

Rev-B

The logo for SCOTTA, featuring the word "SCOTTA" in a bold, dark blue sans-serif font. The letter "O" is replaced by a circular icon with a blue-to-green gradient and a white curved shape inside, resembling a stylized globe or a drop.

HPP DOS VALLES

Determinación de Mínimo Técnico - Reporte Final

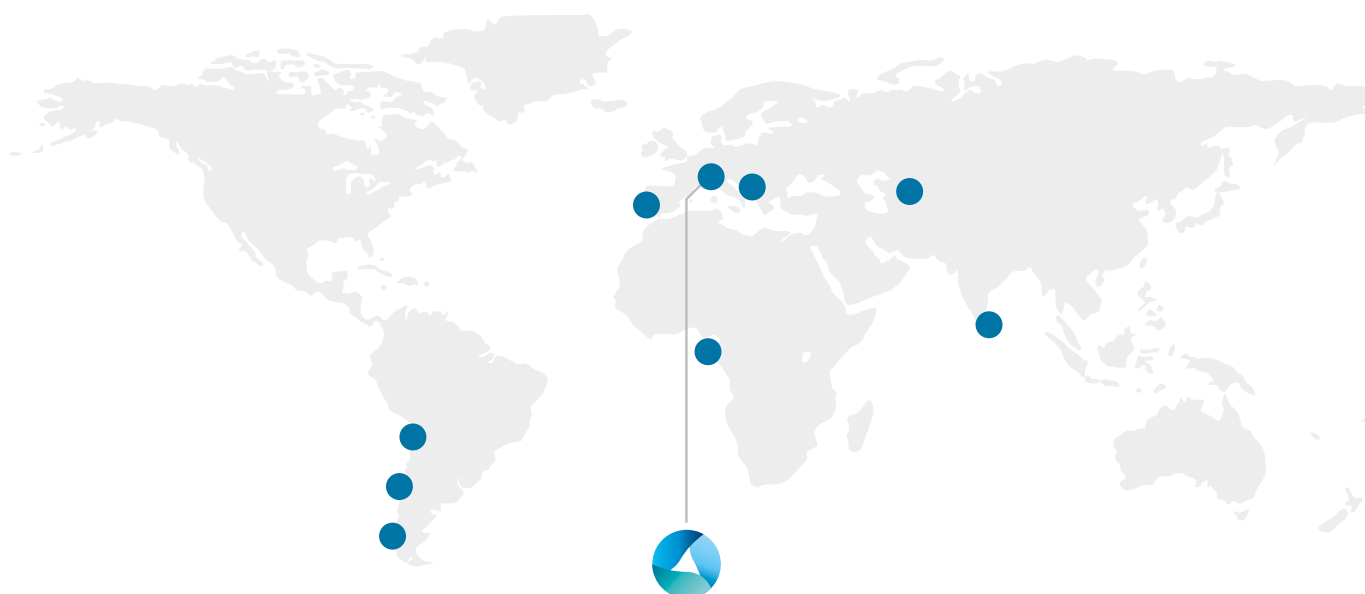
# Items

1.	Resumen ejecutivo	4
2.	Determinación de mínimo técnico	5
3.	Placa de identificación	8
4.	Anexo	9

Rev.	Descripción	Dibujó	Revisó	Fecha
B	Incorporada curva colina turbina	Quaranta S.	Baralis G.	16/09/2019
A	Primera emisión	Quaranta S.	Baralis G.	24/06/2019

# 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**  
CONSTRUTTORI 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 de la unidad de la planta de DOS VALLES, Chile.

DOS VALLES es una planta hidráulica compuesto por 1 turbina de agua de marca SCOTTA de potencia nominal de 2.950 kW a 1.000 rpm. El generador es de marca GAMESA de potencia nom 3.750 kVA, 6.300 Volts y factor de potencia de 0.8.

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.

El parámetro de mínimo técnico se determina 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	Turbina Hidráulica	<b>mínimo técnico 166 kW</b>

## 2. Determinación de mínimo técnico

**OBJETO** El objeto de este informe técnico es informar el valor del parámetro de mínimo técnico de la turbina hidráulica de la central DOS VALLES.

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 DOS VALLES posee un generador de potencia nominal de 3.750 [kVA] y una tensión nominal de 6.3 [kV].

