

## **Aprovechamiento Hidroeléctrico Arroyo Baguilt**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Durante el mes de enero del año 2008 se procedió a efectuar una campaña de mediciones en el arroyo Baguilt con el fin de evaluar la factibilidad de realización de un aprovechamiento hidroeléctrico.

La geografía resulta muy favorable para la construcción del Aprovechamiento.

El emplazamiento de la Obra de Toma se encontraría en un lugar sumamente apto para poder efectuar el cierre, la construcción de un desripador – desarenador y proyectar una traza que abandone rápidamente el cauce de inundación.

La tubería a instalarse de P.R.F.V. no ofrece complicaciones en su instalación ni mantenimiento. La traza de la tubería va por un terreno de suaves pendientes descendentes, de terreno fácilmente excavable con lo que la instalación de la tubería podrá hacerse sin inconvenientes.

En la zona donde comienzan las pendientes pronunciadas se instalará una cámara de carga que hace las veces de chimenea de equilibrio, donde se instalará una válvula automática que opera con el nivel de agua de la cámara, minimizando los caudales de rebalse ante una parada de la central.

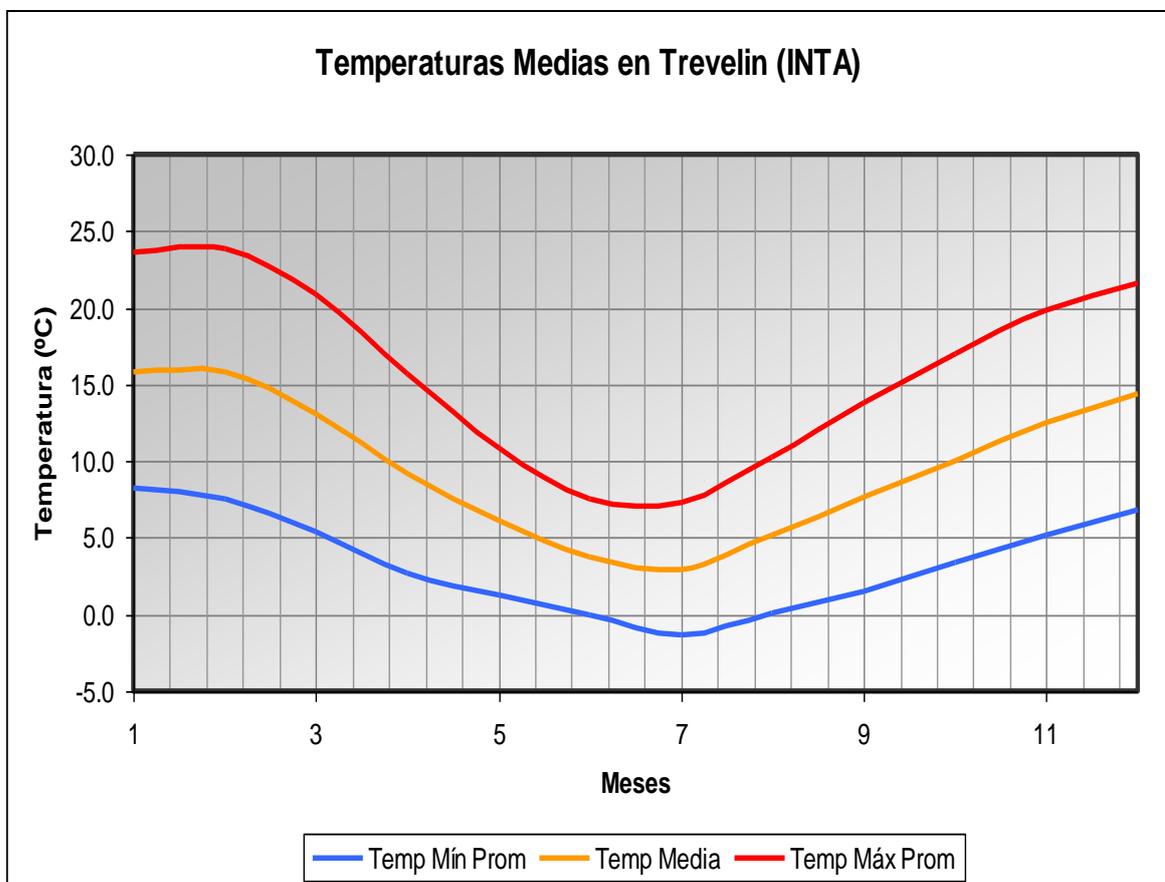
La traza de la tubería forzada va por un terreno excavable fácilmente, de pendiente moderada (caminable en toda su extensión) donde se podrá instalar la tubería sin mayores problemas.

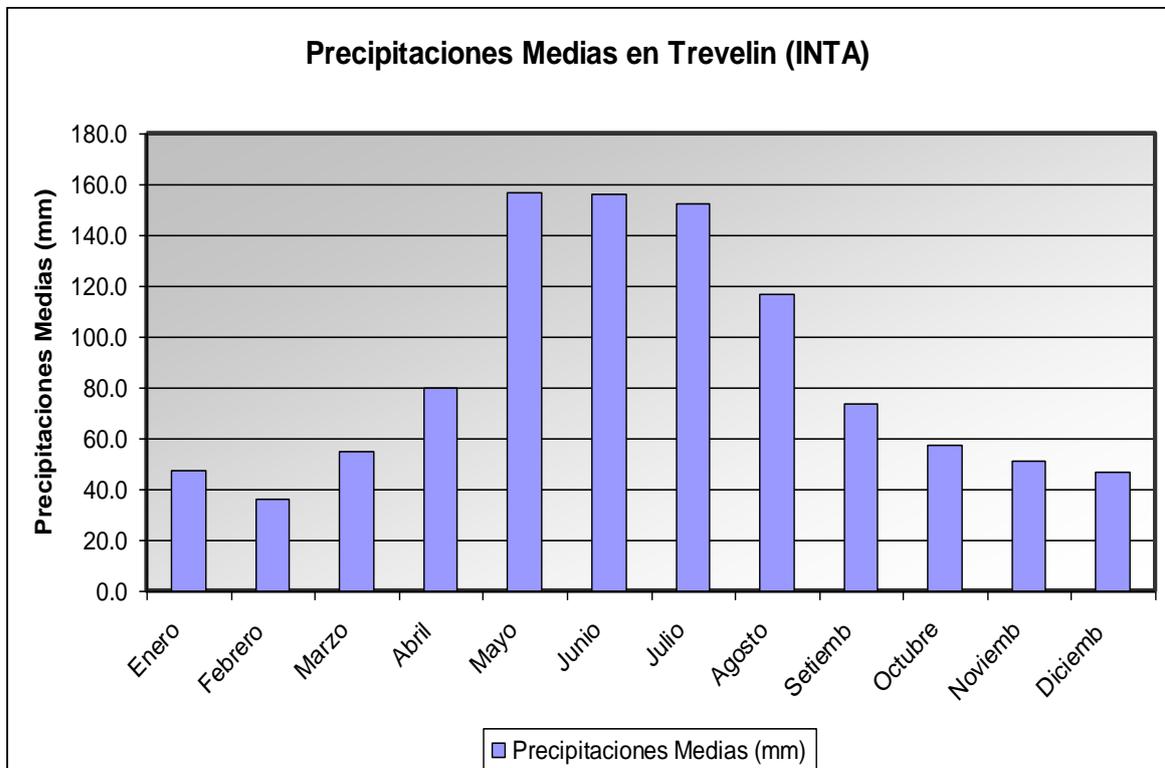
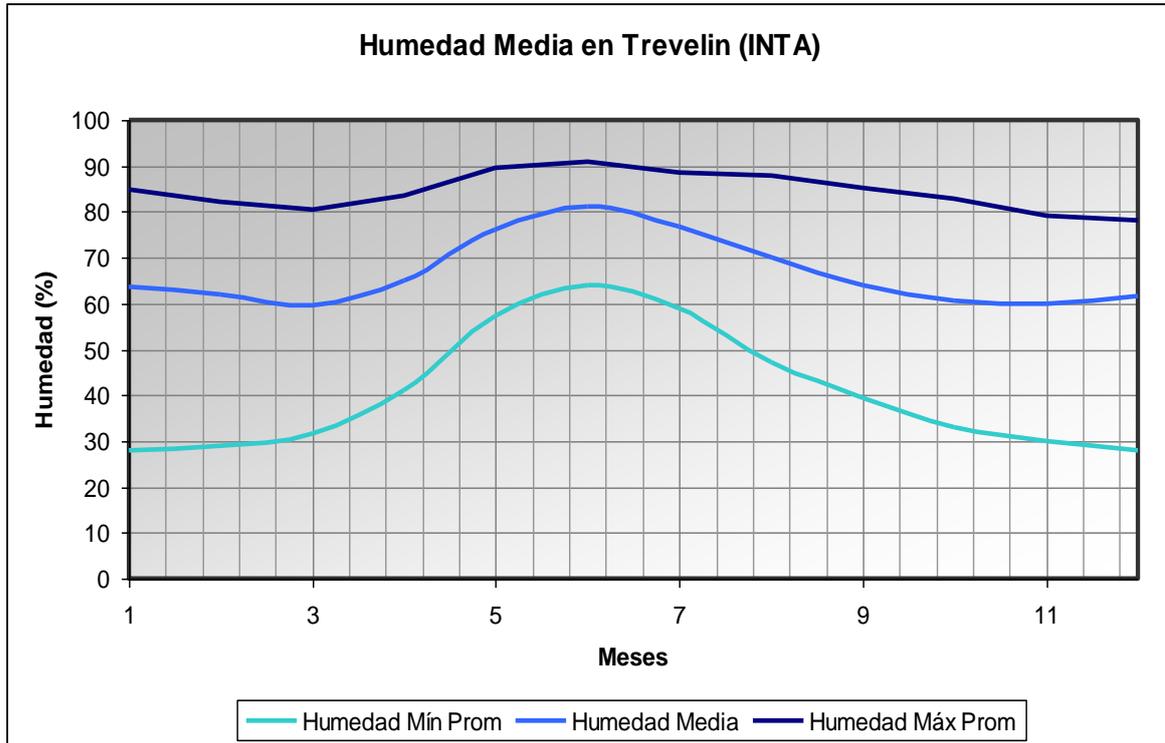
La Central se instalará en la zona donde la pendiente se hace nuevamente horizontal, al pié del cerro, aguas arriba de la Toma de Piscicultura, cercano a la ruta 259 que va a Chile, de fácil acceso con vehículos.

