,50
294	5,64	5,85	2,90	5,54	9,23	11,97	0,50
295	5,57	5,78	2,90	5,52	9,16	11,87	0,50
296	5,54	5,76	2,88	5,49	9,11	11,81	0,50
297	5,51	5,72	2,87	5,47	9,07	11,76	0,50
298	5,47	5,68	2,86	5,45	9,02	11,69	0,50
299	5,43	5,64	2,86	5,45	8,98	11,63	0,50
300	5,38	5,58	2,85	5,45	8,93	11,57	0,50
301	5,36	5,57	2,85	5,44	8,91	11,55	0,50
302	5,34	5,55	2,84	5,43	8,89	11,51	0,50
303	5,30	5,50	2,84	5,42	8,85	11,46	0,50
304	5,28	5,48	2,84	5,42	8,82	11,42	0,50
305	5,24	5,44	2,83	5,41	8,79	11,37	0,50
306	5,12	5,32	2,82	5,37	8,66	11,20	0,50
307	5,09	5,29	2,81	5,36	8,62	11,15	0,50
308	5,05	5,24	2,80	5,35	8,58	11,09	0,50
309	5,02	5,21	2,79	5,33	8,54	11,04	0,50
310	5,01	5,20	2,79	5,33	8,53	11,02	0,50
311	4,98	5,17	2,79	5,32	8,49	10,98	0,50
312	4,93	5,12	2,78	5,30	8,44	10,91	0,50



**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados		
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
313	4,91	5,09	2,78	5,30	8,41	10,87	0,50
314	4,88	5,06	2,77	5,28	8,38	10,83	0,50
315	4,84	5,03	2,77	5,28	8,35	10,78	0,50
316	4,81	4,99	2,77	5,28	8,32	10,74	0,50
317	4,79	4,97	2,76	5,27	8,29	10,71	0,50
318	4,76	4,94	2,76	5,27	8,27	10,67	0,50
319	4,70	4,88	2,76	5,26	8,21	10,59	0,50
320	4,68	4,85	2,74	5,23	8,17	10,54	0,50
321	4,66	4,84	2,74	5,23	8,15	10,52	0,50
322	4,63	4,81	2,73	5,21	8,11	10,47	0,50
323	4,59	4,76	2,73	5,21	8,07	10,41	0,50
324	4,54	4,72	2,71	5,17	8,01	10,32	0,50
325	4,53	4,70	2,71	5,17	7,99	10,30	0,50
326	4,51	4,68	2,70	5,16	7,97	10,27	0,50
327	4,48	4,65	2,70	5,15	7,94	10,23	0,50
328	4,46	4,62	2,70	5,15	7,91	10,20	0,50
329	4,41	4,57	2,69	5,14	7,86	10,13	0,50
330	4,37	4,53	2,69	5,13	7,82	10,07	0,50
331	4,34	4,51	2,67	5,09	7,77	10,01	0,50
332	4,32	4,49	2,65	5,05	7,72	9,94	0,50
333	4,29	4,45	2,64	5,03	7,68	9,88	0,50
334	4,26	4,43	2,63	5,01	7,64	9,83	0,50
335	4,24	4,40	2,62	5,00	7,61	9,79	0,50
336	4,21	4,37	2,60	4,96	7,55	9,71	0,50
337	4,20	4,36	2,59	4,95	7,54	9,69	0,50
338	4,18	4,34	2,59	4,94	7,52	9,66	0,50
339	4,15	4,31	2,58	4,91	7,47	9,59	0,50
340	4,11	4,27	2,56	4,89	7,42	9,52	0,50
341	4,07	4,23	2,55	4,87	7,36	9,45	0,50
342	4,05	4,20	2,55	4,86	7,34	9,42	0,50
343	4,00	4,15	2,54	4,84	7,28	9,34	0,50
344	3,96	4,11	2,54	4,84	7,24	9,29	0,50
345	3,93	4,07	2,53	4,83	7,21	9,24	0,50
346	3,90	4,05	2,53	4,82	7,18	9,21	0,50
347	3,88	4,03	2,51	4,79	7,15	9,16	0,50
348	3,85	4,00	2,49	4,75	7,09	9,08	0,50
349	3,85	3,99	2,48	4,74	7,07	9,06	0,50
350	3,81	3,96	2,46	4,70	7,01	8,97	0,50
351	3,76	3,90	2,45	4,68	6,95	8,90	0,50



**CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN**

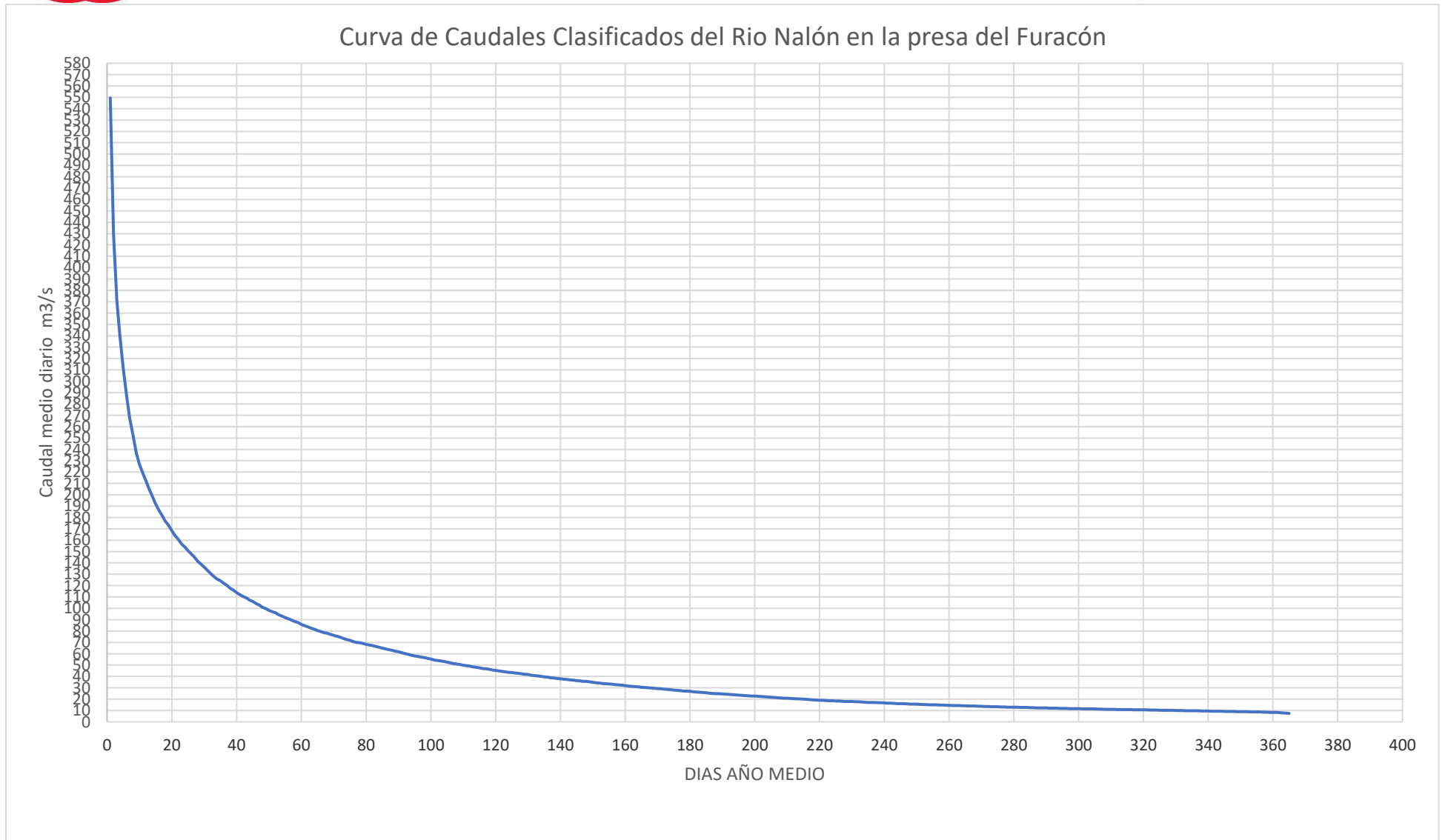
Dato	ESTACIÓN 1369+1367	Rio Caudal en Soto de Ribera	ESTACIÓN 1335	Rio Nalón en Soto de Ribera	Rio Nalón + Rio Caudal en Soto de Ribera	Rio Nalón en el Furacón	Caudal escala
	Rio Caudal en Parteayer y Argame		Rio Nalón en El Condado			Caudales Clasificados	
	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados	Caudales Clasificados		
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
352	3,75	3,90	2,45	4,67	6,94	8,88	0,50
353	3,73	3,87	2,44	4,66	6,91	8,83	0,50
354	3,71	3,85	2,43	4,63	6,87	8,79	0,50
355	3,69	3,83	2,42	4,63	6,85	8,75	0,50
356	3,62	3,75	2,42	4,62	6,78	8,66	0,50
357	3,60	3,73	2,40	4,57	6,73	8,59	0,50
358	3,57	3,71	2,37	4,52	6,67	8,51	0,50
359	3,52	3,66	2,35	4,49	6,60	8,42	0,50
360	3,50	3,64	2,34	4,46	6,56	8,37	0,50
361	3,47	3,60	2,30	4,39	6,47	8,24	0,50
362	3,38	3,51	2,29	4,37	6,38	8,12	0,50
363	3,31	3,43	2,25	4,29	6,25	7,95	0,50
364	3,19	3,31	2,20	4,20	6,09	7,73	0,50
365	3,08	3,19	2,13	4,07	5,88	7,45	0,50



## **Anexo nº2.- Curva de caudales clasificados**



Curva de Caudales Clasificados del Rio Nalón en la presa del Furacán





- Anejo nº 4.- Salto, Potencia y Productividad.



## ANEJO Nº4 SALTO, POTENCIA Y PRODUCTIVIDAD

1.	INTRODUCCIÓN .....	2
2.	SALTO NETO.....	2
2.1	Pérdidas de Carga .....	2
2.1.2	Pérdida de carga en la compuerta .....	2
2.1.3	Pérdida de carga en el canal.....	3
2.1.4	Pérdidas de carga totales .....	3
2.2	Salto neto.....	4
3.	POTENCIA MÁXIMA.....	4
4.	PRODUCTIVIDAD .....	5

### Anexo nº4.1. Tabla de producción año medio



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es definir el salto neto, y calcular la cuantía de la producción de energía eléctrica que se espera obtener del funcionamiento del mismo en un año hidrológico medio.

Para la realización de estos cálculos se utilizarán los datos recogidos en el **Anejos nº3 Estudio Hidrológico**.

## 2. SALTO NETO

Se procede a continuación al cálculo de las pérdidas de carga y cotas de lámina en los distintos elementos del aprovechamiento.

El salto bruto disponible es de 8,58 m

En este caso estudiaremos el tramo comprendido entre el canal y las turbinas, considerando su paso por la compuerta y por el canal.

### 2.1 Pérdidas de Carga

Como pérdidas de carga, debemos considerar las producidas en el paso del agua por la compuerta y por orificio por el que entra en las turbinas, es decir, por la embocadura.

Estas pérdidas de carga puntuales se calculan mediante la siguiente formulación:

$$h = k * \frac{v^2}{2 * g}$$

donde h es la pérdida de carga, v la velocidad de paso del agua y k el coeficiente de pérdida de carga, que depende del tipo de singularidad.

#### 2.1.2 Pérdida de carga en la compuerta

En el caso de las compuertas, y considerando el caudal aprovechable de 12,56 m<sup>3</sup>/s, y que tiene una superficie de 9 m<sup>2</sup>, y por lo tanto una velocidad de 1,40 m/s.





