



HPP CORRALES

Determinación de Potencia Máxima - Reporte Final

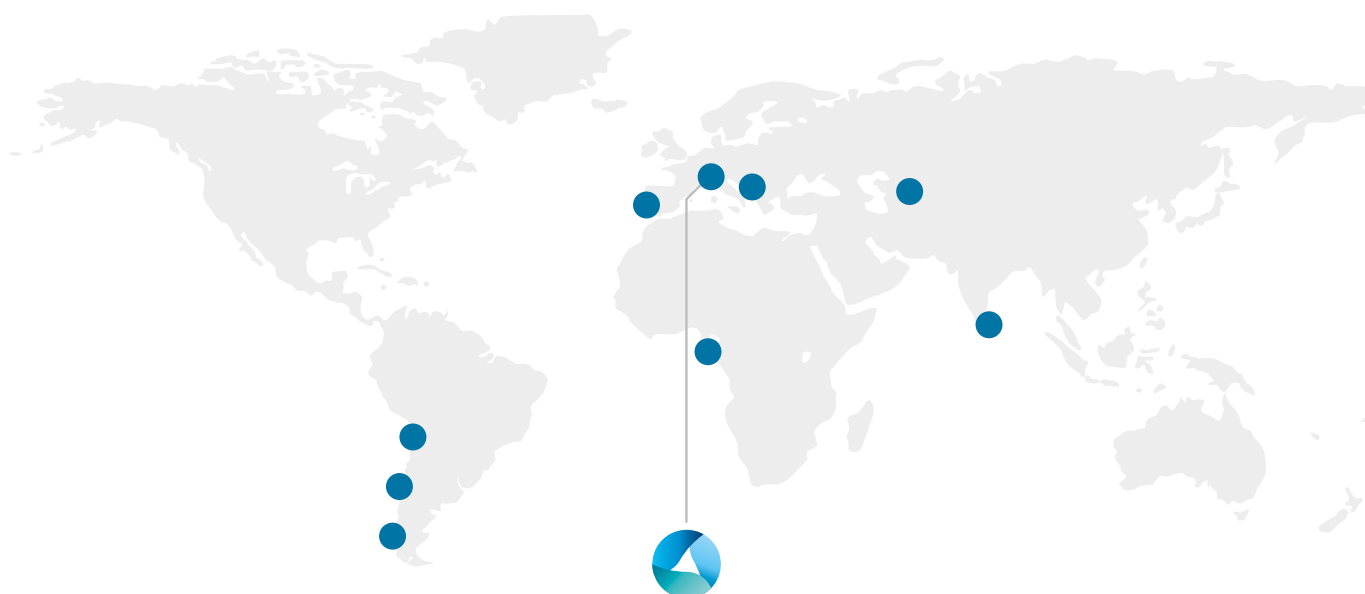
# Items

1.	Resumen ejecutivo	4
2.	Determinación de potencia máxima	7
3.	Placa de identificación	9
4.	Prueba de eficiencia	10
	4.1. Registros medidas	10
	4.2. Consumos SSAA	13
	4.3. Anexos	14

0	Primera emisión	Quaranta S.	Baralis G.	06/09/2021
<b>Rev.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dibujó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Fecha</b>

# 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 CORRALES, Chile.

CORRALES es una planta hidráulica compuesta por 1 turbina de agua de marca SCOTTA de potencia nominal de 2.999 kW a 600 rpm. El generador es de marca MARELLI de potencia nominal 3.500 kVA, 6.300 Volts y factor de potencia de 0,95.

El punto del Sistema Interconectado donde se inyecta la potencia activa de la planta es la “Subestación San Andres”.

Se analiza y concluye acerca de el siguiente valore 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:

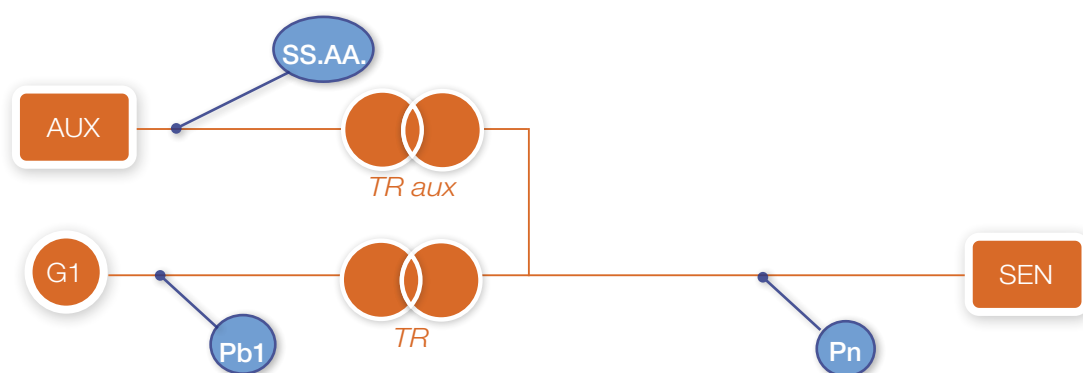
Parámetros	Punto de medida	Información Técnica
Potencia bruta	Bornes generador	<b>potencia máxima 2.999 kW</b>
Potencia SS.AA.*	Tablero distribución SS.AA.	<b>1,5 kW</b>
Perdidas en el transformador elevador *	<i>Ver pag sucesiva</i>	<b>30 kW</b>
Potencia neta *	Subestación San Andres	<b>2.968 kW</b>

*\* 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;                             |
| 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 los transformador elevador, calculadas con la siguiente formula:

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



## 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 CORRALES.  
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 1,5 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 CORRALES posee un generador de potencia nominal de 3.500 [kVA] y una tensión nominal de 6.300 [V].

### **TURBINA**

La turbina de la unidad es de tipo Pelton, marca SCOTTA, de eje vertical, y la potencia nominal es de 2.999 kW, velocidad de rotación nominal 600 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 (m³/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, m³/s
$\rho$	=	Densidad del fluido turbinado, kg/m³
$g$	=	Aceleración de la gravedad, m/s²
$H_B$	=	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:

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

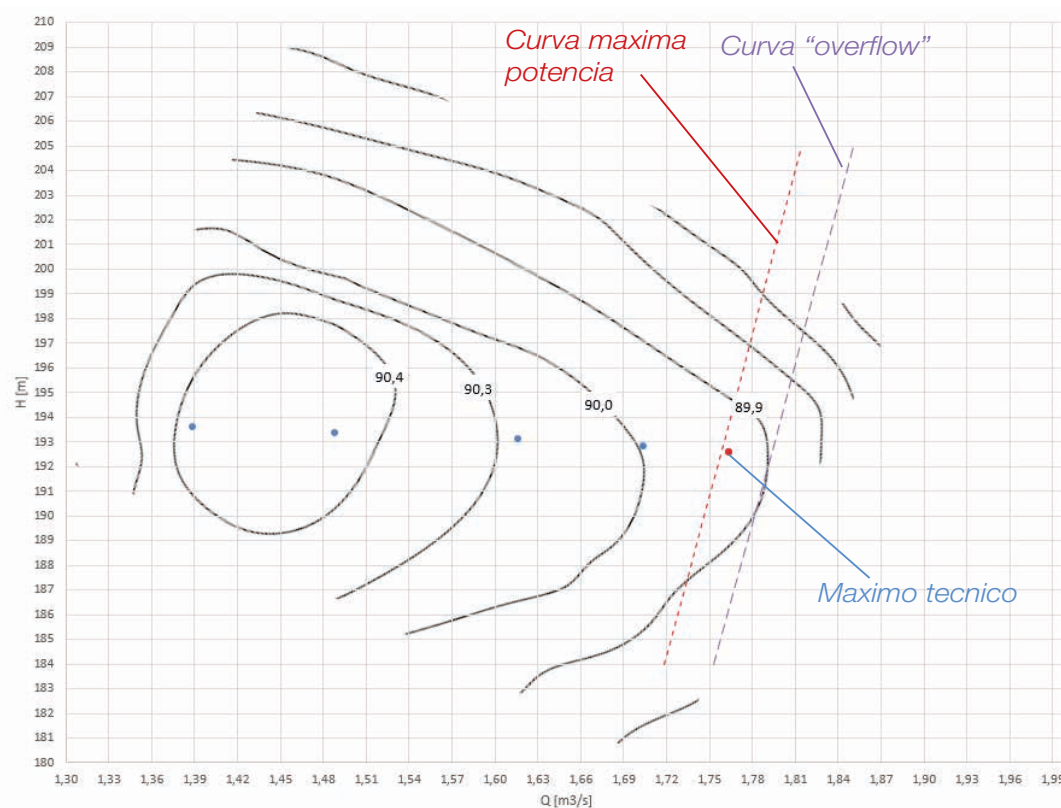
donde:

$Q_v$	=	Caudal volumétrico turbinado, m³/s
$V$	=	Velocidad de salida agua inyector, m/s
$H_n$	=	Salto neto, m
$g$	=	Aceleración de la gravedad, m/s²
$\phi$	=	Coefficiente de flujo inyector (0,97)
$d$	=	Diámetro de salida del inyector

Con una apertura del 38% de 6 inyectores, en la turbina la potencia de salida es **2.999 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 (6 inyectores), la curva de máxima potencia (vinculada al caudal máximo con apertura del 38% de 6 inyectores) y la curva de “overflow”.



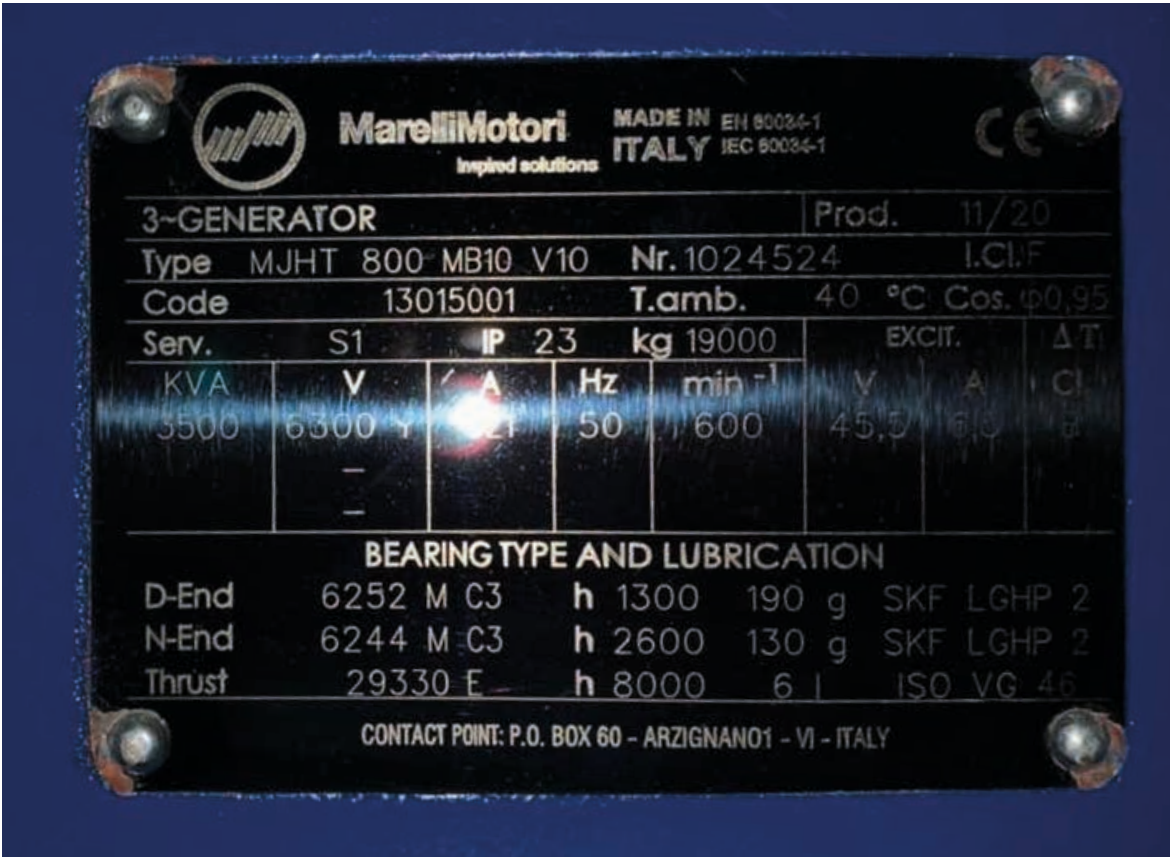
**OVERFLOW** La turbina por su constitución, puede operar en una condición denominada “overflow”. Esta debe ser considerada como una condición excepcional, que no hace parte de la normal operación de la turbina misma.

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 CORRALES es 2.999 kW.