### **Características Climáticas de la zona**

Los datos de las Características Climáticas de la zona de emplazamiento se han obtenido del INTA TREVELIN.

Se detallan a continuación los valores que corresponden a mediciones realizadas entre los años 1970 y 2008.





Parámetro	Unid	Valores Promedios entre años 1970 y 2008											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiemb	Octubre	Noviemb	Diciemb
Temperatura Mínima Promedio	°C	8.2	7.6	5.4	2.7	1.3	0.0	-1.3	0.0	1.5	3.5	5.2	6.8
Temperatura Mínima Absoluta	°C	-2.0	-2.0	-4.1	-7.0	-13.4	-13.0	-15.0	-13.0	-8.6	-8.7	-5.0	-3.0
Temperatura Máxima Promedio	°C	23.7	23.8	20.9	15.7	10.8	7.6	7.3	10.3	13.8	17.0	19.9	21.6
Temperatura Máxima Absoluta	°C	36.5	37.5	35.0	27.0	22.0	17.6	20.0	21.0	25.0	29.0	32.5	36.0
Temperatura Media	°C	15.8	15.8	13.1	9.2	6.2	3.8	3.0	5.2	7.6	10.0	12.5	14.4
Humedad Máxima Promedio	%	84.7	82.1	80.6	83.5	89.6	91.0	88.7	87.9	85.2	82.9	79.1	78.0
Humedad Mínima Promedio	%	28.1	28.9	31.7	40.9	57.4	64.0	58.9	47.1	39.4	32.9	29.8	28.0
Humedad Media	%	63.8	62.0	59.7	64.9	76.1	81.0	76.8	70.0	64.1	60.6	60.0	61.5
Heladas (cantidad)		0.5	0.7	3.9	9.7	12.5	16.1	19.6	17.1	11.9	6.2	3.1	0.8
Precipitación Media Histórica	mm	47.8	35.9	54.8	79.9	156.8	155.9	152.3	117.1	74.0	57.7	51.2	46.7
Precipitación Media Acumulada	mm	47.8	83.7	138.5	218.4	375.2	531.1	683.5	800.5	874.5	932.2	983.4	1030.1

### **Características del Arroyo Baguilt y Tipo de Topografía**

El Arroyo Baguilt nace al pie del cerro Cónico, donde el deshielo forma una laguna a una altura de 1080 msnm. La laguna tiene una forma alargada y mide unos 2500 m de largo por 500 m de ancho medio, con una superficie aproximada de 125 Ha.

El Arroyo nace en el extremo oriental de la laguna y recorre su primer tramo de Oeste a Este durante 5000 m en donde desciende hasta cota 880 msnm. Este tramo de arroyo atraviesa un bosque de lenga y viene dentro de un cañadón bastante recto.

Promediando la cota 880 msnm, se llega a una planicie con vegetación baja, de características aluvionales, el arroyo gira su curso y sigue de Sur a Norte. Por unos 4250 m descendiendo desde cota 880 msnm a 750 msnm. En este tramo se sitúa la Obra de Toma del Aprovechamiento.

Luego, el arroyo se enfila a un cañadón de gran pendiente, que se orienta de Sur a Norte, donde desciende unos 380 m en un recorrido de unos 4000 m. Esta es la zona utilizada para la materialización del Salto del Aprovechamiento.

Posteriormente, recorre otros 4200 m sobre una topografía más plana, siempre en dirección Sur Norte, hasta desaguar en el Río Grande o Futaleufú. En este tramo el arroyo desciende unos 60 m hasta la cota 340 msnm.

Los caudales de este arroyo están aforados y el análisis estadístico de estas mediciones se trata, más adelante, en este documento.

**Fotografías de las zonas de Emplazamiento de las Obras**



Punto T1 – Obra de Toma sobre el Arroyo Baguilt



Zona de instalación de Tubería

## **Destino de la Energía Generada**

La energía generada estará destinada a ser inyectada en el SADI (Sistema Argentino de Interconexión, en el marco de las promociones de la Secretaría de Energía de la Nación, para la instalación de nuevas fuentes de generación renovable de energía. Se mejorará así la oferta de Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional, minimizando el consumo de combustibles fósiles en otras zonas del país.

Es de destacar que este proyecto se adecua a lo comprometido por Argentina al firmar el Protocolo de Kioto con referencia a la instalación de un 8% de la potencia en forma de Fuentes Renovables de Energía para el año 2016.

Cabe señalar que esta obra permitirá la generación de energía en forma limpia, sin degradación del Medio Ambiente, del tipo Renovable y sustentable en el tiempo.

Se anexa copia de la Nota firmada por el Secretario de Energía Ing. Luis Beuret con fecha Julio de 2009.

Entendemos que, además, será una importante obra para una comarca como Trevelin que tendrá un apreciable impacto sobre la economía regional, mejorando la calidad de vida de muchos de los integrantes de esa comunidad.



*Ministerio de Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios  
Secretaría de Energía  
Subsecretaría de Energía Eléctrica*

"2009 - Año de Homenaje a Raúl SCALABRINI ORTIZ"

NOTA S.S.E.E. N° **723**  
REF.: TRI-S01:0038546/2009

BUENOS AIRES, 20 JUL 2009

Señores  
Ing. Carlos FORMICA  
Ing. Fernando SIMIELE  
Calle 507 N° 2163  
(1897) - MANUEL B. GONNET  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Me dirijo a usted por medio de la presente, en el marco de las reuniones mantenidas en la SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA, a fin de manifestarle que el proyecto de la referencia cuenta con el beneplácito de la SECRETARÍA DE ENERGÍA y se alinea con la inserción sustentable de las energías renovables en la matriz energética argentina, correspondiéndose esto con las políticas sustantivas en materia de energías renovables que lleva adelante el Gobierno Nacional.

Cabe destacar que su ejecución incrementará la oferta de generación eléctrica, y contribuirá a lograr la meta establecida en la Ley N° 26.190 respecto a que en el año 2016, el OCHO POR CIENTO (8%) de la demanda eléctrica sea satisfecha con recursos renovables.

Saludo a usted atentamente.

  
Ing. Luis Alberto BEURET  
Subsecretario de Energía Eléctrica

## **2. ANÁLISIS DEL RECURSO**

Con motivo del estudio que se está realizando del aprovechamiento se han solicitado los datos de aforos a la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

Se han recibido los datos correspondientes a mediciones realizadas entre 1/8/1977 y 31/3/2005. Se trata de 27,5 años de datos.

Entre los datos recibidos se cuenta:

- Caudales Medios Diarios
- Caudales Medios Mensuales
- Caudal Máximo de cada mes
- Caudal Mínimo de cada mes
- Alturas medidas de agua en la escala
- Precipitaciones
- Aforos directos realizados

Se anexa la información hidrológica recibida.

Los datos de los Caudales Medios Mensuales y su duración ya vienen procesados en los archivos recibidos.

Los datos de caudales medios diarios han sido procesados de manera de obtener una curva de duración de caudales. Para ello se realiza lo siguiente

Se ordenan los 9653 valores de caudales diarios en forma ascendente.

Se divide al rango de caudales en determinada cantidad de subrangos.

Se cuenta la cantidad de datos que están comprendidos en cada subrango.

Se calcula el porcentaje de ocurrencias con respecto al N<sup>o</sup> total de datos.

Se obtiene una curva de porcentajes acumulados que representa a la duración.

La curva de Duración indica la probabilidad que se tiene que un caudal determinado se vea excedido.