Para pérdidas de carga en compuertas completamente abiertas, se considera un valor aproximado de  $k$  de 0,25. Así, la pérdida de carga en la compuerta será:

$$h_1 = 0,25 * \left( \frac{1,40^2}{2 * 9,81} \right) = 0,0248 \text{ m}$$

### 2.1.3 Pérdida de carga en el canal

En el caso del canal, tiene unas dimensiones de 4,00 m de altura y 4,10 m de anchura, por lo que mediante la fórmula de Manning para secciones rectangulares para un caudal máximo de 12,56 m<sup>3</sup>/s y un calado de 2,77 m (necesario para alcanzar la máxima cota de explotación de la turbina), se obtienen una pendiente de la línea de energía  $I = 0,00023$  m/m.

Teniendo en cuenta que la longitud del canal entre la compuerta y la turbina es de 15,50 m la pérdida de carga en el canal es de:

$$h_2 = 0,00023 * 15,50 = 0,0035 \text{ m}$$

### 2.1.4 Pérdidas de carga totales

Así, las pérdidas de carga para la turbina será la siguiente:

$$h_{total} = 0,0248 + 0,0035 = 0,0283 \text{ m}$$



## 2.2 Salto neto

Considerando las pérdidas calculadas y el salto bruto, obtenemos el salto neto es de:

$$H_n = 8,58 - 0,0283 = 8,55 \text{ m}$$

## 3. POTENCIA MÁXIMA

La potencia máxima del aprovechamiento se obtendrá para el caudal de concesión de 12,56 m<sup>3</sup>/s. La potencia máxima del grupo vendrá dada por la expresión:

$$P = 9,81 * \rho * Q * H_n$$

Siendo  $\rho$  el rendimiento del conjunto del alternador y la turbina, Q el caudal y el salto neto.

Para la turbina proyectada el caudal de equipamiento será el caudal aprovechado, es decir 12,56 m<sup>3</sup>/s, y consideraremos un rendimiento del 75%. Por lo que la potencia máxima será:

$$P = 9,81 * 0,75 * 12,56 * 8,55 = 790,11 \text{ kW}$$



## 4. PRODUCTIVIDAD

Para el cálculo de la productividad se considera la capacidad de regulación de caudales de la compuerta y se supone que se produce el aprovechamiento y turbinado de todos los caudales circulantes.

La energía producida se calcula en base a la fórmula:

$$E(kW * h) = P * h$$

siendo h las horas de turbinado.

Para poder saber la energía real, tendremos que tener en cuenta los diferentes caudales que existen a lo largo del año. El caudal resultante será el que podremos aprovechar en la turbina que se va a instalar, y la potencia producida en ella dependerá de este caudal, alcanzando la potencia máxima de la turbina calculada anteriormente para un caudal de 12,56 m<sup>3</sup>/s.

Los caudales mínimos turbinables son los caudales ecológicos establecidos para cada época del año.

El equipo dispuesto regulará los caudales ecológicos establecidos para cada uno de los periodos del año, y además turbinará aquellos caudales excedentes hasta alcanzar el máximo caudal de diseño (12,56 m<sup>3</sup>/s) cuando haya sobrantes por encima del caudal ecológico y por encima del caudal de diseño de la central de Priañes.

Partiendo de la tabla de caudales clasificados calculada en el **Anejo nº3**, podemos proceder a realizar una simulación bastante aproximada a la realidad de la producción del año medio teniendo en cuenta los caudales medios diarios para un caudal de concesión de 12,56 m<sup>3</sup>/s.

La producción total del año medio es de **4,46 GWh**

En el **Anexo 4.1 Tabla de Producción del Año Medio**, se recoge la simulación de producción a partir de la curva de caudales clasificados.



**Anexo nº4.1. Tabla de producción año medio**



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
1	549,45	0,50	11,53	12,56	790	18963
2	429,55	0,50	11,53	12,56	790	18963
3	371,10	0,50	11,53	12,56	790	18963
4	339,47	0,50	11,53	12,56	790	18963
5	311,24	0,50	11,53	12,56	790	18963
6	287,33	0,50	11,53	12,56	790	18963
7	267,43	0,50	11,53	12,56	790	18963
8	252,61	0,50	11,53	12,56	790	18963
9	236,81	0,50	11,53	12,56	790	18963
10	226,94	0,50	11,53	12,56	790	18963
11	219,22	0,50	11,53	12,56	790	18963
12	212,14	0,50	11,53	12,56	790	18963
13	204,97	0,50	11,53	12,56	790	18963
14	198,51	0,50	11,53	12,56	790	18963
15	192,13	0,50	11,53	12,56	790	18963
16	186,38	0,50	11,53	12,56	790	18963
17	181,58	0,50	11,53	12,56	790	18963
18	176,80	0,50	11,53	12,56	790	18963
19	173,16	0,50	11,53	12,56	790	18963
20	168,26	0,50	11,53	12,56	790	18963
21	164,08	0,50	11,53	12,56	790	18963
22	160,69	0,50	11,53	12,56	790	18963
23	156,60	0,50	11,53	12,56	790	18963
24	154,13	0,50	11,53	12,56	790	18963
25	150,71	0,50	11,53	12,56	790	18963
26	147,82	0,50	11,53	12,56	790	18963
27	145,09	0,50	11,53	12,56	790	18963
28	141,38	0,50	11,53	12,56	790	18963
29	138,79	0,50	11,53	12,56	790	18963
30	136,33	0,50	11,53	12,56	790	18963
31	133,50	0,50	11,53	12,56	790	18963
32	130,51	0,50	11,53	11,03	694	16659
33	127,93	0,50	11,53	11,03	694	16659
34	125,61	0,50	11,53	11,03	694	16659
35	124,12	0,50	11,53	11,03	694	16659
36	122,15	0,50	11,53	11,03	694	16659
37	120,17	0,50	11,53	11,03	694	16659
38	117,80	0,50	11,53	11,03	694	16659
39	116,07	0,50	11,53	11,03	694	16659



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
40	113,87	0,50	11,53	11,03	694	16659
41	112,10	0,50	11,53	11,03	694	16659
42	110,51	0,50	11,53	11,03	694	16659
43	109,23	0,50	11,53	11,03	694	16659
44	107,30	0,50	11,53	11,03	694	16659
45	106,01	0,50	11,53	11,03	694	16659
46	104,16	0,50	11,53	11,03	694	16659
47	102,87	0,50	11,53	11,03	694	16659
48	100,82	0,50	11,53	11,03	694	16659
49	99,72	0,50	11,53	11,03	694	16659
50	98,20	0,50	11,53	11,03	694	16659
51	97,14	0,50	11,53	11,03	694	16659
52	95,93	0,50	11,53	11,03	694	16659
53	94,30	0,50	11,53	11,03	694	16659
54	93,10	0,50	11,53	11,03	694	16659
55	91,83	0,50	11,53	11,03	694	16659
56	90,79	0,50	11,53	11,03	694	16659
57	89,52	0,50	11,53	11,03	694	16659
58	88,27	0,50	11,53	11,03	694	16659
59	87,45	0,50	11,53	11,03	694	16659
60	85,83	0,50	11,53	11,03	694	16659
61	84,79	0,50	11,53	11,03	694	16659
62	83,64	0,50	11,53	11,03	694	16659
63	82,50	0,50	11,53	11,03	694	16659
64	81,70	0,50	11,53	11,03	694	16659
65	80,34	0,50	11,53	11,03	694	16659
66	79,51	0,50	11,53	11,03	694	16659
67	78,56	0,50	11,53	11,03	694	16659
68	78,07	0,50	11,53	11,03	694	16659
69	77,03	0,50	11,53	11,03	694	16659
70	76,17	0,50	11,53	11,03	694	16659
71	75,40	0,50	11,53	11,03	694	16659
72	74,61	0,50	11,53	11,03	694	16659
73	73,43	0,50	11,53	11,03	694	16659
74	72,44	0,50	11,53	11,03	694	16659
75	71,75	0,50	11,53	11,03	694	16659
76	70,78	0,50	11,53	11,03	694	16659
77	70,02	0,50	11,53	11,03	694	16659
78	69,62	0,50	11,53	11,03	694	16659



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
79	68,99	0,50	11,53	11,03	694	16659
80	68,25	0,50	11,53	11,03	694	16659
81	67,73	0,50	11,53	11,03	694	16659
82	67,21	0,50	11,53	11,03	694	16659
83	66,35	0,50	11,53	11,03	694	16659
84	65,76	0,50	11,53	11,03	694	16659
85	64,85	0,50	11,53	11,03	694	16659
86	64,30	0,50	11,53	11,03	694	16659
87	63,73	0,50	11,53	11,03	694	16659
88	62,94	0,50	11,53	11,03	694	16659
89	62,21	0,50	11,53	11,03	694	16659
90	61,73	0,50	11,53	11,03	694	16659
91	60,95	0,50	11,53	11,03	694	16659
92	60,15	0,50	8,76	8,26	520	12474
93	59,41	0,50	8,76	8,26	520	12474
94	58,67	0,50	8,76	8,26	520	12474
95	58,10	0,50	8,76	8,26	520	12474
96	57,63	0,50	8,76	8,26	520	12474
97	57,04	0,50	8,76	8,26	520	12474
98	56,53	0,50	8,76	8,26	520	12474
99	55,94	0,50	8,76	8,26	520	12474
100	55,21	0,50	8,76	8,26	520	12474
101	54,57	0,50	8,76	8,26	520	12474
102	54,07	0,50	8,76	8,26	520	12474
103	53,60	0,50	8,76	8,26	520	12474
104	53,13	0,50	8,76	8,26	520	12474
105	52,58	0,50	8,76	8,26	520	12474
106	52,06	0,50	8,76	8,26	520	12474
107	51,37	0,50	8,76	8,26	520	12474
108	50,82	0,50	8,76	8,26	520	12474
109	50,45	0,50	8,76	8,26	520	12474
110	49,87	0,50	8,76	8,26	520	12474
111	49,49	0,50	8,76	8,26	520	12474
112	48,95	0,50	8,76	8,26	520	12474
113	48,47	0,50	8,76	8,26	520	12474
114	48,04	0,50	8,76	8,26	520	12474
115	47,50	0,50	8,76	8,26	520	12474
116	47,02	0,50	8,76	8,26	520	12474
117	46,66	0,50	8,76	8,26	520	12474



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
118	46,23	0,50	8,76	8,26	520	12474
119	45,79	0,50	8,76	8,26	520	12474
120	45,30	0,50	8,76	8,26	520	12474
121	44,91	0,50	8,76	8,26	520	12474
122	44,47	0,50	8,76	8,26	520	12474
123	44,12	0,50	8,76	8,26	520	12474
124	43,67	0,50	8,76	8,26	520	12474
125	43,40	0,50	8,76	8,26	520	12474
126	43,02	0,50	8,76	8,26	520	12474
127	42,69	0,50	8,76	8,26	520	12474
128	42,27	0,50	8,76	8,26	520	12474
129	41,96	0,50	8,76	8,26	520	12474
130	41,67	0,50	8,76	8,26	520	12474
131	41,20	0,50	8,76	8,26	520	12474
132	40,74	0,50	8,76	8,26	520	12474
133	40,50	0,50	8,76	8,26	520	12474
134	40,07	0,50	8,76	8,26	520	12474
135	39,68	0,50	8,76	8,26	520	12474
136	39,38	0,50	8,76	8,26	520	12474
137	38,91	0,50	8,76	8,26	520	12474
138	38,58	0,50	8,76	8,26	520	12474
139	38,28	0,50	8,76	8,26	520	12474
140	37,89	0,50	8,76	8,26	520	12474
141	37,50	0,50	8,76	8,26	520	12474
142	37,26	0,50	8,76	8,26	520	12474
143	36,98	0,50	8,76	8,26	520	12474
144	36,69	0,50	8,76	8,26	520	12474
145	36,40	0,50	8,76	8,26	520	12474
146	36,05	0,50	8,76	8,26	520	12474
147	35,77	0,50	8,76	8,26	520	12474
148	35,58	0,50	8,76	8,26	520	12474
149	35,21	0,50	8,76	8,26	520	12474
150	34,74	0,50	8,76	8,26	520	12474
151	34,43	0,50	8,76	8,26	520	12474
152	34,16	0,50	8,76	8,26	520	12474
153	33,87	0,50	8,76	8,26	520	12474
154	33,61	0,50	8,76	8,26	520	12474
155	33,40	0,50	8,76	8,26	520	12474
156	33,10	0,50	8,76	8,26	520	12474





CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
157	32,78	0,50	8,76	8,26	520	12474
158	32,49	0,50	8,76	8,26	520	12474
159	32,27	0,50	8,76	8,26	520	12474
160	31,99	0,50	8,76	8,26	520	12474
161	31,59	0,50	8,76	8,26	520	12474
162	31,27	0,50	8,76	8,26	520	12474
163	31,02	0,50	8,76	8,26	520	12474
164	30,80	0,50	8,76	8,26	520	12474
165	30,56	0,50	8,76	8,26	520	12474
166	30,27	0,50	8,76	8,26	520	12474
167	30,07	0,50	8,76	8,26	520	12474
168	29,75	0,50	8,76	8,26	520	12474
169	29,55	0,50	8,76	8,26	520	12474
170	29,26	0,50	8,76	8,26	520	12474
171	29,15	0,50	8,76	8,26	520	12474
172	28,77	0,50	8,76	8,26	520	12474
173	28,55	0,50	8,76	8,26	520	12474
174	28,38	0,50	8,76	8,26	520	12474
175	28,01	0,50	8,76	8,26	520	12474
176	27,79	0,50	8,76	8,26	520	12474
177	27,51	0,50	8,76	8,26	520	12474
178	27,22	0,50	8,76	8,26	520	12474
179	27,07	0,50	8,76	8,26	520	12474
180	26,84	0,50	8,76	8,26	520	12474
181	26,47	0,50	8,76	8,26	520	12474
182	26,22	0,50	8,76	8,26	520	12474
183	26,05	0,50	8,76	8,26	520	12474
184	25,76	0,50	8,76	8,26	520	12474
185	25,62	0,50	8,76	8,26	520	12474
186	25,27	0,50	8,76	8,26	520	12474
187	25,10	0,50	8,76	8,26	520	12474
188	24,91	0,50	8,76	8,26	520	12474
189	24,79	0,50	8,76	8,26	520	12474
190	24,56	0,50	8,76	8,26	520	12474
191	24,40	0,50	8,76	8,26	520	12474
192	24,27	0,50	8,76	8,26	520	12474
193	24,07	0,50	8,76	8,26	520	12474
194	23,82	0,50	8,76	8,26	520	12474
195	23,59	0,50	8,76	8,26	520	12474



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
196	23,44	0,50	8,76	8,26	520	12474
197	23,19	0,50	8,76	8,26	520	12474
198	23,05	0,50	8,76	8,26	520	12474
199	22,84	0,50	8,76	8,26	520	12474
200	22,71	0,50	8,76	8,26	520	12474
201	22,50	0,50	8,76	8,26	520	12474
202	22,25	0,50	8,76	8,26	520	12474
203	22,06	0,50	8,76	8,26	520	12474
204	21,87	0,50	8,76	8,26	520	12474
205	21,66	0,50	8,76	8,26	520	12474
206	21,43	0,50	8,76	8,26	520	12474
207	21,23	0,50	8,76	8,26	520	12474
208	21,06	0,50	8,76	8,26	520	12474
209	20,90	0,50	8,76	8,26	520	12474
210	20,76	0,50	8,76	8,26	520	12474
211	20,56	0,50	8,76	8,26	520	12474
212	20,41	0,50	8,76	8,26	520	12474
213	20,26	0,50	8,76	8,26	520	12474
214	20,15	0,50	8,76	8,26	520	12474
215	19,95	0,50	8,76	8,26	520	12474
216	19,75	0,50	8,76	8,26	520	12474
217	19,63	0,50	8,76	8,26	520	12474
218	19,43	0,50	8,76	8,26	520	12474
219	19,28	0,50	8,76	8,26	520	12474
220	19,03	0,50	8,76	8,26	520	12474
221	18,98	0,50	8,76	8,26	520	12474
222	18,85	0,50	8,76	8,26	520	12474
223	18,63	0,50	8,76	8,26	520	12474
224	18,51	0,50	8,76	8,26	520	12474
225	18,37	0,50	8,76	8,26	520	12474
226	18,31	0,50	8,76	8,26	520	12474
227	18,14	0,50	8,76	8,26	520	12474
228	18,03	0,50	8,76	8,26	520	12474
229	17,91	0,50	8,76	8,26	520	12474
230	17,83	0,50	8,76	8,26	520	12474
231	17,71	0,50	8,76	8,26	520	12474
232	17,63	0,50	8,76	8,26	520	12474
233	17,48	0,50	8,76	8,26	520	12474
234	17,32	0,50	8,76	8,26	520	12474



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
235	17,19	0,50	8,76	8,26	520	12474
236	17,13	0,50	8,76	8,26	520	12474
237	17,04	0,50	8,76	8,26	520	12474
238	16,92	0,50	8,76	8,26	520	12474
239	16,83	0,50	8,76	8,26	520	12474
240	16,68	0,50	8,76	8,26	520	12474
241	16,55	0,50	8,76	8,26	520	12474
242	16,40	0,50	8,76	8,26	520	12474
243	16,25	0,50	8,76	8,26	520	12474
244	16,13	0,50	8,76	8,26	520	12474
245	16,04	0,50	8,76	8,26	520	12474
246	15,96	0,50	8,76	8,26	520	12474
247	15,80	0,50	8,76	8,26	520	12474
248	15,68	0,50	8,76	8,26	520	12474
249	15,59	0,50	8,76	8,26	520	12474
250	15,53	0,50	8,76	8,26	520	12474
251	15,33	0,50	8,76	8,26	520	12474
252	15,25	0,50	8,76	8,26	520	12474
253	15,16	0,50	8,76	8,26	520	12474
254	15,09	0,50	8,76	8,26	520	12474
255	15,00	0,50	8,76	8,26	520	12474
256	14,92	0,50	8,76	8,26	520	12474
257	14,83	0,50	8,76	8,26	520	12474
258	14,74	0,50	8,76	8,26	520	12474
259	14,61	0,50	8,76	8,26	520	12474
260	14,53	0,50	8,76	8,26	520	12474
261	14,43	0,50	8,76	8,26	520	12474
262	14,35	0,50	8,76	8,26	520	12474
263	14,29	0,50	8,76	8,26	520	12474
264	14,21	0,50	8,76	8,26	520	12474
265	14,13	0,50	8,76	8,26	520	12474
266	14,06	0,50	8,76	8,26	520	12474
267	13,95	0,50	8,76	8,26	520	12474
268	13,91	0,50	8,76	8,26	520	12474
269	13,79	0,50	8,76	8,26	520	12474
270	13,72	0,50	8,76	8,26	520	12474
271	13,61	0,50	8,76	8,26	520	12474
272	13,49	0,50	8,76	8,26	520	12474
273	13,41	0,50	8,76	8,26	520	12474



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
274	13,33	0,50	4,81	4,31	271	6503
275	13,26	0,50	4,81	4,31	271	6503
276	13,17	0,50	4,81	4,31	271	6503
277	13,10	0,50	4,81	4,31	271	6503
278	13,02	0,50	4,81	4,31	271	6503
279	12,96	0,50	4,81	4,31	271	6503
280	12,93	0,50	4,81	4,31	271	6503
281	12,84	0,50	4,81	4,31	271	6503
282	12,76	0,50	4,81	4,31	271	6503
283	12,71	0,50	4,81	4,31	271	6503
284	12,64	0,50	4,81	4,31	271	6503
285	12,56	0,50	4,81	4,31	271	6503
286	12,44	0,50	4,81	4,31	271	6503
287	12,37	0,50	4,81	4,31	271	6503
288	12,33	0,50	4,81	4,31	271	6503
289	12,27	0,50	4,81	4,31	271	6503
290	12,24	0,50	4,81	4,31	271	6503
291	12,16	0,50	4,81	4,31	271	6503
292	12,09	0,50	4,81	4,31	271	6503
293	12,02	0,50	4,81	4,31	271	6503
294	11,97	0,50	4,81	4,31	271	6503
295	11,87	0,50	4,81	4,31	271	6503
296	11,81	0,50	4,81	4,31	271	6503
297	11,76	0,50	4,81	4,31	271	6503
298	11,69	0,50	4,81	4,31	271	6503
299	11,63	0,50	4,81	4,31	271	6503
300	11,57	0,50	4,81	4,31	271	6503
301	11,55	0,50	4,81	4,31	271	6503
302	11,51	0,50	4,81	4,31	271	6503
303	11,46	0,50	4,81	4,31	271	6503
304	11,42	0,50	4,81	4,31	271	6503
305	11,37	0,50	4,81	4,31	271	6503
306	11,20	0,50	4,81	4,31	271	6503
307	11,15	0,50	4,81	4,31	271	6503
308	11,09	0,50	4,81	4,31	271	6503
309	11,04	0,50	4,81	4,31	271	6503
310	11,02	0,50	4,81	4,31	271	6503
311	10,98	0,50	4,81	4,31	271	6503
312	10,91	0,50	4,81	4,31	271	6503



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
313	10,87	0,50	4,81	4,31	271	6503
314	10,83	0,50	4,81	4,31	271	6503
315	10,78	0,50	4,81	4,31	271	6503
316	10,74	0,50	4,81	4,31	271	6503
317	10,71	0,50	4,81	4,31	271	6503
318	10,67	0,50	4,81	4,31	271	6503
319	10,59	0,50	4,81	4,31	271	6503
320	10,54	0,50	4,81	4,31	271	6503
321	10,52	0,50	4,81	4,31	271	6503
322	10,47	0,50	4,81	4,31	271	6503
323	10,41	0,50	4,81	4,31	271	6503
324	10,32	0,50	4,81	4,31	271	6503
325	10,30	0,50	4,81	4,31	271	6503
326	10,27	0,50	4,81	4,31	271	6503
327	10,23	0,50	4,81	4,31	271	6503
328	10,20	0,50	4,81	4,31	271	6503
329	10,13	0,50	4,81	4,31	271	6503
330	10,07	0,50	4,81	4,31	271	6503
331	10,01	0,50	4,81	4,31	271	6503
332	9,94	0,50	4,81	4,31	271	6503
333	9,88	0,50	4,81	4,31	271	6503
334	9,83	0,50	4,81	4,31	271	6503
335	9,79	0,50	4,81	4,31	271	6503
336	9,71	0,50	4,81	4,31	271	6503
337	9,69	0,50	4,81	4,31	271	6503
338	9,66	0,50	4,81	4,31	271	6503
339	9,59	0,50	4,81	4,31	271	6503
340	9,52	0,50	4,81	4,31	271	6503
341	9,45	0,50	4,81	4,31	271	6503
342	9,42	0,50	4,81	4,31	271	6503
343	9,34	0,50	4,81	4,31	271	6503
344	9,29	0,50	4,81	4,31	271	6503
345	9,24	0,50	4,81	4,31	271	6503
346	9,21	0,50	4,81	4,31	271	6503
347	9,16	0,50	4,81	4,31	271	6503
348	9,08	0,50	4,81	4,31	271	6503
349	9,06	0,50	4,81	4,31	271	6503
350	8,97	0,50	4,81	4,31	271	6503
351	8,90	0,50	4,81	4,31	271	6503



