

NOTAS

--

REFERENCIA

--

NOTAS INSPECCION

--

QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN  
PREVIA AUTORIZACION DE REPRESAS PATAGONIA UTE

0A	EMISION ORIGINAL	29-11-2016	LC	LC	GP	JC
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ	VERIFICÓ

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

NOMBRE		FECHA	<h2 style="margin: 0;">GENERAL</h2> <p style="margin: 0;">DISEÑO DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA E HIDROAMBIENTAL DE GESTION DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA CRUZ – ETAPA 1</p>			
EJECUTÓ	LC	11-09-15				
REPRES. TEC.						
		Etapa Proyecto:				
		PB				
		Nivel desarrollo:				
		100				
Pag.	Form.	Esc.	Doc. N°	Rev.		
1/92	A4	s/e	GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001	0A		

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 2 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	OBJETIVOS.....	6
3.	ALCANCE.....	7
4.	TAREAS DESARROLLADAS.....	8
4.1.	Campaña de Reconocimiento.....	8
4.1.1.	Estación Río Santa Cruz en Presa Néstor Kichner.....	8
4.1.2.	Estación Río Santa Cruz en Presa Jorge Cepernik.....	11
4.2.	Diseño de la Red Hidrometeorológica.....	14
4.2.1.	Subsistema o Red de Recolección.....	15
4.2.1.1.	Topología de la Red.....	15
4.2.1.1.1.	Características Climatológico de la cuenca.....	16
4.2.1.1.2.	Análisis Hidrológico.....	35
4.2.1.1.	Descripción de las estaciones Remotas (ER).....	49
4.2.1.2.	Ubicación de las estaciones de medición.....	50
4.2.1.1.	Componente de las Estaciones.....	52
4.2.1.1.1.	Componentes Comunes.....	52
4.2.1.1.2.	Estaciones Hidrométricas.....	52
4.2.1.1.3.	Estaciones Pluviográficas.....	52
4.2.1.1.4.	Estaciones Meteorológicas.....	52
4.2.1.1.5.	Estaciones Nivelológica.....	53
4.2.1.2.	Frecuencia de Mediciones.....	53
4.2.2.	Subsistema de Comunicación o Transmisión de Datos.....	53
4.2.2.1.	Subsistema de Comunicación.....	53
4.2.2.1.1.	Sistema de Transmisión de Datos.....	55
4.2.2.1.2.	Software del Datalogger.....	55
4.2.2.1.3.	Software de Configuración.....	55
4.2.2.1.4.	Software de Recepción.....	55
4.2.3.	Subsistema de Procesamiento de Datos.....	56
4.2.3.1.	Estación Maestra.....	56
4.2.3.2.	Banco de Datos.....	56
4.2.4.	Aforos Líquidos.....	57
4.2.5.	Descripción de Estaciones.....	58
4.2.5.1.	Río La Leona en La Leona.....	58
4.2.5.1.	Laguna Azul en Seccional PN Guanaco.....	59
4.2.5.1.	Lago Rico en PN Los Glaciares.....	62
4.2.5.2.	Lago Argentino en El Calafate.....	64
4.2.5.3.	Río Santa Cruz en Charles Fuhr.....	66
	Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.....	68
4.2.5.4.	Río Santa Cruz en Presa N. Kirchner.....	68
4.2.5.5.	Río Santa Cruz en Presa J Cepernic.....	73
4.2.5.6.	Río Santa Cruz en Ruta Nac. N° 3 – Isla Pavón.....	75
4.2.5.7.	Intermedia - Río Santa Cruz entre Isla Pavon y Estuario Puerto Santa Cruz.....	77
4.2.5.8.	Punta Quilla Estuario Río Santa Cruz.....	78
4.2.6.	Descripción del Equipamiento.....	81
4.2.6.1.	Transceptor Datalogger- Orbcomm/GPRS.....	81
4.2.6.2.	Antena Látigo ORCOMM.....	81
4.2.6.3.	Antena GSM.....	81
4.2.6.4.	Baterías.....	81
4.2.6.5.	Panel Solar.....	81
4.2.6.6.	Regulador de Tensión.....	81
4.2.6.7.	Gabinete.....	82
4.2.6.8.	Protección de Antena.....	82

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 3 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

4.2.6.9.	Escalas Hidrométricas.....	82
4.2.6.10.	Sensor de Presión.....	82
4.2.6.11.	Pluviógrafo.....	83
4.2.6.12.	Cerco perimetral.....	83
4.2.6.13.	Torre Soporte.....	83
4.2.6.14.	Abrigo Meteorológico.....	83
4.2.6.15.	Sensor de Velocidad de Viento.....	84
4.2.6.16.	Dirección de Viento.....	84
4.2.6.17.	Temperatura Ambiente.....	84
4.2.6.18.	Humedad Relativa Ambiente.....	84
4.2.6.19.	Protector de Radiación (para Sensores de T/H).....	84
4.2.6.20.	Radiación Solar.....	84
4.2.6.21.	Presión Atmosférica.....	85
4.2.6.22.	Termómetro de Máxima.....	85
4.2.6.23.	Termómetro de Mínima.....	85
4.2.6.24.	Tanque de Evaporación.....	85
4.2.6.25.	Pluviómetro para el tanque.....	85
4.2.6.26.	Anemómetro.....	85
4.3.	Diseño de la Red Hidroambiental.....	86
4.3.1.	Objetivo.....	86
4.3.2.	Estaciones de Monitoreo.....	86
4.3.2.1.	Estaciones 2015.....	86
4.3.2.1.	Estaciones 2017.....	87
4.3.3.	Equipos a instalar.....	89
4.3.4.	Operación y Mantenimiento de la Red.....	90

## FIGURAS

FIGURA N° 1 – INSTALACIÓN DE ESCALA.....	9
FIGURA N° 2 – PUNTOS FIJOS.....	10
FIGURA N° 3 – UBICACIÓN TERMÓMETRO DIGITAL PROVISORIO.....	10
LAS SIGUIENTES COORDENADAS UBICAN LOS SITIOS QUE FUERON DEFINIDOS EN CONJUNTO CON EL COMITENTE Y TENIENDO EN CUENTA LA UBICACIÓN DE LAS FUTURAS OBRAS (FIGURA N° 4 – CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA ESTACIONES LIMNIGRÁFICA Y METEOROLÓGICA EN INMEDIACIONES DE PRESA N KIRCHNER.....	11
FIGURA N° 5 – CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA ESTACIONES LIMNIGRÁFICA Y METEOROLÓGICA EN INMEDIACIONES DE PRESA N KIRCHNER.....	11
FIGURA N° 6 – INSTALACIÓN DE ESCALAS.....	12
FIGURA N° 7 – PUNTO FIJO DE REFERENCIA.....	13
FIGURA N° 8 – CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA ESTACIONES LIMNIGRÁFICA Y METEOROLÓGICA.....	14
FIGURA N° 9 – UBICACIÓN DE ESTACIONES.....	16
FIGURA N° 10 – MARCHA MENSUAL DE LA EVAPORACIÓN EN LA ESTACIÓN LAGO ARGENTINO EN CALAFATE PERÍODO 1993-2015.....	18
FIGURA N° 11 – MARCHA ANUAL DE LA EVAPORACIÓN EN LA ESTACIÓN LAGO ARGENTINO EN CALAFATE PERÍODO 1993-2015.....	18
FIGURA N° 12 – EVAPORACIÓN MEDIA MENSUAL DE LA SERIE.....	20
FIGURA N° 13 – MARCHA MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN. LAGO ARGENTINO EN CALAFATE.....	21
FIGURA N° 14 – MARCHA ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN. LAGO ARGENTINO EN CALAFATE.....	21
FIGURA N° 15 – MARCHA MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN EN SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR.....	22
FIGURA N° 16 – MARCHA ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR.....	22
FIGURA N° 17 – HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DE LA SERIE.....	29
FIGURA N° 18 – HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DE LA SERIE.....	29
FIGURA N° 19 – TEMPERATURAS DE LAGO ARGENTINO EN EL CALAFATE.....	30
FIGURA N° 20 – TEMPERATURAS MEDIAS, MÁXIMA Y MÍNIMA MENSUALES DE LA SERIE.....	31
FIGURA N° 21 – MARCHA ANUAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS, MÍNIMA MEDIA Y MÁXIMA MEDIA MENSUALES.....	32
FIGURA N° 22 – MARCHA ANUAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS, MÍNIMA MEDIA Y MÁXIMA MEDIA MENSUALES.....	33
FIGURA N° 23 – MARCHA ANUAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS, MÍNIMA MEDIA Y MÁXIMA MEDIA MENSUALES.....	33

 <b>REPRESAS PATAGONIA</b> ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 4 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

FIGURA N° 24 – MARCHA ANUAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS, MÍNIMA MEDIA Y MÁXIMA MEDIA MENSUALES CHARLES .....	34
FIGURA N° 25 – MARCHA ANUAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS, MÍNIMA MEDIA Y MÁXIMA MEDIA MENSUALES.....	34
FIGURA N° 26 – UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIONES HIDROMÉTRICAS.....	35
FIGURA N° 27 – DIAGRAMA DE BOX & WHISKER .....	39
FIGURA N° 28 – ÁRBOL JERÁRQUICO HORIZONTAL PARA CINCO Y PARA TRES ESTACIONES.....	40
FIGURA N° 29 – SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR .VS. RÍO CENTINELA EN RP 70.....	41
FIGURA N° 30 – SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR .VS. RÍO MITRE EN RP 11.....	42
FIGURA N° 31 – SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR .VS. RÍO DE LAS VUELTAS EN P.N. LOS GLACIARES .....	43
FIGURA N° 32 – SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR .VS. RÍO LA LEONA EN LA LEONA.....	45
FIGURA N° 33 – LAGO ARGENTINO (CALAFATE) VS. RÍO SANTA CRUZ (CHARLES FUHR)VS LAGO RICO. (1993/2015).....	46
FIGURA N° 34 – ROTURA GLACIAR: 11 DE MARZO DE 2004.....	47
FIGURA N° 35 – ROTURA GLACIAR: 10 DE MARZO DE 2006.....	47
FIGURA N° 36 – ROTURA GLACIAR: 04 DE JULIO DE 2008.....	48
FIGURA N° 37 – FOTOS DE LOS POSIBLES SITIOS .....	52
FIGURA N° 38 – CONSTELACIÓN ORBCOMM.....	54
FIGURA N° 39 – SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	55
FIGURA N° 40 – RÍO LA LEONA EN LA LEONA.....	58
FIGURA N° 41 – LAGUNA AZUL EN SECCIONAL LOS GUANACOS .....	60
FIGURA N° 42 – EJEMPLOS DE INSTALACIÓN DE ESTACIONES NIVOMÉTRICAS.....	61
FIGURA N° 43 – LAGO RICO EN P. N. LOS GLACIARES.....	63
FIGURA N° 44 – LAGO ARGENTINO EN EL CALAFATE.....	65
FIGURA N° 45 – RÍO SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR .....	67
FIGURA N° 46 – CROQUIS DE LA PLANTA DEL CERCO METEOROLÓGICO.....	69
FIGURA N° 47 – CROQUIS DEL PERFIL DEL CERCO METEOROLÓGICO.....	70
FIGURA N° 48 – CROQUIS DE UBICACIÓN DE EQUIPAMIENTO A 10 M SOBRE LA ANTENA.....	71
FIGURA N° 49 – CROQUIS UBICACIÓN DE EQUIPAMIENTO A 20 M SOBRE LA ANTENA.....	71
FIGURA N° 50 – RÍO SANTA CRUZ EN RUTA NAC. N° 3 .....	75
FIGURA N° 51 – ISLA PAVÓN Y EL ESTUARIO PUERTO SANTA CRUZ .....	77
FIGURA N° 52 – PUNTA QUILLA ESTUARIO RÍO SANTA CRUZ .....	79

## TABLAS

TABLA 1 – TABLA DE ESTACIONES.....	17
TABLA 2 – EVAPORACIÓN MENSUAL EN LAGO ARGENTINO EN CALAFATE (MM) .....	19
TABLA 3 – PRECIPITACIÓN MENSUAL EN LAGO ARGENTINO EN CALAFATE (MM).....	23
TABLA 4 – ESTACIÓN SANTA CRUZ EN CHARLES FUHR - PRECIPITACIÓN MENSUAL (MM) .....	25
TABLA 5 – ESTADÍSTICOS DE LAS SERIES .....	36
TABLA 6 – UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES.....	50
TABLA 7 – ESTACIONES DE MEDICIÓN DE CAUDAL LÍQUIDO .....	57

 <b>REPRESAS PATAGONIA</b> ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 5 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

## 1. INTRODUCCIÓN

Los eventos de crecidas ordinarias o extraordinarias pueden producir en algunos sistemas, impactos negativos tales como modificaciones en el medioambiente, destrucción de bienes, importantes problemas de comunicación y por sobre todo, graves peligros para las poblaciones en condiciones de vulnerabilidad hídrica.