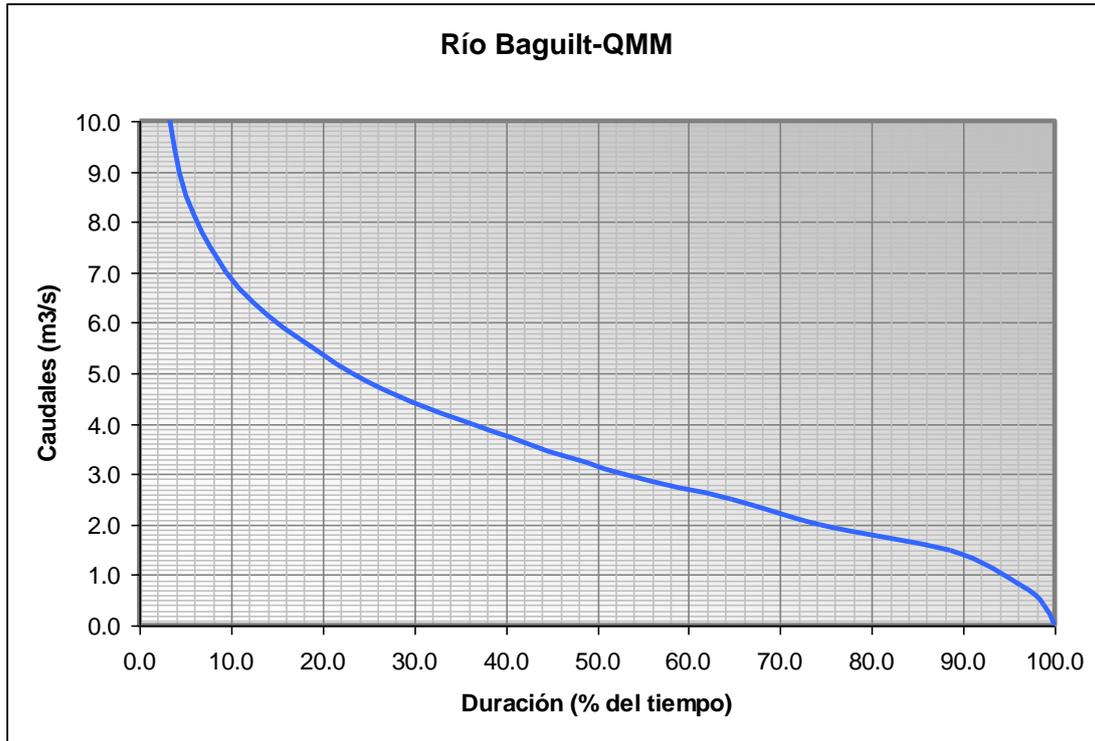
## Caudales medios mensuales del Arroyo Baggilt

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
77-78					4.85	7.90	10.30	9.77	6.55	5.15	3.09	2.70
78-79	1.62	4.02	4.15	5.63	3.21	2.95	4.67	4.38	4.19	2.46	1.88	1.75
79-80	1.47	9.70	10.19	5.47	13.43	5.85	7.09	9.44	6.93	2.35	4.32	3.06
80-81	2.97	4.36	6.88	5.54	8.48	5.50	3.77	5.91	6.92	3.69	2.36	1.16
81-82	1.16	11.27	6.78	4.67	3.75	5.73	5.47	6.84	5.04	4.95	3.29	1.81
82-83	0.93	2.43	3.82	2.75	4.88	8.27	4.34	4.24				
83-84	2.04	2.48	4.37	3.89	2.21	2.74	4.76			2.62	3.24	2.07
84-85	1.76	2.57	1.47	1.46	1.47	3.95	5.17	5.72	6.61	3.38	3.19	2.56
85-86	5.57	7.14	6.69	3.81	2.65	4.02	2.19	11.19	3.78	1.66	2.00	2.25
86-87	2.23	2.62								2.90	1.96	2.67
87-88	3.91	3.47	5.78	4.57	4.31	4.32	5.25	4.90	4.72	3.72	2.76	3.49
88-89	3.54	2.15	2.81	2.94	2.95	2.02	1.80	2.40	2.69	1.71	1.60	1.61
89-90	1.63	1.49	2.68	2.01	2.61	2.77	2.72	3.20		1.43	0.78	
90-91	4.13	3.63	5.45	3.81	4.66	3.74	4.47	2.64	3.94	2.15	1.63	1.63
91-92	1.95	2.11	1.87	2.53	3.02	6.09	2.85	4.25	6.43	2.88	2.38	1.73
92-93	1.67	2.52	2.03	1.61	1.77	2.12	4.31	7.49	7.03	6.56	4.64	1.89
93-94	2.18	6.72	17.52	10.29	2.09	1.79	2.79	2.39	4.10	1.69	1.50	1.38
94-95	1.91	6.97	8.22	3.00	3.62	4.75	3.84	4.47	5.36	3.93	2.71	1.94
95-96	4.04	7.67	7.20	9.05	6.27	8.89	16.45	17.13	12.15	5.55	4.50	5.10
96-97	8.37	5.52	5.53	1.74	4.26	1.55	1.50	1.60	1.58	1.69	1.75	1.42
97-98	2.01	1.83	2.20	4.14	6.89	2.50	2.70	3.64	1.97	1.04	0.49	0.20
98-99	0.24	0.76	0.98	1.77	2.23	1.42	1.86	2.14	1.56	1.14	1.00	0.99
99-00	0.91	1.19	2.01	2.74	7.02	4.36	3.00	3.87	3.39	0.63	0.06	0.00
00-01	0.58	0.95	2.93	1.60	3.02	1.75	5.12	3.38	3.84	1.75	3.62	1.60
01-02	1.23	2.05	3.34	2.86	4.35	3.04	4.88	3.42	2.86	1.79	1.70	3.77
02-03	3.22	5.49	3.57	3.13	5.47	3.87	8.23	7.86	6.35	5.14	3.00	1.23
03-04	0.63	0.71	3.60	2.98	5.35	4.41	4.92	4.83	3.75	2.87	1.40	1.01
PROM	2.38	3.92	4.88	3.76	4.42	4.09	4.79	5.48	4.86	2.95	2.33	1.96
MAX	8.37	11.27	17.52	10.29	13.43	8.89	16.45	17.13	12.15	6.56	4.64	5.10
MIN	0.24	0.71	0.98	1.46	1.47	1.42	1.50	1.60	1.56	0.63	0.06	0.00

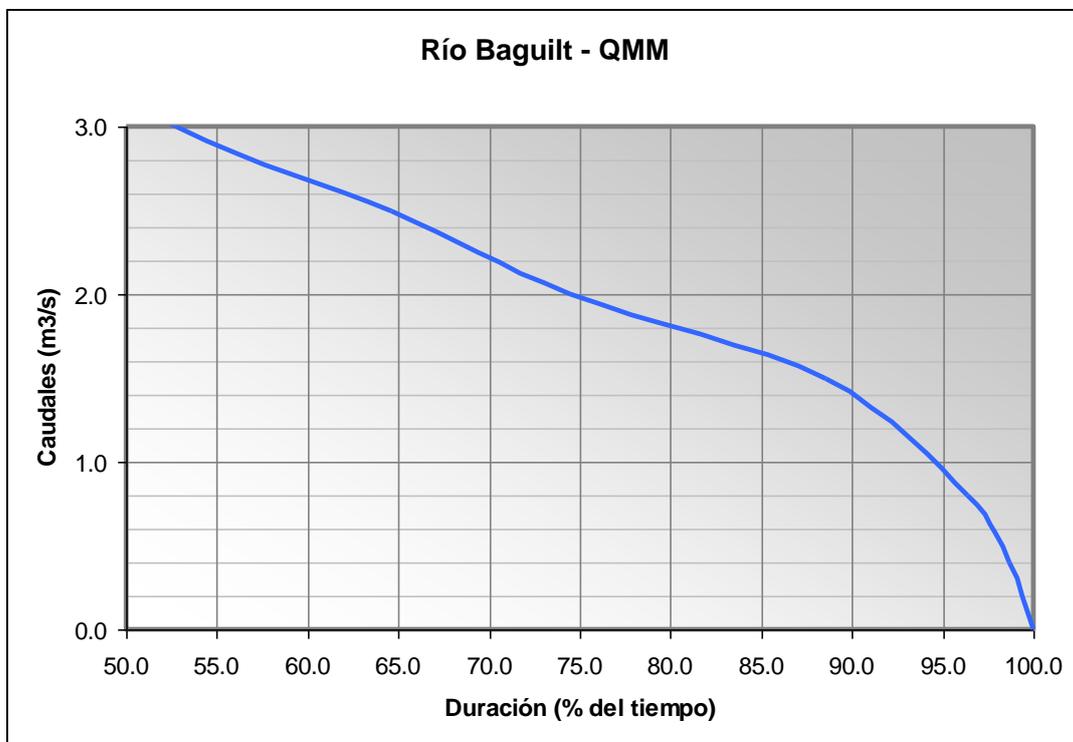
## Curva de Duración de caudales Arroyo Baggilt Años 1977/1978 al 2003/2004

Duraciones (% del tiempo)	0	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	100
Caudales (m3/s)	17.52	8.46	6.93	5.46	4.85	4.37	3.81	3.13	2.7	2.15	1.96	1.76	1.47	0.99	0,00

El Caudal Módulo del Arroyo Baguilt resulta ser: **Q mód = 3,85 m³/s** (Serie de Caudales Medios Mensuales)



**Curva de Duración de caudales del Arroyo Baguilt**



**Curva de Duración de caudales del Arroyo Baguilt ampliada**

Luego de una serie de evaluaciones se ha adoptado como caudal para el aprovechamiento 1,8 m<sup>3</sup>/s.

