

Rev-B



HPP CORRENTOSO

Determinación de Potencia Máxima - Reporte Final

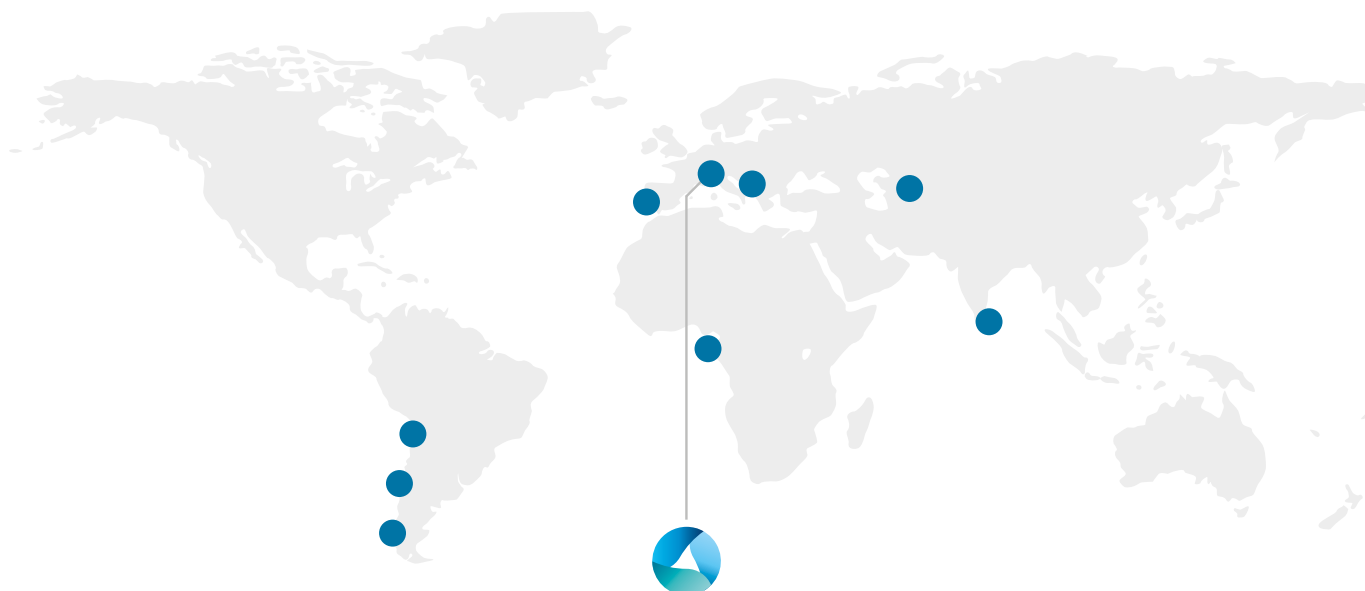
# Items

1.	Resumen ejecutivo	4
2.	Determinación de potencia máxima	7
3.	Placa de identificación	9
4.	Anexo	10

Rev.	Descripción	Dibujó	Revisó	Fecha
B	Revisión	Quaranta S.	Baralis G.	24/04/2020
A	Primera emisión	Quaranta S.	Baralis G.	29/10/2019

# 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 la potencia máxima de la unidad de la planta de CORRENTOSO, Chile.

CORRENTOSO es una planta hidráulica compuesta por 1 turbina de agua de marca SCOTTA de potencia nominal de 8.481 kW a 750 rpm. El generador es de marca GAMESA de potencia nom 10.000 kVA, 13.200 Volts y factor de potencia de 0.8.

El punto del Sistema Interconectado donde se inyecta la potencia activa de la planta es la "Subestación Palmar".

Se analiza y concluye acerca de el siguiente valor de interés:

1. **Potencia máxima**, correspondiente a la máxima potencia de salida para la cual la turbina exhibe una operación continua y estable.

El parámetro de potencia máxima se determina en base a antecedentes técnicos y de operación de la central, en particular de acuerdo a la prueba de eficiencia (ver Anexos).

