

Rev C

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 PALACIOS

Determinación de Máximo Técnico - Reporte Final

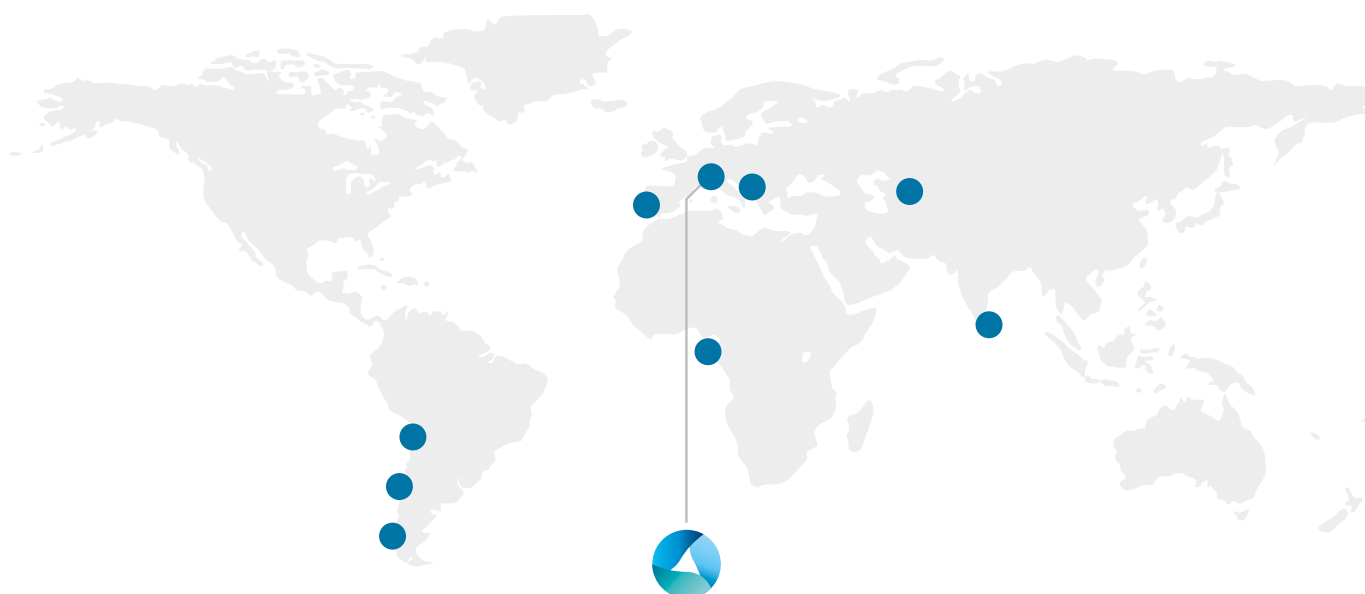
Items

1.	Resumen ejecutivo	4
2.	Determinación de máximo técnico	7
3.	Placa de identificación	9
4.	Anexo	10

Rev.	Descripción	Dibujó	Revisó	Fecha
C	Incorporado unifilar, puntos medidas y modificaciones	Quaranta S.	Baralis G.	10/01/2020
B	Incorporada curva colina turbina	Quaranta S.	Baralis G.	26/09/2019
A	Primera emisión	Quaranta S.	Baralis G.	18/07/2019

SCOTTA

Shape the innovation



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

tecnico@scotta.it
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 máximo técnico de la unidad de la planta de PALACIOS, Chile.

PALACIOS es una planta hidráulica compuesto por 1 turbina de agua de marca SCOTTA de potencia nominal de 3.070 kW a 600 rpm. El generador es de marca MARELLI de potencia nom 3.600 kVA, 6.300 Volts y factor de potencia de 0.85.

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

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

El parámetro de máximo 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.