Se han adoptado como caudal máximo para las obras de alivio un caudal de 100 m<sup>3</sup>/s. El máximo caudal medio diario registrado en la Estadística es de 50,7 m<sup>3</sup>/s.

Cabe señalar que el Arroyo Baggilt se origina en un lago que tiene el mismo nombre, y sobre el cual no se llevará a cabo ninguna obra de complementaria de represamiento como tampoco en ninguna etapa del proyecto ni de su vida útil.

### **Curvas de Duraciones Mensuales**

Para una mejor interpretación del recurso se procedió a confeccionar las Curvas de Duraciones correspondientes a cada mes del año.

Para ello se ordenaron los datos de QMD de acuerdo a lo que se observa en **“Duraciones de cada mes Arroyo Baggilt”**.

Luego se clasificaron los caudales en intervalos de 0,2 en 0,2 m<sup>3</sup>/s y se contaron la cantidad de eventos que se produjeron dentro de cada intervalo. Conociendo el total de eventos se calculó el porcentaje que representa la muestra contenida en cada intervalo.

Por último se calculó la Duración correspondiente a cada caudal, o sea la cantidad de muestras (en porcentaje) que superan al caudal seleccionado.

El resultado de los cálculos puede apreciarse en las planillas que a continuación se presentan:

**Arroyo Baguilt – Cálculo de las Duraciones de los Caudales correspondientes a cada mes del año  
Serie Completa 1977 al 2005**

Intervalo de Caudal (m3/s)			N° de eventos para cada intervalo											
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
0	a	0.2	9	36	64	39	1	0	8	0	0	0	0	0
0.2	a	0.4	7	10	20	11	4	0	9	0	0	0	0	0
0.4	a	0.6	5	5	2	18	31	0	2	0	0	0	0	0
0.6	a	0.8	6	34	1	13	12	2	3	0	0	0	0	0
0.8	a	1	12	24	38	58	33	16	0	0	0	4	0	0
1	a	1.2	29	36	87	41	33	23	23	0	7	12	0	5
1.2	a	1.4	51	23	46	66	34	12	17	0	10	13	0	17
1.4	a	1.6	44	50	120	65	60	44	103	38	46	37	16	19
1.6	a	1.8	91	119	119	97	39	56	65	46	80	36	29	23
1.8	a	2	54	50	68	39	54	33	26	47	25	22	27	14
2	a	3	216	205	157	141	183	132	179	253	153	133	126	123
3	a	5	210	115	81	139	168	222	212	215	290	317	265	264
5	a	7	80	43	29	64	90	121	89	131	127	139	164	152
7	en	adelante	23	13	5	19	95	119	70	107	72	123	153	127

## Arroyo Baguilt – Cálculo de las Duraciones de los Caudales correspondientes a cada mes del año Serie Completa 1977 al 2005

Intervalo de Caudal (m3/s)			Duraciones en % del Tiempo													
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
0	a	0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	a	0.4	99	95	92	95	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100
0.4	a	0.6	98	94	90	94	99	100	98	100	100	100	100	100	100	100
0.6	a	0.8	97	93	90	92	96	100	98	100	100	100	100	100	100	100
0.8	a	1	97	89	90	90	94	100	97	100	100	100	100	100	100	100
1	a	1.2	95	86	85	83	90	98	97	100	100	100	100	100	100	100
1.2	a	1.4	92	81	75	78	86	95	94	100	99	98	100	99	99	99
1.4	a	1.6	86	78	69	70	82	93	92	100	98	97	100	97	97	97
1.6	a	1.8	81	71	55	62	75	88	80	95	92	92	98	98	94	94
1.8	a	2	70	56	41	50	70	80	71	90	82	88	94	94	91	91
2	a	3	63	49	32	45	64	76	68	84	79	85	91	91	90	90
3	a	5	37	22	14	27	42	59	46	54	60	69	75	73	73	73
5	a	7	12	7	4	10	22	31	20	28	25	31	41	38	38	38
7	en	adelante	3	2	1	2	11	15	9	13	9	15	20	17	17	17

### **Depuración de la Serie de datos.**

Como puede apreciarse, en los meses de Febrero, Marzo y Abril, se tienen datos espurios. La distribución de los eventos debería darse según una campana de Gauss.

Por ello se resolvió depurar los datos y analizar la serie hasta el año 1996. El trabajo se realizó de la misma forma que se detallara precedentemente.

El resultado de los cálculos se presenta a continuación:

### **Nota:**

Los datos de QMD presentan valores en cero o cercanos a cero en el año 2005. Personas que viven en ese lugar desde hace 40 años aseguran que el Arroyo Baguilt nunca se ha secado y que en estos momentos se encuentra en el mínimo caudal que recuerden. ***Por ello se sugiere la utilización de la Serie limitada 1977 al 1996 como la más representativa de la realidad.***

**Arroyo Baguilt – Cálculo de las Duraciones de los Caudales correspondientes a cada mes del año  
Serie Limitada 1977 al 1996**

Intervalo de Caudal (m3/s)			N' de eventos para cada intervalo												
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
0	a	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	a	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	a	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	a	0.8	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8	a	1	0	1	0	27	4	0	0	0	0	0	0	0	0
1	a	1.2	0	2	21	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2	a	1.4	34	12	29	51	8	0	5	0	0	0	0	0	0
1.4	a	1.6	18	30	97	59	41	35	72	34	20	32	14	16	
1.6	a	1.8	67	91	105	84	29	43	49	41	54	33	24	17	
1.8	a	2	35	35	67	37	45	19	16	33	19	20	13	6	
2	a	3	145	164	148	121	147	69	123	170	116	103	78	49	
3	a	5	175	102	63	87	148	152	160	166	179	212	149	162	
5	a	7	66	38	25	64	78	106	76	85	111	91	118	127	
7	en	adelante	18	7	3	19	88	116	57	60	71	98	144	119	

**Arroyo Baguilt – Cálculo de las Duraciones de los Caudales correspondientes a cada mes del año  
Serie Limitada 1977 al 1996**

Intervalo de Caudal (m3/s)			Duraciones en % del Tiempo													
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
0	a	0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	a	0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	a	0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	a	0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8	a	1	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	a	1.2	100	94	100	95	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.2	a	1.4	100	94	96	92	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.4	a	1.6	94	92	91	83	98	100	99	100	100	100	100	100	100	100
1.6	a	1.8	91	86	74	72	91	94	86	94	96	95	97	97	97	97
1.8	a	2	79	68	55	58	86	86	77	87	87	89	93	93	93	93
2	a	3	72	61	43	51	78	82	75	82	84	86	91	92	92	92
3	a	5	46	29	16	30	53	69	53	53	63	68	76	82	82	82
5	a	7	15	9	5	15	28	41	24	25	32	32	49	50	50	50
7	en	adelante	3	1	1	3	15	21	10	10	12	17	27	24	24	24

## **Definición del Caudal de diseño del Aprovechamiento**

Analizaremos a continuación lo que consta en los Procedimientos de CAMESA,

### **4.6.4.2. MAXIMA POTENCIA CONTRATABLE**

Para los Generadores Hidroeléctricos, la máxima potencia **mensual** contratable, correspondiente a una central hidroeléctrica, está limitada por la potencia máxima entregable equivalente a la potencia máxima generable en cada mes con una probabilidad de excedencia del 95% durante 5 horas.

***A los efectos de la determinación de la Máxima Potencia Contratable en cada mes, la potencia máxima generable correspondiente no deberá resultar inferior a la potencia media mensual calculada a partir de la Máxima Energía Contratada de cada mes.***

### **4.6.4.3. MAXIMA ENERGIA CONTRATABLE**

***La máxima energía anual contratada correspondiente a una central hidroeléctrica está limitada por un valor denominado energía firme (EFIRM).***

***Con los modelos de optimización y simulación de la operación vigente y la Base de Datos Estacional acordada, el OED debe obtener la serie de energías mensual con que resulta despachada en los siguientes años cada central hidroeléctrica para la serie histórica de caudales considerando un nivel inicial y final igual al máximo de operación normal. Con dicha serie, el OED debe calcular la energía mensual de esa central como la correspondiente a una probabilidad de excedencia del SETENTA POR CIENTO (70%).***

En virtud de lo anterior se adoptan las siguientes consignas:

Caudal máximo a instalarse:	1,8 m <sup>3</sup> /s
Salto nominal:	320 m
Potencia Máxima a generarse:	4775 kW

Se procede a calcular la energía que se puede producir con una posibilidad de excedencia del 70% del tiempo para cada uno de los meses del año (EFIRM).

Para cada mes del año se calculará la Potencia Media que generaría en cada uno de los meses la energía EFIRM calculada.