3. Placa de identificación



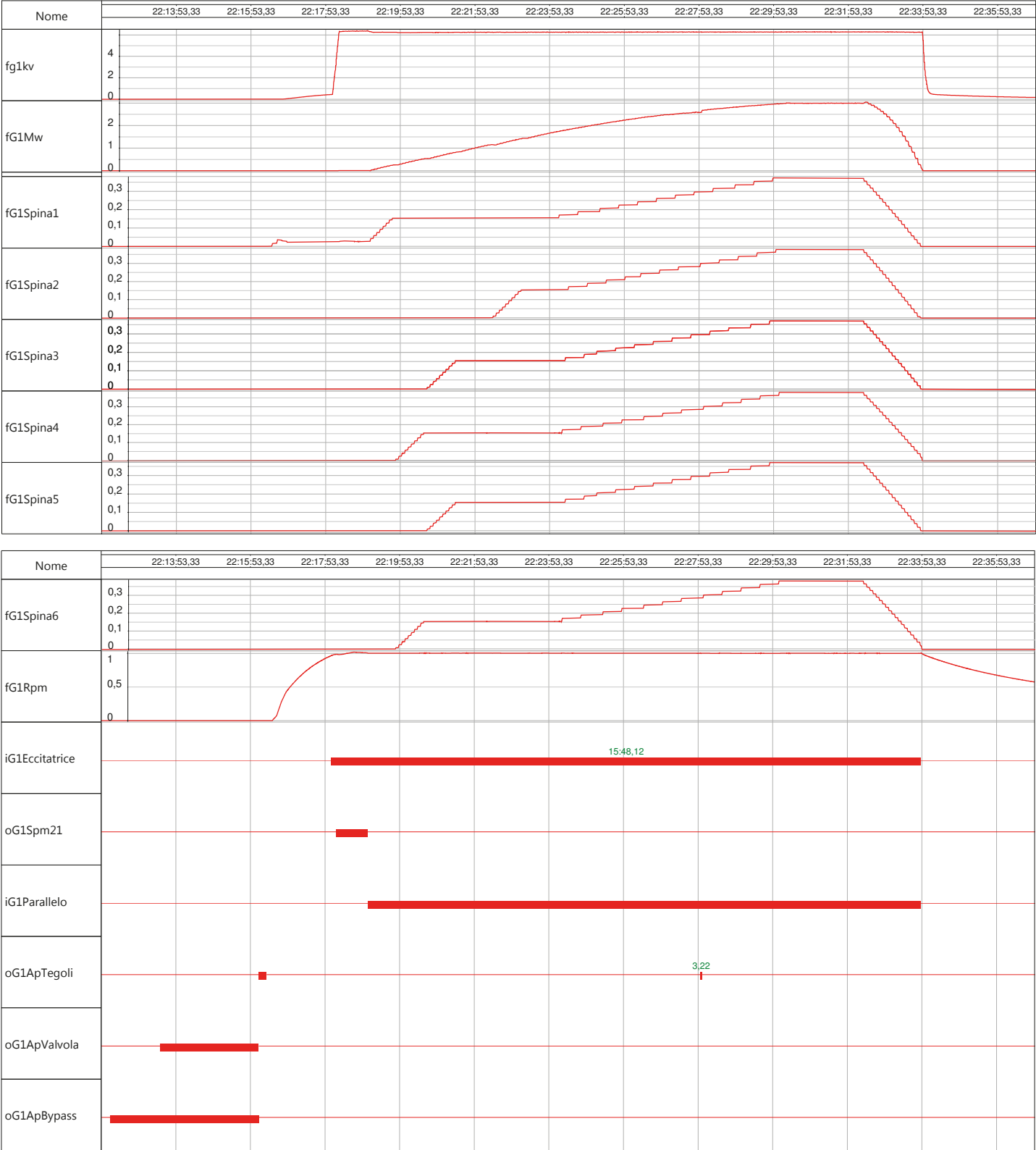
**SCOTTA** **CE**

Type: Pelton Turbine TP6-270/940-600  
Serial number: TP2020005  
Year of production: 2020  
Turbine output: 3035 kW  
Head: 191 m Turbine speed: 600 rpm