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

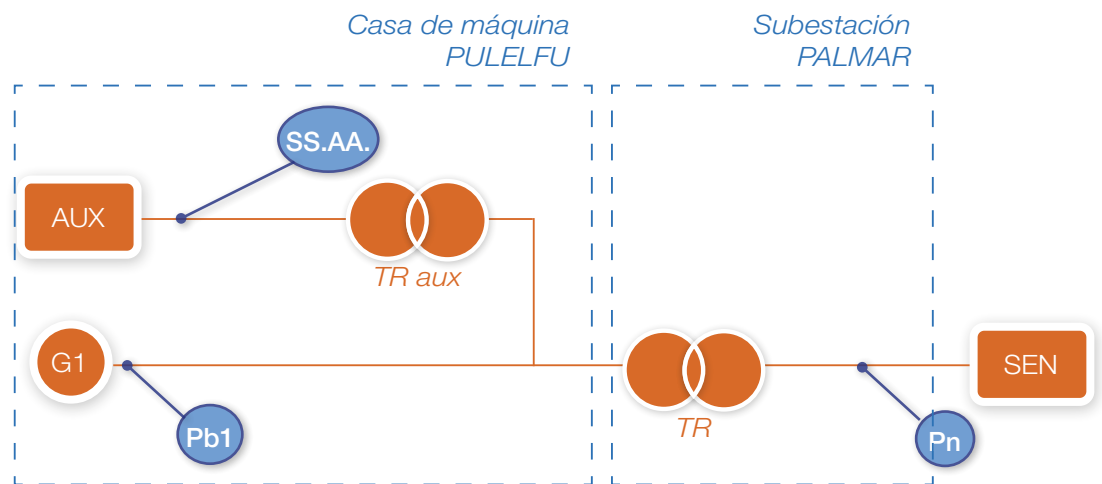
La tabla 1, abajo ilustra los resultados del análisis:

Parámetros	Punto de medida	Información Técnica
Potencia bruta	Bornes generador	<b>potencia máxima 8.481 kW</b>
Potencia SS.AA.*	Tablero distribución SS.AA.	<b>3 kW</b>
Perdidas en el transformador elevador *	<i>Ver pag sucesiva</i>	<b>93 kW</b>
Potencia neta *	Subestación Palmar	<b>8.385 kW</b>