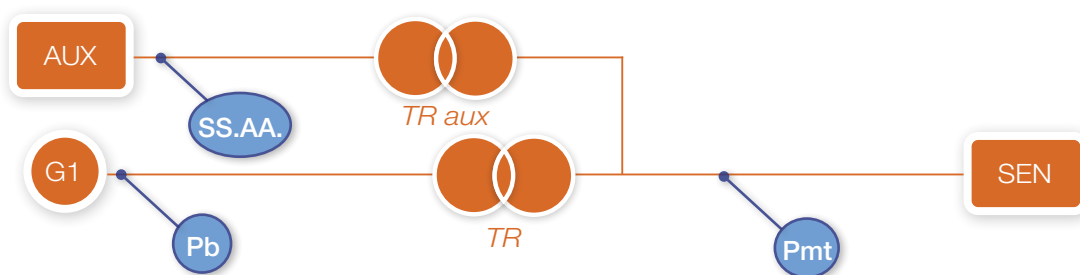
La tabla 1, abajo ilustra los resultados del análisis:

Parámetros	Punto de medida	Información Técnica
Potencia bruta	Bornes generador	máximo técnico 3.044 kW
Potencia SS.AA.*	Tablero distribución SS.AA.	3 kW
Perdidas en los transformadores elevadores *	<i>(ver siguiente pagina)</i>	24 kW
Potencia neta *	Medidor de facturación	3.017 kW

* *en condición de operación en Máximo Técnico*

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

1. G1 generador;
2. TR transformador de poder;
3. TR AUX transformador servicios auxiliares;
4. SEN Sistema Eléctrico Nacional;
5. AUX servicios auxiliares.



Considerado la descripción anterior, se identifican:

- **Pb** potencia activa bruta, medida en los bornes del generador;
- **SS.AA.** servicios auxiliares de la central, medidos con un analizador de red en el tablero de distribución;
- **Pmt** potencia en la barra de media tensión, leída en el medidor de facturación;
- **Pt** pérdida de potencia en el transformador, calculados con la siguiente fórmula:

$$Pt = Pb - Pmt - SS.AA.$$

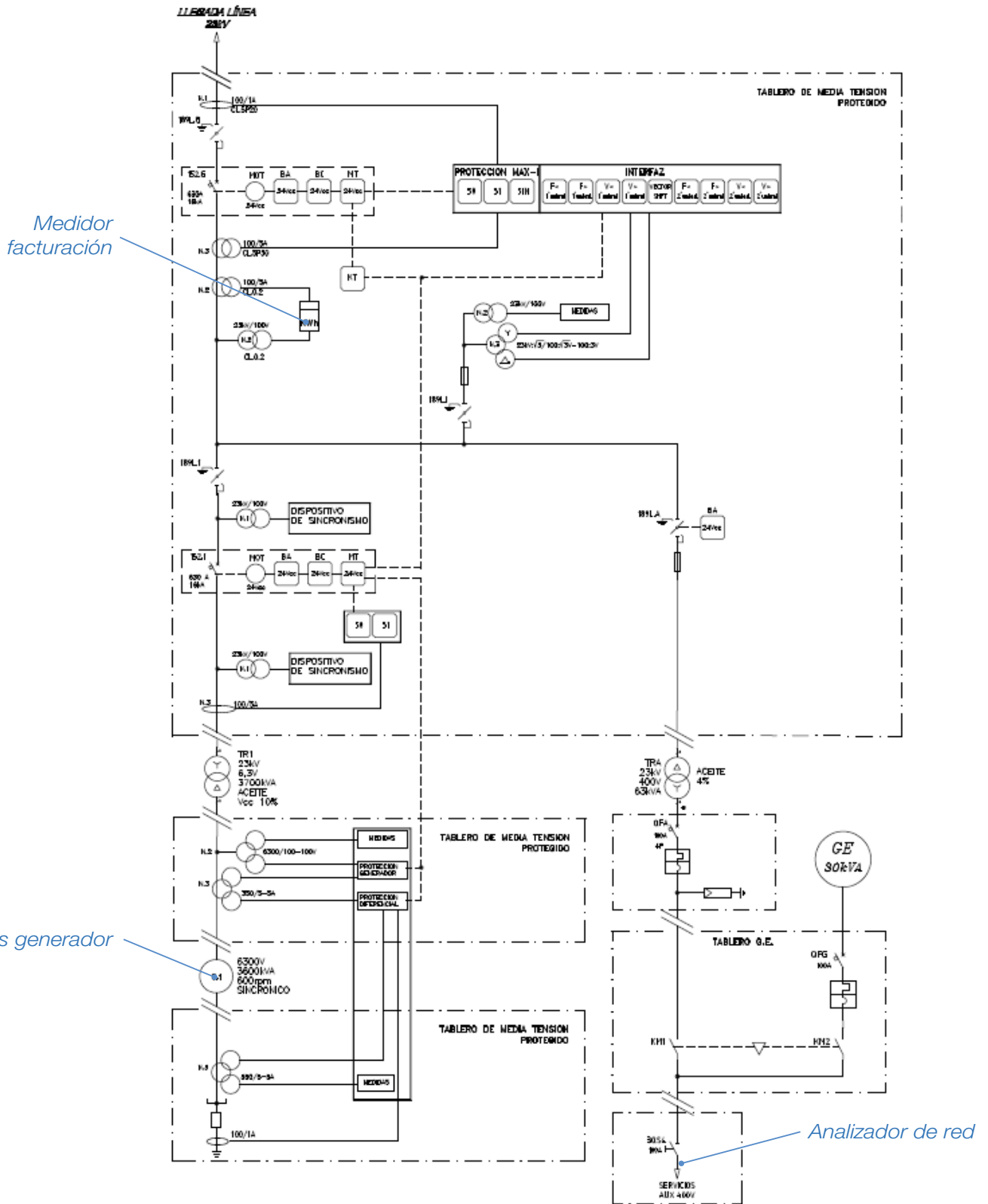


Diagrama unifilar de la central

2. Determinación de máximo técnico

OBJETO El objeto de este informe técnico es informar el valor del parámetro de máximo técnico de la turbina hidráulica de la central PALACIOS.
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 del MT, 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 PALACIOS