**MADE IN ITALY**

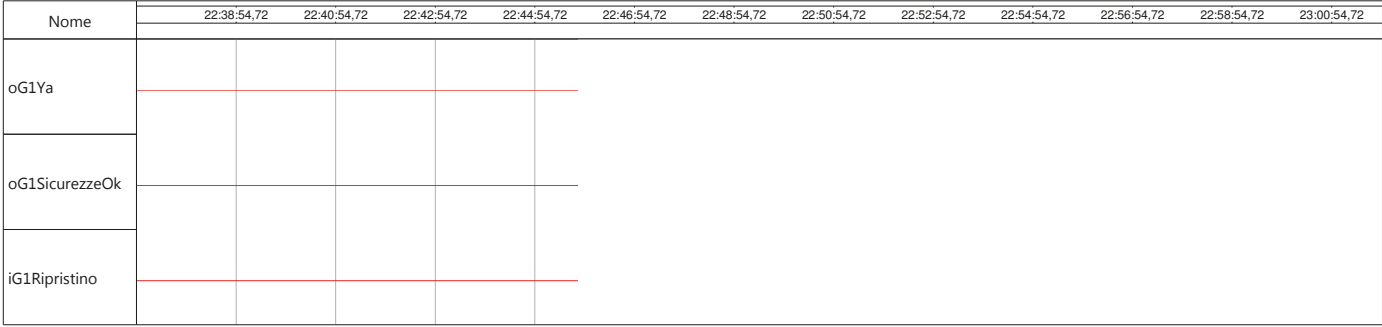
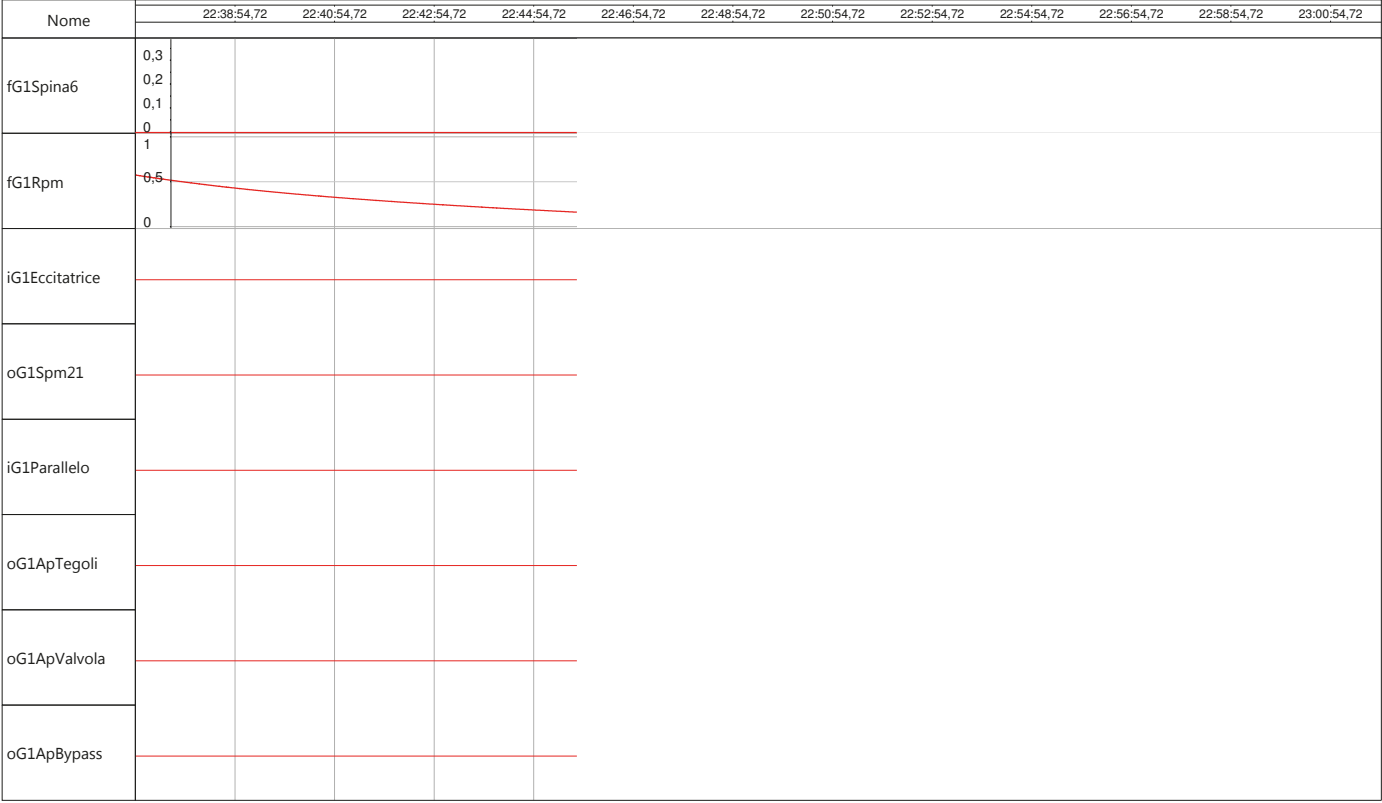
# 4. Prueba de eficiencia