\* en condición de operación en Potencia máxima

**LUGAR DE MEDIDAS** Un esquema simplificado de la central muestra los siguientes componentes:

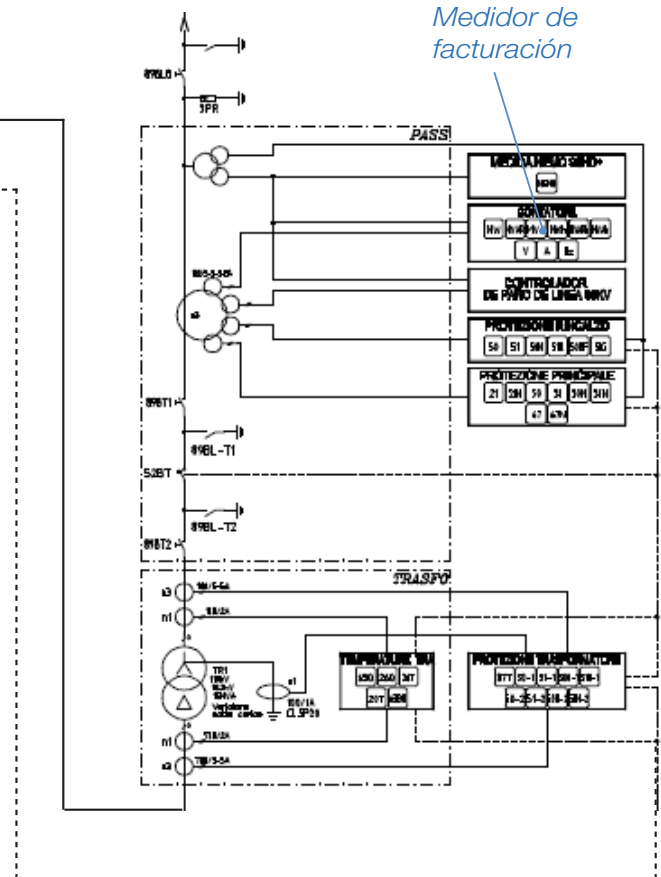
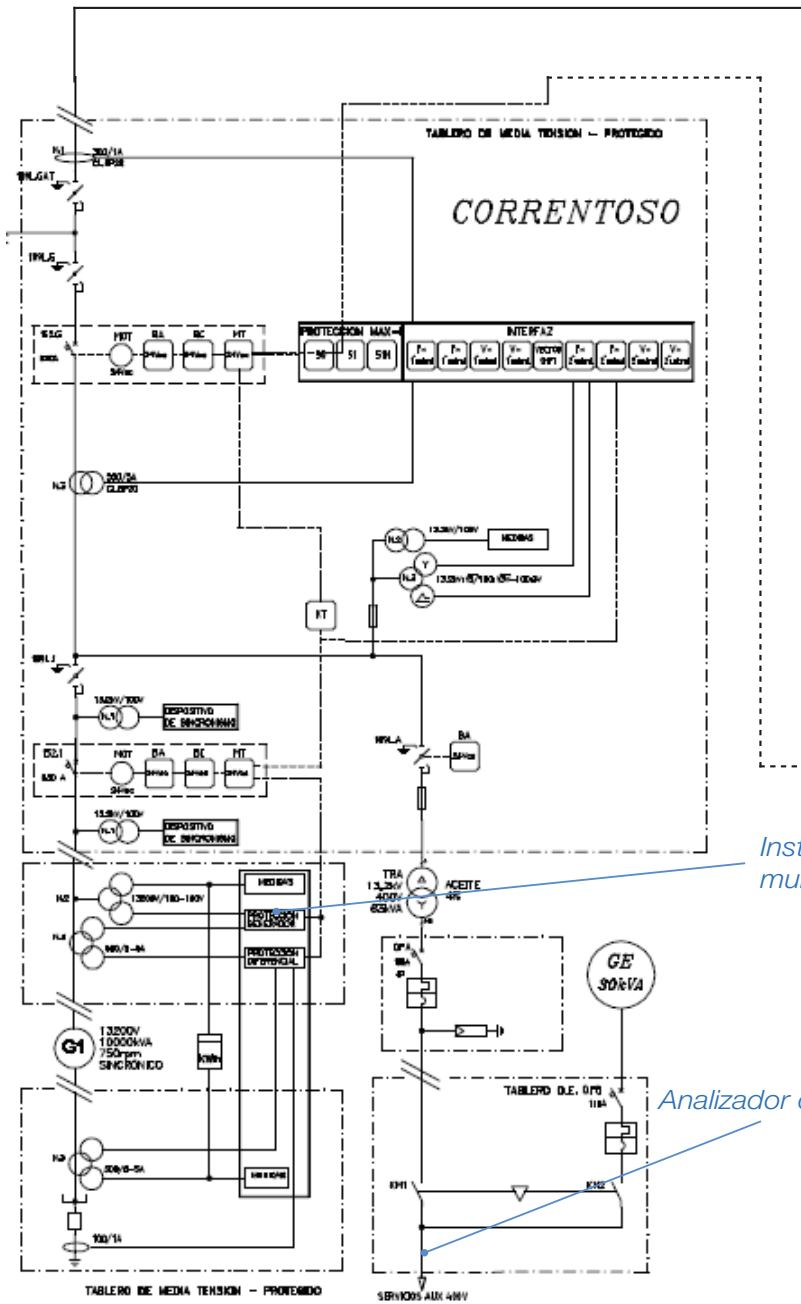
1. G1 generador grupo 1;
2. TR AUX transformador servicios auxiliares Casa de máquina;
3. TR transformador elevador subestación
4. SEN Sistema eléctrico nacional;
5. AUX servicios auxiliares.



Considerado la descripción anterior, se identifican:

- **Pb1** potencia activa bruta Grupo 1, leída en el instrumento multifuncional;
- **SS.AA.** servicios auxiliares de la central, leídos en el analizador de red del tablero baja tensión de distribución;
- **Pn** potencia inyectada en la barra de alta tensión, leída en el medidor de facturación.
- **Pt** potencia perdida en el transformador elevador, calculadas con la siguiente formula:

$$Pt = Pb1 - SS.AA - Pn$$



Medidor de facturación

Instrumento multifuncional

Analizador de red

Diagrama unifilar de la central

## 2. Determinación de potencia máxima

**OBJETO** El objeto de este informe técnico es informar el valor del parámetro de potencia máxima de la turbina hidráulica de la central CORRENTOSO.  
El material incluido en este informe considera la información técnica y los documentos indicados en el Anexo Técnico "Pruebas de Potencia Máxima en Unidad Generadoras".