### **TURBINA**

La turbina de la unidad es de tipo Pelton, marca SCOTTA, de eje vertical, y la potencia nominal es de 2.950 kW, velocidad de rotación nominal 1.000 rpm.

### **SISTEMA DE CONTROL VELOCIDAD-POTENCIA**

La turbina de DOS VALLES, por su diseño, tiene un límite mínimo de operación (10% de apertura de 1 inyector).

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 10% de 1 inyector, en la turbina la potencia de salida es **166 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 166 kW.

Cuando alcanza su velocidad de sincronización de 1.000 rpm, la turbina puede ser acoplada a la red y mantenerse sincronizada hasta que se recibe una orden de subir carga.

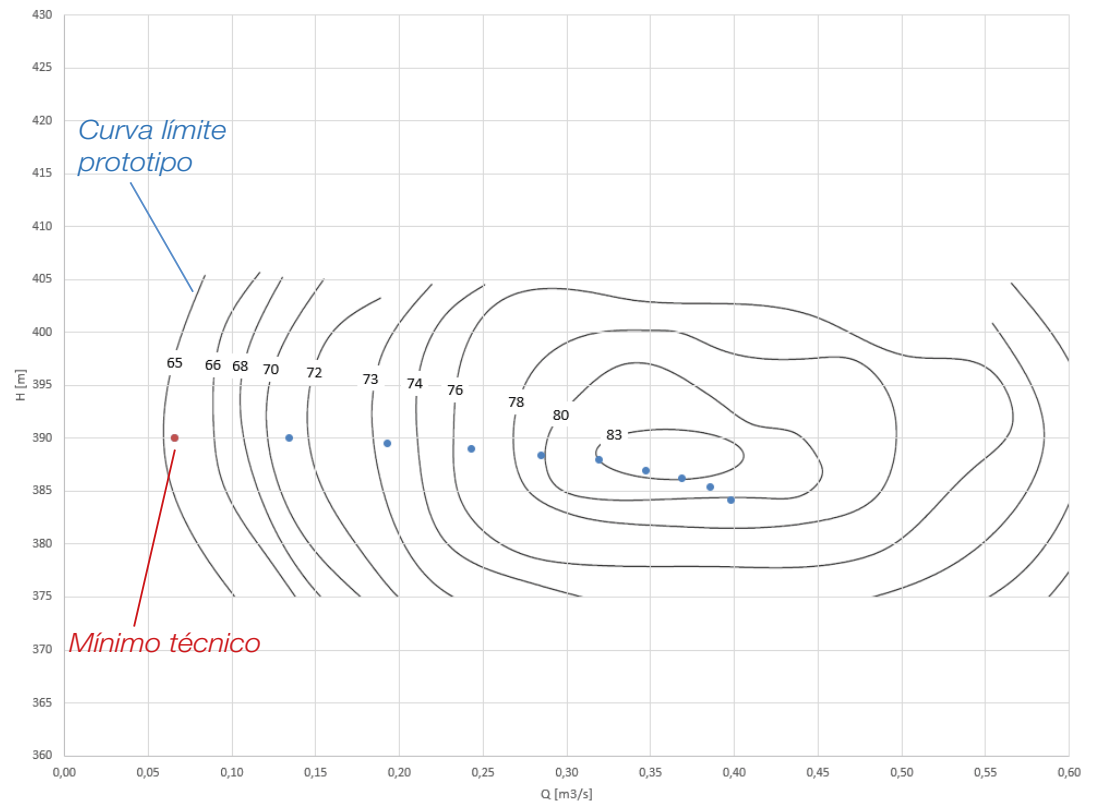
**FUENTE DE INSTABILIDAD** Las Turbinas de tipo Pelton no sufren cavitaciones por flujo de agua o diferencial de presión.

**ANTECEDENTES DE UNIDADES DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS**

PLANTA	TURBINAS	FECHA	POTENCIA TOT [MW]
Picoiquen (CH)	n.2 Pelton verticales	2015	20,0
Cumbres (CH)	n.2 Pelton horizontales	2019	19,3
Pulelfu (CH)	n.2 Pelton verticales	2019	8,5
Hidrobonito (CH)	n.3 Pelton verticales	2013	12,0
El Agrio (CH)	n.1 Pelton vertical	2016	2,66
Tre Ponti (IT)	n.1 Pelton vertical	2012	1,28
Angrogna 2 (IT)	n.1 Pelton vertical	2012	2,85
Pont terrible (IT)	n.1 Pelton vertical	2012	2,74
Prell (AL)	n.3 Pelton verticales	2016	15,0
Seka (AL)	n.3 Pelton verticales	2019	12,45

**PRUEBA EFECTUADA** En fase de puesta en marcha del grupo de producción, se llevó a cabo el test de eficiencia, en acuerdo con la especificación técnica adjunta.