CAUDALES CLASIFICADOS RIO NALÓN				Estudio de Producción		
Dato	Río Nalón en el Furacón	Caudal escala	Caudal ecológico			
	Caudales Clasificados			Q (m³/s)	Potencia (kW)	Producción (kWh)
	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)			
352	8,88	0,50	4,81	4,31	271	6503
353	8,83	0,50	4,81	4,31	271	6503
354	8,79	0,50	4,81	4,31	271	6503
355	8,75	0,50	4,81	4,31	271	6503
356	8,66	0,50	4,81	4,31	271	6503
357	8,59	0,50	4,81	4,31	271	6503
358	8,51	0,50	4,81	4,31	271	6503
359	8,42	0,50	4,81	4,31	271	6503
360	8,37	0,50	4,81	4,31	271	6503
361	8,24	0,50	4,81	4,31	271	6503
362	8,12	0,50	4,81	4,31	271	6503
363	7,95	0,50	4,81	4,31	271	6503
364	7,73	0,50	4,81	4,31	271	6503
365	7,45	0,50	4,81	4,31	271	6503



➤ **Documento nº 2.- PLANOS**



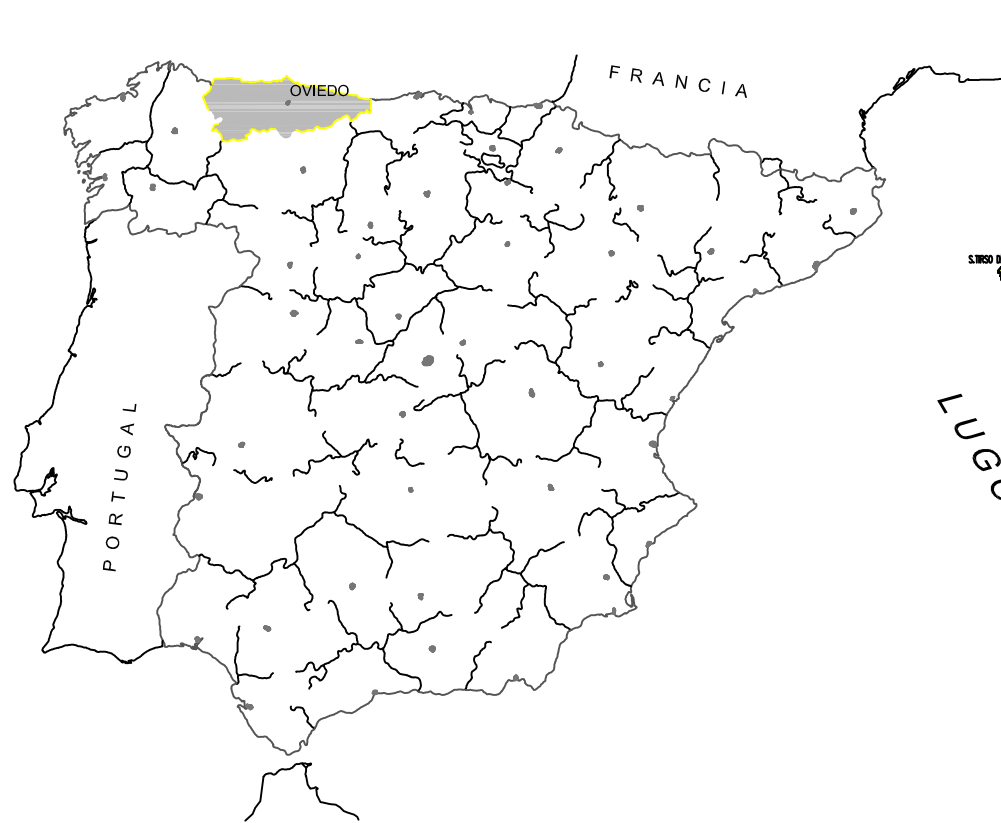
## INDICE DE PLANOS

- Plano nº 1.- Situación y emplazamiento.
- Plano nº 2.- Estado actual.
- Plano nº 3.- Plano de conjunto.
- Plano nº 4.- Obra civil
  - Plano nº 4.1.- Planta general
  - Plano nº 4.2.- Sección tipo y detalles.
- Plano nº 5.- Conexión a la red de distribución

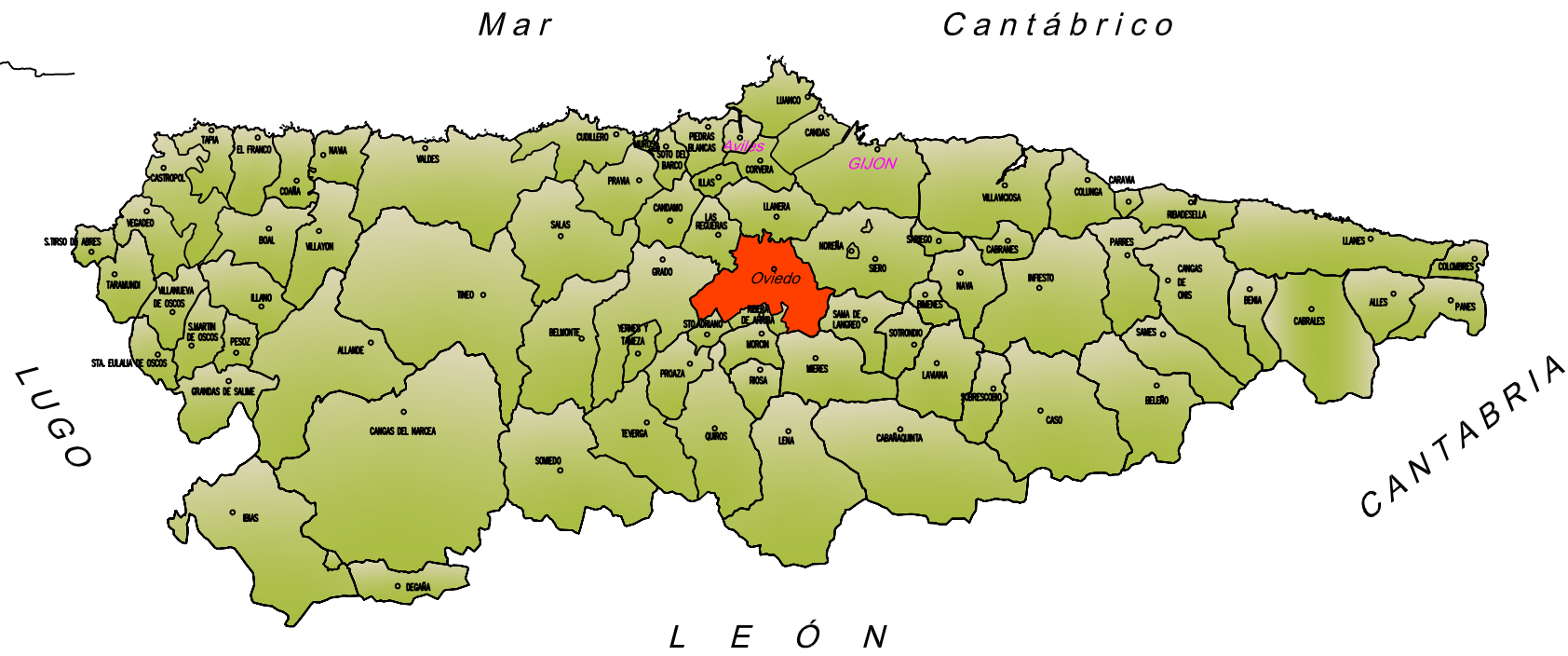




- Plano nº 1.- Situación y emplazamiento.



SITUACIÓN DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ASTURIAS EN ESPAÑA



SITUACIÓN DEL OVIEDO EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS



**Título:** PROYECTO DE APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO DEL CAUDAL ECOLÓGICO EN EL RÍO NALÓN EN LA PRESA DEL FURACÓN. T.M. OVIEDO (ASTURIAS)



El Autor del Proyecto:  
El Ingeniero Industrial  
Jose Luis Suárez Sierra

Autor:  
El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Fernando Caselles Trabanco (Nº Col.20608)

Fecha:  
JULIO-2020

Escala Original:  
Varias

Gráfica

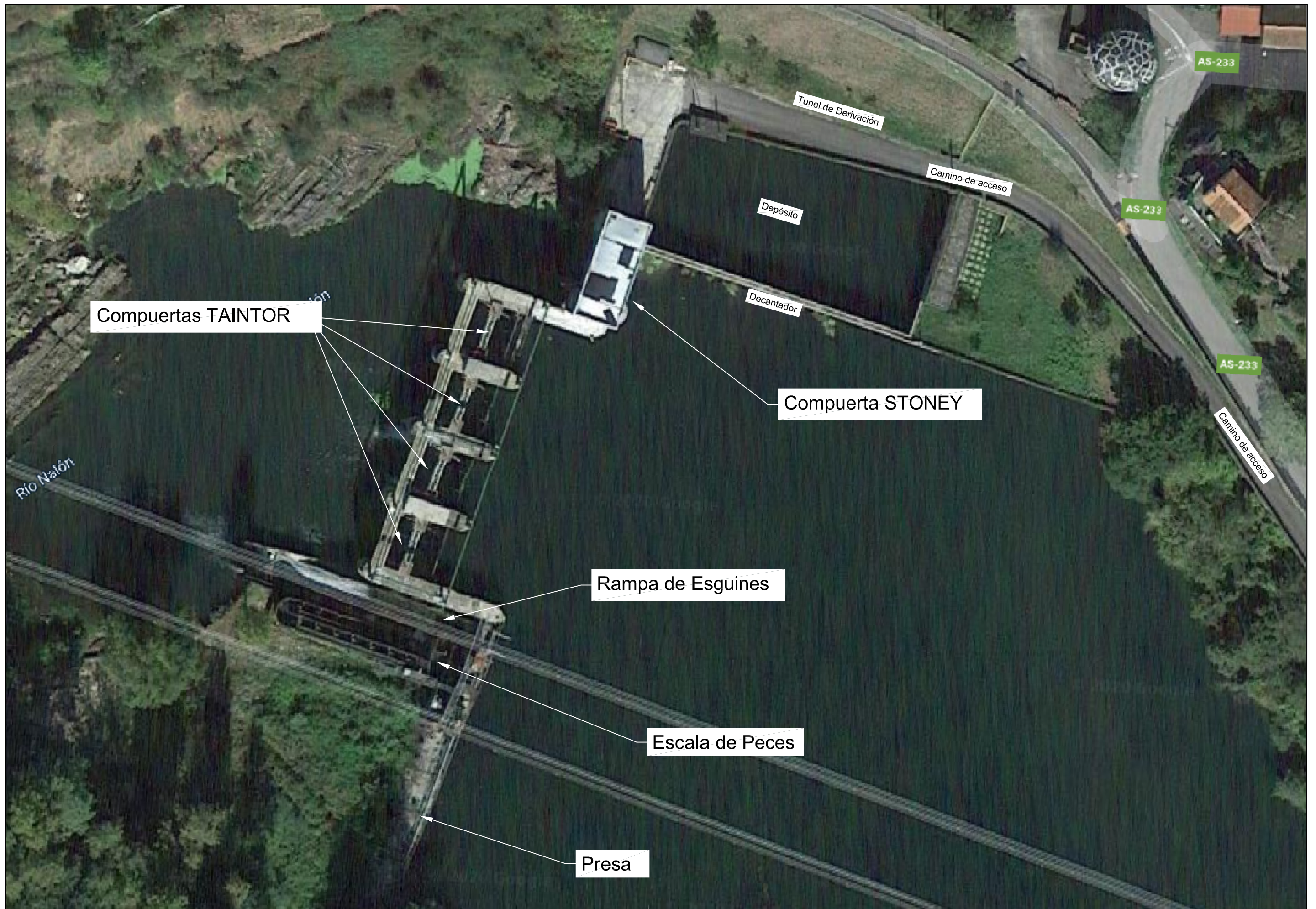


Título del Plano:  
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Plano Nº: 1  
Hoja: 1 de 1

