

Rev B



HPP NALCAS

Determinación de Potencia Máxima - Reporte Final

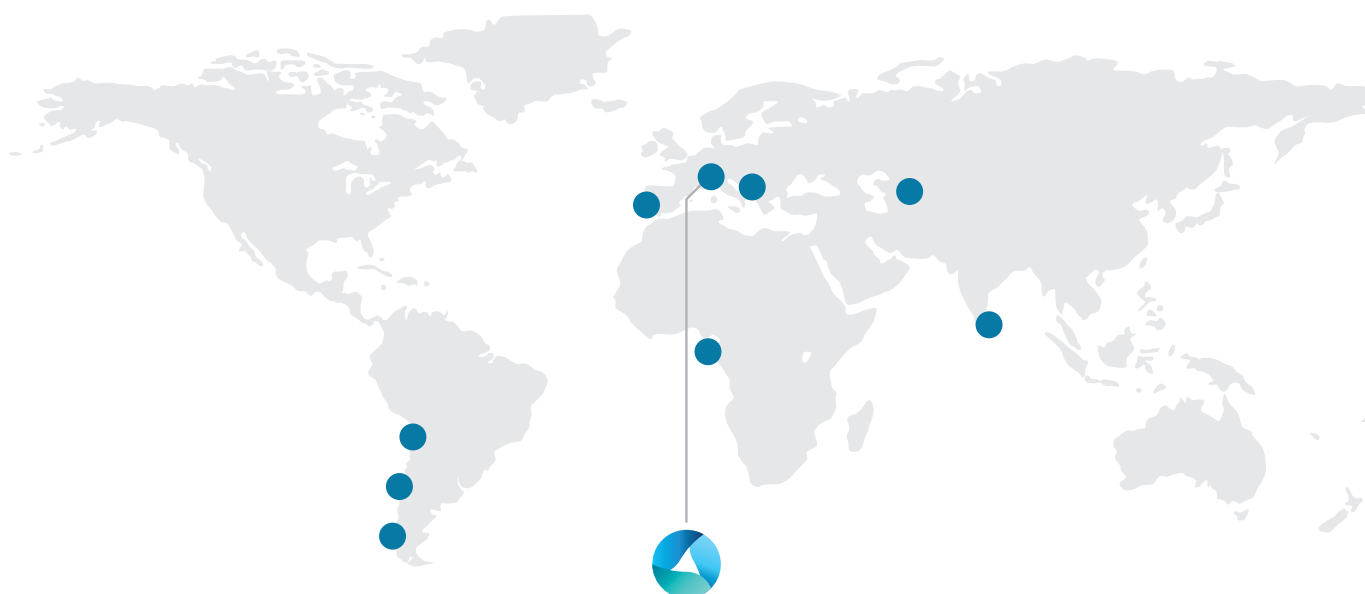
Items

1.	Resumen ejecutivo	4
2.	Determinación de potencia máxima	7
3.	Placa de identificación	10
4.	Anexo	13

B	Segunda emisión	Quaranta S.	Baralis G.	15/06/2021
A	Primera emisión	Quaranta S.	Baralis G.	11/05/2021
Rev.	Descripción	Dibujó	Revisó	Fecha

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 potencia máxima de las unidades de la planta de NALCAS, Chile.

NALCAS es una planta hidráulica compuesta por 3 turbinas de agua de marca SCOTTA, 2 de potencia nominal de 3.000 kW a 500 rpm y 1 de potencia nominal 1.465 kW a 500 rpm. Los generadores son 2 de marca TES de potencia nominal 3.600 kVA, 6.300 Volts y factor de potencia de 0,8 y 1 de marca MARELLI MOTORI de potencia nominal 2.000 kW, 6.300 Volts y factor de potencia 0,8.

Se especifica que la turbina hidráulica NALCAS G3 es accionada por una tubería separada. Las turbinas G1 y G2, por otro lado, funcionan con la misma tubería.

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

1. **Potencia máxima**, correspondiente a la máxima potencia de salida para la cual las turbinas exhiben una operación continua y estable.

El parámetro de potencia máxima 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	Nalcas G1	Nalcas G2	Nalcas G3	Nalcas G1+G2+G3
Potencia bruta unidad individual	Bornes generador	P máx 2.896 kW	P máx 2.882 kW	P máx 1.450 kW	
Potencia bruta unidades operando en paralelo	Bornes generador	P máx 2.821 kW	P máx 2.808 kW	P máx 1.450 kW	P máx 7.079 kW
Potencia SS.AA. + SS.AA.OT*	(ver siguiente pagina)	3 kW	3 kW	3 kW	9 kW
Perdidas en los transformadores elevadores *	(ver siguiente pagina)	31 kW	31 kW	16 kW	78 kW
Potencia neta unidades*	Medidor de facturación	2.787 kW	2.774 kW	1.431 kW	6.992 kW