En el siguiente gráfico se encuentran los resultados del test de eficiencia, comparados con la curva de colina de la turbina (1 inyector).



Como se desprende del gráfico, el punto de mínimo técnico detectado en el test de eficiencia ( $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $H = 390 \text{ m}$ ,  $P = 166 \text{ kW}$ ) se sitúa próximo a la curva límite del prototipo.

**CONCLUSIÓN** Se concluye que la potencia de mínimo técnico de la turbina de la Central DOS VALLES es 166 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 166 kW estando sincronizada a la red.

### 3. Placa de identificación



III-PHASE SYNCHRONOUS GENERATOR					
Nº		Type PO 1000-I4C6	n 1000 r.p.m. / 1800 r.p.m.	D.E.	
P 3750 kVA - S1	cos φ 0.8	f 50 Hz	U <sub>1</sub> 6300 V	I <sub>1</sub> 344 A	3 ~
IC 01	IM 4011	IP 23	U <sub>2</sub> 54.6 V	I <sub>2</sub> 839 A	DC
Ambient T 40°C	Δ T 80°C	CI F	IEC 60034	30000 Kg	

BRUSHLESS EXCITATION SYSTEM				
Nº		Type EDR 5710 14/6	f 116.6 Hz	cos φ 0.95
P 53 kVA	U <sub>1</sub> 44 V	I <sub>1</sub> 702 A	3 ~	
P 47 kW	U <sub>1</sub> 55 V	I <sub>1</sub> 856 A	DC	
EXCITACION	U <sub>2</sub> 116.2V	I <sub>2</sub> 11.9 A	DC	

GAMESA ELECTRIC S.A.U.  
P.º de A. Calonge 3  
REINOSA (CANTABRIA)  
SPAIN

Tel. 0034942 77 41 00  
Fax. 0034942 75 32 50  
e-mail: gamesaelectric@gamesacorp.com





## 4. Anexo

Se adjunta un pasaje de la prueba de eficiencia de la turbina y la especificación técnica de la prueba.

**RELAZIONE COLLAUDO CENTRALE DOS VALLES**

N° collaudo	CL-02-2017	DATA	29-05-*2017	COMMESSA		REDAZIONE	G.M.BARALIS	CONTROLLO	SCOTTA
CENTRALE	DOS VALLES			CLIENTE	ANPAC				

**ELABORATO DI COLLAUDO E PROVE DI MESSA  
IN MARCIA**

**CENTRALE DOS VALLES**

**TURBINA PELTON 3 GETTI**

**ASSE VERTICALE**

**GRUPPO 1**



PROVE PARALLELO GRUPPO 1

DATA 29/06/2017

PARAMETRI MACCHINA G1

h.	POTENCIA MECANICA kW	POTENCIA ELECTRICA kW	CAUDAL m <sup>3</sup> /s	PRESSIONE		INJECTOR			NOTE
				P ANALOG		1	2	3	
				bar	m	%	%	%	
9:15	166	155	0,07	38,16047	390,00	10			minimo tecnico
9:30	362	337	0,13	38,16047	390,00	20			
9:50	541	503	0,19	38,11155	389,50	30			
10:15	715	672	0,24	38,06262	389,00	40			
10:20	857	806	0,28	38,00391	388,40	50			
10:30	1018	957	0,32	37,96477	388,00	60			
10:40	1116	1060	0,35	37,86693	387,00	70			max injector
10:50	1171	1124	0,37	37,78865	386,20	80			overflow injector
11:20	1209	1160	0,39	37,71037	385,40	90			overflow injector
12:00	1229	1180	0,40	37,59295	384,20	100			overflow injector
*	1226	1177	0,44	37,50	383,25	70	10		
*	1483	1439	0,51	37,40	382,23	70	20		
*	1689	1638	0,57	37,30	381,21	70	30		
*	1940	1882	0,62	37,20	380,18	70	40		
*	2089	2026	0,66	37,10	379,16	70	50		
*	2152	2098	0,69	37,00	378,14	70	60		
*	2201	2146	0,72	36,80	376,10	70	70		
*	2245	2189	0,75	36,40	372,01	70	70	10	
*	2358	2299	0,82	36,30	370,99	70	70	20	
*	2670	2603	0,88	36,20	369,96	70	70	30	
*	2838	2767	0,93	36,00	367,92	70	70	40	
*	2888	2815	0,96	35,80	365,88	70	70	50	
*	2949	2875	1,00	35,50	362,81	70	70	60	maximo tecnico
*	3018	2943	1,05	35,00	357,70	70	70	70	overflow turbina
(*) bajo caudal, pruebas impulsivas									