## 4.1. Registros medidas



Nome	22:13:53,33	22:15:53,33	22:17:53,33	22:19:53,33	22:21:53,33	22:23:53,33	22:25:53,33	22:27:53,33	22:29:53,33	22:31:53,33	22:33:53,33	22:35:53,33
oG1Ya											2,98	
oG1SicurezzaOk												
iG1Ripristino												

Nome	22:38:54,72	22:40:54,72	22:42:54,72	22:44:54,72	22:46:54,72	22:48:54,72	22:50:54,72	22:52:54,72	22:54:54,72	22:56:54,72	22:58:54,72	23:00:54,72
fg1kv	4											
	2											
	0											
fG1Mw	2											
	1											
	0											
fG1MwC												
fG1Spina1	0,3											
	0,2											
	0,1											
	0											
fG1Spina2	0,3											
	0,2											
	0,1											
	0											
fG1Spina3	0,3											
	0,2											
	0,1											
	0											
fG1Spina4	0,3											
	0,2											
	0,1											
	0											
fG1Spina5	0,3											
	0,2											
	0,1											
	0											





## 4.2. Consumos SSAA



*Potencias adsorbida de las tres fases*





*Voltaje y corriente de las tres fases*

Consumos Fase 1	kW	0,207
Consumos Fase 2	kW	1,130
Consumos Fase 3	kW	0,130
<b>Consumos totales</b>	<b>kW</b>	<b>1,467</b>

## 4.3. Anexos

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

	<b>SCOTTA S.p.A.</b> Sede legale e amministrativa: Via Monviso,41 - 12020 VILLAFALLETTO (CN) Tel.0171/935111-Fax:0171/935150	<b>PCH CORRALES</b> <b>ANPAC</b>	 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001
	<b>PROVE PARALLELO GRUPPO 1</b>		<b>01/09/2021</b>

FECHA	HORA	CAUDAL	CAIDA	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	Potencia bruta	SS AA	Perdidas transfo	Potencia neta	
D/M/A	mm:ss	m3/s	m	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	
01/09/2021	22:19	0,06	195,7	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91	0,5	0,9	90	<i>minimo técnico</i>
01/09/2021	22:19	0,11	195,5	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	177	1,5	1,8	174	
01/09/2021	22:20	0,31	195,2	0,15	0,00	0,00	0,15	0,00	0,15	521	1,5	5,2	514	
01/09/2021	22:21	0,49	194,9	0,15	0,00	0,15	0,15	0,15	0,15	842	1,5	8,4	832	
01/09/2021	22:22	0,69	194,7	0,15	0,03	0,15	0,15	0,15	0,15	1.178	1,5	11,8	1.165	
01/09/2021	22:23	0,89	194,4	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1.534	1,5	15,3	1.517	
01/09/2021	22:24	1,09	194,2	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	1.863	1,5	18,6	1.843	
01/09/2021	22:25	1,25	193,9	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	2.143	1,5	21,4	2.120	
01/09/2021	22:26	1,39	193,6	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,25	2.384	1,5	23,8	2.359	
01/09/2021	22:27	1,49	193,4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	2.552	1,5	25,5	2.525	
01/09/2021	22:28	1,62	193,1	0,32	0,32	0,32	0,30	0,32	0,30	2.761	1,5	27,6	2.732	
01/09/2021	22:29	1,70	192,9	0,35	0,36	0,35	0,34	0,35	0,34	2.901	1,5	29,0	2.871	
01/09/2021	22:30	1,76	192,6	0,37	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37	2.999	1,5	30,0	2.968	<i>maxima potencia</i>