posee un generador de potencia nominal de 3.600 [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 3.070 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, m ³ /s
ρ	=	Densidad del fluido turbinado, kg/m ³
g	=	Aceleración de la gravedad, m/s ²
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:

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

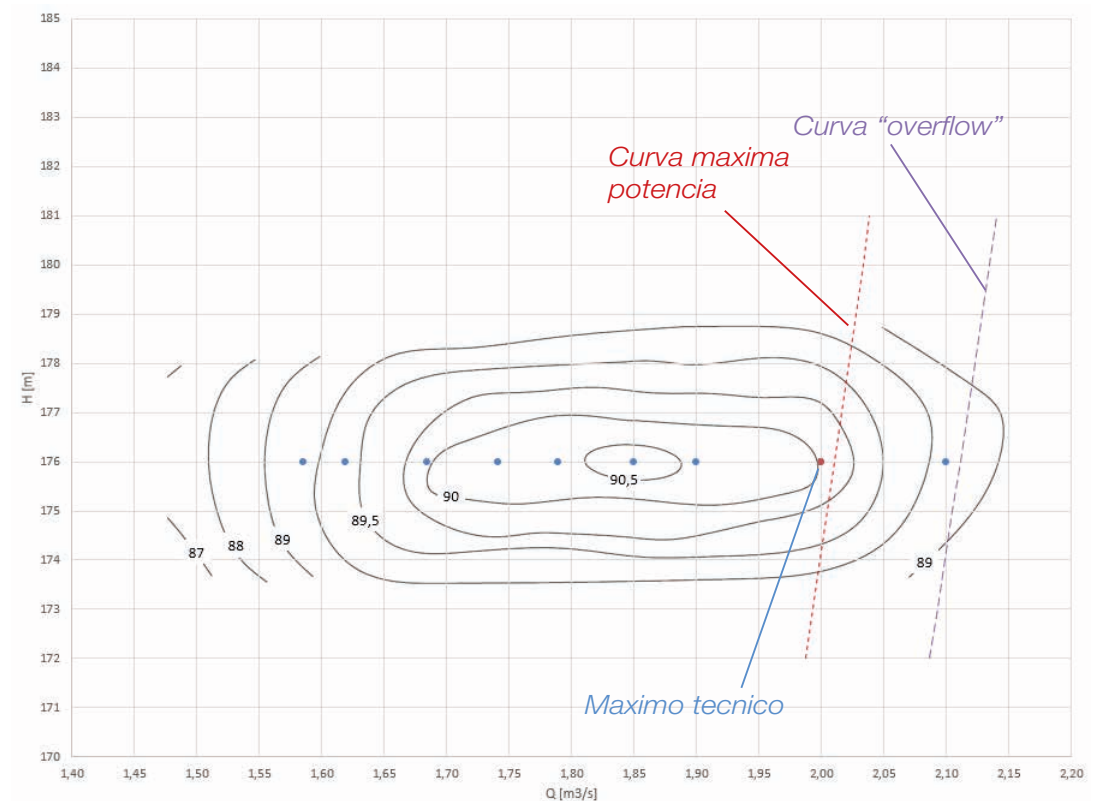
donde:

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

Con una apertura del 70% de 6 inyectores, en la turbina la potencia de salida es **3.044 kW** (condicion 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 70% de 6 inyectores) y la curva de "overflow".



CONCLUSIÓN La potencia de máximo técnico de la turbina de la Central PALACIOS es 3.044 kW.

3. Placa de identificación

MarelliMotori
Inspired solutions

Fabricante	MARELLI MOTORI S.p.A.		
Modelo	MJHT 800 LB 10		
Matrícula	M80AD089D		
Potencia nominal	P	kVA	3600
Tensión	V	V	6300
Cos ϕ			0,85
Velocidad nominal		rpm	600
Protección			IP23

SCOTTA



Type: Pelton Turbine TP6-275/875-600
Serial number: TP2017006
Year of production: 2018
Turbine output: 3070 kW
Head: 176 m Turbine speed: 600 rpm

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 DOS VALLES

N° collaudo	CL-02-2017	DATA	10/04/2018	COMMESSA	REDAZIONE	G.M.BARALIS	CONTROLLO	SCOTTA
CENTRALE	PALACIOS			CLIENTE	ANPAC			

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

CENTRALE PALACIOS

TURBINA PELTON 6 GETTI

ASSE VERTICALE

GRUPPO 1





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



PROVE PARALLELO GRUPPO 1

POTENCIA MECANICA	POTENCIA BRUTA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR						NOTE	DIA	HORA	POTENCIA SS.AA.	POTENCIA NETA	PERDIDAS TR
				1	2	3	4	5	6						
kw	kw	m³/s	m	%	%	%				gg/mm/aaaa	mm/hh	kw	kw	kw	
95	81	0,06	176,00	10						minimo tecnico	10/04/2018	13:00	3	78	0
195	165	0,13	176,00	20							10/04/2018	13:05	3	162	0
284	241	0,19	176,00	30							10/04/2018	13:10	3	238	0
362	308	0,23	176,00	40							10/04/2018	13:15	3	304	0
426	366	0,27	176,00	50							10/04/2018	13:20	3	363	0
477	410	0,31	176,00	60							10/04/2018	13:25	3	407	0
519	446	0,34	176,00	70						max injector	10/04/2018	13:30	3	443	0
551	474	0,36	176,00	80						overflow injector	10/04/2018	13:35	3	470	1
573	493	0,37	176,00	90						overflow injector	10/04/2018	13:40	3	489	1
593	515	0,39	176,00	100						overflow injector	10/04/2018	13:45	3	512	1
590	519	0,39	176,00	70	10						10/04/2018	13:50	3	515	1
694	611	0,45	176,00	70	20						10/04/2018	13:55	3	607	1
786	699	0,51	176,00	70	30						10/04/2018	14:00	3	695	1
865	770	0,56	176,00	70	40						10/04/2018	14:05	3	765	1
931	838	0,60	176,00	70	50						10/04/2018	14:10	3	834	2
982	884	0,63	176,00	70	60						10/04/2018	14:15	3	879	2
1021	919	0,66	176,00	70	70						10/04/2018	14:20	3	914	2
1066	970	0,69	176,00	70	70	10					10/04/2018	14:25	3	965	2
1164	1059	0,76	176,00	70	70	20					10/04/2018	14:30	3	1054	3
1263	1150	0,82	176,00	70	70	30					10/04/2018	14:35	3	1144	3
1344	1236	0,86	176,00	70	70	40					10/04/2018	14:40	3	1230	4
1407	1294	0,90	176,00	70	70	50					10/04/2018	14:45	3	1287	4
1457	1355	0,94	176,00	70	70	60					10/04/2018	14:50	3	1348	4
1498	1393	0,97	176,00	70	70	70					10/04/2018	14:55	3	1385	5
1550	1457	1,01	176,00	70	70	70	10				10/04/2018	15:00	3	1449	5
1641	1543	1,07	176,00	70	70	70	20				10/04/2018	15:05	3	1534	6
1742	1637	1,13	176,00	70	70	70	30				10/04/2018	15:10	3	1628	6
1830	1720	1,18	176,00	70	70	70	40				10/04/2018	15:15	3	1710	7
1899	1804	1,22	176,00	70	70	70	50				10/04/2018	15:20	3	1793	8
1953	1856	1,25	176,00	70	70	70	60				10/04/2018	15:25	3	1844	8
1993	1894	1,28	176,00	70	70	70	70				10/04/2018	15:30	3	1882	9
2039	1937	1,31	176,00	70	70	70	70	10			10/04/2018	15:50	3	1925	9
2119	2035	1,38	176,00	70	70	70	70	20			10/04/2018	15:55	3	2022	10
2229	2139	1,44	176,00	70	70	70	70	30			10/04/2018	16:00	3	2125	11
2311	2242	1,48	176,00	70	70	70	70	40			10/04/2018	16:05	3	2227	12
2377	2305	1,52	176,00	70	70	70	70	50			10/04/2018	16:10	3	2290	13
2426	2353	1,56	176,00	70	70	70	70	60			10/04/2018	16:15	3	2337	13
2460	2386	1,59	176,00	70	70	70	70	70			10/04/2018	16:20	3	2370	14
2487	2437	1,62	176,00	70	70	70	70	70	10		10/04/2018	16:25	3	2420	14
2591	2539	1,68	176,00	70	70	70	70	70	20		10/04/2018	16:30	3	2521	16
2708	2654	1,74	176,00	70	70	70	70	70	30		10/04/2018	16:35	3	2634	17
2792	2736	1,79	176,00	70	70	70	70	70	40		10/04/2018	16:40	3	2715	18
2891	2804	1,85	176,00	70	70	70	70	70	50		10/04/2018	16:45	3	2782	19
2966	2877	1,90	176,00	70	70	70	70	70	60		10/04/2018	16:50	3	2854	20
3122	3044	2,00	176,00	70	70	70	70	70	70	maximo tecnico	10/04/2018	16:55	3	3018	22
3270	3140	2,10	176,00	75	75	75	75	75	75	overflow turbina	10/04/2018	17:00	3	3113	24

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).