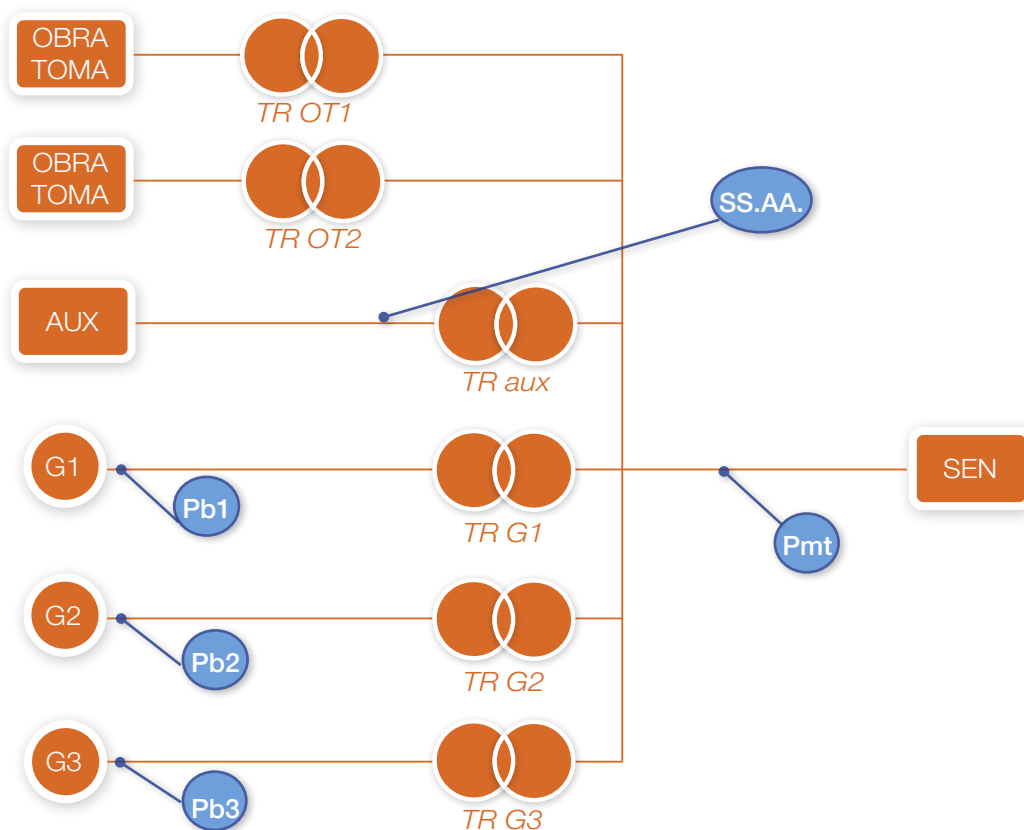
Tabla 1

* en condición de operación en Potencia máxima, este valor incluye el consumo en la casa de maquina y en las bocatomas.

LUGAR DE MEDIDAS

Un esquema simplificado de la central muestra los siguientes componentes:

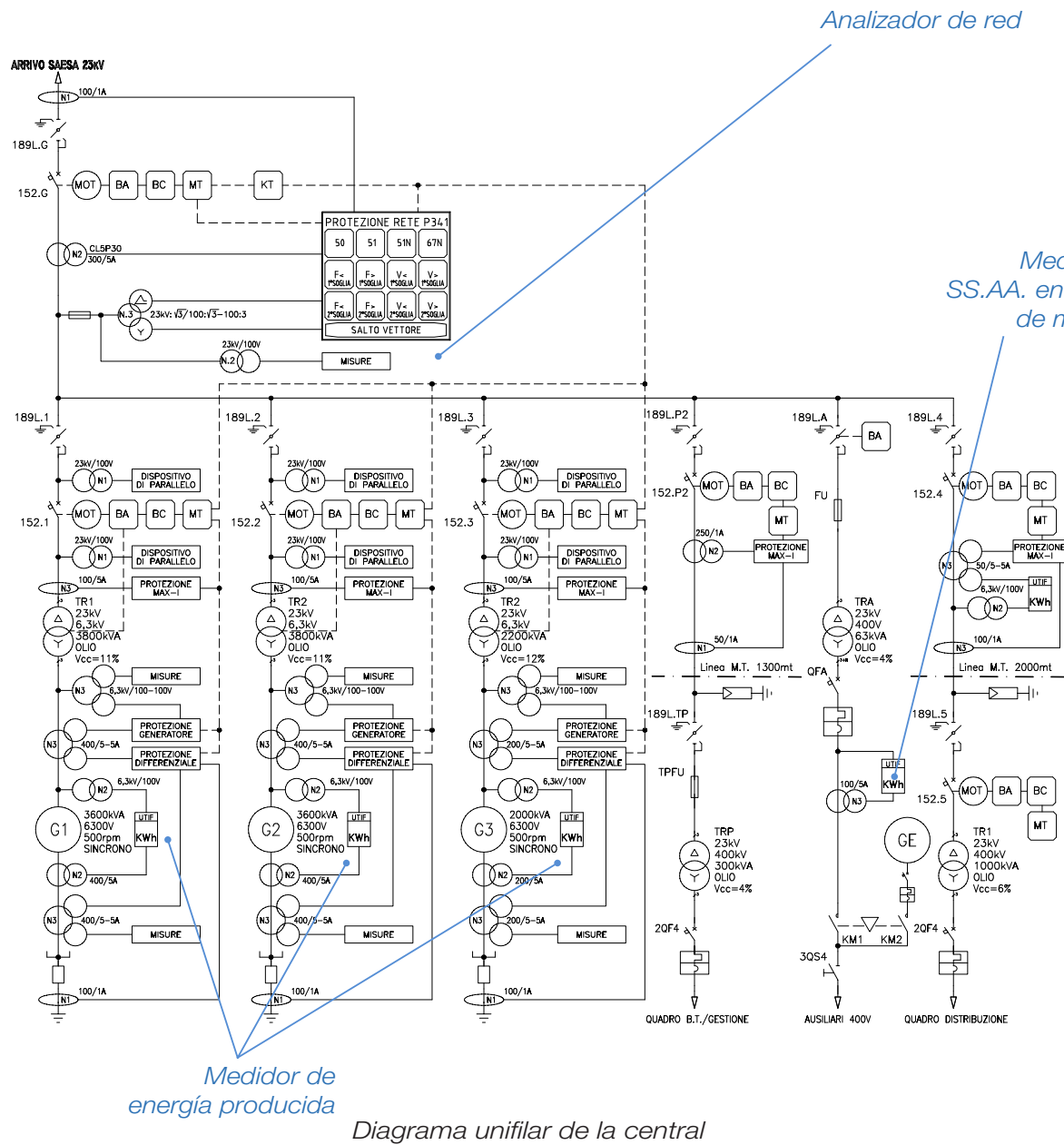
- | | |
|-----------------|---|
| 1. G1 | generador grupo 1; |
| 2. G2 | generador grupo 2; |
| 3. G3 | generador grupo 3; |
| 4. TR G1 | transformador de poder grupo 1; |
| 5. TR G2 | transformador de poder grupo 2; |
| 6. TR G3 | transformador de poder grupo 3; |
| 7. TR AUX | transformador servicios auxiliares Casa de máquina; |
| 8. TR OT1 | transformador servicios auxiliares Obra de Toma 1; |
| 9. TR OT2 | transformador servicios auxiliares Obra de Toma 2; |
| 10. AUX | servicios auxiliares; |
| 11. OBRA TOMA 1 | servicios auxiliares Obra de Toma 1; |
| 12. OBRA TOMA 2 | servicios auxiliares Obra de Toma 2. |