Estos efectos pueden ser mitigados por medio de distintas acciones, por ejemplo con la construcción de obras que posean una cierta capacidad reguladora, tales como los embalses de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Para evaluar la dimensión de tales obras, es necesario el conocimiento de los procesos y la dinámica de las variables hidrometeorológicas e hidroambientales a nivel de cuenca hidrológica.

Este conocimiento se logra a través del desarrollo de un **sistema de monitoreo de la cuenca**, conformado por una red hidrometeorológica e hidroambiental, la cual se describe a continuación.

 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 6 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

## 2. OBJETIVOS

El presente informe tiene por objeto presentar el diseño de la Red de Monitoreo Hidrometeorológico e Hidroambiental de la Cuenca del Río Santa Cruz para los Aprovechamientos Hidroeléctricos Río Santa Cruz denominados “Presidente Néstor Kirchner” y “Gobernador Jorge Cepernic”, conformado por la determinación de la ubicación de las estaciones de medición, instrumental a instalar, frecuencias de medición, tareas de instalación, operación y mantenimiento de la Red.

Los objetivos particulares de esta red son:

- Monitoreo de variables hidrometeorológicas en la cuenca de aporte a los futuros embalses.
- Monitoreo de variables hidrometeorológicas del río Santa Cruz en el entorno de estos emplazamientos.
- Monitoreo de variables hidroambientales en el río Santa Cruz, así como también en su estuario y en el Lago Argentino

Al solo efecto de facilitar su instrumentación, la red hidrometeorologica e hidroambiental fue desagregada en dos etapas:

- Etapa 1 - Red hidrometeorologica
- Etapa 2 - Red hidroambiental

No obstante, ambas redes trabajarán en forma coordinada y complementaria para producir la información requerida.

La *red hidrometeorológica* tiene como objetivo dejar implementado un sistema de monitoreo permanente, que luego podrá ser potenciado y escalado con la incorporación de un modelo hidrológico para simular los procesos hidrológicos de comportamiento de la cuenca fluvial en estudio, y estimar a partir del estado actual de la cuenca, los niveles de agua y caudales futuros. Este modelo podrá ser implementado y calibrado con la información recopilada por la red hidrometeorológica. De esta forma, migraría a un nivel superior, pasando a ser una Red de Monitoreo, Alerta y Pronóstico de Crecidas. Además, permitiría también incorporar a futuro parámetros de calidad del agua y otras variables tales como altura de embalse, evaporación en embalse, erogaciones, etc.

La red hidroambiental a su vez, prevé el monitoreo de las variables de calidad de agua y limnológicas del sistema Lago Argentino – Río Santa Cruz, incluso en forma previa a la conformación de los embalses dando continuidad a los estudios realizados en la LBA.

En esta entrega se presenta a la Inspección la Etapa 1 - Red Hidrometeorologica y la Etapa 2 - Red Hidroambiental.

 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 7 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

### 3. ALCANCE

Básicamente este informe cumplimenta el alcance correspondiente a las Etapa 1 y Etapa 2, con el diseño propuesto para cada red, donde se incluye la definición de sitios de medición, equipamientos y la elaboración de especificaciones técnicas de todo el sistema.

 <b>REPRESAS PATAGONIA</b> ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 8 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

## 4. TAREAS DESARROLLADAS

### 4.1. Campaña de Reconocimiento

El día 29 de Julio del 2015 se procedió a iniciar la campaña para determinar los emplazamientos de las estaciones componentes de la red hodrometeorológica e hidroambiental para ambas presas.

Hasta ese momento, “no se contaba con señal de Telefonía Celular GPRS o 3G o H” en los sitios donde se instalarán las Estaciones Meteorológicas y Limnimétricas.

Los sitios posibles en donde se podrían instalar las otras estaciones remotas son:

- Río de las Vueltas en El Chaitén (Parque Nacional los Glaciares).
- Río La Leona en La Leona
- Río Santa Cruz en Charles Fuhr
- Lago Argentino en Calafate
- Lago Rico en Parque Nacional los Glaciares.
- Lago Viedma-Lago Argentino
- Río Santa Cruz en Ruta Nacional N° 3

Se realizaron las siguientes tareas:

- Instalación de escalas hidrométricas en ambos cierres.
- Instalación provisoria de un sensor de temperature en el campamento NK.

#### 4.1.1. Estación Río Santa Cruz en Presa Néstor Kichner

Esta ubicación fue seleccionada para brindar la información meteorológica e hidrométrica útil durante la etapa constructiva y la posterior etapa de operación de la red.

Se realizó la instalación de un hidrómetro compuesto de dos escalas hidrométricas de un metro cada uno, un punto fijo y un termómetro digital en el campamento de eje de presa.

Las coordenadas son las siguientes:

Escala Tramo 1-2 m: 50° 12' 35.7" S 70° 47' 31.6" O

Escala Tramo 2-3 m: 50° 12' 36.0" S 70° 47' 31.9" O

Punto Fijo: 50° 12' 37.3" S 70° 47' 33.1" O

Termómetro: 50° 12' 49.7" S 70° 47' 06.6" O

Por el momento y hasta que se realice la instalación de los sensores de nivel definitivos se instalaron las escalas en estas ubicaciones coincidentes o cercanas al eje de presa ya que son las más accesibles para su lectura diaria por el personal de obra, pero luego se los trasladarán al sitio definitivo.

Las escalas se instalaron respetando aproximadamente la altura del río Santa Cruz en Charles Fuhr y midiéndose en ese día la altura hidrométrica de 1,87 m.

A fin de dar cota al cero de la escala se dio cota arbitraria al punto fijo igual a 100m, y por nivelación se dio cota al cero igual a 95,101 m.

El personal de topografía de la obra deberá medir la cota IGN correspondiente a este punto fijo.

Igualmente, el termómetro digital que se instaló en las gamelas del campamento, una vez que estén instaladas la estación meteorológica se instalarán los termómetros digitales definitivos.

 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 9 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

**A continuación se exponen en Figura N° 1 – Instalación de Escala**

Figura N° 1 – Instalación de Escala; Figura N° 2 – Puntos Fijos  
Figura N° 3 – Ubicación Termómetro Digital Provisorio:



**Figura N° 1 – Instalación de Escala**

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 10 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001



**Figura N° 2 – Puntos Fijos**



**Figura N° 3 – Ubicación Termómetro Digital Provisorio**

También se determinó una posible ubicación de la estación meteorológica completa y una estación hidrométrica y de aforos en el entorno de cada una de las obras.

Los criterios de selección de la ubicación de la estación limnigráfica fueron los siguientes:

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 11 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

- La sección seleccionada deberá ser estable en el tiempo.
- Las líneas de flujo tendrán que ser lo más paralelas a las márgenes, para poder inferir que no existen diferencias de alturas entre ambas márgenes. y que permitan realizar los aforos con perfiles de velocidades transversales a la sección.
- Deberá estar lo suficientemente alejada de la descarga de la presa para que no existan turbulencias.
- El lugar debe ser accesible
- Se trató de seleccionar un sitio alejado de la zona de obras para que no sea una interferencia durante la etapa constructiva, pero que a la vez no sea esté demasiado lejano de los puentes a los efectos de que se permita aforar desde allí, una vez construidos.

Las siguientes coordenadas ubican los sitios que fueron definidos en conjunto con el comitente y teniendo en cuenta la ubicación de las futuras obras (Figura N° 4 – Croquis de Ubicación de la Estaciones Limnigráfica y Meteorológica en inmediaciones de presa N Kirchner

):

**Instalación de LIMNIGRAFO**

50°13'02.91261"S, 70°44'36.71159"O (en coordenadas geográficas)

X:48982.589m, Y:22246.000 m (en proyección Sistema Local Mercator Transversa- Porgar 07).

**Instalación estación Meteorológica Completa**

50°13'07.64000"S, 70°45'35.62698"O (en coordenadas geográficas)

X:48836.886 m, Y:21077.943 m (en proyección Sistema Local Mercator Transversa- Porgar 07)

En el sitio de la estación meteorológica completa, el Comitente deberá realizar la instalación de la antena de 20 m soporte de los sensores dentro del cerco meteorológico.

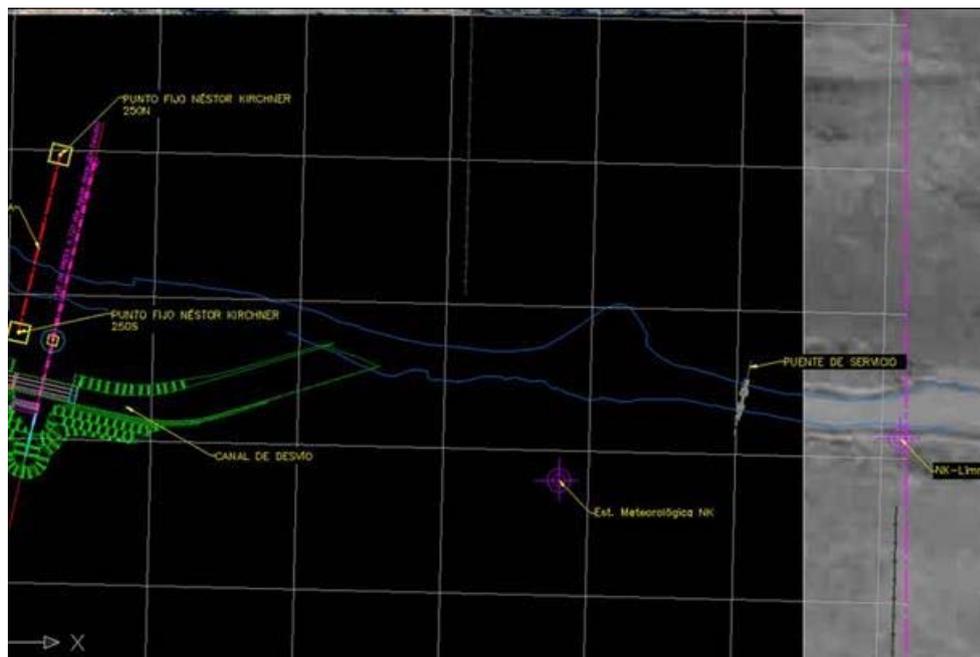


Figura N° 5 – Croquis de Ubicación de la Estaciones Limnigráfica y Meteorológica en inmediaciones de presa N Kirchner

#### 4.1.2. Estación Río Santa Cruz en Presa Jorge Cepernic

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 12 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

De igual modo que en la presa Néstor Kichner, esta ubicación fue seleccionada para brindar la información meteorológica e hidrométrica útil durante la etapa constructiva y la posterior etapa de operación de la red.

Se realizó la instalación de dos escalas hidrométricas de un metro, en la zona del futuro campamento de eje de presa. Se adoptó como punto fijo el mojón PFN – 2XIII – IEC que es un mojón instalado oportunamente por AyE.

Las coordenadas son las siguientes:

Escala Tramo 1-2m = 50°11'11.6"S 70° 07'17.6"O

Escala Tramo 2-3m = 50°11'12.0"S 70° 07'17.7"O

Punto Fijo existente de nombre PFN-2XIII-IEC = 50°11'13.3"S 70°07'18.3"O

Por el momento y hasta que se realice la instalación de los hidrómetros se instalaron las escalas en estas ubicaciones coincidentes o cercanas al eje de presa ya que son las más accesibles para su lectura diaria por el personal de obra. Una vez que se instalen los limnógrafos se trasladarán las mismas al sitio propuesto.

Las escalas se instalaron respetando aproximadamente la altura del río Santa Cruz en Charles Fuhr y midiéndose en ese día la altura hidrométrica de 1,78m. A fin de dar cota al cero de la escala se dio cota arbitraria al punto fijo igual a 100m, y por nivelación se dio cota al cero (0) del hidrómetro igual a 92.832 m. El personal de topografía de la obra deberá informar la cota IGN al punto fijo.

A continuación se exponen las fotos con las tareas realizadas en Figura N° 6 – Instalación de Escalas y Figura N° 7 – Punto Fijo de Referencia



Figura N° 6 – Instalación de Escalas

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 13 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001



Figura N° 7 – Punto Fijo de Referencia

También se determinó una posible ubicación de la estación meteorológica completa y una estación hidrométrica y de aforos.