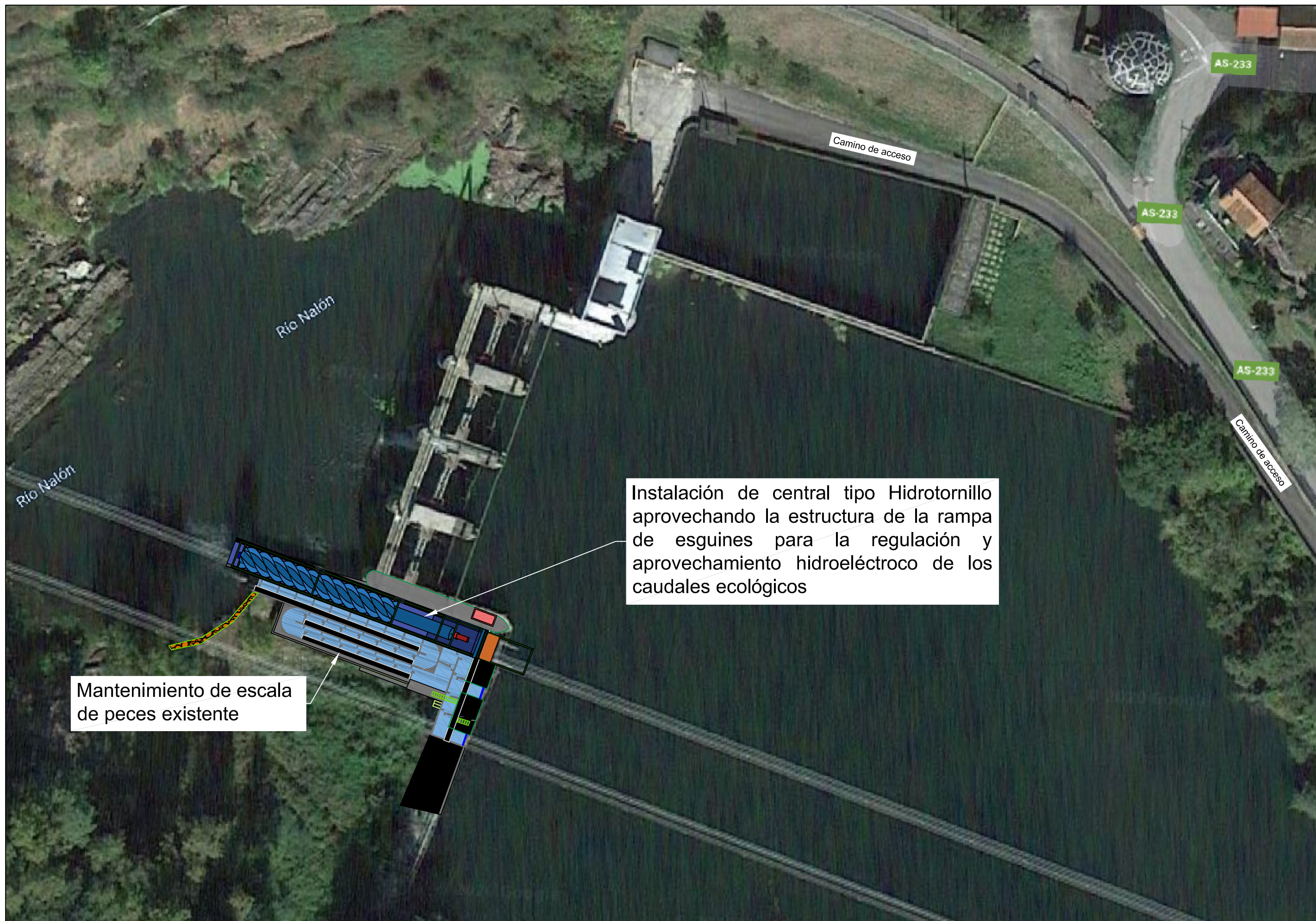


- Plano nº 2.- Estado actual.





- Plano nº 3.- Plano de conjunto.



Instalación de central tipo Hidrotornillo aprovechando la estructura de la rampa de esguines para la regulación y aprovechamiento hidroeléctrico de los caudales ecológicos

Mantenimiento de escala de peces existente



- Plano nº 4. - Obra Civil.

Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico mediante la instalación de 1 turbina tipo Hidrotornillo.  
 Caudal de diseño Turbina: 12,56 m<sup>3</sup>/s  
 Salto neto: 8,55 m  
 Potencia Unitaria: 790,11 kW

Motoreductora y equipos generadores

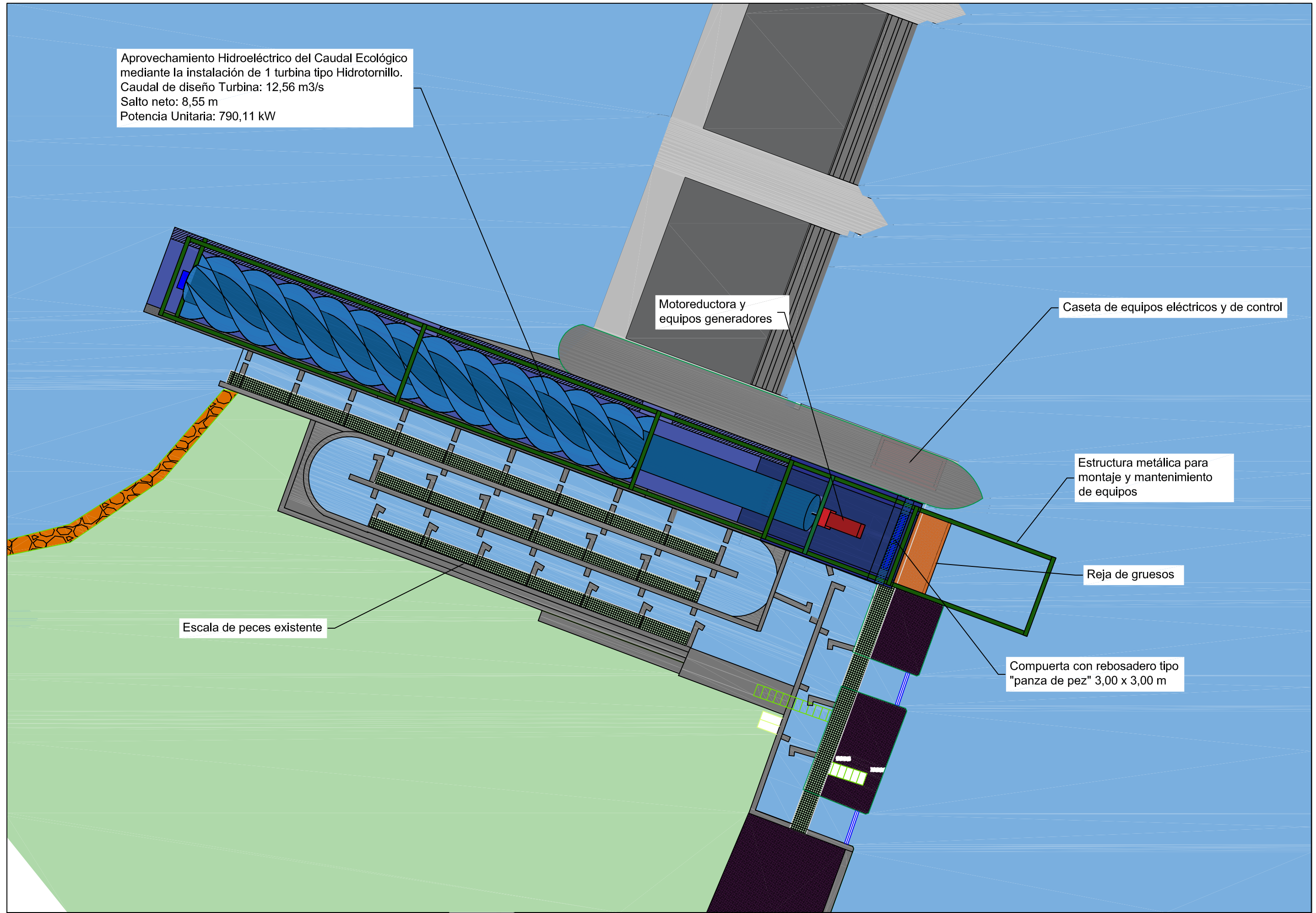
Caseta de equipos eléctricos y de control

Estructura metálica para montaje y mantenimiento de equipos

Reja de gruesos

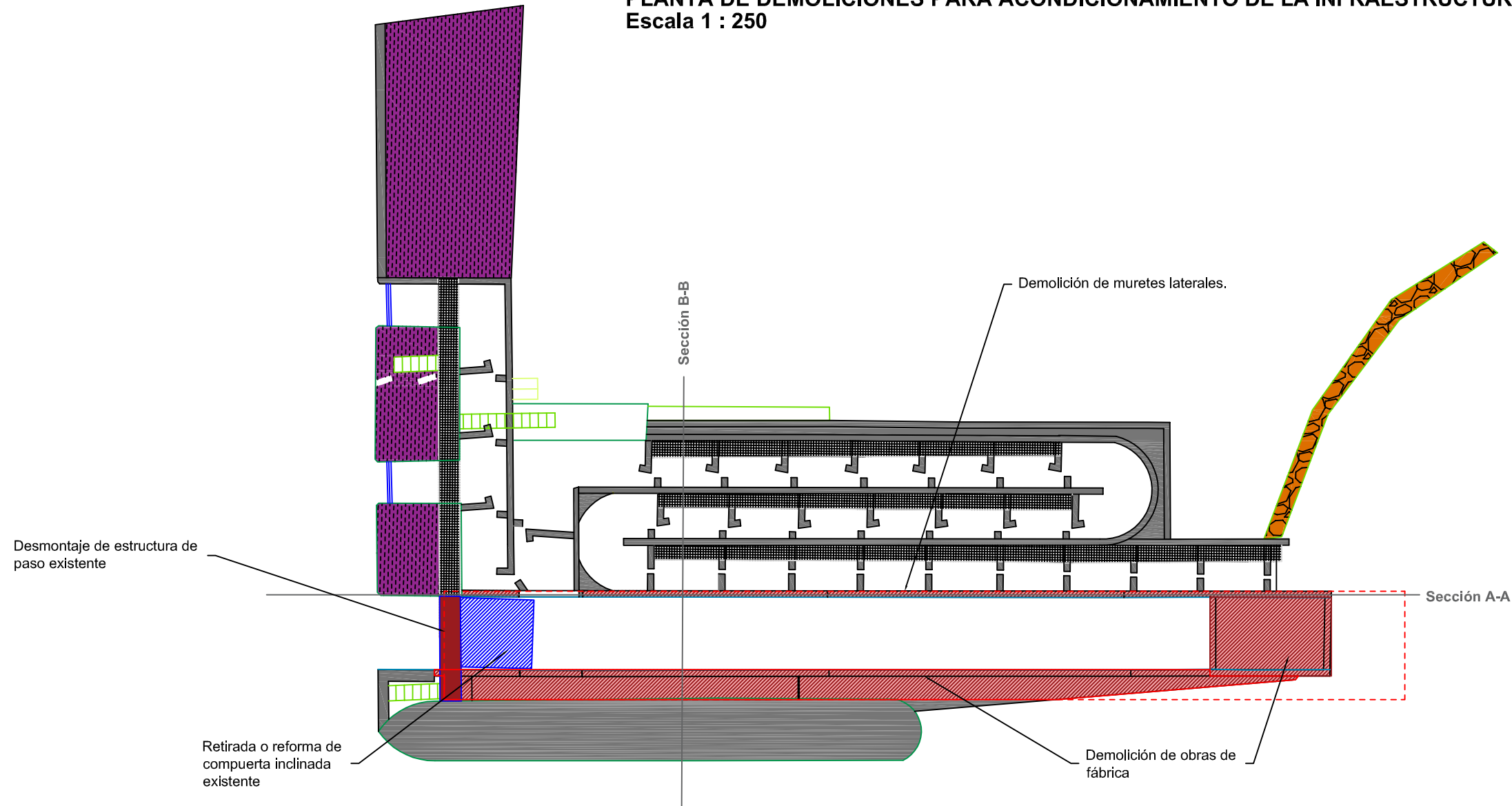
Compuerta con rebosadero tipo "panza de pez" 3,00 x 3,00 m