Considerado la descripción anterior, se identifican:

- **Pb1** potencia activa bruta Grupo 1, medida en el medidor de energía G1;
- **Pb2** potencia activa bruta Grupo 2, medida en el medidor de energía G2;
- **Pb3** potencia activa bruta Grupo 3, medida en el medidor de energía G3;
- **Pmt** potencia en la barra de media tensión, leída en el analizador de red;
- **SS.AA.** servicios auxiliares de la central, medida en el medidor de SS.AA. de la casa de maquina;
- **Pt** pérdida de potencia en los transformadores, estimada de acuerdo a la eficiencia declarada de los transformadores;
- **SS.AA.OT** servicios auxiliares de las obrad de toma calculado por diferencia con la siguiente fórmula:

$$SS.AA.OT = Pb1 + Pb2 + Pb3 - Pt - Pmt - SS.AA.$$



2. Determinación de potencia máxima

OBJETO El objeto de este informe técnico es informar el valor del parámetro de potencia máxima de las turbinas hidráulicas de la central NALCAS.
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 1 unidad en operación de potencia máxima.
En condición de 3 unidades en operación de potencia máxima el consumo total es de 9 kW.

ANTECEDENTES TÉCNICOS DE DISEÑO GENERADOR Las Unidades de la Central NALCAS poseen dos generadores de potencia nominal de 3.600 kVA, 6.3 kV y un generador de potencia nominal de 2.000 kVA y una tensión nominal de 6.3 kV.

TURBINA

Las turbinas de las unidades son de tipo Pelton, marca SCOTTA, de eje vertical, y la potencia nominal es de 3.000 kW y de 1.465 kW, velocidad de rotación nominal 500 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:

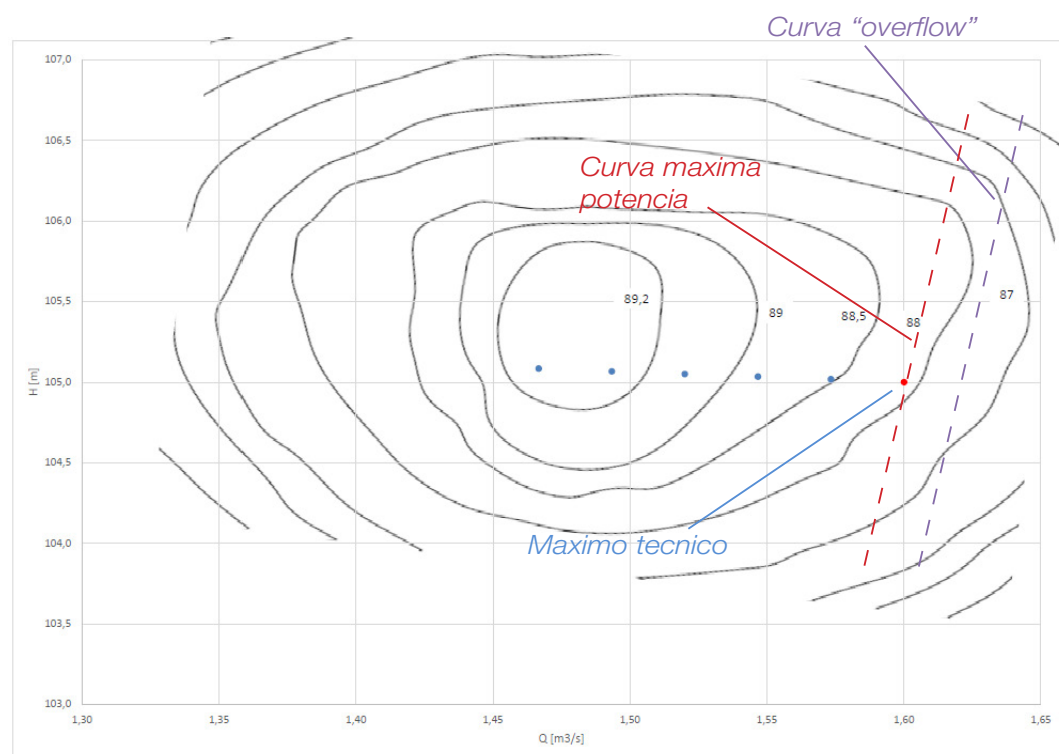
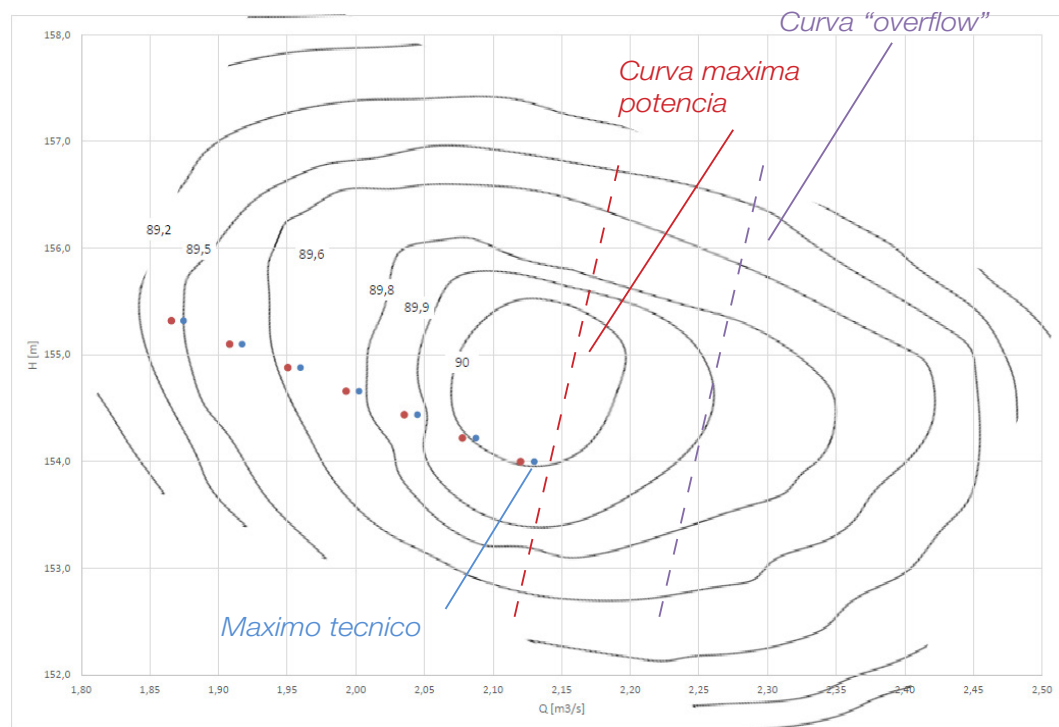
Q_v	=	Caudal volumétrico turbinado, m ³ /s
V	=	Velocidad de salida agua inyector, m/s
H_n	=	Salto neto, m
g	=	Aceleración de la gravedad, m/s ²
φ	=	Coefficiente de flujo inyector (0,97)
d	=	Diámetro de salida del inyector