Las siguientes coordenadas ubican los sitios que fueron definidos en conjunto con el comitente y teniendo en cuenta la ubicación de las futuras obras (Figura N° 8 – Croquis de Ubicación de la Estaciones Limnigráfica y Meteorológica

**Instalación de Limnógrafo**

50°11'50.21"S, 70° 5'26.69"O, (en coordenadas geográficas)

X:69375.262m, Y: 32049.287m (en proyección Sistema Local Mercator Transversa- Porgar 07)

**Instalación Estación Meteorológica Completa**

50°11'58.4135"S, 70° 5'44.2033"O (en coordenadas geográficas)

X:69121.808m, Y: 31701.600m (en proyección Sistema Local Mercator Transversa- Porgar 07)

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 14 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

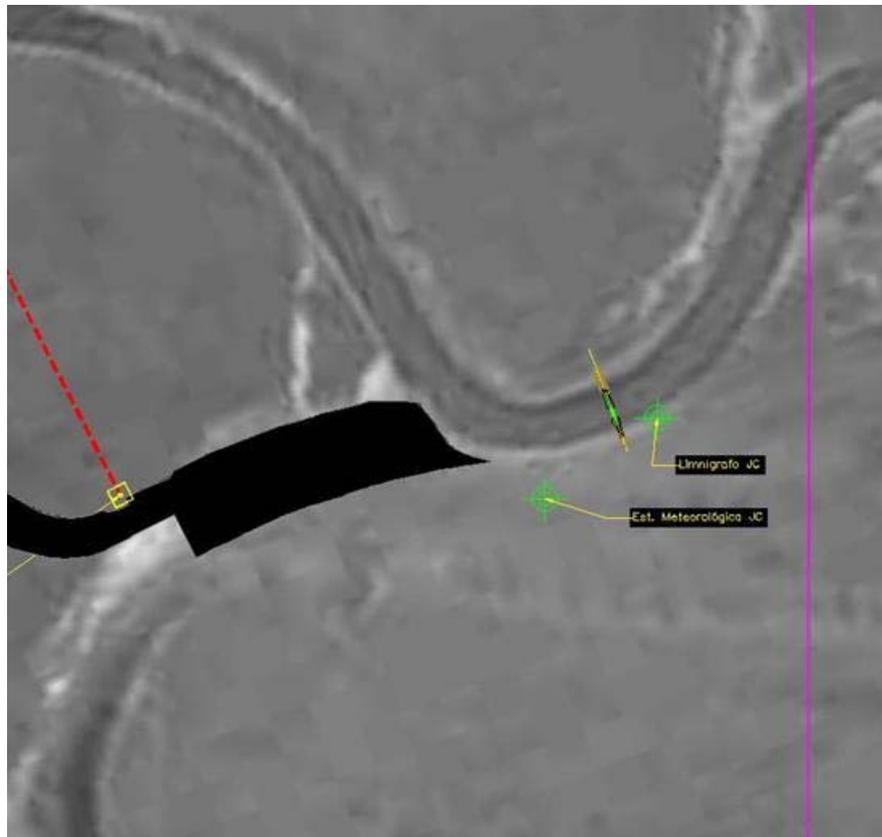


Figura N° 8 – Croquis de Ubicación de la Estaciones Limnigráfica y Meteorológica

Los criterios de selección de la ubicación de la estación limnigráfica fueron los mismos que los utilizados para la selección de la sección en la presa Néstor Kichner.

En la ubicación de la estación meteorológica el Comitente deberá realizar la instalación de la antena de 20 m soporte de los sensores dentro del cerco meteorológico.

#### 4.2. Diseño de la Red Hidrometeorológica

El sistema de monitoreo y alerta permitirá el conocimiento en tiempo real, de los caudales que ingresan y egresan del tramo de río en el cual se materializarán los Aprovechamientos.

La información que brinde el sistema será de suma importancia para las distintas etapa constructivas de la obra e incluso luego ya en la etapa de explotación permitir planificar el manejo operativo de las obras en situaciones de riesgo hídrico.

Además, la obtención temprana de información hidrológica complementaria a la ya disponible, permite aportar elementos de juicio no sólo para el diseño sino para los Estudios Ambientales asociados al mismo y todos los aspectos técnicos relativos a la construcción y a la operación de los aprovechamientos.

Teniendo en cuenta estas premisas es que se presenta el siguiente diseño de la red de mediciones en tiempo real para su consideración y aprobación por autoridad pertinente.

Básicamente, en este proyecto de un sistema de registro y alarma hidrológica, definiremos:

- La ubicación y detalle de la estación de aforo a instalar aguas abajo de las presas y demás elementos que la constituyan

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 15 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

- El tipo de instrumental a instalar
- La forma de transmitir la información
- Los centros de recepción y procesamiento de la misma
- La forma de relacionar los registros con la alarma hidrológica.

De la visita de campo y luego de un análisis de los datos y del sistema, se presenta el siguiente diseño de la Red, contemplando los tres subsistemas definidos:

- Subsistema de Red de Recolección
- Subsistema de Comunicación o Transmisión de Datos
- Subsistema de Procesamiento de Datos

#### 4.2.1. Subsistema o Red de Recolección

##### 4.2.1.1. Topología de la Red

La topología de la red, se conforma con la selección de los parámetros a monitorear y de la ubicación de los mismos dentro de la cuenca en estudio.

Para el diseño de esta red se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Características de la cuenca de aportes al Río Santa Cruz.
- Necesidades de información hidrometeorológicas requeridas para los Aprovechamientos Hidroeléctricos Presidente Dr. Néstor Kirchner y Gobernador Jorge Cepernic .
- Hacer uso de sitios en donde ya existe información antecedente, por ejemplo las estaciones que pertenecen a la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, dada la existencia de registros históricos de mediciones hidrometeorológicas de importante extensión en el tiempo. Además se asegura de esta forma la accesibilidad, seguridad y continuidad de dichas estaciones.

**También, se han definido tres estaciones (Río Santa Cruz en Presa Nestor Kirchner, Río Santa Cruz en Presa Jorge Cepernic y Río Santa Cruz en Ruta 3) en donde no existen información antecedente, pero revisten de importancia las mediciones sistemáticas que permitan conocer el régimen hídrico y monitorear, en un futuro, las erogaciones de las presas a construir. Además se tuvo en cuenta la necesidad de que estas estaciones monitoreen en forma automática y transmita dicha información, a través de un sistema de comunicación. Los detalles fueron explicados en el ítem anterior. En correspondencia con las consideraciones mencionadas previamente implementarán**

- Siete (6) estaciones remotas (ER) de medición: En estas estaciones se relevarán parámetros hidrometeorológicos en forma automática y en algunas de ellas se realizarán mediciones de niveles y caudales líquidos y solo en una el equivalente de agua en nieve (E.A.N.)
- Dos (2) estaciones meteorológicas convencionales en campamentos, que relevarán parámetros meteorológicos en forma automática incluida evaporación.
- Dos (4) estaciones limnigráficas y de aforos, dos aguas abajo de los emplazamientos
- Una (1) Estación Maestra (EM): compuesta por una Central de Comunicaciones (ECC) que recibirán todos los datos transmitidos desde las estaciones remotas y se almacenarán en una base de datos, y una Central de Procesamiento (ECP) donde se validarán los datos hidrometeorológicos y se ingresarán y validarán los aforos líquidos relevados en campaña.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 16 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001



Figura N° 9 – Ubicación de Estaciones

#### 4.2.1.1.1. Características Climatológico de la cuenca.

Para el diseño de la red se realizó un análisis hidrometeorológico de la cuenca, para el cual se llevó a cabo el análisis estadístico de la precipitación, y la evaporación a nivel medio mensual y de la frecuencia de ocurrencias de temperaturas mínimas en la cuenca de la zona del emplazamiento de los Aprovechamientos Hidroeléctricos Río Santa Cruz, Cóndor Cliff y La Barrancosa, con el objetivo de conocer aspectos climáticos típicos.

Se realizó un relevamiento de la información meteorológica existentes operadas por la SSRHH cercanas al área de estudio:

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 17 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

**Tabla 1 – Tabla de Estaciones**

Estación (Fuente)	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altura (msnm)	Variables	Registro	
					Inicio	Fin
Lago Argentino en Calafate (SSRH)	50°19'12"	72°15'40"	275	Altura	Ene-92	Actual
				Velocidad del viento y dirección de viento	Mar-93	Actual
				Dirección del viento	Oct-02	Actual
				Temp. Tanque Evaporación	Ene-93	Actual
				Lluvia Pluviómetro Tanque Evaporación	Ene-93	Actual
				Anemómetro Tanque Evaporación	Abr-95	Actual
				Evaporación en Tanque tipo B	Ene-93	Actual
				Temperatura Bulbo Seco, Máxima y Mínima	Dic-92	Actual
				Precipitación	Abr-92	Actual
Santa Cruz en Charles Fuhr (SSRH)	50°16'09"	71°53'07"	206	Altura	Dic-55	Actual
				Caudal	Ene-55	Actual
				Temperatura Bulbo Seco	Dic-55	Jun-81
				Precipitación	Ene-55	Actual

✓ SSRH= Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

#### 4.2.1.1.1. Análisis Estadístico de la Evaporación

La estación Lago Argentino en Calafate se encuentra relativamente a poca distancia del futuro emplazamiento del cierre Néstor Kichner y es representativa de las características que se presentarán en los embalses.

Las mediciones de evaporación se realizan en tanque tipo B y la frecuencia es diaria, abarcando el período septiembre - abril. No se mide entre mayo y agosto debido a que en ese lapso de tiempo se produce el congelamiento del agua del tanque.

A continuación se muestra el gráfico de marcha de la evaporación en toda la serie, a niveles diarios y acumulados mensuales y anuales (Figura N° 10 – Marcha Mensual de la Evaporación en la Estación Lago Argentino en Calafate Período 1993-2015 y Figura N° 11 – Marcha Anual de la Evaporación en la Estación Lago Argentino en Calafate Período 1993-2015 y Tabla 2 – Evaporación Mensual en Lago Argentino en Calafate (mm)

El acumulado anual se realiza considerando el año hidrológico Septiembre/Agosto.

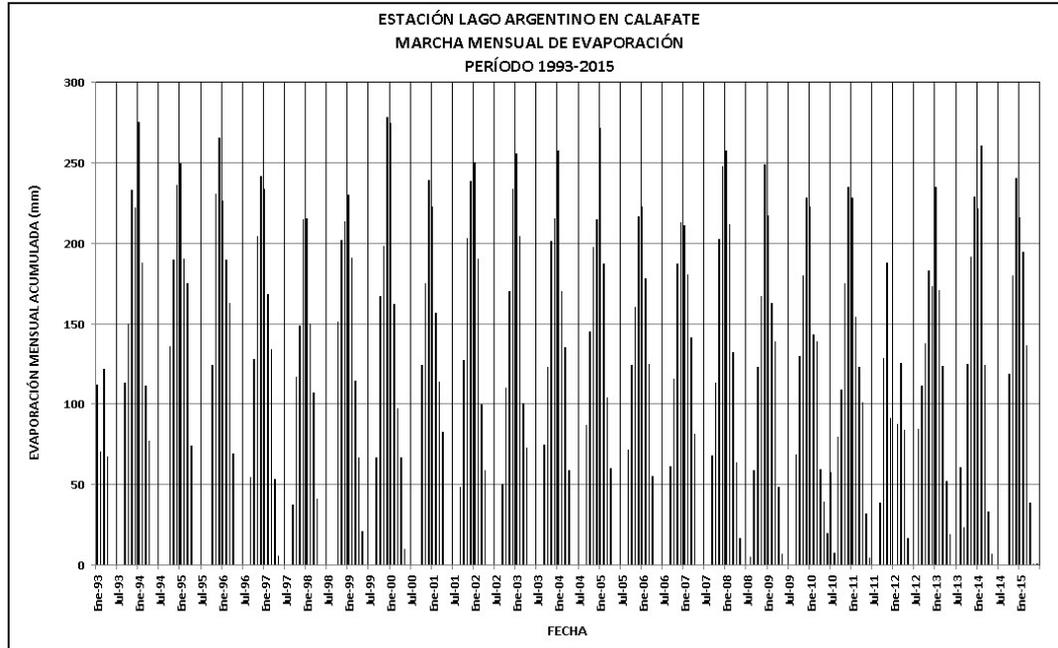


Figura N° 10 – Marcha Mensual de la Evaporación en la Estación Lago Argentino en Calafate Período 1993-2015

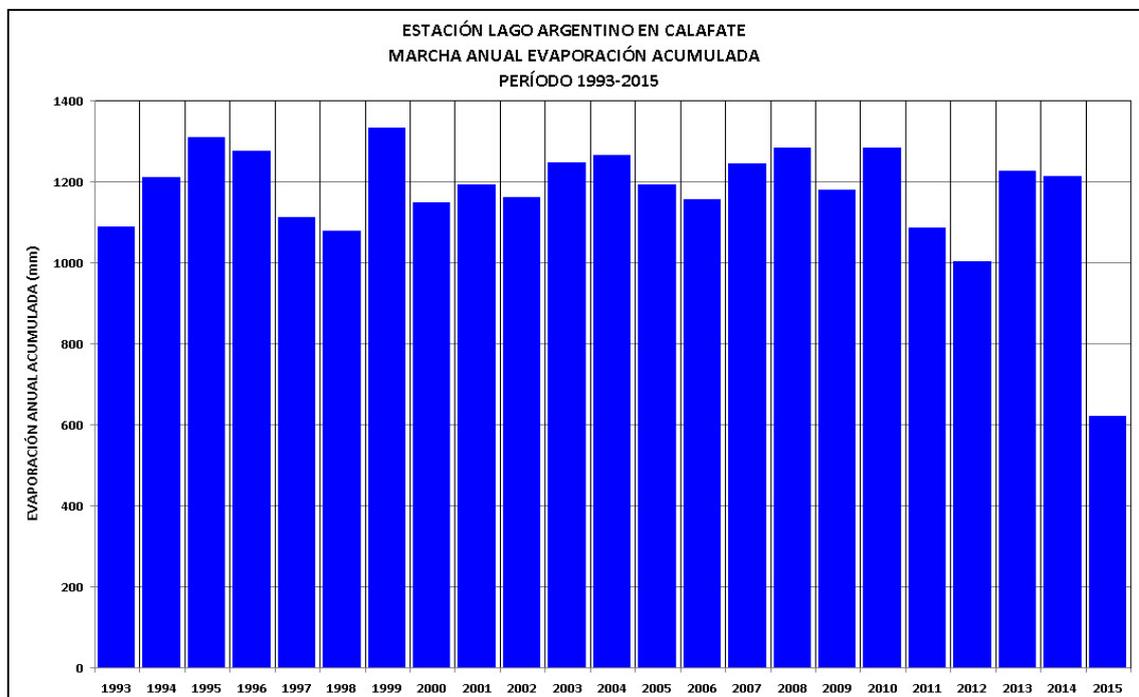


Figura N° 11 – Marcha Anual de la Evaporación en la Estación Lago Argentino en Calafate Período 1993-2015

Los valores de evaporación mensual y anual son los mostrados en la tabla siguiente, así como también los valores máximos, medios y mínimos mensuales y anuales (Tabla 2 – Evaporación Mensual en Lago Argentino en Calafate (mm)).