**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

Sede legale e amministrativa:

**Via Monviso, 41 - 12020 VILAFALLETTO (CN)**

**Tel.: 0171/935111 - Fax: 0171/935150**

# SCOTTA



# SAPIENZA TECNOLOGICA

*EXECUTION OF TEST FOR THE DETERMINATION OF*

*THE STEADY STATE PERFORMANCE OF THE MACHINE*



Turbine group efficiency measures are performed with reference to the IEC standard 41 (equivalent to the Italian standard CEI EN 60041):

"Field acceptance tests to determine the hydraulic performance of hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines".

In particular, the following procedure must be followed:

1. Instantaneous power measurement produced (chapter 9 of the Italian standard CEI EN 60041: 1997-11);
2. The Net Hydraulic Head measurement of the turbine (chapter 2 of the Italian CEI EN 60041: 1997-11);
3. Turbine discharge measurement (chapter 10 of the Italian standard CEI EN 60041: 1997-11);
4. Calculation and analysis of the results (chapter 8 of the Italian standard CEI EN 60041: 1997-11).

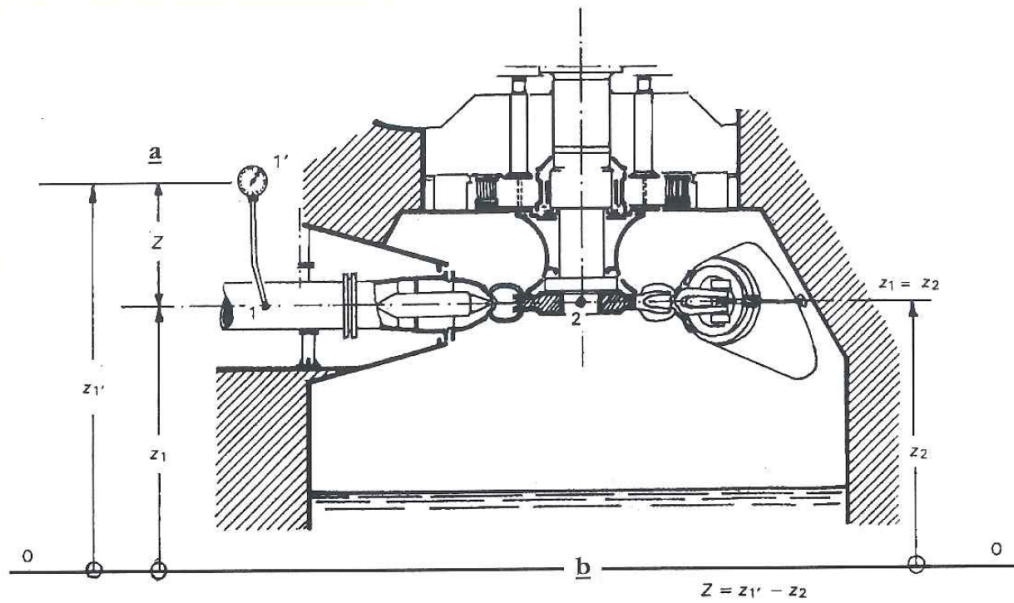
## **1 - MEASUREMENT OF THE INSTANT PRODUCT POWER**

Measurement of instantaneous power produced is detected in stable working conditions (for example: parameters 2-Net head and 3-Discharge variables in the instrument precision field) in two ways:

- a. By reading the production counter at 15min intervals;
- b. By reading the power value on the multifunction instrument (Network Analyzer), net of the self-consumption of the system. It's necessary to compare the reading with the production counter value at least twice to check the correspondence.