**DETERMINACIÓN DE MAXIMO TÉCNICO** En este informe, para la determinación de la Potencia máxima, se consideró la siguiente información:  
- Antecedentes técnicos de diseño.

**CONSUMO SERVICIOS AUXILIARIES** En fase de puesta en marcha, ha sido estimado en 3 kW el consumo de los servicios auxiliares de la central en la condición de operación en potencia máxima.

**ANTECEDENTES TÉCNICOS DE DISEÑO GENERADOR** La Unidad de la Central CORRENTOSO posee un generador de potencia nominal de 10.000 [kVA] y una tensión nominal de 13,2 [kV].

### TURBINA

La turbina de la unidad es de tipo Pelton, marca SCOTTA, de eje vertical, y la potencia nominal es de 8.481 kW, velocidad de rotación nominal 750 rpm.

### SISTEMA DE CONTROL VELOCIDAD-POTENCIA

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

La potencia máxima de la turbina es vinculada al caudal máximo de los inyectores, que se puede determinar por medio de las siguientes formulas:

$$Q_v = \frac{V \pi d^2}{4} \quad V = \phi \sqrt{2gH_n}$$

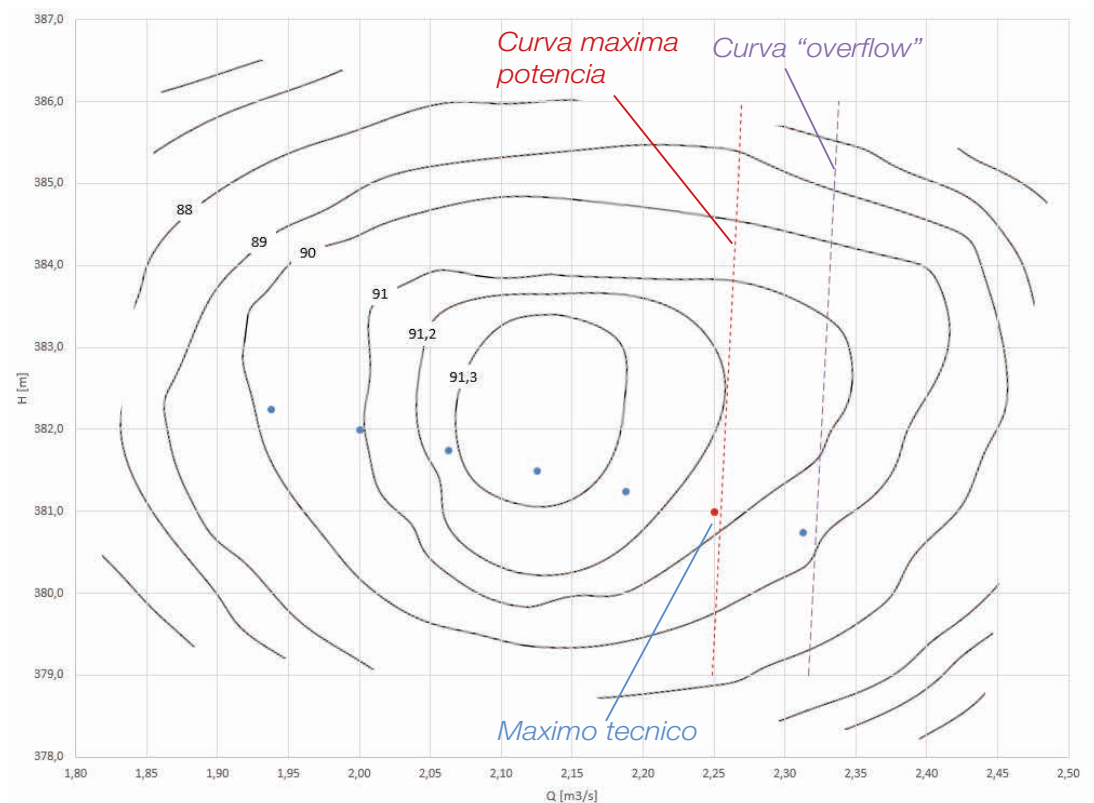
donde:

$Q_v$	=	Caudal volumétrico turbinado, m <sup>3</sup> /s
$V$	=	Velocidad de salida agua inyector, m/s
$H_n$	=	Salto neto, m
$g$	=	Aceleración de la gravedad, m/s <sup>2</sup>
$\phi$	=	Coefficiente de flujo inyector (0,97)
$d$	=	Diámetro de salida del inyector

Con una apertura del 100% de 4 inyectores, en la turbina la potencia de salida es **8.481 kW** (condición de máxima potencia).