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 19 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

Tabla 2 – Evaporación Mensual en Lago Argentino en Calafate (mm)

Año Hidrológico	Meses												Nivel Anual – Valores Mensuales			Anual Total
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Máximo	Medio	Mínimo	
1993/94	113	150	233	222	275	188	111	77	**	**	**	**	275	171	77	1369
1994/95	**	82	189	236	249	190	175	74	**	**	**	**	249	171	74	1195
1995/96	**	124	231	265	226	189	162	69	**	**	**	**	265	181	69	1266
1996/97	54	128	204	241	234	168	134	53	5	**	**	**	241	136	5	1221
1997/98	37	117	148	214	215	150	107	41	**	**	**	**	215	129	37	1029
1998/99	**	151	202	213	230	191	114	67	21	**	**	**	230	149	21	1189
1999/00	67	167	198	278	275	162	97	66	10	**	**	**	278	147	10	1320
2000/01	**	124	175	239	222	157	114	82	**	**	**	**	239	159	82	1113
2001/02	49	127	203	238	250	190	100	58	**	**	**	**	250	152	49	1215
2002/03	50	110	170	233	255	204	100	73	**	**	**	**	255	149	50	1195
2003/04	75	123	201	215	258	170	135	59	**	**	**	**	258	155	59	1236
2004/05	87	145	198	214	271	187	104	60	**	**	**	**	271	158	60	1266
2005/06	71	124	160	216	223	178	124	55	**	**	**	**	223	144	55	1151
2006/07	61	116	187	213	211	180	141	81	**	**	**	**	213	149	61	1190
2007/08	68	113	202	248	257	212	132	64	**	**	**	**	257	162	64	1296
2008/09	59	123	167	249	217	163	139	49	**	**	**	**	249	146	49	1166
2009/10	68	130	180	228	222	143	139	59	39	20	58	8	228	108	8	1294
2010/11	80	109	175	235	228	154	123	101	32	4	**	**	235	124	4	1241
2011/12	38	129	187	91	**	88	125	84	16	**	**	84	187	94	16	842
2012/13	111	137	183	173	235	171	123	52	19	**	**	61	235	127	19	1265
2013/14	23	125	191	229	221	260	124	33	7	**	**	**	260	135	7	1213
2014/15	**	119	180	240	216	194	137	39	1	1	**	**	240	125	1	1127
<b>Máximo</b>	113	167	233	278	275	260	175	101	**	**	**	**	278			1369
<b>Medio</b>	65	126	189	224	238	177	125	63	**	**	**	**		144		1200
<b>Mínimo</b>	23	82	148	91	211	88	97	33	**	**	**	**			1	842

Se puede observar que las mayores evaporaciones se producen en los meses de diciembre y enero, siendo las mínimas en el período abril-septiembre en total concordancia con la marcha de las temperaturas, por supuesto exceptuando el período mayo-agosto.

Se desestimará a los efectos del análisis el año hidrológico 1992/93 por no estar completos. A continuación se muestra en el Figura N° 12 – Evaporación Media Mensual de la serie, la evaporación media mensual de la serie 1993/2015, cuyos valores están tabulados en la tabla anterior.

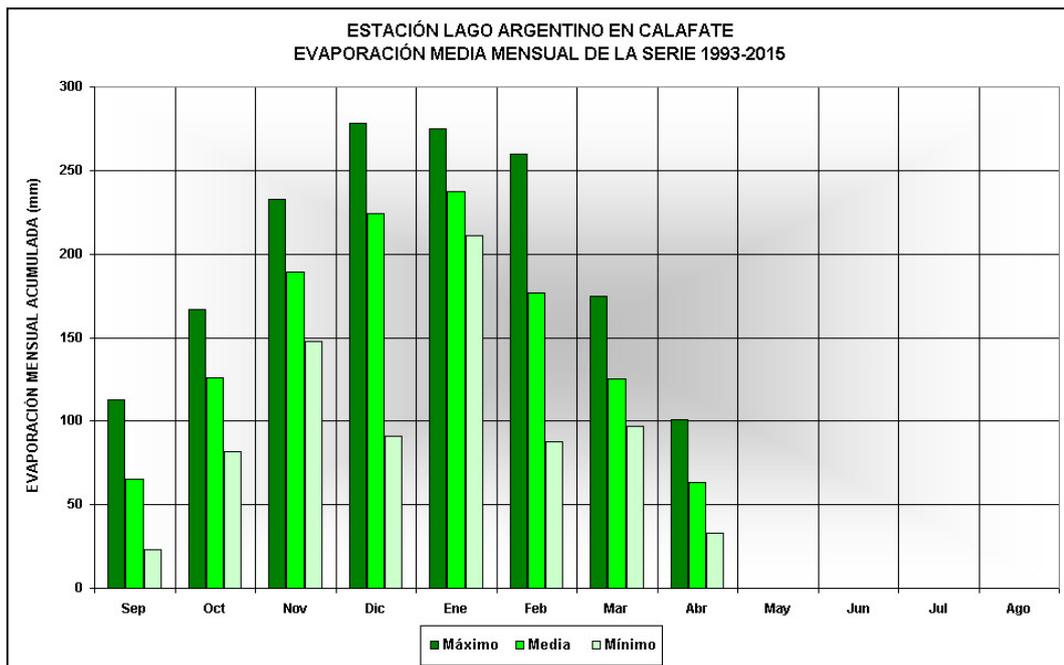


Figura N° 12 – Evaporación Media Mensual de la serie

#### 4.2.1.1.2. Análisis Estadístico de la Precipitación

##### A. Estación Lago Argentino en Calafate

Se analizaron los datos de precipitación a mensual y anual y también se realizó un análisis de períodos de precipitación a los efectos de caracterizar los períodos de veda constructivos, tanto para la estación Lago Argentino en Calafate como la estación Santa Cruz en Charles Fuhr.

A continuación se muestra el gráfico de marcha de la precipitación en toda la serie, a niveles diarios y acumulados mensuales y anuales (Figura N° 13; Figura N° 14; Figura N° 15; Figura N° 155).

El acumulado anual se realiza considerando el año hidrológico Septiembre/Agosto.