Escala de peces existente

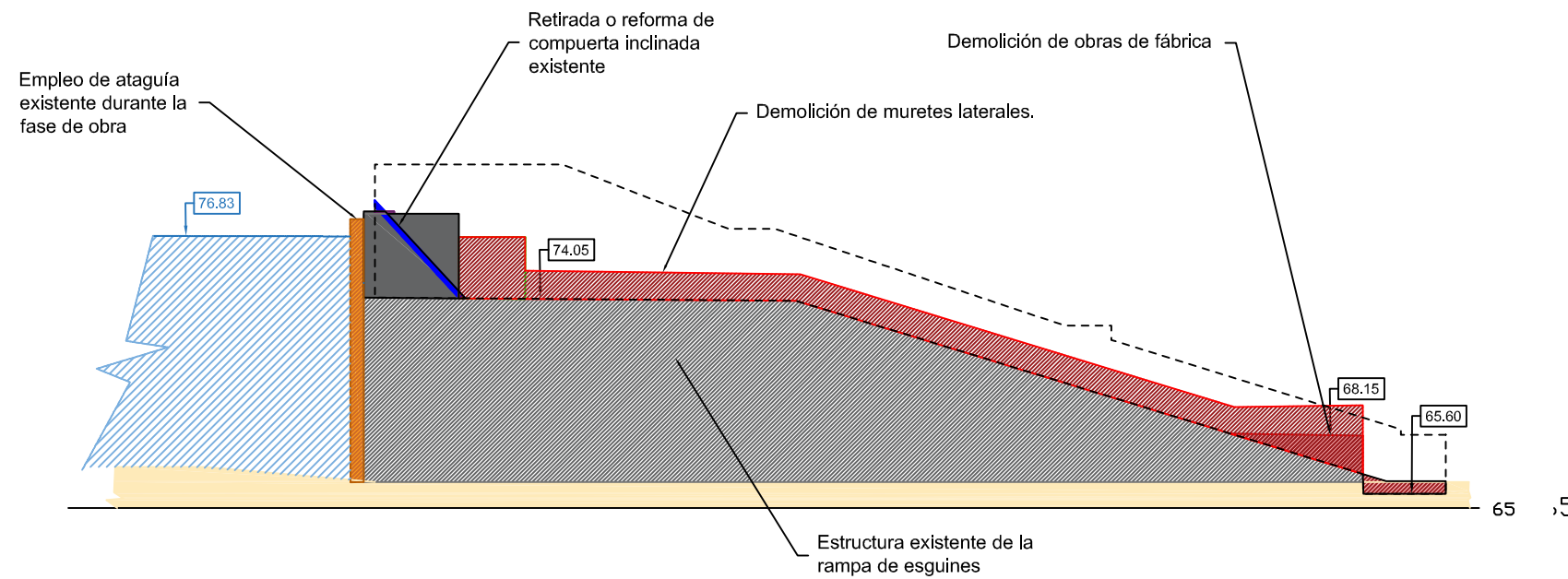




**PLANTA DE DEMOLICIONES PARA ACONDICIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**  
Escala 1 : 250

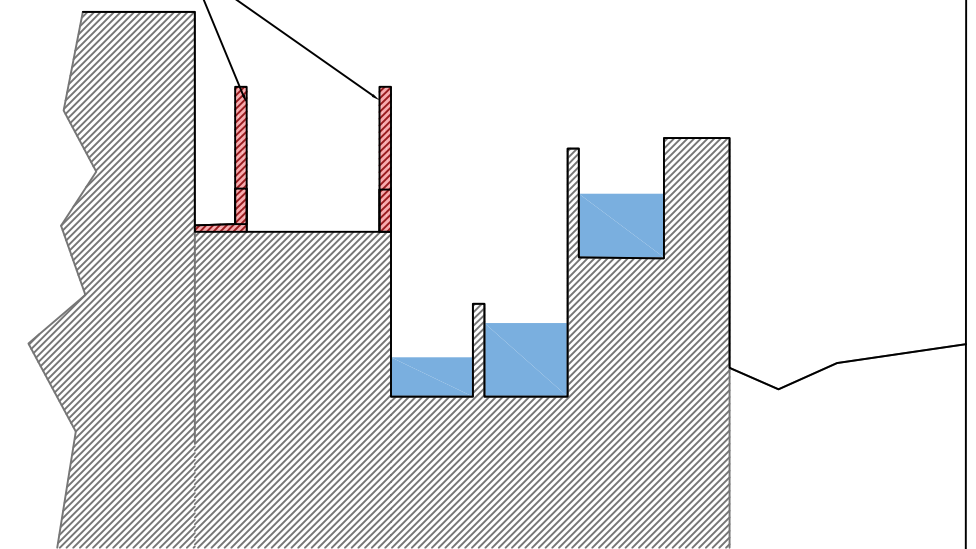


**SECCIÓN A-A**  
Escala 1 : 300

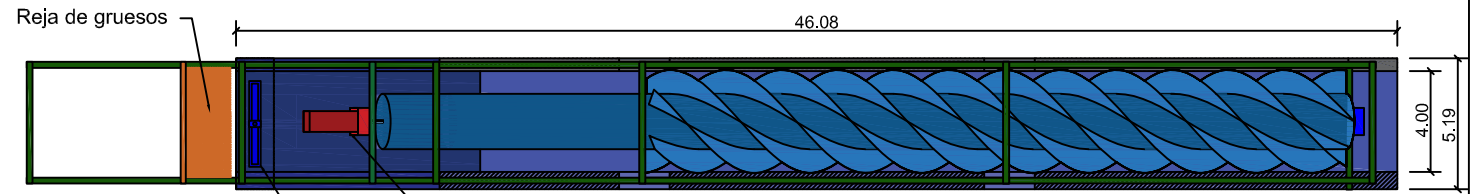
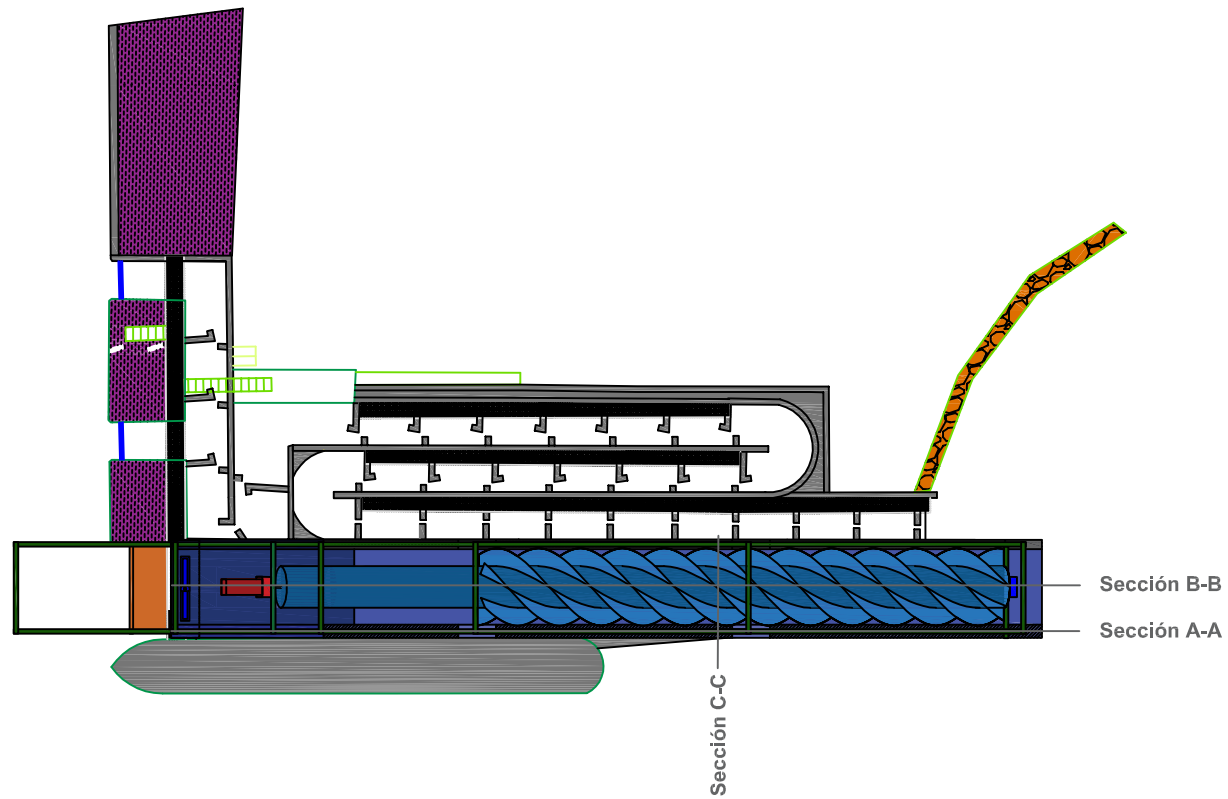


Demolición de muretes laterales.

