



HPP CUMBRES

Determinación de Mínimo y Máximo Técnico - Reporte Final

# Items

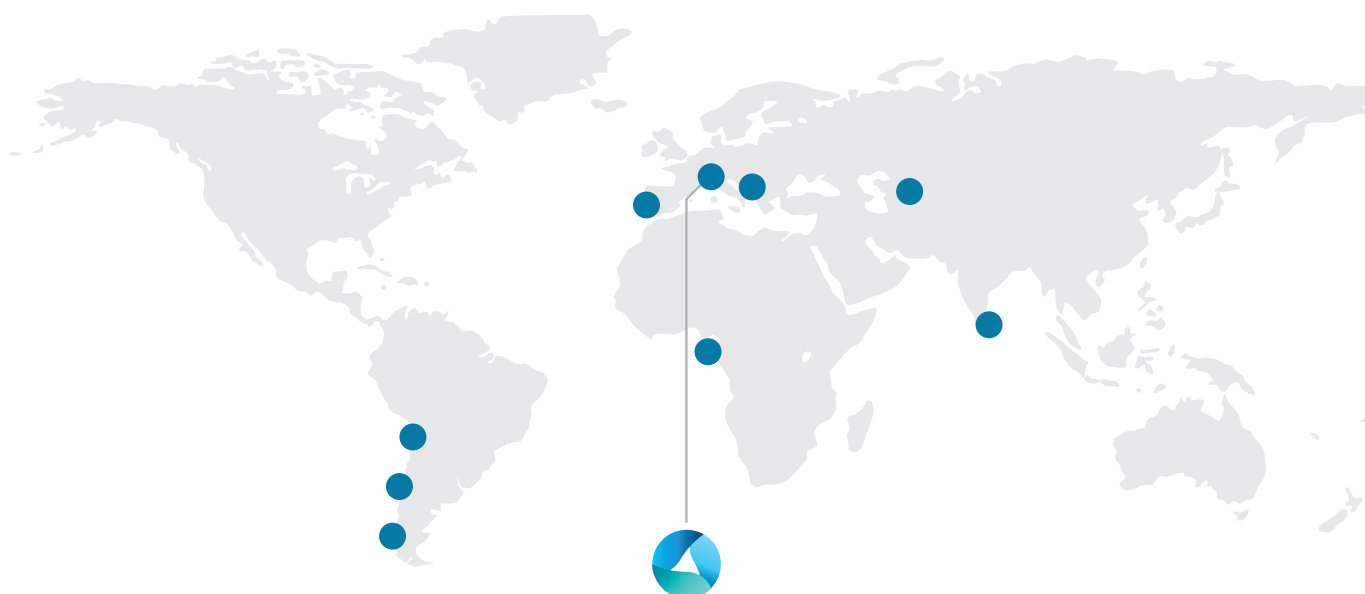
---

1.	Resumen ejecutivo	4
2.	Determinación de mínimo técnico	5
3.	Placa de identificación	7
4.	Anexo	8

---

# SCOTTA

Shape the innovation



Villafalletto (CN) - Italy  
Via Monviso 41 - 12020  
Tel. 0171.935111  
Fax 0171.935150

[tecnico@scotta.it](mailto:tecnico@scotta.it)  
[www.scotta.it](http://www.scotta.it)



**CQOP SOA**  
COSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE

**Scotta S.p.A**  
Capitale sociale  
Euro 16.000.000,00 i.v.  
Codice Fiscale - Partita IVA -  
Registro Imprese di Cuneo:  
03429380045  
R.E.A. 290102  
C.C.I.A.A. Cuneo

# 1. Resumen ejecutivo

El propósito de este documento es reportar el mínimo técnico y el máximo técnico de la unidad de la planta de CUMBRES, Chile.

CUMBRES es una planta hidráulica compuesto por 2 turbinas de agua de marca SCOTTA de potencia nominal de 9.700 kW a 750 rpm cada una. El generador es de marca INDAR de potencia nom 12.000 kVA, 13.200 Volts y factor de potencia de 0.85.