Con una apertura del 100% de los inyectores, en las turbinas las potencias de salida son (condicion de máxima potencia):

1. G1: 2.896 kVA;
2. G2: 2.882 kVA;
3. G3: 1.450 kVA.

PRUEBA EFECTUADA En fase de puesta en marcha de cada grupo de producción, se llevó a cabo el test de eficiencia, en acuerdo con la especificación técnica adjunta. En los siguientes gráficos se encuentran los resultados de los test de eficiencia, comparados con la curva de colina de la turbina, la curva de máxima potencia y la curva de “overflow”.

El primer gráfico muestra los resultados de las pruebas realizadas en los grupos 1 y 2, el segundo gráfico muestra la prueba realizada en el grupo 3.



CONCLUSIÓN La potencia máxima de las turbinas de la Central NALCAS son 2.896 kW, 2.882 kW y 1.450 kW. Con las tres unidades en operación, la potencia bruta total es **7.079 kW**, porque las turbinas G1 y G2 comparten la misma tubería, y esto provoca mayores pérdidas de carga cuando las turbinas funcionan simultáneamente.

3. Placa de identificación

 TES TES VSETÍN, a.s.		Ratings and parameters of the generator	
Type: GSH900L12U6,3			
Nominal data:			
Rating S_N :	3 600 kVA	P.F. $\cos \varphi$	0,80
Voltage U_N :	Y 6300 V	Current I_N :	330 A
Frequency f :	50 Hz	Speed n :	500 min ⁻¹
Protection:	IP 23	Cooling:	IC 01

Placa generadores G1 y G2

 	
Type:	Pelton Turbine TP5-19/310/1006/500
Serial No:	TP1453/1
Year of production:	2012
Head: 154mt	Turbine Output: 3000kW
	Turbine Speed: 500rpm
MADE IN ITALY	

Placa turbina G1

SCOTTA



Type: Pelton Turbine TP5-19/310/1006/500

Serial No: TP1453/2

Year of production: 2012

Head: 154mt

Turbine Output: 3000kW

Turbine Speed: 500rpm

MADE IN ITALY

Placa turbina G2



MarelliGenerators

CE made in Italy

3 ~ G	Gen. Sincrono MJHT710LB12V10			Nr. MD17047	MJH7186S222R6	
V	A	kVA	Hz	cos ϕ	min ⁻¹	over min ⁻¹
6300	183	2000	50	0,8	500	900
Vext	Aext	IC	Class	IP	Con.	Service
44	10	01	F/B	23	STAR	S1
Pr. 05-16	V _a 40 °C		CEI EN 60034-1			14600kg
LUBRIFICATION BEARINGS						
D-End	6252-M-C3	h 4000	150 g	Kluberquiet BQ72-72		
N-End	6240-M-C3	h 4000	85 g	Kluberquiet BQ72-72		
Trust	29330-E	h 8000	7 l	ISO VG 68		

Placa generador G3

SCOTTA**CE**

Type:	Pelton Turbine TP6-815-500		
Serial number:	TP2016002		
Year of production:	2016		
Turbine output:	1465 kW		
Head:	105,0 m	Turbine speed:	500 rpm

MADE IN ITALY*Placa turbina G3*

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	26/08/2012	COMMESSA		REDAZIONE	G.M.BARALIS	CONTROLLO	SCOTTA
CENTRALE			NALCAS			CLIENTE			HIDRONALCAS S.A.