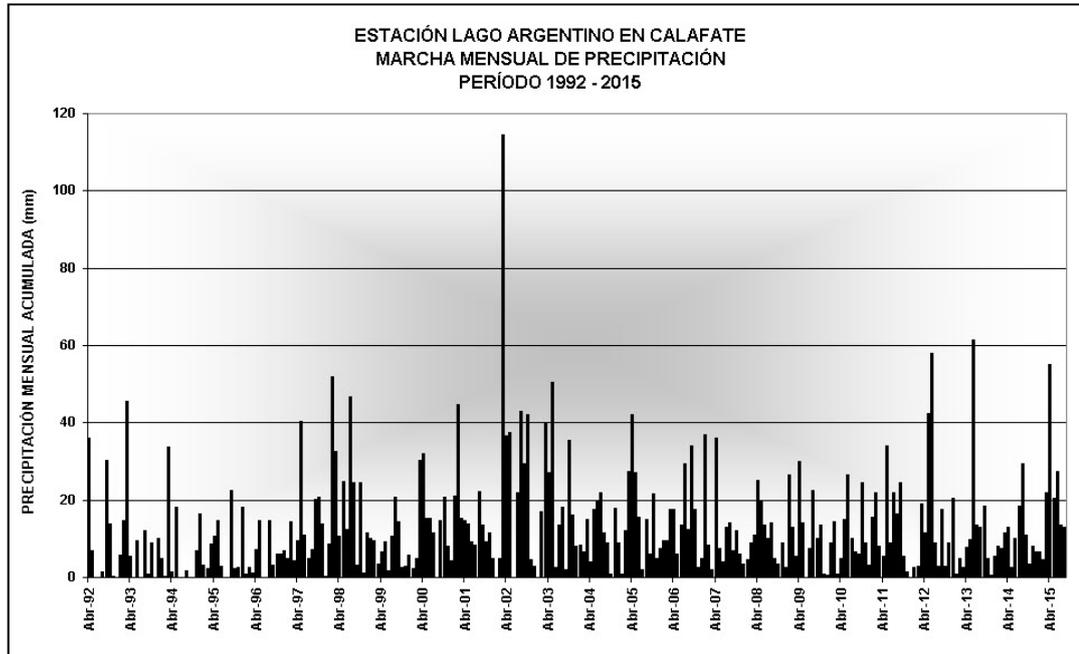


Figura N° 13 – Marcha Mensual de la Precipitación. Lago Argentino en Calafate

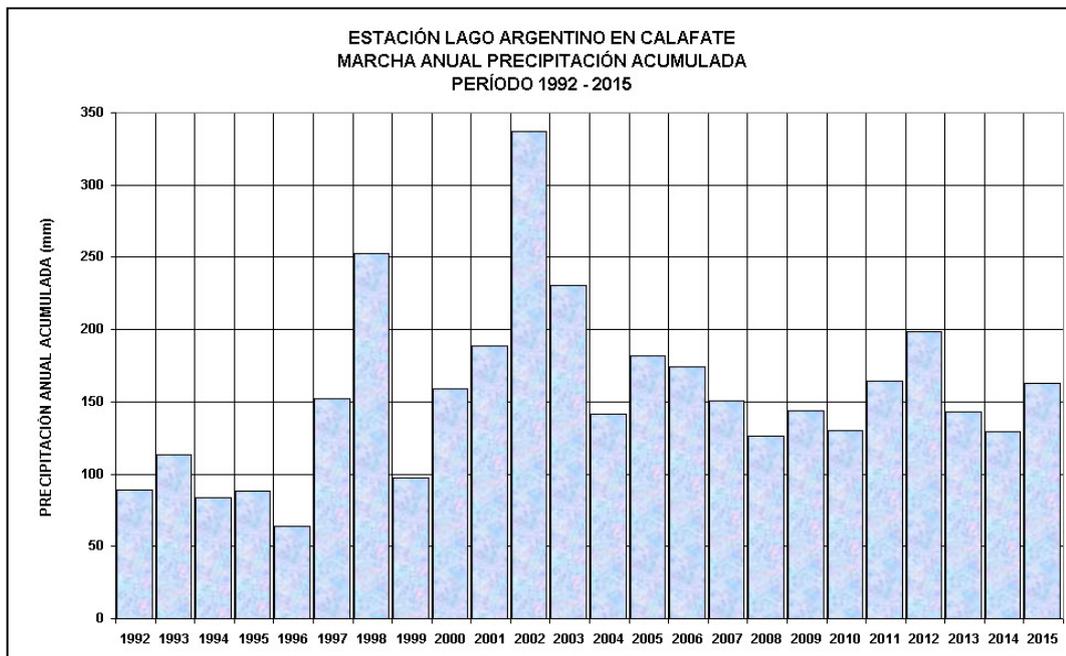


Figura N° 14 – Marcha Anual de la Precipitación. Lago Argentino en Calafate

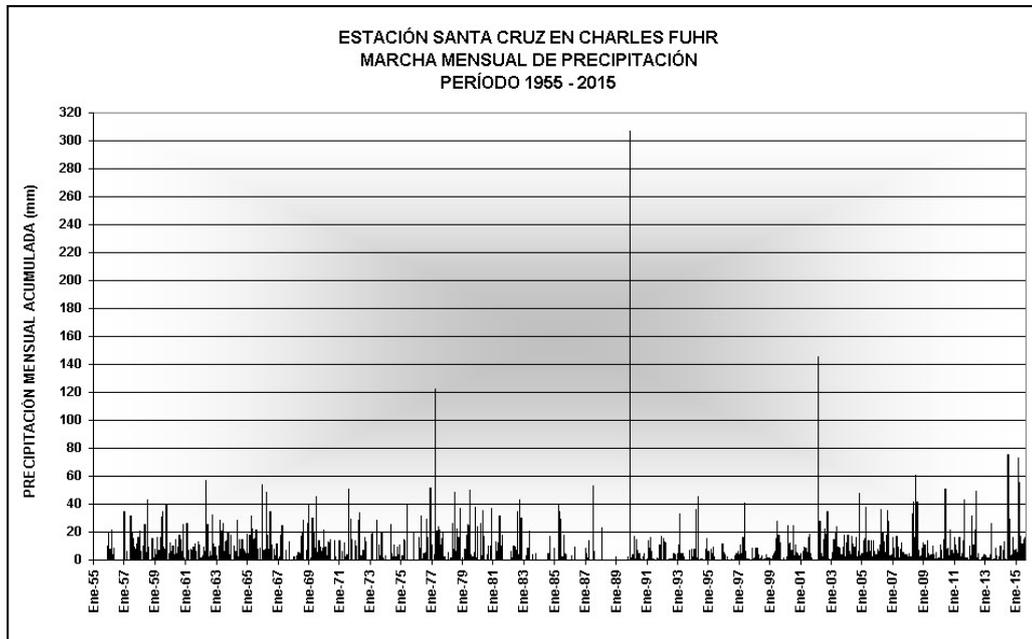


Figura N° 15 – Marcha Mensual de la Precipitación en Santa Cruz en Charles Fuhr

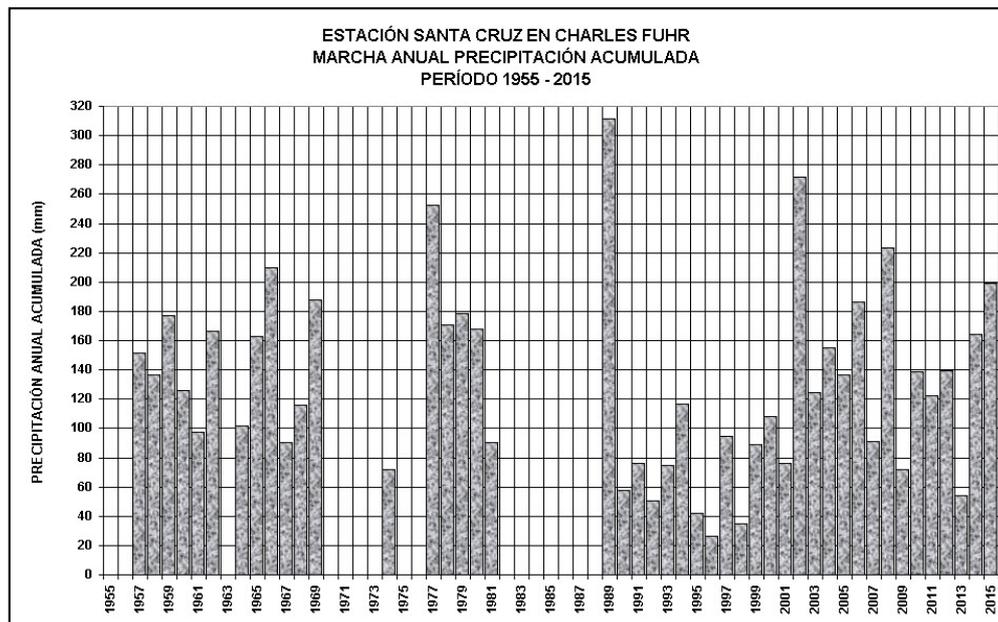


Figura N° 16 – Marcha Anual de la Precipitación Santa Cruz en Charles Fuhr

Hay años con datos incompletos, por lo tanto para el cálculo de las medias se utilizaron sólo los años completos en el caso anual y en los valores mensuales todos los meses que cuentan con datos, es decir, los cálculos no son homogéneos en cuanto a la serie tomada en cada caso, pero los resultados son indicativos de los valores representativos.

Los valores de precipitación mensual y anual son los mostrados en la Tabla 3 – Precipitación Mensual en Lago Argentino en Calafate (mm) y Estación Santa Cruz en Charles Fuhr - Precipitación Mensual (mm) así como también los valores máximos, medios y mínimos mensuales y anuales.



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 23 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

**Tabla 3 – Precipitación Mensual en Lago Argentino en Calafate (mm)**

Año Hidrológico	Meses												Nivel Anual – Valores Mensuales			Añual Total
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Máximo	Medio	Mínimo	
1992/93	30.4	13.8	0.4	0.0	5.8	14.8	45.5	5.6	0.0	9.5	0.0	12.2	45.5	11.5	0.0	138
1993/94	0.8	8.8	0.0	10.2	5.0	0.4	33.7	1.5	18.1	0.0	0.0	1.8	33.7	6.7	0.0	80
1994/95	0.0	0.0	7.0	16.4	3.2	2.4	8.6	10.6	14.6	3.0	0.0	0.0	16.4	5.5	0.0	66
1995/96	22.5	2.4	2.6	18.3	1.0	2.6	1.2	7.1	14.7	0.0	0.0	14.8	22.5	7.3	0.0	87
1996/97	3.1	6.2	6.2	7.0	5.0	14.5	4.4	9.5	40.4	10.9	5.0	7.2	40.4	10.0	3.1	119
1997/98	20.3	20.8	13.9	0.4	8.6	52.0	32.6	10.6	24.7	12.4	46.7	24.6	52.0	22.3	0.4	268
1998/99	3.2	24.4	1.2	11.6	10.0	9.6	3.6	6.6	9.1	1.8	10.6	20.8	24.4	9.4	1.2	113
1999/00	14.3	2.6	2.8	5.8	2.2	4.8	30.3	32.0	15.2	15.3	11.4	0.0	32.0	11.4	0.0	137
2000/01	14.7	20.8	8.2	4.4	21.2	44.6	15.2	14.7	13.8	9.2	8.5	22.2	44.6	16.5	4.4	198
2001/02	13.6	9.3	11.4	5.0	0.0	5.0	114.4	36.5	37.4	0.0	22.0	43.1	114.4	24.8	0.0	298
2002/03	29.5	42.0	4.5	3.0	0.0	17.0	40.0	27.0	50.4	2.5	13.5	18.2	50.4	20.6	0.0	248
2003/04	1.9	35.5	16.2	8.0	8.5	6.5	15.0	3.9	17.5	19.7	22.0	11.6	35.5	13.9	1.9	166
2004/05	9.0	1.0	18.0	9.0	1.0	12.0	27.5	42.0	27.0	15.5	2.0	15.0	42.0	14.9	1.0	179
2005/06	6.0	21.5	5.0	7.5	9.5	9.5	17.5	17.5	6.0	13.5	29.5	12.5	29.5	13.0	5.0	156
2006/07	34.0	17.5	2.5	5.0	37.0	8.5	2.0	36.0	7.5	4.0	13.0	14.0	37.0	15.1	2.0	181
2007/08	7.0	12.0	6.0	3.5	4.5	9.0	11.0	25.0	19.5	13.5	10.0	14.0	25.0	11.3	3.5	135
2008/09	5.0	3.5	9.0	2.5	26.5	13.0	5.5	30.0	14.0	0.0	7.5	22.5	30.0	11.6	0.0	139
2009/10	10.0	13.5	1.0	0.5	9.0	14.5	1.0	5.0	15.0	26.5	10.0	6.5	26.5	9.4	0.5	113



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 24 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

2010/11	6.0	24.5	9.0	3.1	15.5	22.0	8.0	5.5	34.0	9.0	22.0	16.5	34.0	14.6	3.1	175
2011/12	24.5	5.5	1.5	0.0	2.5	3.0	19.0	11.5	42.5	58.0	9.0	3.0	58.0	15.0	0.0	180
2012/13	17.5	3.0	9.0	20.5	1.0	5.0	2.5	7.7	9.7	61.5	13.5	13.0	61.5	13.7	1.0	164
2013/14	18.5	5.0	0.5	5.5	8.0	7.5	11.5	13.0	2.5	10.0	18.6	29.3	29.3	10.8	0.5	130
2014/15	11.0	3.5	8.0	6.5	6.5	4.5	22.0	55.1	20.5	27.5	13.5	13.0	55.1	16.0	3.5	192
Máximo	34.0	42.0	18.0	20.5	37.0	52.0	114.4	55.1	50.4	61.5	46.7	43.1	114.4			297.7
Media	13.2	12.9	6.3	6.7	8.3	12.3	20.5	18.0	19.7	14.1	12.5	14.6		13.3		159.1
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	65.8



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 25 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

Tabla 4 – Estación Santa Cruz en Charles Fuhr - Precipitación Mensual (mm)

Año Hidrológico	Meses												Nivel Anual – Valores Mensuales			Anual Total
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Máximo	Medio	Mínimo	
1954/55					33.0											
1955/56				10.0	19.5	7.5	21.5	4.0	8.5							
1956/57		0.0	0.0	0.0	34.3	0.0	6.0			31.2	19.8	15.7				
1957/58	9.2	7.6	11.9	15.8	20.8	6.0	0.0	10.0	25.1	5.1	43.3	9.6	43.3	13.7	0.0	164.4
1958/59	0.0	0.0	15.5	1.3	7.7	4.0	15.9	7.2	16.1	31.1	34.6	9.6	34.6	11.9	0.0	143.0
1959/60	7.5	39.2	0.0	4.5	12.2	5.9	9.9	3.5	15.0	4.4	9.2	17.7	39.2	10.8	0.0	129.0
1960/61	14.7	5.9	25.6	1.8	0.0	26.4	6.6	0.0	7.6	7.0	9.2	11.4	26.4	9.7	0.0	116.2
1961/62	5.9	0.0	12.8	10.6	1.7	2.9	9.5	6.1	56.6	25.6	2.1	6.1	56.6	11.7	0.0	139.9
1962/63	2.9	32.2	11.2	9.6	3.4	0.0	10.1	28.3	20.7	26.1	6.4	12.7	32.2	13.6	0.0	163.6
1963/64	13.7	19.7	3.5	18.0		0.0	9.7	5.8	28.1	2.4	14.7	8.0				
1964/65	14.4	8.0	6.0	4.6	18.6	4.3	17.9	31.3	22.0	14.8	15.2	21.7	31.3	14.9	4.3	178.8
1965/66	7.9	0.0	8.8	0.0	53.6	7.0	8.0	48.3	17.6	7.5	35.0	10.4	53.6	17.0	0.0	204.1
1966/67	0.0	7.8	3.0	11.8	1.0	2.5	17.7	24.5	24.4	0.0	6.7	0.0	24.5	8.3	0.0	99.4
1967/68	0.0	13.4	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	3.2	5.5	4.5	16.8	20.0	20.0	5.6	0.0	67.4
1968/69	28.6	0.0	7.0	26.3	39.4	0.0	1.5	29.8	20.3	8.5	45.4	5.3	45.4	17.7	0.0	212.1
1969/70	14.0	9.2	5.8	8.3	21.8	9.6	3.3	13.4	12.4	14.8	0.0	0.0	21.8	9.4	0.0	112.6



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 26 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°

GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

1970/71	14.0	2.1	0.0		14.2	0.0	6.5	0.0	12.2	2.0	4.0	51.0				
1971/72	0.0	29.6	14.5		14.2	10.3	0.0	28.5	33.5	3.0	7.0	7.0				
1972/73	15.9	13.0				18.8	20.0			28.1		11.0				
1973/74	3.0	19.2	1.6		3.0				25.4	4.5	2.5	10.7				
1974/75	2.4	9.1	4.0	10.5	0.0	3.0	14.5	14.0	0.0	40.0	0.0	0.0	40.0	8.1	0.0	97.5
1975/76	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0		15.9	8.3	31.8	1.0	4.6	5.6				
1976/77	29.5	16.5		51.2	10.8	0.0	3.9	86.5	21.1	24.0	21.3	10.6				
1977/78	15.7	20.2	2.4	0.0	0.0	5.6	0.0	1.2	26.2	7.7	48.2	6.0	48.2	11.1	0.0	133.2
1978/79	22.2	16.5	36.9	0.0	1.7	0.0	7.9	17.7	25.6	25.0	50.0	3.8	50.0	17.3	0.0	207.3
1979/80	2.4	5.2	37.9	1.2	23.8	0.0	26.5	2.8	35.6	17.3	0.0	4.2	37.9	13.1	0.0	156.9
1980/81	10.3	0.0	10.0	37.0	0.0	0.0	13.0	5.9	12.6	31.3	10.0	17.6	37.0	12.3	0.0	147.7
1981/82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	1.7	9.8	9.6	6.6	34.6	34.6	5.7	0.0	68.5
1982/83	4.2	42.8	29.8	0.0		0.0	3.0	8.5	21.0	0.0	0.0	4.1				
1983/84		4.8										4.8				
1984/85	16.8				8.8			39.3	34.3	29.0	2.1	18.0				
1985/86	4.8	3.6				3.4			9.1							
1986/87					8.7	4.5	1.7	14.2	0.0	0.0	52.7	6.2				
1987/88	0.0	0.0		0.0	0.0	22.8	0.0	0.0								
1988/89					2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
1989/90	0.0	2.2	0.0	5.0	1.2	4.2	17.3	0.4	14.3	6.8	4.7	1.1	17.3	4.8	0.0	57.2
1990/91	0.1	2.6	4.4	0.2	0.8	14.0	8.4	16.4	6.0	0.8	0.0	0.0	16.4	4.5	0.0	53.7
1991/92	1.8	0.6	10.8	16.6	0.0	15.2	13.2	12.2	0.0	0.8	0.4	0.4	16.6	6.0	0.0	72.0