**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 (4 inyectores), la curva de máxima potencia (vinculada al caudal máximo con apertura del 100% de 4 inyectores) y la curva de “overflow”.








**OVERFLOW** La turbina por su constitución, puede operar en una condición denominada “overflow”. Esta debe ser considerada como una condición excepcional, que no hace parte de la normal operación de la turbina misma.

Por eso, en etapa de puesta en marcha, se calibra el Sistema de Gestión para que impide la apertura de los inyectores en overflow.

**CONCLUSIÓN** La potencia de potencia máxima de la turbina de la Central CORRENTOSO es 8.481 kW.



### 3. Placa de identificación

 					
III-PHASE SYNCHRONOUS GENERATOR					
Nº	Type PO 1120-U4F8		n 750 r.p.m. / 1340 r.p.m.		D.E. 
P 10000 kVA - S1	cos φ 0.8	f 50 Hz	U <sub>1</sub> 13200 V	I <sub>1</sub> 437 A	3 ~ 
IC 01	IM 4011	IP 23	U <sub>2</sub> 68,5 V	I <sub>2</sub> 898 A	DC
Ambient T 40°C	Δ T 80°C	Cl F	IEC 60034	40000 Kg	
BRUSHLESS EXCITATION SYSTEM					
Nº	Type EDR 6512 16/8		f 100 Hz	cos φ 0.95	
P 76 kVA	U <sub>1</sub> 57 V	I <sub>1</sub> 769 A	3 ~ 		
P 61,5 kW	U <sub>1</sub> 68,5 V	I <sub>1</sub> 898 A	DC		
EXCITACION	U <sub>2</sub> 122,4 V	I <sub>2</sub> 11,2 A	DC		
<small>GAMESA ELECTRIC S.A.U. P.º de A. Calonge 3 REINOSA (CANTABRIA) SPAIN</small>			<small>Tel. 0034942 77 41 00 Fax. 0034942 75 32 50 e-mail: gamesaelectric@gamesacorp.com</small>		

**SCOTTA** 

Type:

Serial number:

Year of production:

Turbine output:

Head:  Turbine speed:

**MADE IN ITALY**

## 4. Anexo

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

**RELAZIONE COLLAUDO CENTRALE**

N° collaudo	DATA	30/06/2018	COMMESSA	REDAZIONE	G.M.BARALIS	CONTROLLO	SCOTTA
CENTRALE	CORRENTOSO			CLIENTE	HIDRO PALMAR		

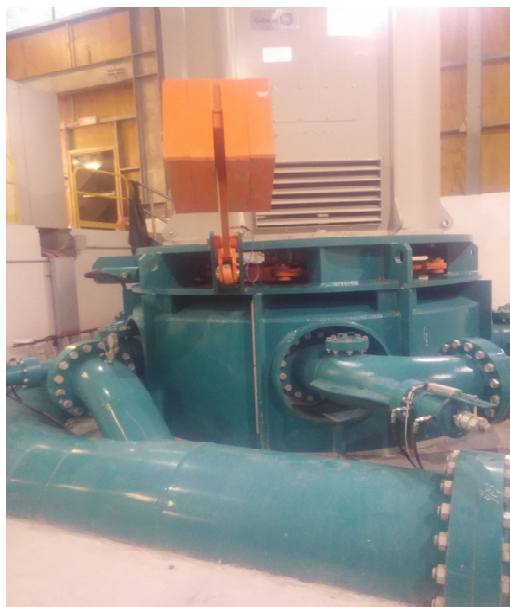
**ELABORATO DI COLLAUDO E PROVE DI MESSA  
IN MARCIA**

**CENTRALE CORRENTOSO**

**TURBINA PELTON 4 GETTI**

**ASSE VERTICALE**

**G1**





SCOTTA S.p.A. Sede legale e amministrativa: Via Monviso, 41 - 12020 VILLAFALLETTO (CN) Tel.0171/935111- Fax:0171/935150