**Arroyo Baguilt – Cálculo de las Energías correspondientes a cada mes del año con  
Probabilidades de excedencia del 70%  
Serie Completa 1977 al 2005**

Intervalo de Caudal (m3/s)			Energía para cada intervalo (MWh)											
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
0	a	0.2	393	348	380	373	395	382	393	395	382	395	382	395
0.2	a	0.4	389	337	360	361	393	382	389	395	382	395	382	395
0.4	a	0.6	386	334	355	354	385	382	386	395	382	395	382	395
0.6	a	0.8	383	325	354	347	375	382	385	395	382	395	382	395
0.8	a	1	379	311	345	330	364	377	384	395	382	394	382	395
1	a	1.2	370	297	315	307	349	368	378	395	380	390	382	393
1.2	a	1.4	351	283	284	282	333	359	369	395	376	384	382	388
1.4	a	1.6	328	266			311	345	339	386	363	372	378	378
1.6	a	1.8	296				287	321	298	366	333	355	367	367
1.8	a	2												
2	a	3												
3	a	5												
5	a	7												
7	en	adelante												
Energía (MWh)			3275	2503	2392	2354	3192	3298	3320	3515	3364	3475	3420	3500
Potencia (MW)			4.40	3.72	3.22	3.27	4.29	4.58	4.46	4.72	4.67	4.67	4.75	4.70

Energía Anual: 37.607 MWh / año

## Arroyo Baguilt – Cálculo de las Energías correspondientes a cada mes del año con Probabilidades de excedencia del 70% - Serie Limitada 1977 al 1996

Intervalo de Caudal (m3/s)			Energía para cada intervalo (MWh)											
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
0	a	0.2	395	357	395	382	395	382	395	395	382	395	382	395
0.2	a	0.4	395	357	395	382	395	382	395	395	382	395	382	395
0.4	a	0.6	395	357	395	382	395	382	395	395	382	395	382	395
0.6	a	0.8	395	347	395	382	395	382	395	395	382	395	382	395
0.8	a	1	395	337	395	373	393	382	395	395	382	395	382	395
1	a	1.2	395	336	387	357	392	382	395	395	382	395	382	395
1.2	a	1.4	383	331	370	333	389	382	393	395	382	395	382	395
1.4	a	1.6	364	317	325	296	372	370	366	383	375	384	377	388
1.6	a	1.8	334	274			349	342	323	358	351	362	364	375
1.8	a	2												
2	a	3												
3	a	5												
5	a	7												
7	en	adelante												
Energía MWh)			3450	3013	3056	2887	3474	3386	3450	3505	3400	3510	3415	3527
Potencia (MW)			4.64	4.48	4.11	4.01	4.67	4.70	4.64	4.71	4.72	4.72	4.74	4.74

Energía Anual: 40.073 MWh / año

Esto se corresponde con un Factor de Planta de 0,95

**Cálculo de las energías de cada mes utilizando la Serie Limitada de QMD del Arroyo Baquilt**

Se han calculado las energías correspondientes a cada intervalo de caudales, hasta llegar al Q máx de 1,8 m<sup>3</sup>/s, teniendo en cuenta las duraciones de la planilla anterior.

En los meses de Marzo y Abril se limitó el caudal a 1,6 m<sup>3</sup>/s ya que la duración para ese valor está en el orden de 70 % en esos meses.

Para los meses restantes, el cálculo incluyó hasta el Q máx = 1,8 m<sup>3</sup>/s ya que las duraciones igualan o superan el 70% para esos meses.

La última fila de la planilla tiene calculadas las Potencias Medias que serían capaces de producir las energías EFIRM trabajando en forma constante. Estos valores de Potencia resultan ser las Potencias Máximas Contratables para cada mes del año.

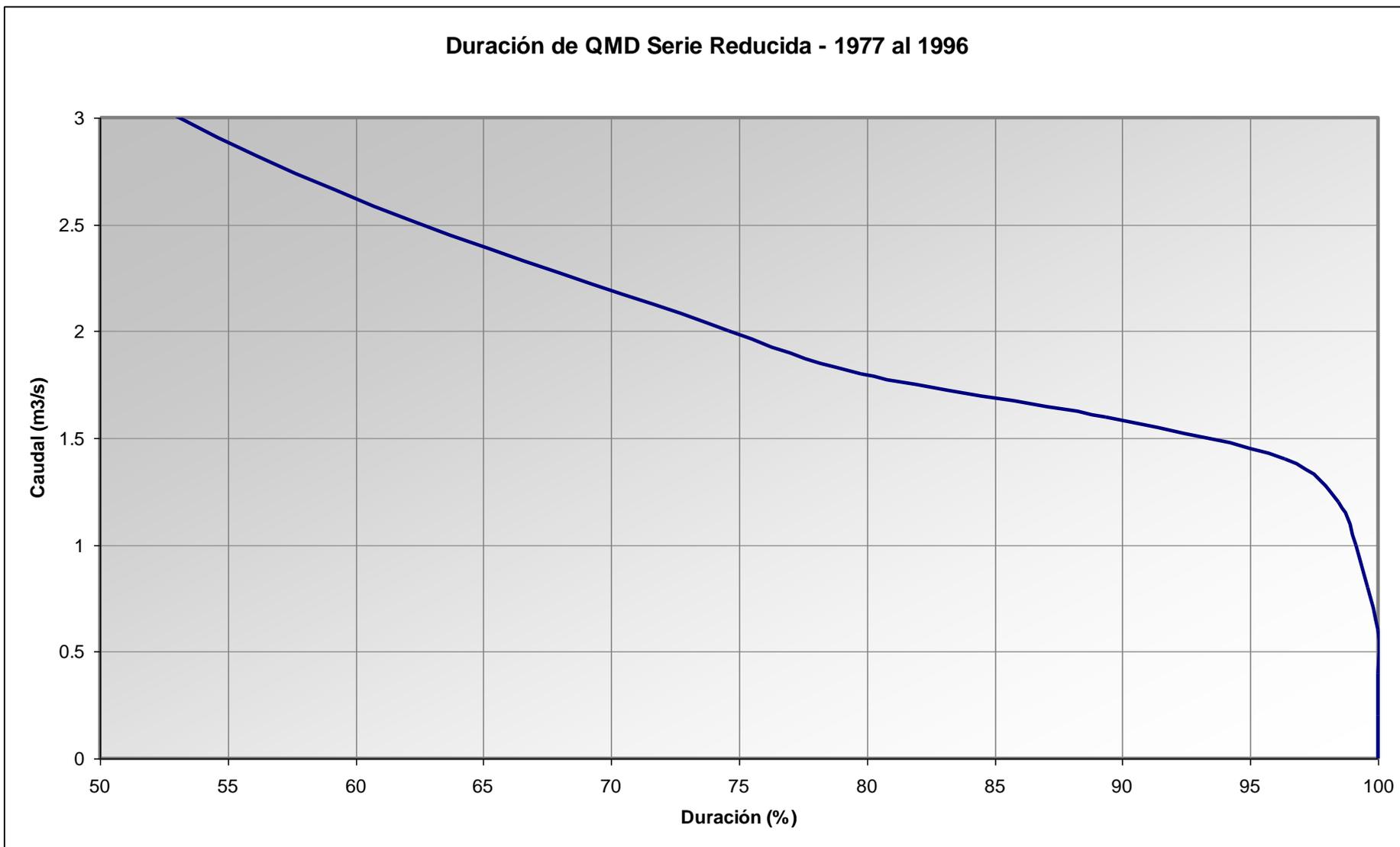
Puede observarse que las energías anuales no difieren mucho por considerarse la Serie Completa de datos o la Serie Limitada.

Energía anual Serie Completa = 0,938 x Energía anual de la Serie Limitada

Si se efectúan los cálculos para otras Probabilidades de Excedencia del Caudal, resulta:

Energía Anual 50% PE	(MWh)	41829
Energía Anual 70% PE	(MWh)	40073
Energía Anual 90% PE	(MWh)	34640

Estos valores han sido verificados por el Ing. Horacio NAIBO de CAMMESA.



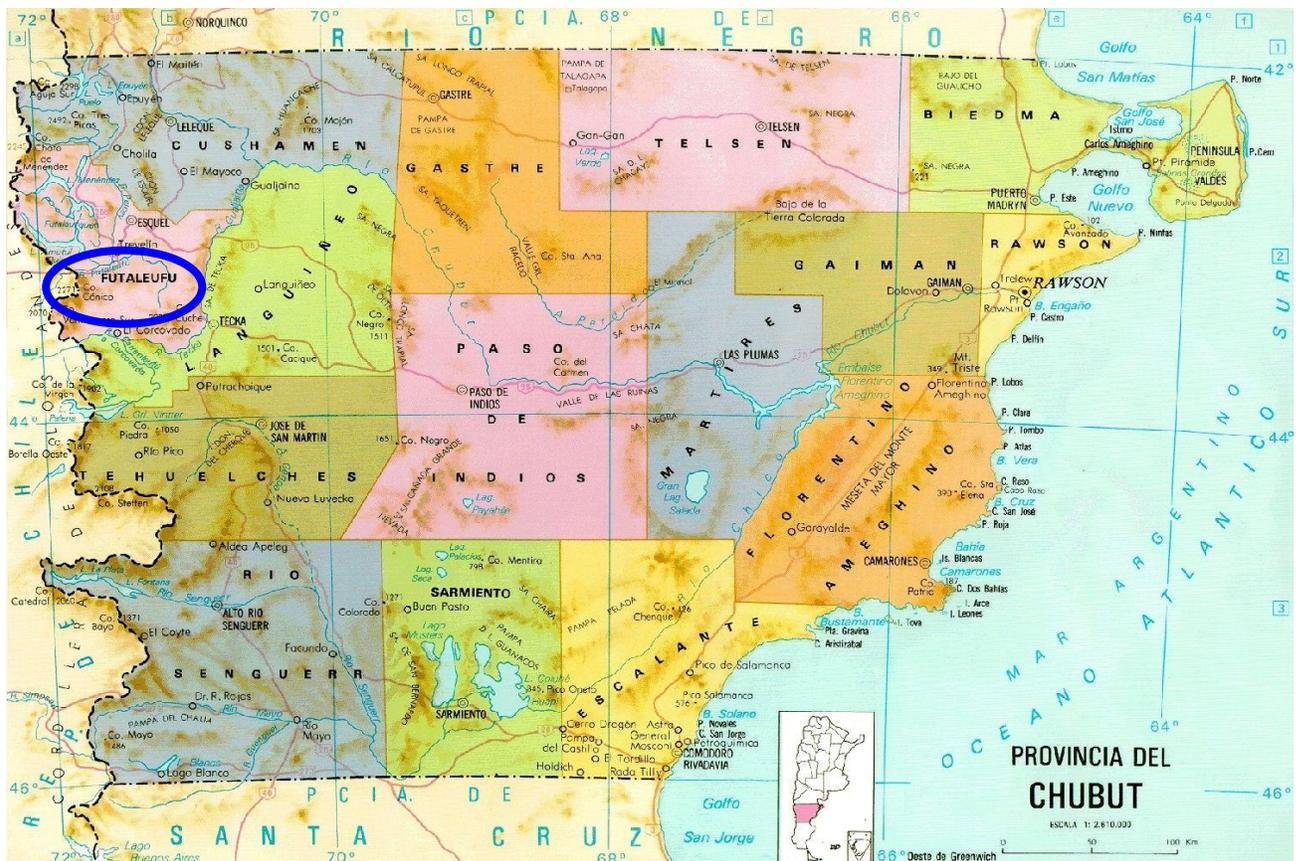
### **3. DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO**