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

CENTRALE NALCAS

TURBINA PELTON 5 GETTI

ASSE VERTICALE

G1 + G2



POTENCIA HIDRAULICA	POTENCIA ELECTRICA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR						Pb1	SS.AA.	Pt	Pn	HORA	NOTE
				1	2	3	4	5	6						
kW	kW	m³/s	m	%	%	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	hh:mm	
69	44	0,043	164,78	10						44	3	0	41	08:00	minimo tecnico
138	110	0,085	164,56	20						110	3	1	106	08:05	
206	165	0,128	164,34	30						165	3	1	160	08:10	
274	232	0,170	164,12	40						232	3	2	227	08:15	
342	295	0,213	163,90	50						295	3	3	289	08:20	
410	357	0,256	163,68	60						357	3	4	350	08:25	
478	420	0,298	163,46	70						420	3	4	413	08:30	
546	483	0,341	163,24	80						483	3	5	475	08:35	
613	544	0,383	163,02	90						544	3	6	535	08:40	
680	602	0,426	162,80	100						602	3	6	593	08:45	
747	659	0,469	162,58	100	10					659	3	7	649	08:50	
814	721	0,511	162,36	100	20					721	3	8	710	08:55	
881	783	0,554	162,14	100	30					783	3	8	772	09:00	
947	843	0,596	161,92	100	40					843	3	9	831	09:05	
1.014	903	0,639	161,70	100	50					903	3	10	891	09:10	
1.080	963	0,682	161,48	100	60					963	3	10	950	09:15	
1.146	1.022	0,724	161,26	100	70					1.022	3	11	1.008	09:20	
1.211	1.082	0,767	161,04	100	80					1.082	3	12	1.067	09:25	
1.277	1.140	0,809	160,82	100	90					1.140	3	12	1.125	09:30	
1.342	1.199	0,852	160,60	100	100					1.199	3	13	1.183	09:35	
1.407	1.257	0,895	160,38	100	100	10				1.257	3	13	1.240	09:40	
1.473	1.315	0,937	160,16	100	100	20				1.315	3	14	1.298	09:45	
1.537	1.373	0,980	159,94	100	100	30				1.373	3	15	1.355	09:50	
1.602	1.432	1,022	159,72	100	100	40				1.432	3	15	1.414	09:55	
1.666	1.490	1,065	159,50	100	100	50				1.490	3	16	1.471	10:00	
1.731	1.547	1,108	159,28	100	100	60				1.547	3	17	1.528	10:05	
1.795	1.605	1,150	159,06	100	100	70				1.605	3	17	1.584	10:10	
1.859	1.662	1,193	158,84	100	100	80				1.662	3	18	1.641	10:15	
1.922	1.721	1,235	158,62	100	100	90				1.721	3	19	1.699	10:20	
1.986	1.777	1,278	158,40	100	100	100				1.777	3	19	1.755	10:25	
2.049	1.834	1,321	158,18	100	100	100	10			1.834	3	20	1.811	10:30	
2.112	1.891	1,363	157,96	100	100	100	20			1.891	3	20	1.867	10:35	
2.175	1.947	1,406	157,74	100	100	100	30			1.947	3	21	1.923	10:40	
2.238	2.005	1,448	157,52	100	100	100	40			2.005	3	22	1.981	10:45	
2.301	2.062	1,491	157,30	100	100	100	50			2.062	3	22	2.036	10:50	
2.363	2.117	1,534	157,08	100	100	100	60			2.117	3	23	2.091	10:55	
2.425	2.173	1,576	156,86	100	100	100	70			2.173	3	24	2.147	11:00	
2.488	2.229	1,619	156,64	100	100	100	80			2.229	3	24	2.202	11:05	
2.549	2.284	1,661	156,42	100	100	100	90			2.284	3	25	2.256	11:10	
2.611	2.340	1,704	156,20	100	100	100	100			2.340	3	25	2.311	11:15	
2.673	2.395	1,747	155,98	100	100	100	100	10		2.395	3	26	2.366	11:20	
2.734	2.450	1,789	155,76	100	100	100	100	20		2.450	3	27	2.420	11:25	
2.795	2.504	1,832	155,54	100	100	100	100	30		2.504	3	27	2.474	11:30	
2.856	2.559	1,874	155,32	100	100	100	100	40		2.559	3	28	2.528	11:35	
2.917	2.613	1,917	155,10	100	100	100	100	50		2.613	3	28	2.582	11:40	
2.977	2.671	1,960	154,88	100	100	100	100	60		2.671	3	29	2.639	11:45	
3.038	2.728	2,002	154,66	100	100	100	100	70		2.728	3	30	2.695	11:50	
3.098	2.785	2,045	154,44	100	100	100	100	80		2.785	3	30	2.752	11:55	
3.158	2.842	2,087	154,22	100	100	100	100	90		2.842	3	31	2.808	12:00	
3.218	2.896	2,130	154,00	100	100	100	100	100		2.896	3	31	2.862	12:05	maximo tecnico
3.514	3.110	2,343	152,90	110	110	110	110	110		3.110	3	34	3.073	12:10	overflow turbina



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



PROVE PARALLELO GRUPPO 2

27/08/2012

POTENCIA HIDRAULICA	POTENCIA ELECTRICA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR						Pb2	SS.AA.	Pt	Pn	HORA	NOTE
				1	2	3	4	5	6						
kW	kW	m³/s	m	%	%	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	hh:mm	
69	44	0,042	164,78	10						44	3	0	41	08:00	minimo tecnico
137	110	0,085	164,56	20						110	3	1	106	08:05	
205	164	0,127	164,34	30						164	3	1	160	08:10	
273	231	0,170	164,12	40						231	3	2	226	08:15	
341	293	0,212	163,90	50						293	3	3	287	08:20	
408	355	0,254	163,68	60						355	3	4	349	08:25	
476	418	0,297	163,46	70						418	3	4	411	08:30	
543	481	0,339	163,24	80						481	3	5	473	08:35	
610	541	0,382	163,02	90						541	3	6	533	08:40	
677	599	0,424	162,80	100						599	3	6	590	08:45	
744	656	0,466	162,58	100	10					656	3	7	646	08:50	
810	717	0,509	162,36	100	20					717	3	8	707	08:55	
877	779	0,551	162,14	100	30					779	3	8	768	09:00	
943	839	0,594	161,92	100	40					839	3	9	827	09:05	
1.009	899	0,636	161,70	100	50					899	3	10	886	09:10	
1.075	959	0,678	161,48	100	60					959	3	10	945	09:15	
1.140	1.017	0,721	161,26	100	70					1.017	3	11	1.003	09:20	
1.206	1.077	0,763	161,04	100	80					1.077	3	12	1.062	09:25	
1.271	1.135	0,806	160,82	100	90					1.135	3	12	1.120	09:30	
1.336	1.193	0,848	160,60	100	100					1.193	3	13	1.177	09:35	
1.401	1.251	0,890	160,38	100	100	10				1.251	3	13	1.235	09:40	
1.466	1.309	0,933	160,16	100	100	20				1.309	3	14	1.292	09:45	
1.530	1.366	0,975	159,94	100	100	30				1.366	3	15	1.349	09:50	
1.594	1.425	1,018	159,72	100	100	40				1.425	3	15	1.407	09:55	
1.659	1.483	1,060	159,50	100	100	50				1.483	3	16	1.464	10:00	
1.723	1.540	1,102	159,28	100	100	60				1.540	3	17	1.520	10:05	
1.786	1.597	1,145	159,06	100	100	70				1.597	3	17	1.577	10:10	
1.850	1.654	1,187	158,84	100	100	80				1.654	3	18	1.633	10:15	
1.913	1.712	1,230	158,62	100	100	90				1.712	3	19	1.691	10:20	
1.977	1.769	1,272	158,40	100	100	100				1.769	3	19	1.747	10:25	
2.040	1.825	1,314	158,18	100	100	100	10			1.825	3	20	1.803	10:30	
2.102	1.882	1,357	157,96	100	100	100	20			1.882	3	20	1.858	10:35	
2.165	1.938	1,399	157,74	100	100	100	30			1.938	3	21	1.914	10:40	
2.228	1.996	1,442	157,52	100	100	100	40			1.996	3	22	1.971	10:45	
2.290	2.052	1,484	157,30	100	100	100	50			2.052	3	22	2.027	10:50	
2.352	2.107	1,526	157,08	100	100	100	60			2.107	3	23	2.082	10:55	
2.414	2.163	1,569	156,86	100	100	100	70			2.163	3	23	2.137	11:00	
2.476	2.218	1,611	156,64	100	100	100	80			2.218	3	24	2.191	11:05	
2.537	2.274	1,654	156,42	100	100	100	90			2.274	3	25	2.246	11:10	
2.599	2.329	1,696	156,20	100	100	100	100			2.329	3	25	2.300	11:15	
2.660	2.383	1,738	155,98	100	100	100	100	10		2.383	3	26	2.355	11:20	
2.721	2.438	1,781	155,76	100	100	100	100	20		2.438	3	26	2.409	11:25	
2.782	2.493	1,823	155,54	100	100	100	100	30		2.493	3	27	2.463	11:30	
2.843	2.547	1,866	155,32	100	100	100	100	40		2.547	3	28	2.516	11:35	
2.903	2.601	1,908	155,10	100	100	100	100	50		2.601	3	28	2.570	11:40	
2.963	2.658	1,950	154,88	100	100	100	100	60		2.658	3	29	2.626	11:45	
3.024	2.715	1,993	154,66	100	100	100	100	70		2.715	3	30	2.683	11:50	
3.083	2.772	2,035	154,44	100	100	100	100	80		2.772	3	30	2.739	11:55	
3.143	2.829	2,078	154,22	100	100	100	100	90		2.829	3	31	2.795	12:00	
3.203	2.882	2,120	154,00	100	100	100	100	100		2.882	3	31	2.848	12:05	maximo tecnico
3.498	3.096	2,332	152,90	110	110	110	110	110		3.096	3	34	3.059	12:10	overflow turbina