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 27 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°

GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

1992/93	0.4	4.4	3.8	0.0	4.8	10.6	33.2	4.4	4.6	2.2	0.0	0.0	33.2	5.7	0.0	68.4
1993/94	0.0	6.6	0.2	7.8	2.0	7.4	35.8	1.2	45.7	0.0	0.4	0.6	45.7	9.0	0.0	107.7
1994/95	0.0	0.0	8.0	15.4	5.8	0.0	8.0	5.0	9.2	2.6	0.0	0.0	15.4	4.5	0.0	54.0
1995/96	0.0	0.0	0.0	11.2	5.4	4.2	0.0	2.6	0.0	0.0	0.6	0.0	11.2	2.0	0.0	24.0
1996/97	0.0	2.8	4.6	6.4	4.2	10.6	4.8	16.2	40.6	6.5	0.8	1.0	40.6	8.2	0.0	98.5
1997/98	0.4	0.0	8.2	1.0	1.2	8.6	8.6	4.0	1.0	1.4	3.2	0.0	8.6	3.1	0.0	37.6
1998/99	0.6	3.8	1.4	1.2	1.6	0.4	2.8	4.6	6.4	15.2	27.6	17.4	27.6	6.9	0.4	83.0
1999/00	12.0	0.0	0.0	1.2	0.0	2.0	24.6	11.4	12.4	6.6	24.8	3.2	24.8	8.2	0.0	98.2
2000/01	10.6	5.6	4.4	2.8	5.0	0.0	6.2	9.6	8.2	5.2	16.0	18.8	18.8	7.7	0.0	92.4
2001/02	5.0	1.6	0.0	0.2	0.0	0.2	<b>145.4</b>	28.0	4.4	2.6	15.0	22.0	145.4	18.7	0.0	224.4
2002/03	18.8	34.4	0.8	0.2	0.4	5.2	15.0	19.8	24.0	9.4	9.0	8.6	34.4	12.1	0.2	145.6
2003/04	4.0	9.0	17.6	2.4	12.3	18.0	6.4	4.2	17.0	11.2	9.5	16.5	18.0	10.7	2.4	128.1
2004/05	2.6	6.1	48.0	3.0	4.5	13.5	15.4	37.4	5.2	13.8	6.2	14.2	48.0	14.2	2.6	169.9
2005/06	2.6	14.2	6.0	3.6	7.6	6.0	11.0	36.4	19.6	12.8	5.4	17.4	36.4	11.9	2.6	142.6
2006/07	35.2	27.8	3.4	3.8	15.8	8.2	1.8	17.0	9.0	1.8	7.6	12.0	35.2	12.0	1.8	143.4
2007/08	5.4	4.0	4.0	4.2	2.3	4.5	2.5	33.0	41.5	16.0	61.0	41.5	61.0	18.3	2.3	219.9
2008/09	7.3	2.5	2.7	8.4	12.6	10.6	1.8	13.8	5.0	3.0	4.2	10.1	13.8	6.8	1.8	82
2009/10	4.0	0.8	5.6	0.4	1.2	11.0	6.7	1.0	15.0	51.0	7.5	8.7	51.0	9.4	0.4	113
2010/11	3.2	21.7	7.2	4.5	16.5	10.9	7.3	5.0	15.9	2.1	5.0	13.8	21.7	9.4	2.1	113
2011/12	42.9	1.2	1.8	0.0	9.8	3.4	31.3	10.6	21.8	49.4	1.5	4.6	49.4	14.9	0.0	178
2012/13	0.2	1.2	2.0	3.7	3.8	2.8	1.7	1.2	3.7	26.2	0.2	0.7	26.2	4.0	0.2	47
2013/14	8.4	3.4	0.0	2.3	10.0		7.0	12.8	0.4	0.0	75.5	29.0				



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 28 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

2014/15	2.8	3.5	15.8	7.3	7.6	5.2	72.9	55.1	17.0	11.2	14.4	16.0	72.9	19.1	2.8	229
<b>Máximo</b>	42.9	42.8	48.0	51.2	53.6	26.4	145.4	86.5	56.6	51.0	75.5	51.0	145.4			228.8
<b>Media</b>	7.8	8.7	8.4	6.6	8.8	5.9	13.3	14.7	16.5	11.9	14.0	10.5		10.3		123.8
<b>Mínimo</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	24.0

Se puede observar que las mayores precipitaciones se producen en el mes de marzo, siendo las mínimas en los meses de noviembre, diciembre y junio en El Calafate y que en Charles Fuhr las mayores precipitaciones se producen en los meses de marzo y abril, aunque la mayor media se da en mayo. A continuación se muestran las Figura N° 17 – Histograma de Precipitación Media Mensual de la serie y Figura N° 18 – Histograma de Precipitación Media Mensual de la serie:

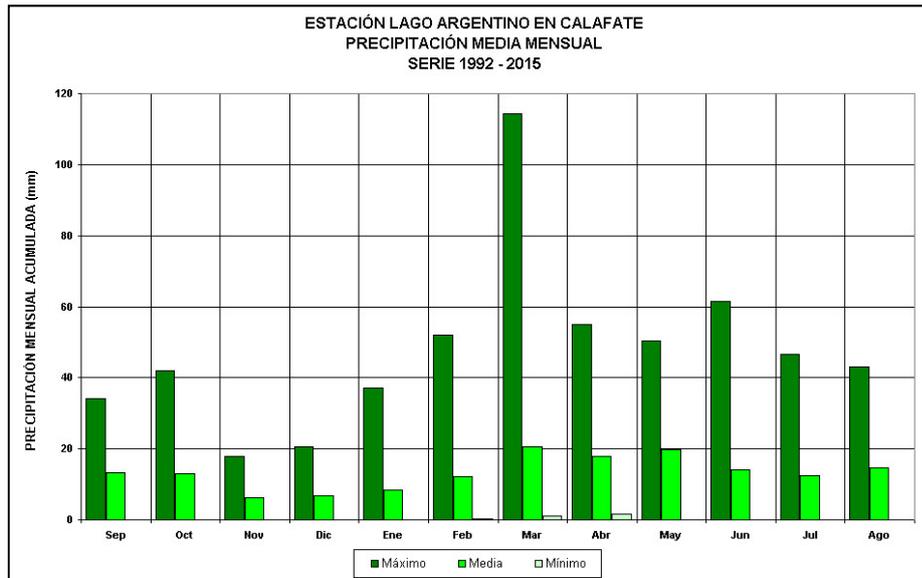


Figura N° 17 – Histograma de Precipitación Media Mensual de la serie

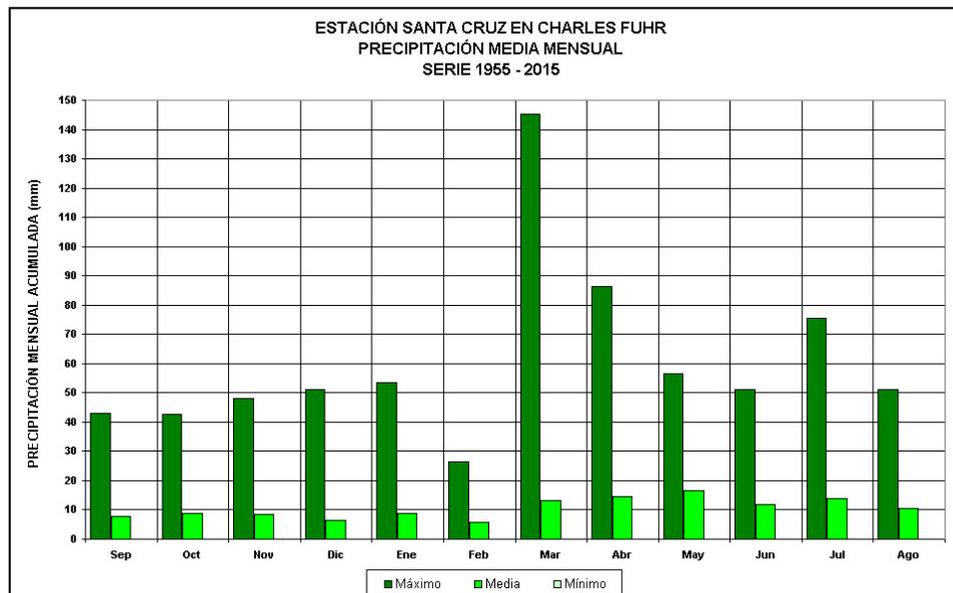


Figura N° 18 – Histograma de Precipitación Media Mensual de la serie

#### 4.2.1.1.1.3. Análisis estadísticos de la Temperatura

Se analizaron los valores de temperatura de las estaciones de la SSRH, en Santa Cruz en Charles Fuhr (Entre 01/01/1959 y 01/06/1979), La Leona en La Leona (Entre 01/09/1956 y 01/12/1971) y El Calafate en Lago Argentino (Entre 01/01/1993 y 01/09/2015).

Con este análisis se pretende definir el rango de mediciones que deben cumplir los sensores de temperatura que compondrán la red.

A continuación se presenta la Figura N° 19 – Temperaturas de Lago Argentino en El Calafate. La cual representa los valores máximos, mínimos y medios diarios de la serie completa de la estación Lago Argentino en El Calafate, ya que es de las tres estaciones las que tiene serie completa y de mayor longitud. Cabe aclarar que las mediciones se realizan con la toma de tres horarios, 9:00hs, 15:00hs y a las 21:00hs.