#### **3.1. UBICACIÓN**

El acceso a la central se podrá efectuar desde la ruta 259 que va al paso internacional de Futaleufú.

El acceso a la zona donde se construiría la Obra de Toma se realiza por un camino vecinal que llega hasta la zona misma del cierre.

El camino puede ser variado para acceder por zonas de menor pendiente y tener mejor acceso durante los meses de invierno.



**Zona valle del Arroyo Futaleufú y Arroyo Baguilt**



### **3.2. OBRA DE TOMA**

La toma se haría por medio de un pequeño azud (del orden del metro de altura) que tendrá en su coronamiento una toma tipo Tirol o parrilla. El azud estará conformado por un canal de H<sup>o</sup> A<sup>o</sup> que en su parte superior tiene una rejilla que deja pasar el agua a su interior. Este canal permite derivar el agua hacia el exterior del cauce donde se instalará el desarenador-desripiador.

Las coordenadas del punto fueron tomadas con un GPS GARMIN modelo e trex VISTA.

Punto 1: Obra de Toma

Coordenadas: X = 289207 m Y = 5207831 m Z = 760,5 m

Volcadas estas coordenadas en el Google Earth se tiene que el punto está en cota 770 m.

Para la determinación de las cotas se tomarán los valores dados por el Google ya que siempre tienen la misma diferencia con respecto a las cotas medidas con el GPS.

Cota de Toma adoptada: 771 m

El arroyo tiene, en este lugar, un ancho que oscila entre los 6 y los 8 m. Con una elevación del orden de 1 m se podrá construir el canal de toma y derivación. De esta manera se captará un caudal de hasta 2,5 m<sup>3</sup>/s, el cual será derivado lateralmente hacia el desripiador.

### **3.3. DESRIPIADOR**

El agua que proviene de la obra de toma, accede a un reservorio de dimensiones adecuadas para que se produzca el quietamiento y la decantación del material grueso presente en el escurrimiento. Se busca que

decan ten partículas de hasta 0,5 mm. Las partículas de menor tamaño requieren de un reservorio de dimensiones mayores que será el correspondiente a la cámara de carga.

## **Decantación de los materiales gruesos**

La cámara de carga funcionará como decantador para aquellas partículas de tamaño superior a 0,4 mm.

Para ello se determina la velocidad de escorrentía horizontal máxima de acuerdo a la partícula que quiere sedimentarse. En nuestro caso para  $d = 0,4$  mm se tiene un coeficiente  $a = 44$ .

$$Vd = a \times \sqrt{d} = 44 \times \sqrt{0.4} = 27,8 \text{ cm/s}$$

La longitud del desripiador se adopta en función de la siguiente expresión:

$$L = \left( \frac{Vd}{(Vs - 0.04 \times Vd)} \right) \times h$$

Donde: h es la altura de sedimentación

El valor Vs (velocidad de sedimentación) se obtiene en función de la relación de densidades entre la partícula y el agua y del menor tamaño de la partícula que quiere sedimentarse.

Para nuestro caso Vs resulta ser:  $Vs = 7,5$  cm/s

Por lo tanto, de la expresión anterior, puede calcularse que  $L = 3,84$  h. Si adoptamos  $h = 1,8$  m se tendrá una longitud  $L = 6,9$  m.

Para tener una velocidad de escorrentía de 25 cm/s se deberá tener un ancho B dado por:

$$Q/Vd = \text{Area} = B \times h$$

Entonces:

$$B = \frac{Q}{Vd \times h} = \frac{1,8 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,25 \text{ m/s} \times 1,8 \text{ m}} = 4,00 \text{ m}$$

Por lo tanto las dimensiones resultantes son:

Ancho:	4,0 m
Altura de sedimentación:	1,8 m
Longitud de sedimentación:	6,9 m
Angulo de transición:	15°
Longitud de Transición:	3,75 m

### **Paso del agua hacia la tubería principal**

Una vez que el agua ha atravesado el desripiador, pasa a través de dos orificios de una pared divisoria. Cada orificio tiene una longitud de 1,50 m y una altura de 0,60 m. La cota inferior de los orificios está en 769,70 m, unos 90 cm por encima de la cota del piso del desripiador.

Delante de los orificios se encuentra una pantalla de 1,85 m de altura que baja desde la losa superior hasta la cota 769.65. Esta pantalla coincide con el extremo del vertedero aliviador de caudales excedentes. De esta manera los elementos flotantes son bloqueados por la pantalla y eliminados a través del vertedero lateral.

La cota de agua en el desripiador, en la cámara que comunica con la tubería de conducción, cuando circulen  $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , será de 770,5 m.

El inicio de la tubería será construido en tubería metálica. Una Válvula mariposa de accionamiento manual por medio de reductor mecánico se colocará a la salida del desripiador. Aguas debajo de la válvula mariposa se colocará una chimenea de aireación que permitirá la entrada de aire durante el proceso de vaciado de la tubería forzada, evitando que se generen presiones negativas por succión.

En la parte final del tramo metálico, se colocará una virola o anillo de 150 mm de longitud y 30 mm de espesor, el cual estará mecanizado en su superficie exterior a un diámetro igual al diámetro exterior de la tubería de P.R.F.V. a instalarse. De esta manera se podrá instalar un manguito de acople que vincule a la tubería metálica con la de P.R.F.V.

A partir de ese punto la tubería será de P.R.F.V. de 800 mm de diámetro.

### **Derivación de agua por la purga para limpieza del Desripiador**

En la parte inferior del desripiador se instalará una compuerta de purga para efectuar la limpieza del material sedimentado. La compuerta tiene unas dimensiones de 0,80 m x 0,80 m y permitirá erogar un caudal que permita el lavado del material sedimentado al pie del muro divisorio.

El agua erogada será restituida al arroyo por medio del mismo canal construido para evacuar los caudales excedentes.

### **3.4. TUBERIAS DE CONDUCCIÓN DESRIPIADOR – CÁMARA DE CARGA**

El agua será conducida desde el desripiador hasta la Cámara de Carga por medio de tuberías de P.R.F.V. de 800 mm de diámetro.

Punto 10: Cámara de carga (medido con GPS Garmin)

Coordenadas: X = 290335 m Y = 5211726 m Z = 715.1 m

Este punto ubicado en el Google tiene una cota de 730 m. Adoptamos la cota del Google de 730 m para la cota de terreno en correspondencia con la cámara de carga.

La longitud de la tubería será de 4250 m entre el desripiador y la cámara de carga.

La altura que puede perderse en este tramo de escurrimiento entre el desripiador y la cámara de carga es de unos 38 m. La cámara de carga funcionará con un nivel de agua situado en 731 m (1 m por encima del nivel del terreno) para un caudal de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

Se presenta a continuación el cuadro con el que se han calculado las pérdidas de energía en el escurrimiento para una caudal de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

#### **Planilla de cálculo de pérdidas de energía**

Longitud	Diam.	Caudal	Reynolds	f	j	V	V <sup>2</sup> /2g	J fricc	Jlocal	J Total
(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	[-]	[-]	[-]	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
4250	0.700	1.8000	2923254	0.0097	0.0154	4.68	1.11	65.57	4.46	70.03
4250	0.800	1.8000	2557847	0.0099	0.0081	3.58	0.65	34.36	2.61	36.97
4250	0.900	1.8000	2273642	0.0101	0.0046	2.83	0.41	19.43	1.63	21.06

Las pérdidas locales han sido verificadas con un coeficiente de pérdidas igual a 4 (del lado de la seguridad)

Como se ve en el cuadro, el diámetro que debe instalarse es el de 800 mm, que es el mínimo diámetro compatible con la diferencia de cotas verificado entre la cámara de Carga y el Desripiador.