RELAZIONE COLLAUDO CENTRALE

N° collaudo		DATA	28/08/2016	COMMESSA		REDAZIONE	G.M.BARALIS	CONTROLLO	SCOTTA
CENTRALE		NALCAS				CLIENTE		HIDRONALCAS S.A.	

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

CENTRALE NALCAS

TURBINA PELTON 6 GETTI

ASSE VERTICALE

G3



	SCOTTA S.p.A. amministrativa: Via Manisio, 41 - 12020 VILLAFALLETTO (CN) Tel.0171/935111- Fax:0171/935150	Sede legale e  CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEMS ISO 9001
	PROVE PARALLELO GRUPPO 3	

POTENCIA HIDRAULICA	POTENCIA ELECTRICA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR						Pb3	SS.AA.	Pt	Pn	HORA	NOTE
				1	2	3	4	5	6						
kW	kW	m³/s	m	%	%	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	hh:mm	
28	18	0,027	105,98	10						18	3	0	15	08:00	minimo tecnico
55	44	0,053	105,97	20						44	3	0	41	08:05	
83	67	0,080	105,95	30						67	3	0	63	08:10	
111	94	0,107	105,93	40						94	3	1	90	08:15	
139	119	0,133	105,92	50						119	3	1	115	08:20	
166	145	0,160	105,90	60						145	3	1	140	08:25	
194	170	0,187	105,88	70						170	3	2	166	08:30	
222	196	0,213	105,87	80						196	3	2	191	08:35	
249	221	0,240	105,85	90						221	3	2	216	08:40	
277	245	0,267	105,83	100						245	3	2	240	08:45	
304	269	0,293	105,82	100	10					269	3	3	263	08:50	
332	294	0,320	105,80	100	20					294	3	3	288	08:55	
360	320	0,347	105,78	100	30					320	3	3	314	09:00	
387	345	0,373	105,77	100	40					345	3	3	338	09:05	
415	370	0,400	105,75	100	50					370	3	4	363	09:10	
443	395	0,427	105,73	100	60					395	3	4	388	09:15	
470	419	0,453	105,72	100	70					419	3	4	412	09:20	
498	444	0,480	105,70	100	80					444	3	5	437	09:25	
525	469	0,507	105,68	100	90					469	3	5	461	09:30	
553	494	0,533	105,67	100	100					494	3	5	486	09:35	
580	518	0,560	105,65	100	100	10				518	3	5	510	09:40	
608	543	0,587	105,63	100	100	20				543	3	6	534	09:45	
635	567	0,613	105,62	100	100	30				567	3	6	559	09:50	
663	592	0,640	105,60	100	100	40				592	3	6	583	09:55	
691	617	0,667	105,58	100	100	50				617	3	6	607	10:00	
718	641	0,693	105,57	100	100	60				641	3	7	631	10:05	
746	666	0,720	105,55	100	100	70				666	3	7	656	10:10	
773	690	0,747	105,53	100	100	80				690	3	7	680	10:15	
800	715	0,773	105,52	100	100	90				715	3	8	704	10:20	
828	739	0,800	105,50	100	100	100				739	3	8	729	10:25	
855	764	0,827	105,48	100	100	100	10			764	3	8	753	10:30	
883	788	0,853	105,47	100	100	100	20			788	3	8	777	10:35	
910	813	0,880	105,45	100	100	100	30			813	3	9	801	10:40	
938	837	0,907	105,43	100	100	100	40			837	3	9	826	10:45	
965	862	0,933	105,42	100	100	100	50			862	3	9	850	10:50	
993	886	0,960	105,40	100	100	100	60			886	3	9	874	10:55	
1.020	911	0,987	105,38	100	100	100	70			911	3	10	898	11:00	
1.047	935	1,013	105,37	100	100	100	80			935	3	10	922	11:05	
1.075	960	1,040	105,35	100	100	100	90			960	3	10	947	11:10	
1.102	984	1,067	105,33	100	100	100	100			984	3	10	971	11:15	
1.130	1.009	1,093	105,32	100	100	100	100	10		1.009	3	11	995	11:20	
1.157	1.033	1,120	105,30	100	100	100	100	20		1.033	3	11	1.019	11:25	
1.184	1.058	1,147	105,28	100	100	100	100	30		1.058	3	11	1.043	11:30	
1.212	1.082	1,173	105,27	100	100	100	100	40		1.082	3	12	1.067	11:35	
1.239	1.106	1,200	105,25	100	100	100	100	50		1.106	3	12	1.092	11:40	
1.266	1.131	1,227	105,23	100	100	100	100	60		1.131	3	12	1.116	11:45	
1.294	1.155	1,253	105,22	100	100	100	100	70		1.155	3	12	1.140	11:50	
1.321	1.180	1,280	105,20	100	100	100	100	80		1.180	3	13	1.164	11:55	
1.348	1.204	1,307	105,18	100	100	100	100	90		1.204	3	13	1.188	12:00	
1.376	1.228	1,333	105,17	100	100	100	100	100		1.228	3	13	1.212	12:05	
1.403	1.253	1,360	105,15	100	100	100	100	100	10	1.253	3	13	1.236	12:10	
1.430	1.277	1,387	105,13	100	100	100	100	100	20	1.277	3	14	1.260	12:15	
1.457	1.301	1,413	105,12	100	100	100	100	100	30	1.301	3	14	1.284	12:20	
1.485	1.326	1,440	105,10	100	100	100	100	100	40	1.326	3	14	1.309	12:25	
1.512	1.350	1,467	105,08	100	100	100	100	100	50	1.350	3	15	1.333	12:30	
1.539	1.374	1,493	105,07	100	100	100	100	100	60	1.374	3	15	1.357	12:35	
1.566	1.397	1,520	105,05	100	100	100	100	100	70	1.397	3	15	1.379	12:40	
1.594	1.418	1,547	105,03	100	100	100	100	100	80	1.418	3	15	1.400	12:45	
1.621	1.434	1,573	105,02	100	100	100	100	100	90	1.434	3	15	1.416	12:50	
1.648	1.450	1,600	105,00	100	100	100	100	100	100	1.450	3	16	1.432	12:55	maximo tecnico
1.811	1.585	1,760	104,90	110	110	110	110	110	110	1.585	3	17	1.565	13:00	overflow turbina