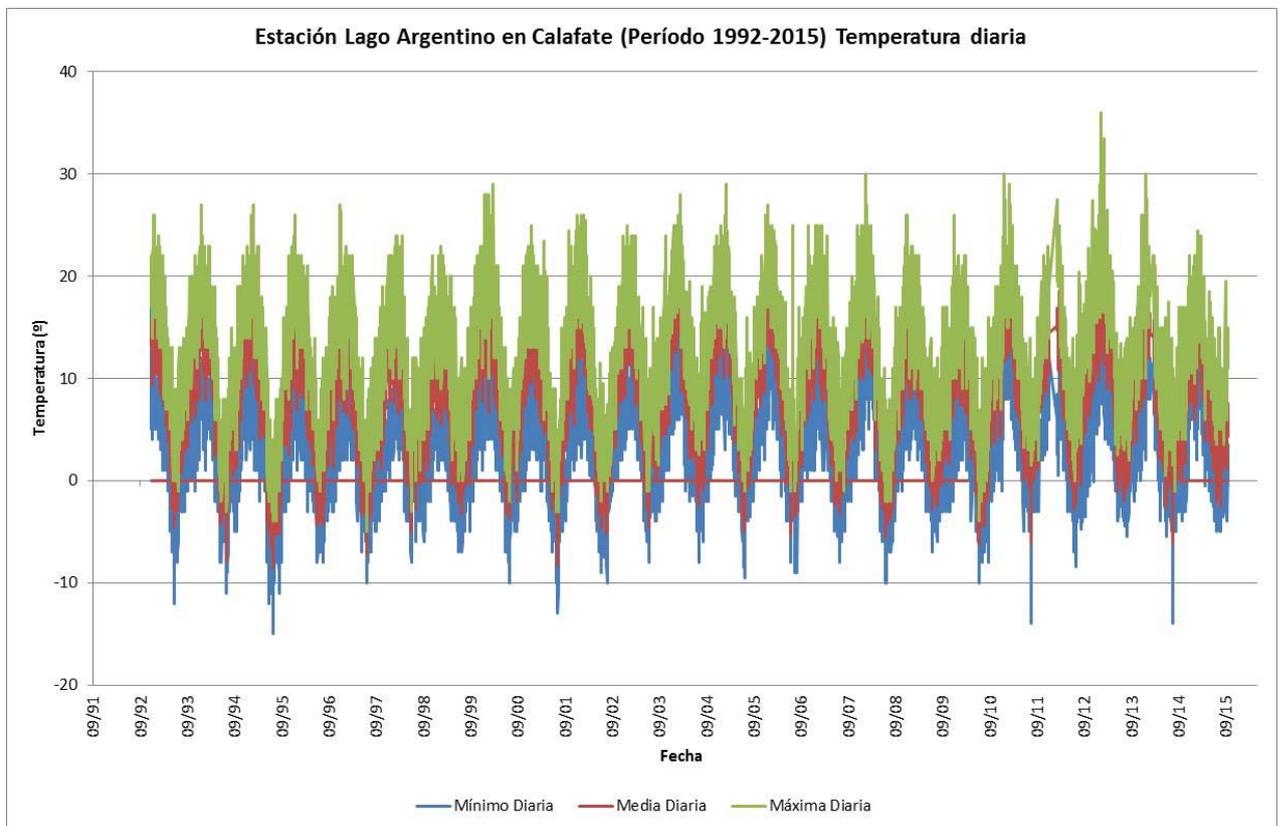
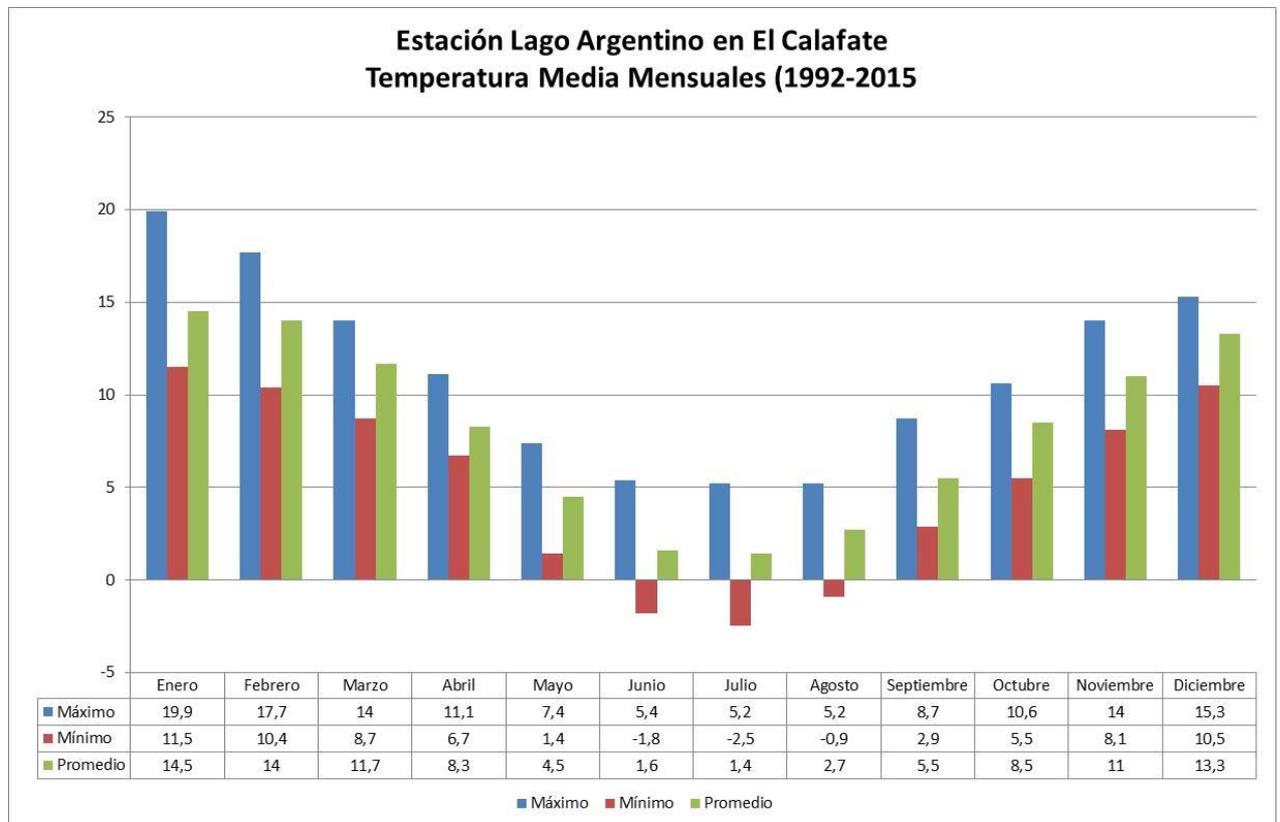


Figura N° 19 – Temperaturas de Lago Argentino en El Calafate.

Como se puede ver, la temperatura oscila entre valores puntuales medidos de -3°C y 36°C.

A niveles de valores medios mensuales, se muestran a continuación la Figura N° 20 – Temperaturas medias, máxima y mínima mensuales de la serie.

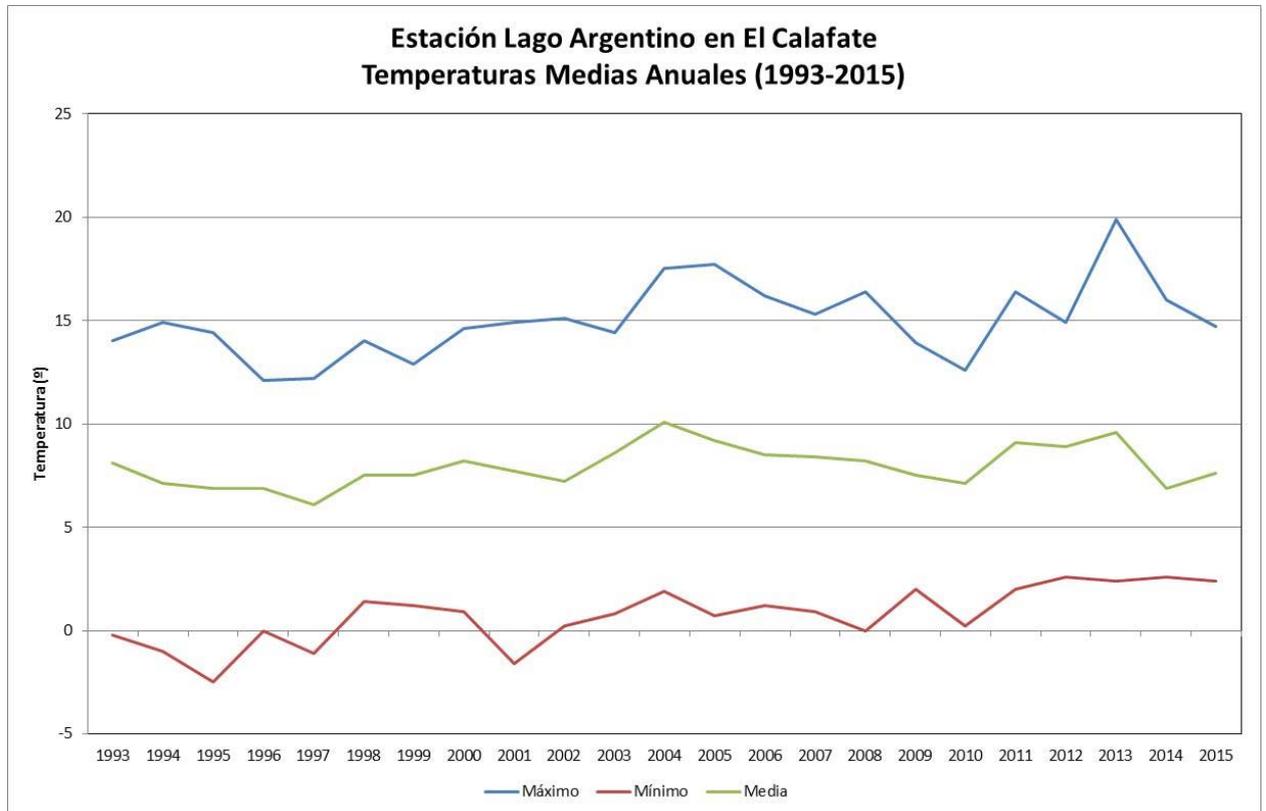


**Figura N° 20 – Temperaturas medias, máxima y mínima mensuales de la serie.**

Esta información permite definir el entorno de magnitudes de las variables analizadas.

En la estación río Santa Cruz en Charles Fuhr, las temperaturas medidas corresponde a las 9:00, 15:00 y 21:00 hs y posee importantes faltantes de datos en todo su largo. A pesar de eso, se calcularon, los promedios anuales, los promedios mensuales y la distribución anual de las temperaturas medias mensuales, medias mínimas mensuales y mínimas mensuales. Estos cálculos se realizaron sin tener en cuenta los datos faltantes, solo con la intención de conocer el comportamiento de las variables en esta estación. Los resultados se muestran en la Figura N° 20 – Temperaturas medias, máxima y mínima mensuales de la serie.

También, se muestra la marcha de los valores de temperatura medios, mínimos y máximos anuales en Figura N° 21 – Marcha anual de las temperaturas medias, Mínima Media y Máxima Media Mensuales.



**Figura N° 21 – Marcha anual de las temperaturas medias, Minima Media y Máxima Media Mensuales.**

Para los datos de la estación Santa Cruz en Charles Fuhr y La Leona se realizó el mismo análisis que el anterior pero considerando que la serie es incompleta y no se encuentran activas en la actualidad y que no se superponen los periodos con las mediciones de Lago Argentino en Calafate. (Figura N° 22 – Marcha anual de las temperaturas medias, Minima Media y Máxima Media Mensuales.; Figura N° 23 – Marcha anual de las temperaturas medias, Minima Media y Máxima Media Mensuales.; Figura N° 24 – Marcha anual de las temperaturas medias, Minima Media y Máxima Media Mensuales Charles y Figura N° 25 – Marcha anual de las temperaturas medias, Minima Media y Máxima Media Mensuales).

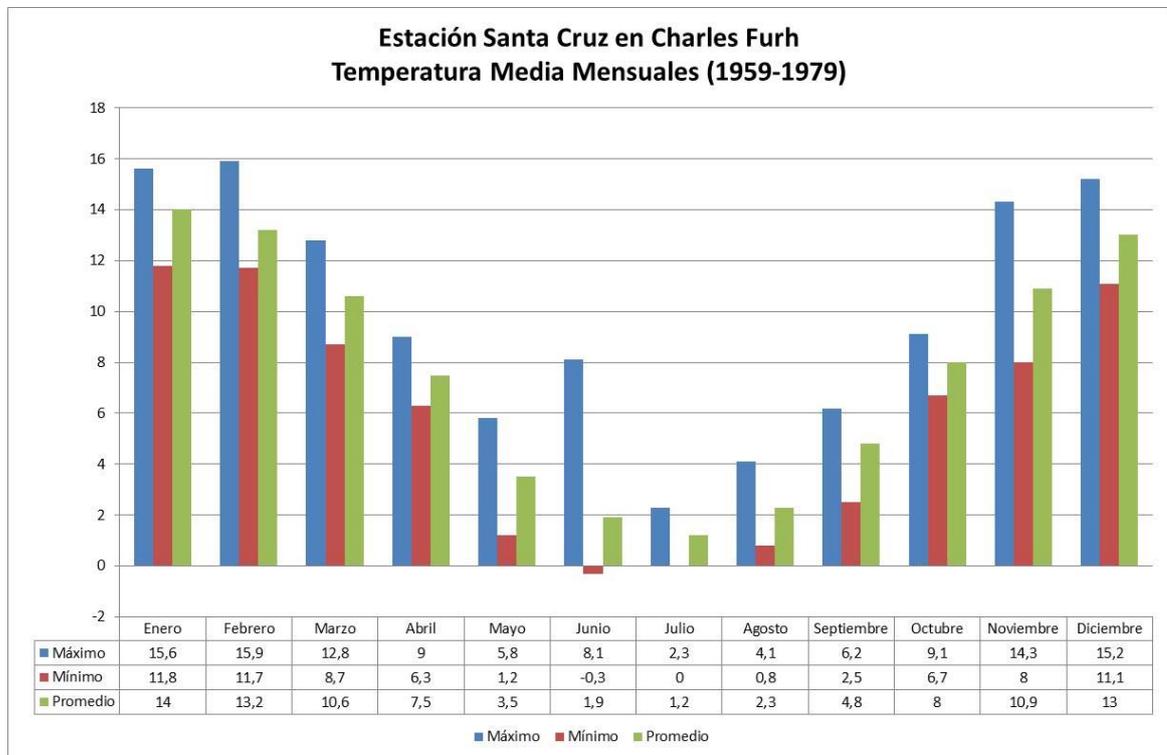


Figura N° 22 – Marcha anual de las temperaturas medias, Mínima Media y Máxima Media Mensuales.