PROVE PARALLELO GRUPPO 1

30/06/2018

POTENCIA HIDRAULICA	POTENCIA ELECTRICA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR					Pb1	SS.AA.	Pt	Pat	HORA	NOTE
				1	2	3	4	5						
kW	kW	m³/s	m	%	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	mm:ss	
239	153	0,063	389,75	10					153	3	1	149	08:00	minimo tecnico
478	334	0,125	389,50	20					334	3	3	328	08:05	
716	614	0,188	389,25	30					614	3	6	604	08:10	
954	844	0,250	389,00	40					844	3	9	832	08:15	
1.192	1.067	0,313	388,75	50					1.067	3	11	1.052	08:20	
1.429	1.295	0,375	388,50	60					1.295	3	14	1.278	08:25	
1.666	1.516	0,438	388,25	70					1.516	3	16	1.497	08:30	
1.903	1.736	0,500	388,00	80					1.736	3	19	1.714	08:35	
2.140	1.947	0,563	387,75	90					1.947	3	21	1.923	08:40	
2.376	2.157	0,625	387,50	100					2.157	3	23	2.131	08:45	
2.612	2.351	0,688	387,25	100	10				2.351	3	26	2.322	08:50	
2.847	2.577	0,750	387,00	100	20				2.577	3	28	2.546	08:55	
3.083	2.805	0,813	386,75	100	30				2.805	3	31	2.772	09:00	
3.318	3.022	0,875	386,50	100	40				3.022	3	33	2.986	09:05	
3.552	3.240	0,938	386,25	100	50				3.240	3	35	3.201	09:10	
3.787	3.453	1,000	386,00	100	60				3.453	3	38	3.413	09:15	
4.021	3.667	1,063	385,75	100	70				3.667	3	40	3.624	09:20	
4.254	3.876	1,125	385,50	100	80				3.876	3	42	3.831	09:25	
4.488	4.084	1,188	385,25	100	90				4.084	3	45	4.036	09:30	
4.721	4.287	1,250	385,00	100	100				4.287	3	47	4.237	09:35	
4.954	4.498	1,313	384,75	100	100	10			4.498	3	49	4.446	09:40	
5.186	4.720	1,375	384,50	100	100	20			4.720	3	52	4.665	09:45	
5.419	4.942	1,438	384,25	100	100	30			4.942	3	54	4.885	09:50	
5.651	5.159	1,500	384,00	100	100	40			5.159	3	56	5.100	09:55	
5.882	5.370	1,563	383,75	100	100	50			5.370	3	59	5.309	10:00	
6.113	5.575	1,625	383,50	100	100	60			5.575	3	61	5.511	10:05	
6.344	5.786	1,688	383,25	100	100	70			5.786	3	63	5.720	10:10	
6.575	5.990	1,750	383,00	100	100	80			5.990	3	66	5.921	10:15	
6.806	6.193	1,813	382,75	100	100	90			6.193	3	68	6.122	10:20	
7.036	6.395	1,875	382,50	100	100	100			6.395	3	70	6.322	10:25	
7.265	6.590	1,938	382,25	100	100	100	10		6.590	3	72	6.515	10:30	
7.495	6.820	2,000	382,00	100	100	100	20		6.820	3	75	6.743	10:35	
7.724	7.052	2,063	381,75	100	100	100	30		7.052	3	77	6.972	10:40	
7.953	7.269	2,125	381,50	100	100	100	40		7.269	3	80	7.186	10:45	
8.181	7.470	2,188	381,25	100	100	100	50		7.470	3	82	7.385	10:50	
8.410	7.678	2,250	381,00	100	100	100	60		7.678	3	84	7.591	10:55	
8.638	7.877	2,313	380,75	100	100	100	70		7.877	3	86	7.788	11:00	
8.865	8.085	2,375	380,50	100	100	100	80		8.085	3	89	7.993	11:05	
9.092	8.283	2,438	380,25	100	100	100	90		8.283	3	91	8.189	11:10	
9.320	8.481	2,500	380,00	100	100	100	100		8.481	3	93	8.385	11:15	maximo tecnico
10.224	9.304	2,750	379,00	110	110	110	110		9.304	3	102	9.199	11:20	overflow turbina