Se analiza y concluye acerca de los siguiente valores de interés:

1. **Mínimo Técnico**, correspondiente a la mínima potencia de salida para la cual la turbina exhibe una operación continua y estable;
2. **Máximo Técnico**, correspondiente a la máxima potencia de salida para la cual la turbina exhibe una operación continua y estable.

Los parámetros de mínimo y máximo técnico se determinan en base a antecedentes técnicos y de operación de la central.

El informe recoge información técnica relevante, principalmente proporcionada por el fabricante de la turbina a efectos de verificar los valores de interés.

La tabla 1, abajo ilustra los resultados del análisis:

Parámetros	Configuración del sistema	Información Técnica (MW brutos)
Mínimo Técnico	n.1 Turbina Hidráulica en marcha	<b>mínimo técnico 476 kW</b>
Máximo Técnico	n.1 Turbina Hidráulica en marcha*	<b>máximo técnico 9.012 kW</b>

\* falta caudal para efectuar la prueba con 2 unidades a la máxima potencia.

## 2. Determinación de mínimo técnico

**OBJETO** El objeto de este informe técnico es informar el valor de los parámetros de mínimo y máximo técnico de la turbina hidráulica de la central CUMBRES.  
El material incluido en este informe considera la información técnica y los documentos indicados en el Anexo Técnico: Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras, incorporado en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS).  
Como se indica en el Anexo Técnico previamente mencionado, el valor de Mínimo Técnico *corresponde a la mínima potencia activa bruta que la unidad generadora puede suministrar continuamente de manera continua, segura y estable.*

**DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO** El Anexo Técnico de Mínimos Técnicos, establece en su Artículo 9 que la Empresa Generadora deberá proporcionar a la DO los antecedentes que respaldan el valor de Mínimo Técnico informado, incluyendo los supuestos y metodologías utilizadas para establecer dicho valor, los que deberán recoger las recomendaciones entregadas por el fabricante y antecedentes operativos que hayan sido registrados durante la operación de la respectiva unidad generadora.

En este informe, para la determinación del MT, se consideró la siguiente información:  
- Antecedentes técnicos de diseño.

**ANTECEDENTES TÉCNICOS DE DISEÑO GENERADOR** La Unidad de la Central CUMBRES posee dos generador de potencia nominal de 12.000 [kVA] y una tensión nominal de 13,2 [kV].

### TURBINA

Las turbinas de las unidades son de tipo Pelton, marca SCOTTA, de eje horizontal, y la potencia nominal es de 9.700 kW cada una, velocidad de rotación nominal 750 rpm.

### SISTEMA DE CONTROL VELOCIDAD-POTENCIA

La turbina de CUMBRES, por su diseño, tiene un límite mínimo de operación (6,9% de apertura de 1 inyector). Las Turbinas de tipo Pelton no sufren cavitaciones por flujo de agua o diferencial de presión. La siguiente expresión muestra la relación entre potencia de bruta de salida de la unidad y flujo volumétrico (m<sup>3</sup>/s) de la turbina:

$$P_B = Q_V \times \rho \times g \times H_B$$

donde:

$P_B$	=	Energía eléctrica bruta, kW
$Q_V$	=	Caudal volumétrico turbinado, m <sup>3</sup> /s
$\rho$	=	Densidad del fluido turbinado, kg/m <sup>3</sup>
$g$	=	Aceleración de la gravedad, m/s <sup>2</sup>
$H_B$	=	Salto bruto, m

Con una apertura del 6,9% de 1 inyector, en la turbina la potencia de salida es **476 kW**; en estas condiciones las turbinas Pelton se mantienen sincronizadas a la red. Este estado es posible debido a que el sistema eléctrico del generador no presenta ninguna restricción que impida mantener la turbina sincronizada aun cuando la potencia de salida sea de 476 kW.