RELAZIONE COLLAUDO CENTRALE

N° collaudo		DATA	30/08/2016	COMMESSA		REDAZIONE	G.M.BARALIS	CONTROLLO	SCOTTA
CENTRALE		NALCAS				CLIENTE		HIDRONALCAS S.A.	

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

CENTRALE NALCAS

TURBINE PELTON

ASSE VERTICALE

G1 + G2 + G3



	SCOTTA S.p.A. Sede legale e amministrativa: Via Monviso,41 - 12020 VILLAFALLETTO (CN) Tel.0171/935111- Fax:0171/935150	
	PROVE PARALLELO G1 + G2 + G3	
		30/08/2016

GRUPO 1																
POTENCIA HIDRAULICA	η	POTENCIA ELECTRICA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR						Pb1	SS.AA.	Pt	Pn	HORA	NOTE
					1	2	3	4	5	6						
kW	-	kW	m³/s	m	%	%	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	hh:mm	
2.616	0,896	2.344	1,747	152,70	100	100	100	100	10		2.344	3	26	2.315	10:30	
2.675	0,896	2.397	1,789	152,40	100	100	100	100	20		2.397	3	27	2.367	10:35	
2.733	0,896	2.449	1,832	152,10	100	100	100	100	30		2.449	3	27	2.419	10:40	
2.791	0,896	2.501	1,874	151,80	100	100	100	100	40		2.501	3	28	2.470	10:45	
2.849	0,896	2.553	1,917	151,50	100	100	100	100	50		2.553	3	28	2.521	10:50	
2.907	0,897	2.607	1,960	151,20	100	100	100	100	60		2.607	3	29	2.575	10:55	
2.964	0,898	2.662	2,002	150,90	100	100	100	100	70		2.662	3	30	2.629	11:00	
3.021	0,899	2.716	2,045	150,60	100	100	100	100	80		2.716	3	30	2.683	11:05	
3.078	0,900	2.770	2,087	150,30	100	100	100	100	90		2.770	3	31	2.736	11:10	
3.134	0,900	2.821	2,130	150,00	100	100	100	100	100		2.821	3	31	2.787	11:15	maximo tecnico

GRUPO 2																
POTENCIA HIDRAULICA	η	POTENCIA ELECTRICA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR						Pb2	SS.AA.	Pt	Pn	HORA	NOTE
					1	2	3	4	5	6						
kW	-	kW	m³/s	m	%	%	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	hh:mm	
2.604	0,896	2.333	1,738	152,70	100	100	100	100	10		2.333	3	25	2.305	10:30	
2.662	0,896	2.385	1,781	152,40	100	100	100	100	20		2.385	3	26	2.357	10:35	
2.720	0,896	2.437	1,823	152,10	100	100	100	100	30		2.437	3	26	2.408	10:40	
2.778	0,896	2.489	1,866	151,80	100	100	100	100	40		2.489	3	27	2.459	10:45	
2.836	0,896	2.541	1,908	151,50	100	100	100	100	50		2.541	3	28	2.510	10:50	
2.893	0,897	2.595	1,950	151,20	100	100	100	100	60		2.595	3	28	2.564	10:55	
2.950	0,898	2.649	1,993	150,90	100	100	100	100	70		2.649	3	29	2.617	11:00	
3.007	0,899	2.703	2,035	150,60	100	100	100	100	80		2.703	3	29	2.671	11:05	
3.063	0,900	2.757	2,078	150,30	100	100	100	100	90		2.757	3	30	2.724	11:10	
3.120	0,900	2.808	2,120	150,00	100	100	100	100	100		2.808	3	31	2.774	11:15	maximo tecnico