## **2 - MEASUREMENT OF THE NET HYDRAULIC JUMP OF THE TURBINE**

Net Head turbine measurement is got by reading the precision pressure gauge installed on the penstock immediately downstream of the machine valve, immediately upstream of the turbine spiral case. Through a geometric measurement of the position of the runner quote compared to the center of the manometer and considering the kinetic energy possessed by the incoming fluid, the net Head is got.



$$H_n = p_1 + \frac{U_1^2}{2g} + z$$

Whit:

$H_n$  = net Head [m];

$p_1$  = pressure gauge [m];

$U_1$  = kinetic energy calculated in manometre section [m/s];

$g$  = gravity acceleration [m/s<sup>2</sup>];

$z$  = geometric measurement of the position of the runner quote compared to the center of the manometer [m].

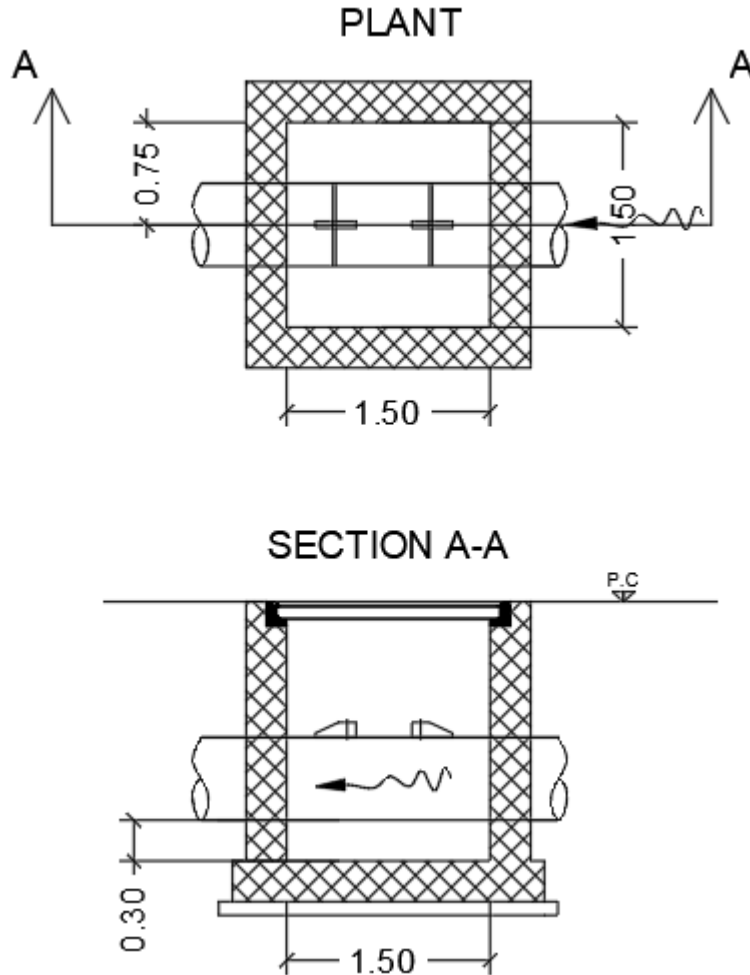
### 3 - MEASURED TURBINED DISCHARGE

Turbinated discharge is measured using a CLAMP-ON ultrasonic meter installed on the penstock in a position that the measuring section has 10 straight diameters upstream and 5 straight diameters downstream of the pipeline.

Pipe diameter will define the number of acoustic path and the measuring well size where the acoustic meter must be installed.

For this hydroelectric power plant, penstock has a nominal diameter of DN600. Therefore, it is proposed to install a CLAMP-ON ultrasonic meter with 2 acoustic paths installed near the central building at a distance of at least 3m upstream from the machine valve if the incoming supply line is straight for at least 10m.

Otherwise it will be necessary to find a position of the measuring well that respects the stated straight diameters. The well must have the following dimensions:



#### 4 - ANALYSIS OF RESULTS

In cases where it's not possible to carry out tests under contract conditions, the measured values can be transposed to the guarantee values only if the physical quantities variations involved (head H, speed U and power P) deviate from the contractual values inside the range  $\pm 10\%$  of the physical quantity itself.