### **3.5. CAMARA DE CARGA**

El agua que proviene de la obra de toma, accede a un reservorio de dimensiones adecuadas para que se produzca el aquietamiento y la decantación del material fino presente en el escurrimiento. Se busca que decanten partículas de hasta 0,2 mm debido a que se trabajará con un salto importante. Se evitará así excesivos daños por erosión en los rodetes e inyectores de la turbinas.

#### **Decantación de los materiales finos**

La cámara de carga funcionará como decantador para aquellas partículas de tamaño superior a 0,2 mm.

Para ello se determina la velocidad de esorrentía horizontal máxima de acuerdo a la partícula que quiere sedimentarse. En nuestro caso para  $d = 0,2$  mm se tiene un coeficiente  $a = 44$ .

$$Vd = a \times \sqrt{d} = 44 \times \sqrt{0.2} = 19,7 \text{ cm/s}$$

Adoptaremos  $Vd = 15 \text{ cm/s}$

La longitud del desarenador se adopta en función de la siguiente expresión:

$$L = \left( \frac{Vd}{(V_s - 0.04 \times Vd)} \right) \times h$$

Donde: h es la altura de sedimentación

El valor  $V_s$  (velocidad de sedimentación) se obtiene en función de la relación de densidades entre la partícula y el agua y del menor tamaño de la partícula que quiere sedimentarse.

Para nuestro caso  $V_s$  resulta ser:  $V_s = 2,5 \text{ cm/s}$

Por lo tanto, de la expresión anterior, puede calcularse que  $L = 7,9 \text{ h}$ . Si adoptamos  $h = 2 \text{ m}$  se tendrá una longitud  $L = 15,8 \text{ m}$ .

Para tener una velocidad de escorrentía de  $15 \text{ cm/s}$  se deberá tener un ancho B dado por:

$$Q/Vd = \text{Area} = B \times h$$

Entonces:

$$B = \frac{Q}{Vd \times h} = \frac{1,8 \text{ m}^3/\text{s}}{0,15 \text{ m/s} \times 2,0 \text{ m}} = 6,0 \text{ m}$$

Por lo tanto las dimensiones resultantes son:

Ancho:	6,0 m
Altura de sedimentación:	2,0 m
Longitud de sedimentación:	16,0 m
Angulo de transición:	15°
Longitud de Transición:	7,5 m

### **Derivación del agua hacia la tubería a través de válvula mariposa**

Una vez que el agua ha atravesado la cámara de Carga, pasa por encima de una pared vertedero cuyo coronamiento se encuentra a 0,80 m por debajo del nivel de la superficie libre del desarenador y se comunica con la cámara desde donde sale la tubería.

La cota de agua en la Cámara de Carga, al circular 1,8 m<sup>3</sup>/s, será de 731,0 m.

El inicio de la tubería será construido en tubería metálica. Una Válvula mariposa de accionamiento manual por medio de reductor mecánico se colocará en la salida del desarenador. Aguas debajo de la válvula mariposa se colocará una chimenea de aireación que permitirá la entrada de aire durante el proceso de vaciado de la tubería forzada, evitando que se generen presiones negativas por succión.

En la parte final del tramo metálico, se colocará una virola o anillo de 150 mm de longitud y 30 mm de espesor, el cual estará mecanizado en su superficie exterior a un diámetro igual al diámetro exterior de la tubería de P.R.F.V. a instalarse. De esta manera se podrá instalar un manguito de acople que vincule a la tubería metálica con la de P.R.F.V.

A partir de ese punto la tubería será de P.R.F.V. de 1000 mm de diámetro.

### **Derivación de agua por la purga para limpieza de la Cámara de Carga**

En la parte inferior de la cámara de carga se instalará una tubería de purga para efectuar la limpieza del material sedimentado. Esta tubería de purga dispondrá de una válvula mariposa de accionamiento manual para poder operar. El agua erogada por la tubería descargará a una cámara de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> que también recibe las erogaciones del vertedero de excedente de caudales. Desde esta cámara sale una tubería de PRFV que conducirá el agua de purgado a una

zona del campo donde no produce efectos perjudiciales. La distancia aproximada será de 50m.

El caudal a erogarse en la maniobra de purgado será del orden de los 500 l/s. Para ello se colocará una tubería de 500 mm de diámetro y 6 m de longitud. Se dispone de una carga hidráulica de 2,50 m.

### **Derivación de agua hacia el arroyo cuando no circule agua por la tubería forzada**

En los casos en los que los turbogrupos se encuentren detenidos, el caudal que proviene de la tubería produciría el rebalse de la cámara de carga.

Para evitar esto se instalará una válvula automática comandada a flotante. La misma va cerrando el paso de agua a medida que el nivel de la cámara sube hasta llegar a un cierre total.

El caudal filtrante de la válvula producirá un rebalse de la cámara de carga.

Para este fin, el desarenador dispone de una cámara que recibe el rebalse de un vertedero que fija la cota máxima y que por medio de una tubería permite erogarse el caudal de rebalse nuevamente al arroyo.

En caso de que la válvula se trabe o se rompa, un caudal del orden de 2m<sup>3</sup>/s deberá ser evacuado por encima del vertedero.

La cresta de la pared vertedero se redondeará, conformando un perfil tipo Bradley. El coeficiente  $\mu$  es entonces 0,75. En nuestro caso adoptamos el coeficiente C igual a 1 correspondiente a un caso de caída completa. El ancho B corresponde a 12,0 m.

$$Q = \frac{2}{3} C \mu B (2g)^{1/2} h^{3/2} \quad \text{de donde:}$$

$$h = \left( \frac{3/2 \times Q}{\mu \times B \times \sqrt{2 \times g}} \right)^{2/3}$$

Se presenta la tabla con los valores de los caudales para las distintas alturas de la lámina vertiente.

H (m)	Q (m3/s)
0.05	0.421
0.10	1.182
0.15	2.153
0.20	3.287

Una tubería de diámetro 800 mm es capaz de conducir 2 m3/s con una longitud de 100 m con una pérdida de carga de 4,24 m.

### **3.6. TUBERIA FORZADA**

El agua será conducida desde la Cámara de Carga hasta la Central por medio de una tubería de P.R.F.V. de 1,00 m de diámetro. La longitud de este recorrido es de 2400 m.

La cámara de carga funcionará con un nivel de agua situado en 731 m para un caudal de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

La altura de energía que se perderá en el escurrimiento para una tubería de P.R.F.V: de 1000 mm de diámetro y un caudal de 1,8 m<sup>3</sup>/s será de 7,66 m entre pérdidas locales y de fricción. Se ha adoptado una Sumatoria de los K de 4 para el cálculo de las pérdidas locales. Adoptamos como pérdida el valor 8,00 m

La cota de terreno en donde se instalará la central es de 400 m, medida en el Google Earth. El punto relevado con el GPS GARMIN arrojó una cota 392 m. Obsérvese que siempre la cota del GPS está en 10 m por debajo de lo obtenido en el Google. Como ya hemos dicho, adoptamos las cotas del Google para el anteproyecto.

Por lo tanto la cota de eje de las turbinas podrá ser adoptada en será de 401m.

El salto neto resultante será:

Salto Neto = Cota CC – Cota eje turbina – Pérdidas de energía =

Salto Neto = (731-401-8,00) m = 322,00 m

### **3.7. CENTRAL**

La central estará construida en mampostería, sobre zapatas de H<sup>o</sup> A<sup>o</sup>, con estructura de H<sup>o</sup> A<sup>o</sup>. La cubierta será a dos aguas y el piso será de H<sup>o</sup> A<sup>o</sup>.

En su interior se dispondrán las siguientes dependencias:

- Sala de Turbogrupos
- Sala de Tableros
- Sala de Visitantes
- Taller

La Sala de Máquinas alojará a 4 Grupos Pelton de 3 inyectores cada uno. Cada turbina será capaz de turbinar un caudal de 450 l/s. La potencia de cada grupo será de 1200 kW.

La cota de la Sala de turbinas será 400 m. Esta cota se puede adoptar como segura ante las crecidas máximas.