Cuando alcanza su velocidad de sincronización de 750 rpm, la turbina puede ser acoplada a la red y mantenerse sincronizada hasta que se recibe una orden de subir carga.

Con una apertura del 80,3% del inyector 1 y 38,7% del inyector 2, en la turbina la potencia de salida es **9.012 kW** \*.

**CONCLUSIÓN** Se concluye que la potencia de mínimo técnico de la turbina de la Central CUMBRES es 476 kW, determinada en base a la capacidad de los sistemas de tipo Pelton a operar sin restricción en todo el rango para el grupo turbina – generador. Una vez que el sistema de regulación de velocidad alcanza sincronización, la turbina no tiene limitaciones físicas para mantener el 476 kW estando sincronizada a la red. En el momento de la prueba, no estaba disponible el caudal para alcanzar la potencia de máximo técnico de la turbina de la Central CUMBRES; la máxima potencia de prueba es 9.012 kW.

\* falta caudal para efectuar la prueba con la unidad a la máxima potencia.

### 3. Placa de identificación

**Indar**

Una Marca **Ingeteam**

C.H.CUMBRES

#### 1 DATOS ELECTRICOS

Tipo		<b>LSA-1120-X/8</b>	
<b>DATOS NOMINALES</b>			
Potencia	12000 kVA	Frecuencia	50 Hz
Tensión	13200 V	Velocidad	750 r.p.m.
Corriente	524,86 A	Embalamiento	1350 r.p.m.
cos $\varphi$	0,85	Clase de Aislamiento	F
Potencia Activa	10200 kW	Clase de calentamiento	B
Altitud	$\leq 1000$ msnm	Forma constructiva	IM-1001
T <sup>a</sup> ambiente	40 °C	Grado de protección	IP44
T <sup>a</sup> agua	$\leq 25$ °C	Método de refrigeración	IC81W
REACTANCIAS (%) Y CONSTANTES DE TIEMPO (s)			Tref = 95 °C

## 4. Anexo

Se adjunta un pasaje de la prueba de eficiencia de la turbina (prueba de eficiencia de una sola unidad).



## SCOTTA



# SAPIENZA TECNOLOGICA



## **CENTRAL HIDROELECTRICA "CUMBRES"**

**REPORT PUESTA EN MARCHA marzo 2019**



Commissioning Staff

G.M. Baralis

M. Ferrero

Villafalletto 15/05/2019

gruppo 1					
PRUEBA EFICIENCIA 1 INJECTOR					
% spina 1	% spina 2	Q misuratore	eficiencia turbina		POT.
%	%	m <sup>3</sup> /s	η	η * 100	kW
6,9	0	0,115	0,589	58,9	476
12,3	0	0,180	0,811	81,1	1034
17,4	0	0,240	0,886	88,6	1515
23	0	0,317	0,892	89,2	2021
28,5	0	0,390	0,896	89,6	2507
34,5	0	0,460	0,906	90,6	2993
41,2	0	0,532	0,907	90,7	3490
49,1	0	0,615	0,905	90,5	4032
57,6	0	0,694	0,902	90,2	4545
66,9	0	0,766	0,901	90,1	5025
72,1	0	0,803	0,901	90,1	5272
76,7	0	0,83	0,900	90,0	5450
78	0	0,840	0,899	89,9	5500
84,4	0	0,894	0,885	88,5	5768
93,1	0	0,940	0,880	88,0	6030
99,5	0	0,955	0,892	89,2	6207
PRUEBA EFICIENCIA 2 INJECTORES					
% spina 1	% spina 2	Q misuratore	eficiencia turbina		POT.
%	%	m <sup>3</sup> /s	η	η * 100	kW
80,3	5,8	0,965	0,902	90,2	6353
80,3	12,6	1,06	0,905	90,5	6986
80,3	21,6	1,15	0,907	90,7	7472
80,3	24,8	1,21	0,909	90,9	8016
80,3	38,7	1,37	0,904	90,4	9012

MINIMO TECNICO