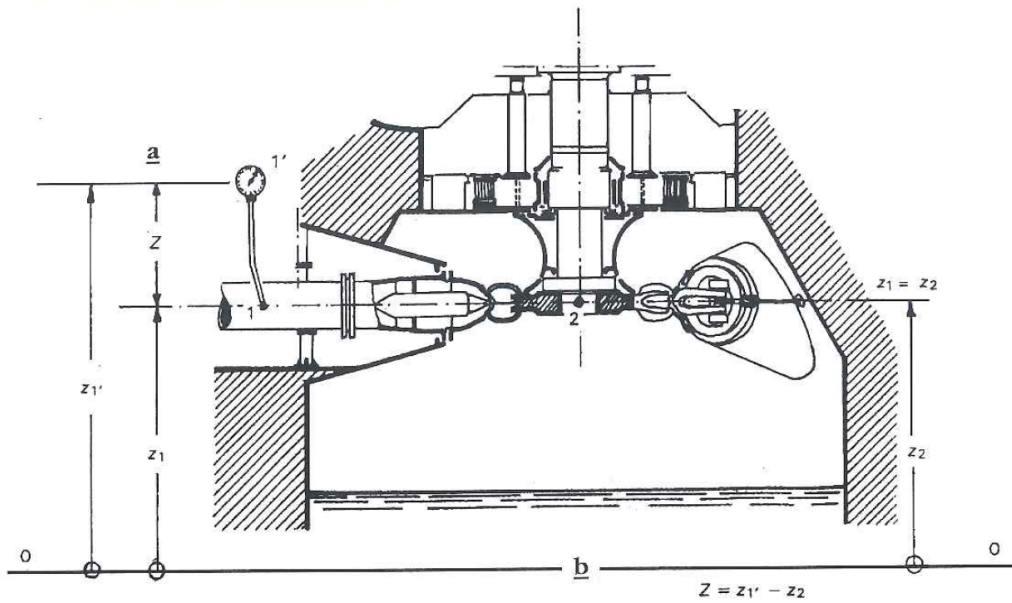
1 - MEASUREMENT OF THE INSTANT PRODUCT POWER

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/s²];

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

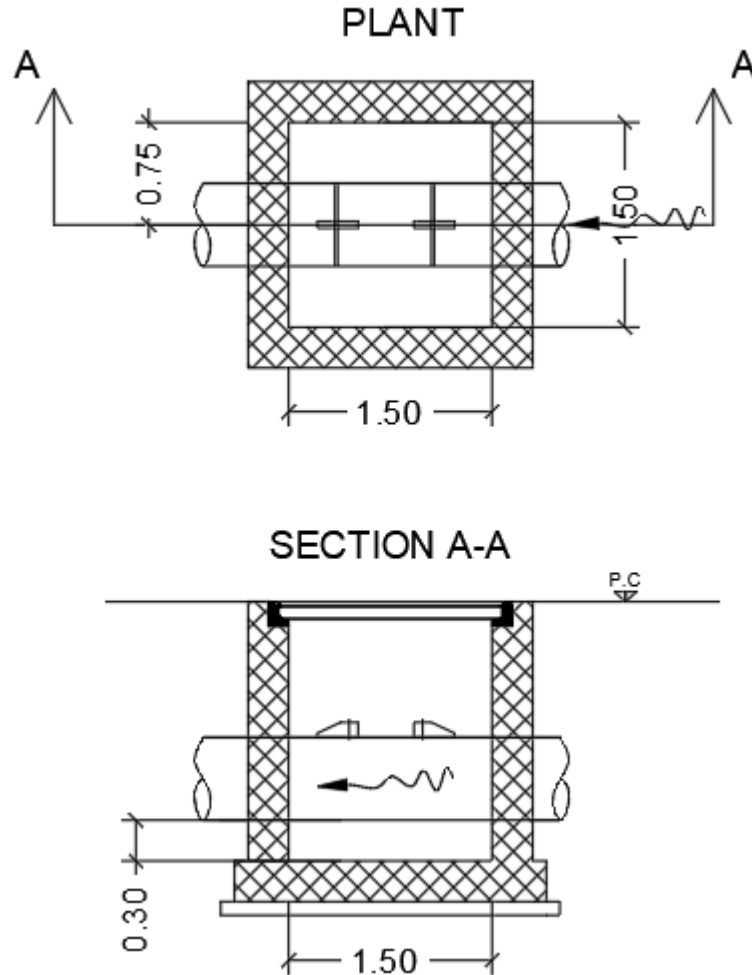
3 - MEASURED TURBINED DISCHARGE

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.