## Equipamiento de la Central

### Características del Aprovechamiento:

Longitud tubería forzada:	2400 m
Diámetro de la tubería forzada:	1,0 m
Salto neto del Aprovechamiento (Q = 1800 l/s):	320,0 m
Potencia Activa eléctrica de la central (Q = 3000 l/s):	4800 kW
Potencia Aparente eléctrica (cos fi = 0,8)	6000 KVA

### Turbinas Hidráulicas:

Cantidad de turbogrupos:	4
Turbina tipo:	Pelton
Cantidad de Inyectores:	3
Salto:	320,0 m
Caudal máximo por inyector:	150 l/s
Nro de cucharas del rodete:	23
Diámetro del centro de chorros en el rodete:	480 mm
Diámetro de la tobera:	65 mm
Rendimiento hidráulico:	90 %
Apoyos del eje:	Rodam. Osc. de rodillos
Volante de inercia:	Diámetro: 1,60 m Peso Volante: 2200 kg
Potencia Mecánica Máxima:	1300 kW
Velocidad de rotación:	1500 rpm
Material del rodete:	Acero Inox. AISI 304
Material del eje:	SAE 4140
Material del resto de la turbina:	SAE 1020
Válvula Mariposa de ingreso a la turbina:	Automatizada por PLC

## **Generador Eléctrico:**

Tipo:	Sincrónico, autoexcitado y sin escobillas
Sistema de refrigeración:	Por aire
Velocidad nominal:	1500 rpm
Coseno phi	Entre 0,8 y 1
Frecuencia:	50 Hz
Tensión a plena carga:	400 Vca regulable a voluntad +/- 12%
Acoplamiento:	Directo por medio de acople elástico
Aislación:	Clase F
Regulación:	Electrónica, desvío menor 5%
Garantía de calidad:	ISO 9001
Rendimiento:	93 %
Potencia Activa máxima generador:	1200 KW
Potencia Aparente máxima generador:	1500 KVA
Corriente máxima por fase	2000 A
Tablero Eléctrico:	Mediciones, Protecciones, Regulación de frecuencia, Sistemas de seguridad

## **Regulación de Frecuencia:**

Tipo:	Electrónico, a través de PLC SAIA
Estab. de frec. con cambios de potencia (20% Pot máx):	desvío inferior al 5%
Regulación en funcionamiento aislado:	regulación de frecuencia por control de caudal de inyectores
Regulación en funcionamiento en paralelo:	por nivel de agua en Cámara de Carga

Alarmas: Potencia inversa,  
Frecuencia, Tensión,  
Corriente máxima, corriente  
de neutro.

Velocidad de muestreo del PLC: 50 veces por segundo

Automatismos: Arranque, Parada por  
alarmas Parada por el  
usuario

**Tablero Eléctrico:**

Interruptores: Marca ABB Sacce de 2500 A  
por fase

Alarmas: Relés Electrónicos de  
monitoreo de Potencia  
inversa, Frecuencia,  
Tensión, Corriente de fase,  
corriente de neutro.

Medición de parámetros eléctricos: Analizador de energía  
CIRCUTOR que mide 30  
parámetros eléctricos.

Brazo de Sincronismo: Nollmann

**Horas anuales de funcionamiento**

Se supone que la central estará fuera de servicio un máximo de 15 días anuales debido a tareas de mantenimiento ordinario, fallas de alguno de los componentes, fallas en el sistema de líneas de distribución, o algún otro factor.

Por lo tanto se contemplará este aspecto en el cálculo de la energía generada anualmente.

## **Determinación de la Potencia máxima de generación.**

La potencia de generación se calcula con la expresión siguiente:

$$N \text{ (kW)} = 9,8 H \text{ (m)} Q \text{ (m}^3\text{/s)} \eta_t \eta_g \eta_{el}$$

Donde:

H : Salto Neto (320,0 m)

Q : Caudal máximo (1,8 m<sup>3</sup>/s)

$\eta_t$  : Rendimiento de turbina a caudal máximo (90 %)

$\eta_g$  : Rendimiento del generador a plena potencia (93 %)

Reemplazando:

$$N \text{ máx} = 4725 \text{ kW}$$

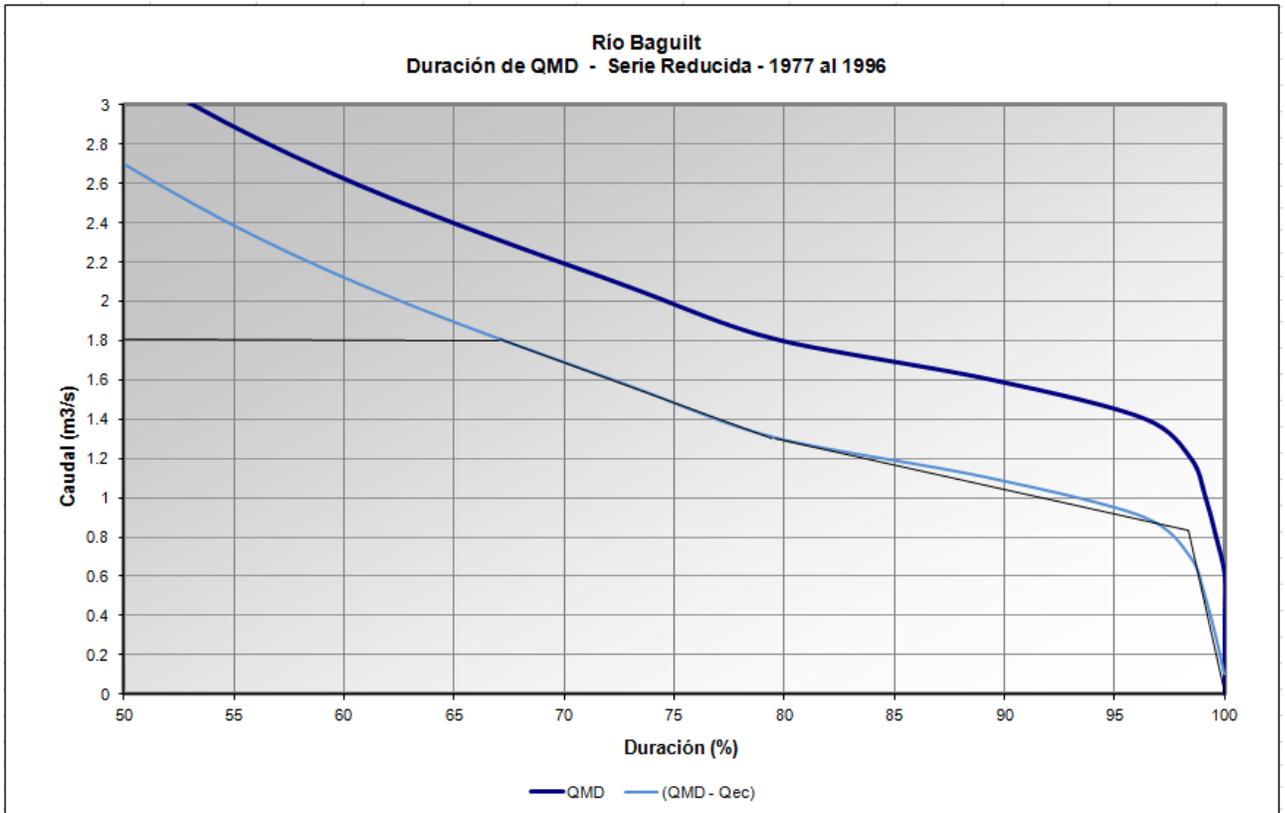
## **Determinación de la Generación de Energía Anual**

La energía se calcula como la integración de la potencia disponible en el tiempo. Para ello nos auxiliaremos con la curva de duración de caudales.

$$\text{Energía} = 9,8 \times H \times \eta_t \times \eta_g \times \eta_{el} \times \int Q(t) dt$$

En realidad utilizaremos la Curva de Duración de Caudales a la que se le descuenta el Caudal Ecológico de 0,5 m<sup>3</sup>/s. (Ver: Determinación del caudal Ecológico para el Arroyo Baguilt)

Se determinará la producción anual de energía para el caudal máximo a turbinar:



Curva de Duración de Caudales del Arroyo Baguilt

La integral del caudal en el tiempo se puede calcular como el área encerrada bajo la curva de caudales y bajo la recta  $Q = 1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Por lo tanto:

$$\int Q \, dt = 8760 \text{ hs/año} \times 0,67 \times 1,8 \text{ m}^3/\text{s} + 8760 \times (0,80 - 0,67) \times (1,8 + 1,3)/2 + 8760 \times (0,98 - 0,67) \times (1,3 - 0,8)/2 + 8760 \times (1,0 - 0,98) \times (0,8)/2 =$$

$$\int Q \, dt = 14055,42 \text{ m}^3/\text{s hs/año}$$

Como:  $Energía = 9,8 \times H \times \eta_t \times \eta_g \times \int Q(t) \, dt$

Entonces:

Energía anual =  $9,8 \times 320,0 \text{ m} \times 0,90 \times 0,93 \times 14055,42 \text{ m}^3/\text{s hs/año} =$

**Energía anual = 37.289,816 kWh/año**

Factor de planta =  $37.289.816 \text{ kWh/año} / (4725 \text{ kW} * 8760 \text{ hs/año}) =$

Factor de planta = 0,90

### **3.8. LINEA DE TRANSMISIÓN**

La energía generada por la central será transportada por una Línea de Media tensión de 33 kV de 15 km de longitud, cuya traza está prevista por la banquina de la ruta 259 que une la localidad de Trevelin con el paso fronterizo de Futaleufú.

Luego de recorrer los 15 km de traza se llega a una Sub Estación de distribución ubicada en las afueras de Trevelin (paraje 5 esquinas) que la Cooperativa 16 de Octubre de la localidad de Esquel piensa tener operativa en un plazo de 2 años.

La línea estará construida con postes de hormigón.

La línea de 33 kV existente entre las ciudades de Trevelin y Esquel (perteneciente a la Cooperativa 16 de octubre) tiene un nodo de conexión con la Línea de 132 kV Futaleufú - El Coihue perteneciente al Sistema Interconectado Nacional (SADI).

**PRESUPUESTO ESTIMADO DE OBRAS**

**US\$ 13.700.000 (Trece Millones Setecientos mil dólares)**