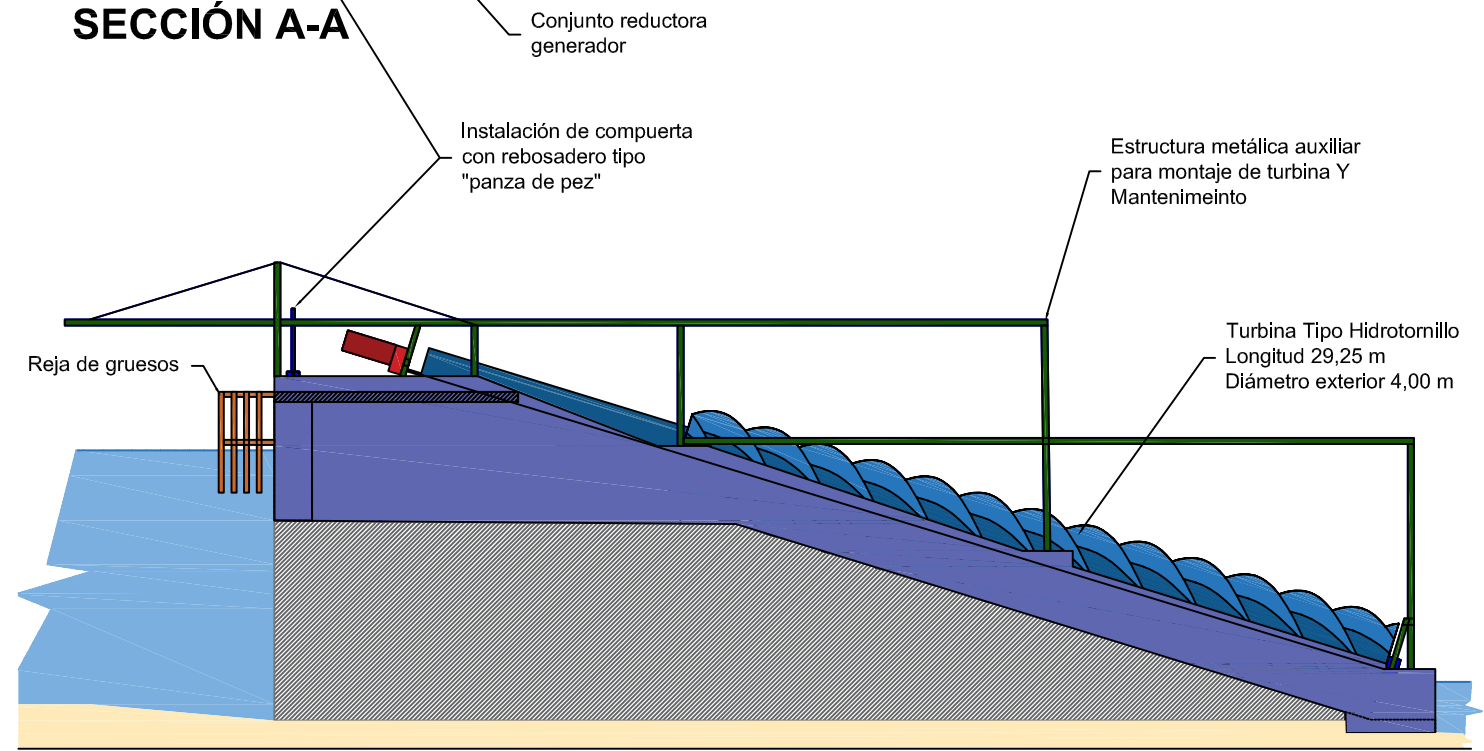
**SECCIÓN B - B**  
Escala 1 : 300



# PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE SECCIONES

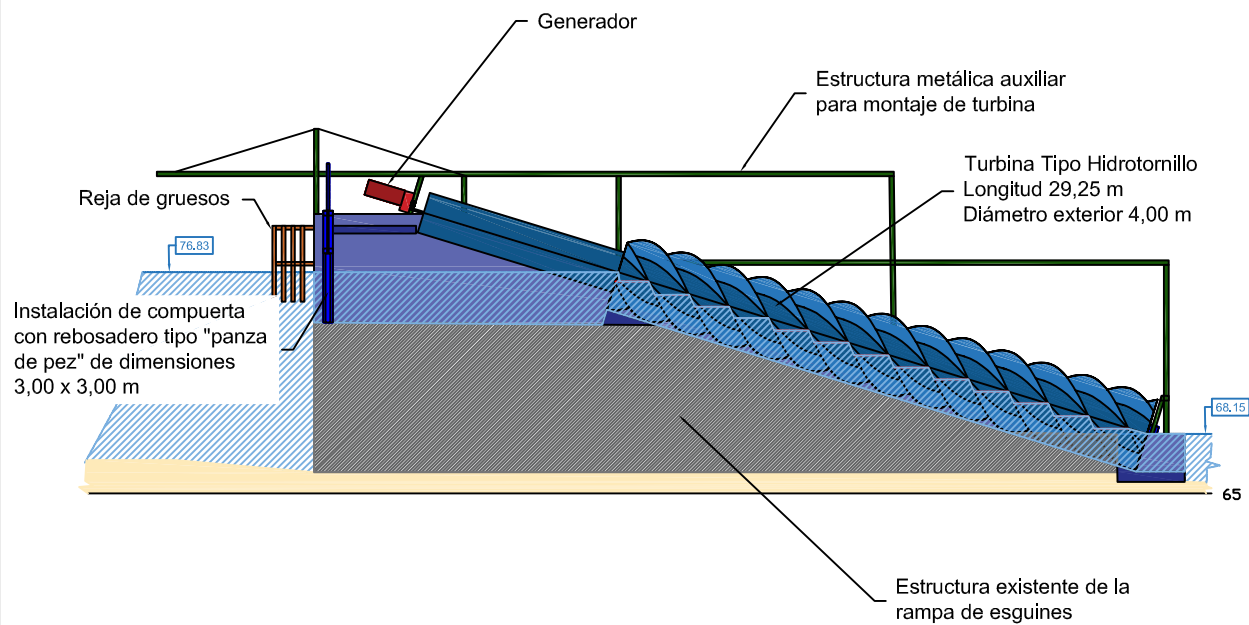


## SECCIÓN A-A

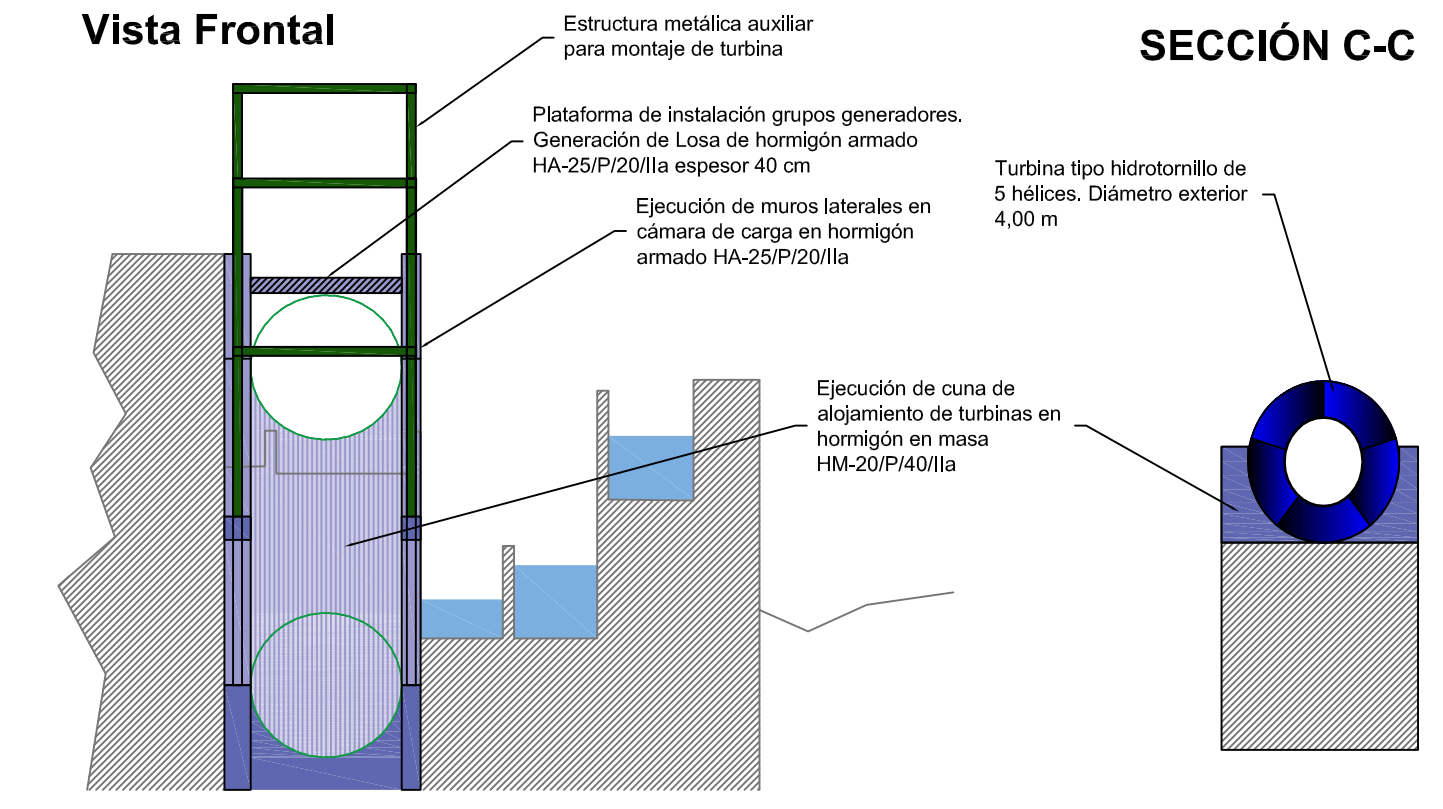


## SECCIÓN B-B

Escala 1 : 400



## Vista Frontal



## SECCIÓN C-C



Título: PROYECTO DE APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO DEL CAUDAL ECOLÓGICO EN EL RÍO NALÓN EN LA PRESA DEL FURACÓN. T.M. OVIEDO (ASTURIAS)



El Autor del Proyecto: El Ingeniero Industrial Jose Luis Suárez Sierra

Autor: El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Fernando Caselles Trabanco (Nº Col.20608)

Fecha: JULIO-2020

Escala Original: 1 : 400

Gráfica



Título del Plano:

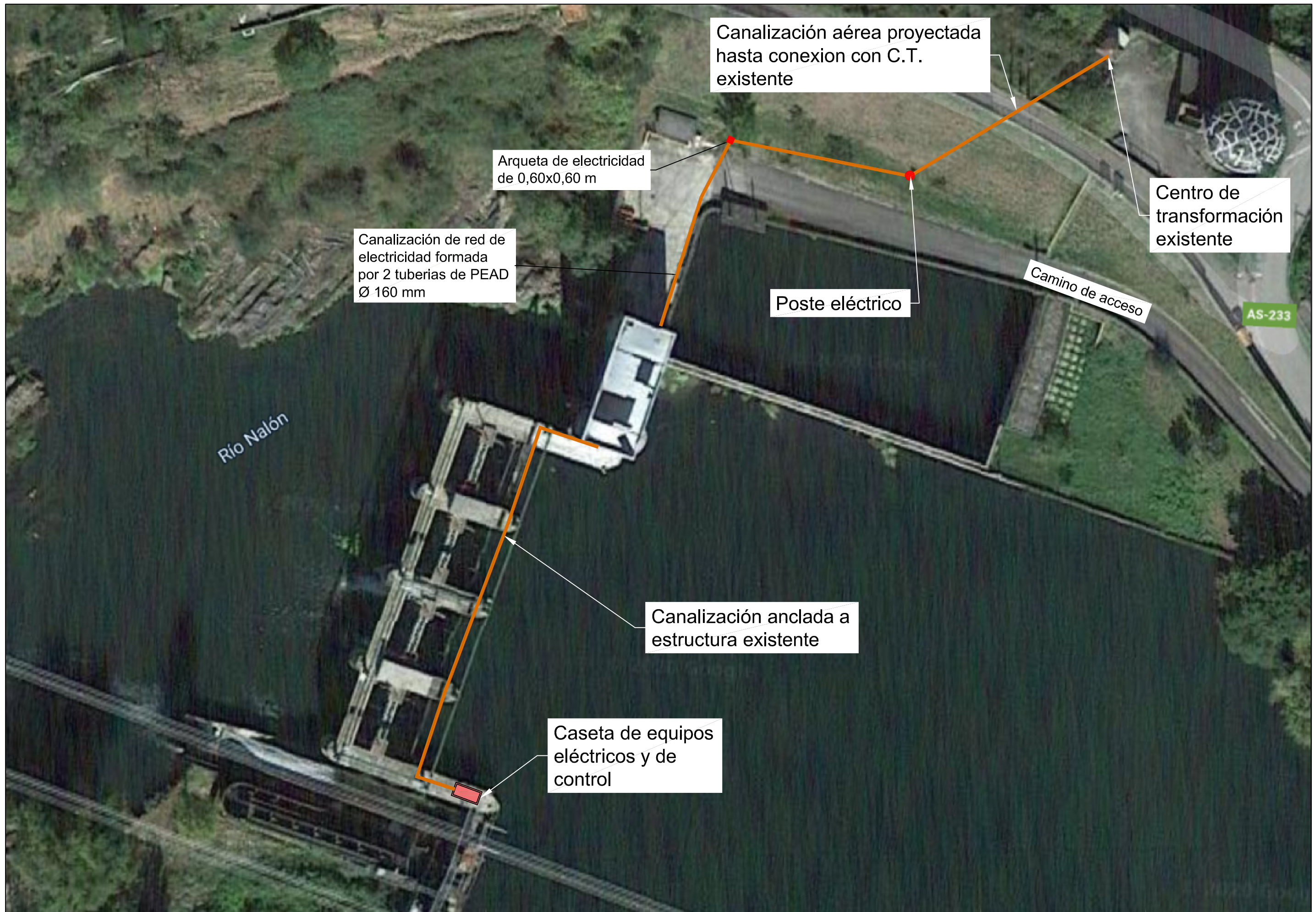
SECCIONES TIPO

Plano Nº: 4.2

Hoja: 1 de 2



Plano nº 5.- Conexión a la red de distribución.