**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 VILLAFALLETTO (CN)**

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



# 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).

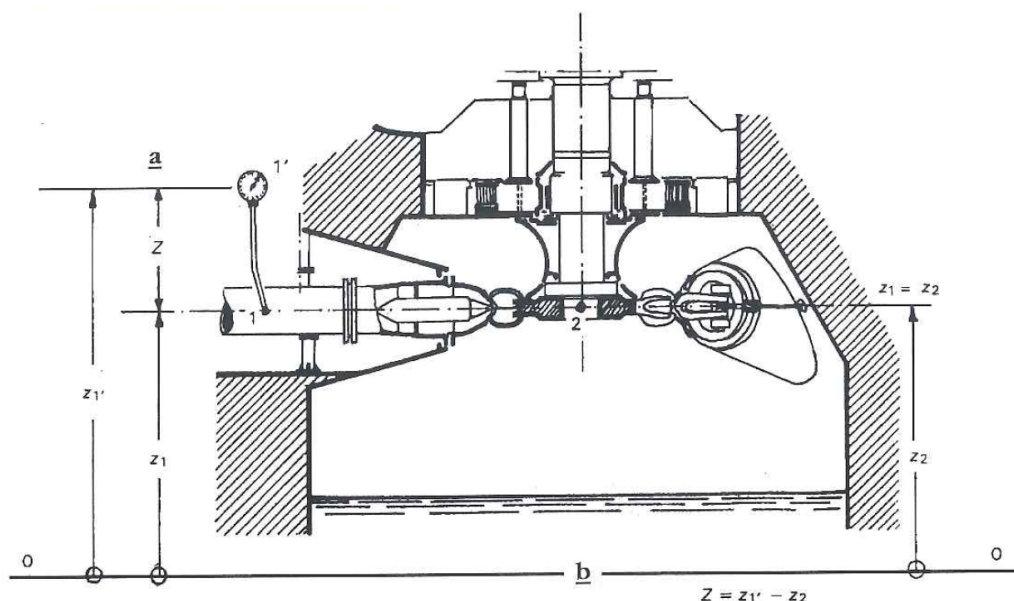
## **1 - MEASUREMENT OF THE INSTANT PRODUCT POWER**

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.



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

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].

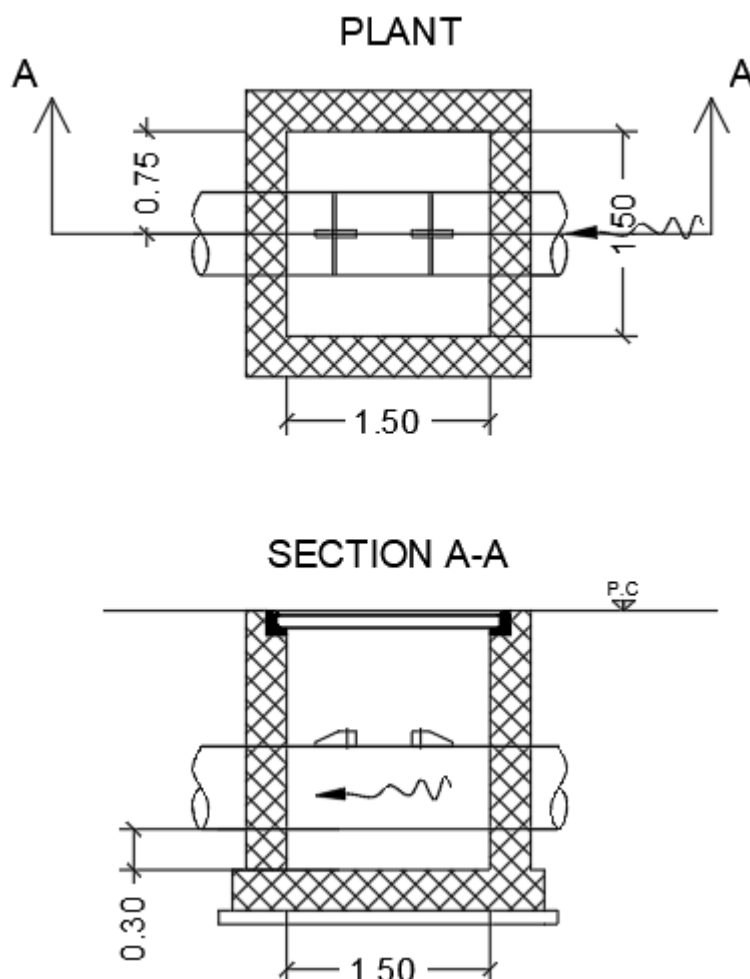
### 3 - MEASURED TURBINED DISCHARGE

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.