GRUPO 3																
POTENCIA HIDRAULICA	η	POTENCIA ELECTRICA	CAUDAL	CAIDA NETA IEC 60041	INJECTOR						Pb3	SS.AA.	Pt	Pn	HORA	NOTE
					1	2	3	4	5	6						
kW	-	kW	m³/s	m	%	%	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	hh:mm	
1.403	0,893	1.253	1,360	105,15	100	100	100	100	100	10	1.253	3	13	1.236	10:30	
1.430	0,893	1.277	1,387	105,13	100	100	100	100	100	20	1.277	3	14	1.260	10:35	
1.457	0,893	1.301	1,413	105,12	100	100	100	100	100	30	1.301	3	14	1.284	10:40	
1.485	0,893	1.326	1,440	105,10	100	100	100	100	100	40	1.326	3	14	1.309	10:45	
1.512	0,893	1.350	1,467	105,08	100	100	100	100	100	50	1.350	3	15	1.333	10:50	
1.539	0,893	1.374	1,493	105,07	100	100	100	100	100	60	1.374	3	15	1.357	10:55	
1.566	0,892	1.397	1,520	105,05	100	100	100	100	100	70	1.397	3	15	1.379	11:00	
1.594	0,890	1.418	1,547	105,03	100	100	100	100	100	80	1.418	3	15	1.400	11:05	
1.621	0,885	1.434	1,573	105,02	100	100	100	100	100	90	1.434	3	15	1.416	11:10	
1.648	0,880	1.450	1,600	105,00	100	100	100	100	100	100	1.450	3	16	1.432	11:15	maximo tecnico



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).

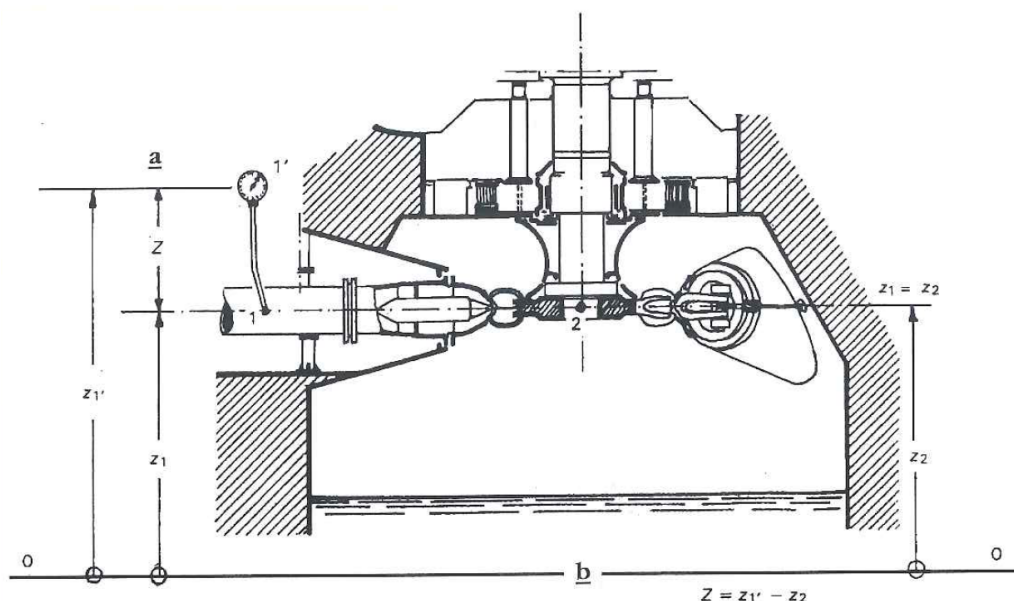
1 - MEASUREMENT OF THE INSTANT PRODUCT POWER

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/s²];

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

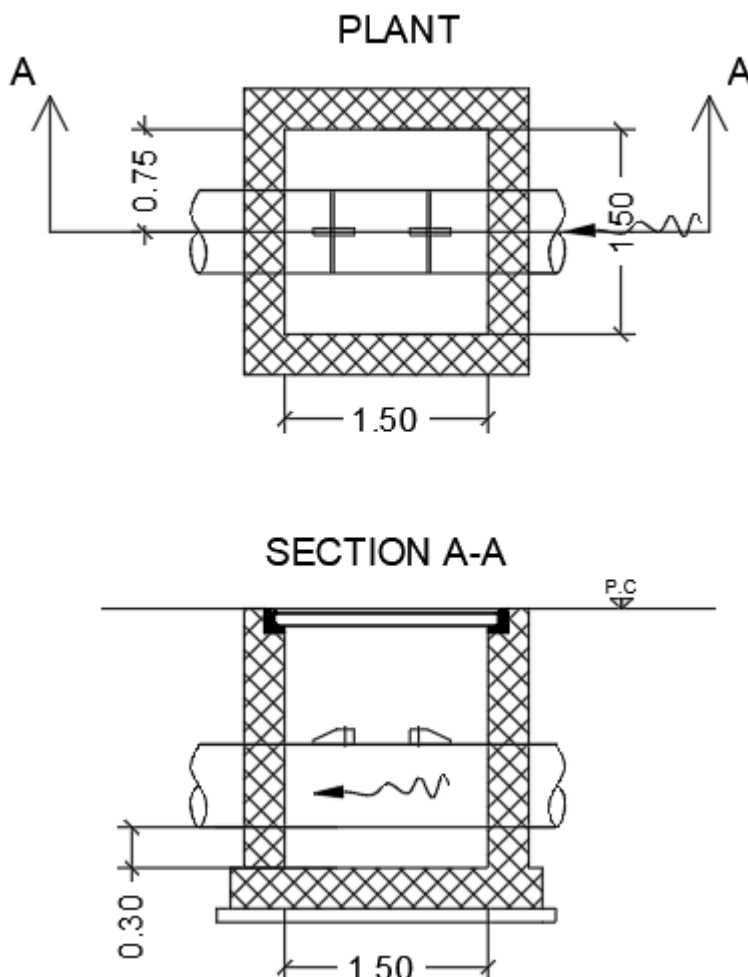
3 - MEASURED TURBINED DISCHARGE

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.