Canalización aérea proyectada hasta conexión con C.T. existente

Arqueta de electricidad de 0,60x0,60 m

Canalización de red de electricidad formada por 2 tuberías de PEAD Ø 160 mm

Poste eléctrico

Centro de transformación existente

Camino de acceso

AS-233

Río Nalón

Canalización anclada a estructura existente

Caseta de equipos eléctricos y de control



➤ **Documento Nº 3.- PRESUPUESTO**



## PRESUPUESTO

**Proyecto:** Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacán. T.M. Oviedo (Asturias)

**Fecha:** Julio de 2020

### CAPITULO 1. OBRA CIVIL

UNIDADES		MEDICIÓN					Precio	Total
1.1	m3 de movimiento de tierras para la generación y retirada de diques de contención provisionales durante las obras	1.120,00					29,00	32.480,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Diques	1,00	40,00	7,00	4,00	1.120,00		
1.2	m3 de demolición de elementos de hormigón incluso carga y transporte de material a vertedero autorizado	192,62					200,00	38.524,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Demolición de obras de fábrica	1,00	12,00	4,10	1,00	49,20		
		1,00	2,10	5,20	1,00	10,92		
	Muros laterales	1,00	5,00	5,00	1,00	25,00		
	1,00	2,50	43,00	1,00	107,50			
1.3	m3 de excavación en cualquier tipo de terrenos incluso roca	31,25					200,00	6.250,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
		1,25	5,00	5,00	1,00	31,25		
1.4	m3 de formación de plataforma de trabajo formada con material seleccionado, procedente de la excavación o de préstamos, incluso extendido, humectación y compactación, utilizando rodillo vibratorio	360,00					45,00	16.200,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Plataforma de trabajo	1,00	18,00	20,00	1,00	360,00		
1.5	M2 de encofrado recto visto, Incluso parte proporcional de medios auxiliares necesarios para la instalación del mismo y el desencofrado	555,02					35,00	19.425,70 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Muros laterales	1,00	65,00	1,00	1,00	65,00		
		3,00	160,00	1,00	1,00	480,00		
	Frontal	1,00	5,75	0,70	1,00	4,03		
		1,00	5,75	0,50	1,00	2,88		
Trasera	1,00	2,60	0,70	1,00	1,82			
	1,00	2,60	0,50	1,00	1,30			
1.6	M1 de Canal encofrado circular de diametro exterior 4100 mm, incluso elementos auxiliares para colocación, nivelación y estabilización; desencofrado y retirada	29,25					250,00	7.312,50 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Canal	1,00	1,00	29,25	1,00	29,25		
1.7	M3 de Estructuras de hormigón HM-20/P/40/IIa. Incluso parte proporcional de medios auxiliares para el vertido y vibrado, así como y ensayos de resistencia necesarios para comprobar la calidad del mismo.	197,61					125,00	24.701,56 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Canal circular	1,00	5,00	29,25	1,00	146,25		
	Formación de pendientes	1,00	1,20	4,00	1,00	4,80		
		1,00	2,50	4,00	1,00	10,00		
Varios	0,25	146,25	1,00	1,00	36,56			
1.8	M3 de Hormigón para armar HA-25 Nmm2, con cemento CEM II/B-V 32,5 o CEM I 42,5, de consistencia plástica o blanda, tipo de exposición IIa. Incluso parte proporcional de medios auxiliares para el vertido y vibrado, así como y ensayos de resistencia necesarios para comprobar la calidad del mismo.	192,00					150,00	28.800,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Muros laterales	1,00	160,00	0,70	1,00	112,00		
		1,00	160,00	0,50	1,00	80,00		
1.9	M2 de Losa formada por encofrado colaborante de acero AISI-235 de acero galvanizado 60 mm de altura de greca y 1 mm de espesor y hormigón aramado HA-25/P/20/IIa con un espesor total de 40 cm incluso parte proporcional de transporte, colocación, corte y preparación de superficies, piezas especiales de retención en extremos de voladizos.	50,44					85,00	4.287,40 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Losa Turbina	1,00	5,20	9,70	1,00	50,44		



1.10	M2 de Losa formada por encofrado colaborante de acero AISI-235 de acero galvanizado 60 mm de altura de greca y 1 mm de espesor y hormigón aramado HA-25/P/20/IIa con un espesor total de 25 cm incluso parte proporcional de transporte, colocación, corte y preparación de superficies, piezas especiales de retención en extremos de voladizos.	75,00					45,00	3.375,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Cubierta caseta	1,00	75,00	1,00	1,00	75,00		
1.11	M2 Murete de 20 cm de espesor de fábrica de bloque prefabricado de hormigón de 40x20x20 cm, recibido con mortero de cemento industrial, incluso parte proporcional de transporte, colocación, preparación de superficies, piezas especiales y cualquier elemento necesario para su correcta colocación.	150,00					40,00	6.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Caseta de equipos eléctrico y de control	1,00	75,00	2,00	1,00	150,00		
1.12	Ud de puerta de paso de acero galvanizado de una hoja, 700x1945 mm de luz y altura de paso, acabado galvanizado, con rejillas de ventilación, incluso transporte y montaje, totalmente terminada.	1,00					1.000,00	1.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Caseta de equipos eléctrico y de control	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
1.13	Ud de ventana de PVC formada por dos hojas deslizantes de espesor 74 mm, dimensiones 900x900 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color blanco, con premarco, incluso transporte y montaje, totalmente terminada.	2,00					500,00	1.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Caseta de equipos eléctrico y de control	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00		
1.14	Mi de acondicionamiento y sellado de fugas incluyendo la parte proporcional de demolición para el encaje de la central	70,00					65,00	4.550,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
		1,00	45,00	1,00	1,00	45,00		
		1,00	25,00	1,00	1,00	25,00		
1.15	Unidad para acondicionamiento de accesos al resto de instalaciones.	1,00					6.000,00	6.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Accesos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
1.16	Unidad de suministro e instalación de compuerta con rebosadero tipo "panza de pez" de dimensiones 3,00x 3,00 m.	1,00					35.000,00	35.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
1.17	Unidad de suministro instalación y montaje de estructura metálica auxiliar.incluyendo medios auxiares de elevación fijos para el montaje y explotación.	1,00					50.000,00	50.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
1.18	Partida alzada para trabajos auxiliares, colocación de rejillas de gruesos, canalizaciones de conexión, acondicionamiento de edificios de control y telemando,...	1,00					46.981,23	46.981,23 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
<b>IMPORTE TOTAL CAPITULO 1. OBRA CIVIL</b>							<b>331.887,40 €</b>	

## CAPITULO 2. INSTALACIONES ELECTROMECAICAS Y LINEA DE EVACUACION DE ENERGIA

UNIDADES		MEDICIÓN					Precio	Total
2.1	Unidad de suministro, montaje y puesta en marcha de turbina tipo Hidrotornillo de 790,11 kW. Incluso parte proporcional de equipos eléctricos de protección y control. No incluye línea de evacuación de energía.	1,00					1.100.000,00	1.100.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Unidades	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
2.2	Partida alzada para la ejecución de una línea de evacuación de la energía incluyendo la conexión a al red existente.	1,00					98.000,00	98.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	Unidades	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
<b>IMPORTE TOTAL CAPITULO 2. INSTALACIONES ELECTROMECAICAS</b>							<b>1.198.000,00 €</b>	



CAPITULO 3. ACONDICIONAMIENTOS Y VARIOS								
UNIDADES		MEDICIÓN					Precio	Total
3.1	Partida alzada a justificar para limpieza y acondicionamiento de las instalaciones tras la ejecución de las obras	1,00					5.000,00	5.000,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
3.2	Partida alzada a justificar para desmontaje de estructura de paso existente y retirada de la compuerta inclinada existente	1,00					7.500,00	7.500,00 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
<b>IMPORTE TOTAL CAPITULO 3. ACONDICIONAMIENTOS Y VARIOS</b>							<b>12.500,00 €</b>	

CAPITULO 4. GESTIÓN DE RESIDUOS								
UNIDADES		MEDICIÓN					Precio	Total
4.1	Partida de Gestión de Residuos	1,00					8.609,68	8.609,68 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	<i>Partida</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
<b>IMPORTE TOTAL CAPITULO 4. GESTIÓN DE RESIDUOS</b>							<b>8.609,68 €</b>	

CAPITULO 5. SEGURIDAD Y SALUD								
UNIDADES		MEDICIÓN					Precio	Total
5.1	Partida de Seguridad y Salud	1,00					6.887,75	6.887,75 €
	<i>Descripción</i>	<i>Ud</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>total</i>		
	<i>Partida</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
<b>IMPORTE TOTAL CAPITULO 5. SEGURIDAD Y SALUD</b>							<b>6.887,75 €</b>	





## PRESUPUESTO

**Proyecto:** Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Caudal Ecológico en el Río Nalón en la presa del Furacán. T.M. Oviedo (Asturias)

### RESUMEN DE CAPÍTULOOS

CAPITULO 1. OBRA CIVIL		331.887,40 €
CAPITULO 2. INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE ENERGÍA		1.198.000,00 €
CAPITULO 3. ACONDICIONAMIENTOS Y VARIOS		12.500,00 €
CAPITULO 4. GESTIÓN DE RESIDUOS		8.609,68 €
CAPITULO 5. SEGURIDAD Y SALUD		6.887,75 €
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>		<b>1.557.884,83 €</b>
Gastos Generales	13%	202.525,03 €
Beneficio Industrial	6%	93.473,09 €

<b>Presupuesto Base de Licitación</b>		<b>1.853.882,95 €</b>
IVA	21%	389.315,42 €

<b>Presupuesto Base de Licitación con IVA</b>		<b>2.243.198,36 €</b>
---	--	-----------------------

Santander, julio de 2020.

El Ingeniero de Caminos, C. y P.

Fdo: Fernando Casielles Trabanco

El Ingeniero Industrial

Fdo: Jose Luís Suárez Sierra