**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).

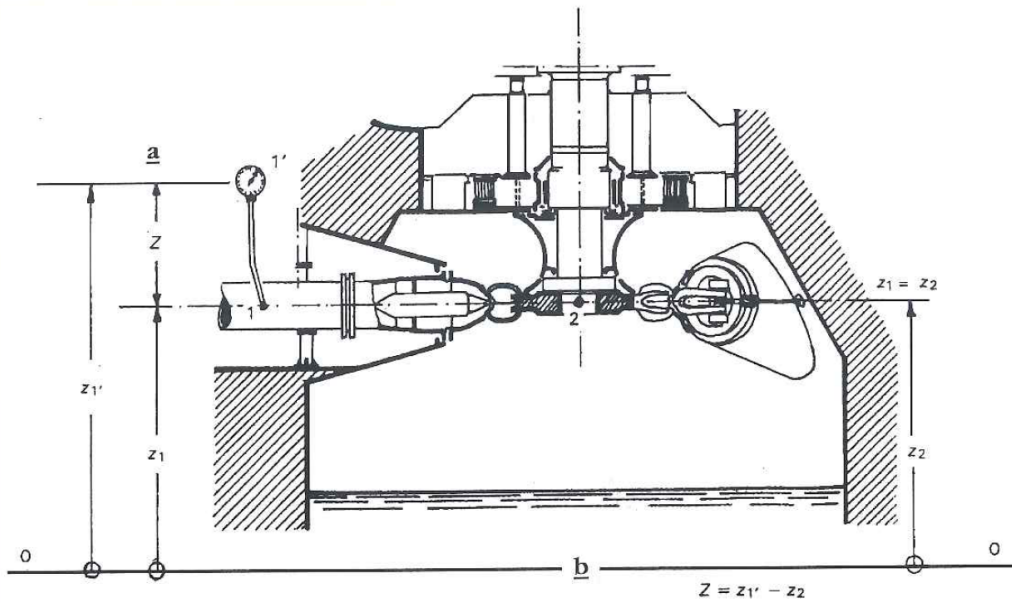
## **1 - MEASUREMENT OF THE INSTANT PRODUCT POWER**

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].

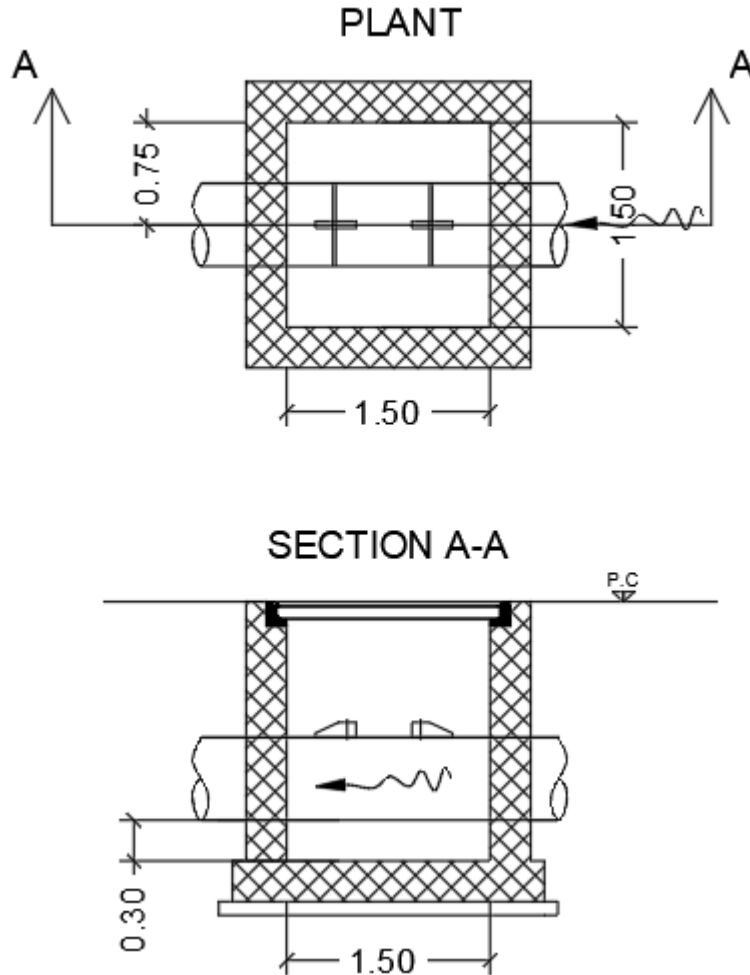
### 3 - MEASURED TURBINED DISCHARGE

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.