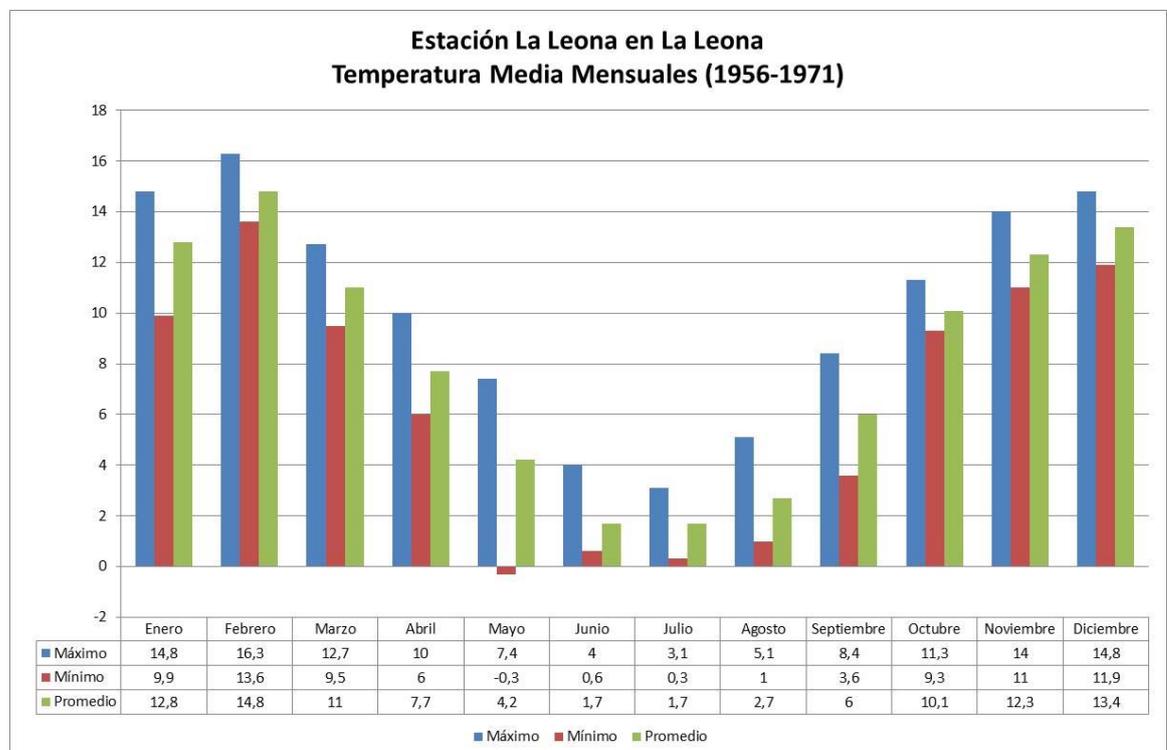


Figura N° 23 – Marcha anual de las temperaturas medias, Mínima Media y Máxima Media Mensuales.

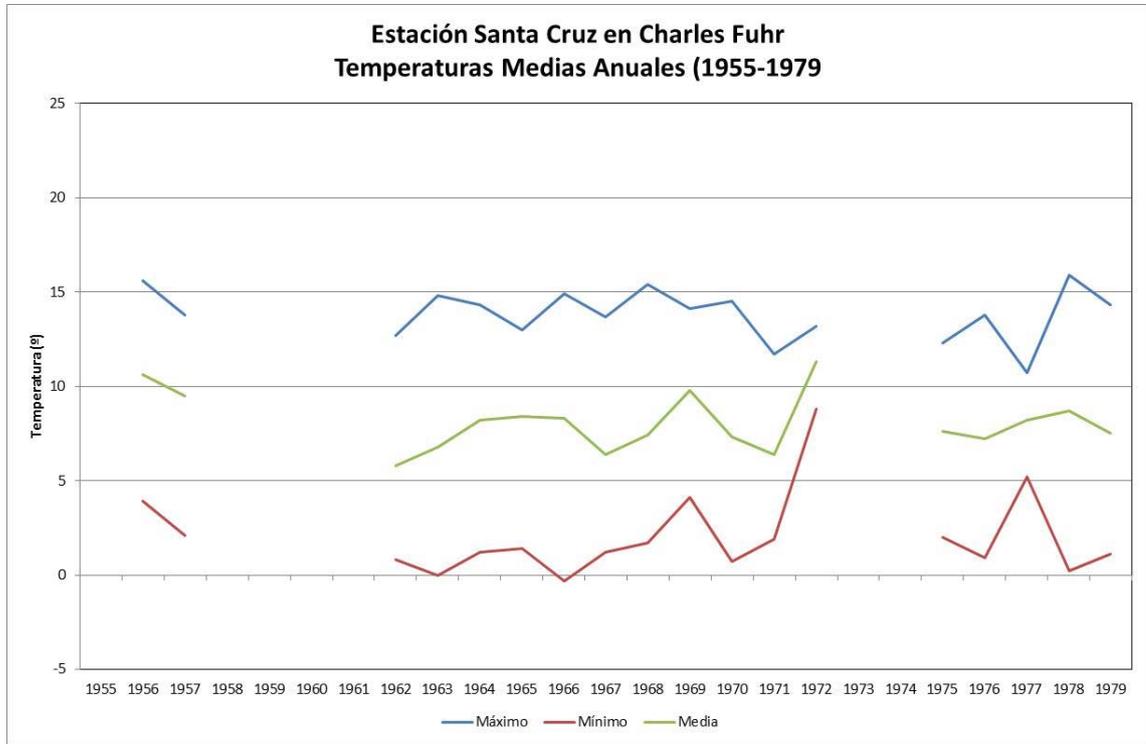


Figura N° 24 – Marcha anual de las temperaturas medias, Mínima Media y Máxima Media Mensuales Charles

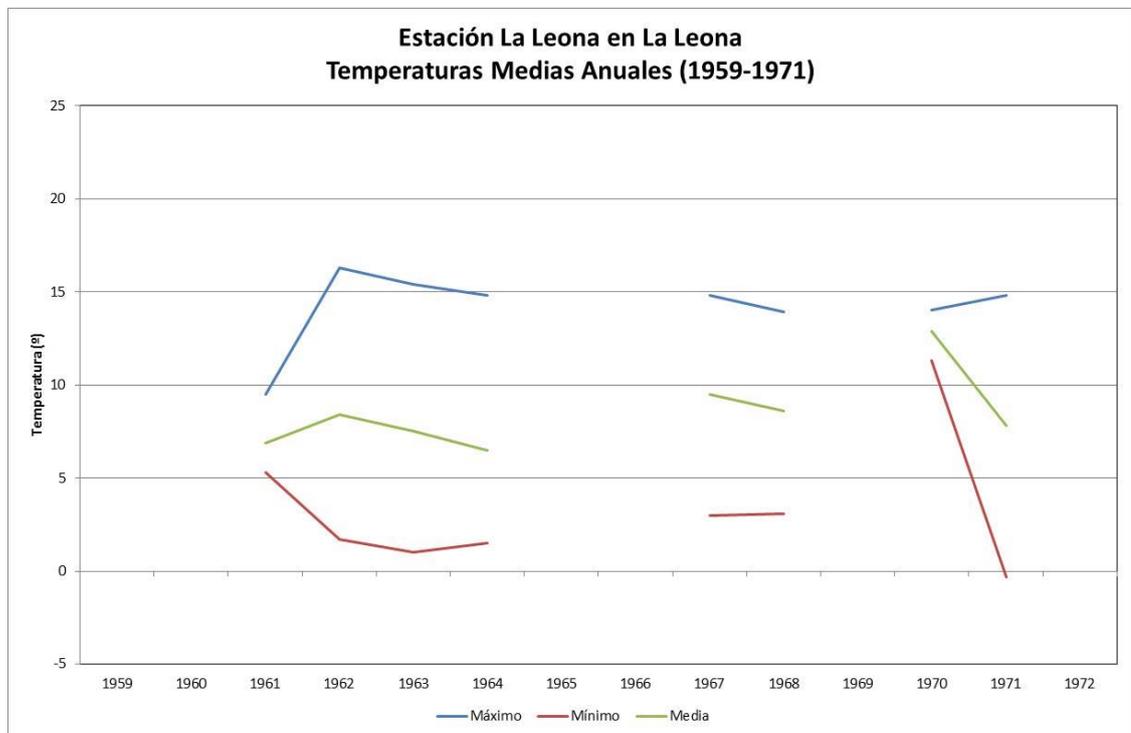


Figura N° 25 – Marcha anual de las temperaturas medias, Mínima Media y Máxima Media Mensuales

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 35 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

Como se puede observar en estas últimas figuras, la serie es incompleta pero nos da una idea de que el rango de temperaturas se encuentra dentro de los valores obtenidos para Lago Argentino, con lo cual los sensores de temperatura, deberán responder a estas temperaturas extremas.

#### 4.2.1.1.2. Análisis Hidrológico

Con el fin de conocer los regímenes de ríos y arroyos más importantes de la cuenca del río Santa Cruz se realiza la caracterización estadística de los caudales medios mensuales en los siguientes puntos de medición de estaciones pertenecientes a SSRHH: (Figura N° 26 – Ubicación geográfica de la estaciones hidrométricas.)

1. Santa Cruz en Charles Furth
2. La Leona en La Leona
3. Centinela en Ruta Provincial N° 70
4. Mitre en Ruta Provincial N° 11
5. De Las Vueltas en Parque Nacional Los Glaciares

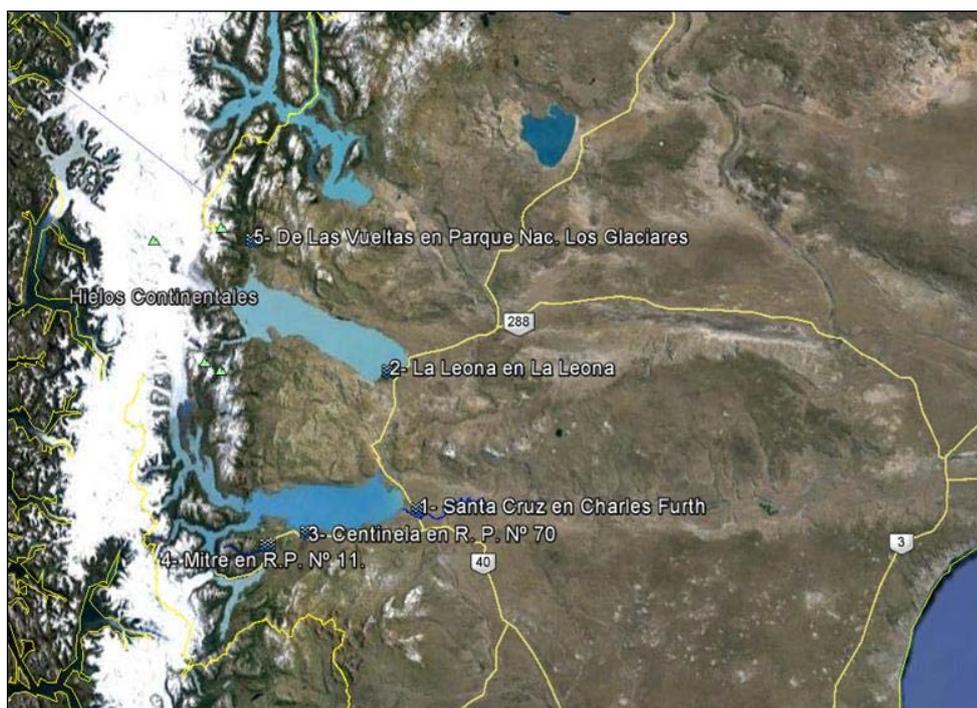


Figura N° 26 – Ubicación geográfica de la estaciones hidrométricas.

En la Tabla 5 – Estadísticos de las Series y Figura N° 27 – Diagrama de Box & Whisker se muestran los estadísticos de las series analizadas en forma comparativa.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 36 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

**Tabla 5 – Estadísticos de las Series**

Sección	De Las Vueltas en Parque Nacional Los Glaciares	La Leona en La Leona	Río Centinela	Mitre en Ruta Provincial N° 11	Santa Cruz en Charles Fuhr
<b>Estadísticos</b>	<b>Caudales Medios Mensuales</b>	<b>Caudales Medios Mensuales</b>	<b>Caudales Medios Mensuales</b>	<b>Caudales Medios Mensuales</b>	<b>Caudales Medios Mensuales</b>
<b>N° Casos</b>	261	499	192	190	621
<b>Media</b>	53.64	248.57	4.32	4.25	705.39
<b>Confidencia -95%</b>	49.91	234.13	3.63	3.76	676.13
<b>Confidencia +95%</b>	57.38	263.01	5.00	4.75	734.65
<b>Media Geométrica</b>	44.71	197.78	2.86	3.23	611.51
<b>Media Harmónica</b>	35.80	156.03	2.08	2.42	527.45
<b>Mediana</b>	48.60	200.29	2.45	3.29	632.74
<b>Moda</b>	55.64	Múltiple	2.59	Múltiple	Múltiple
<b>Suma</b>	14001	124035.77	828.68	807.93	438048.52
<b>Mínimo</b>	6.87	42.99	0.50	0.37	180.73
<b>Máximo</b>	173.77	771.28	33.40	22.99	2028.41
<b>Cuartil Inferior</b>	30.06	110.15	1.57	1.89	394.95
<b>Cuartil Superior</b>	72.86	358.29	5.00	5.21	978.09
<b>Percentil 10</b>	17.66	75.86	0.99	1.24	285.03
<b>Percentil 90</b>	94.55	490.98	9.79	8.25	1228.41
<b>Rango</b>	166.89	728.29	32.90	22.63	1847.68
<b>Rango Cuartil</b>	42.80	248.15	3.43	3.33	583.14
<b>Varianza</b>	939.00	26954.94	23.15	11.89	137858.82
<b>Desviación Estándar</b>	30.64	164.18	4.81	3.45	371.29
<b>Skewness</b>	0.83	7.35	2.81	2.20	0.74
<b>Kurtosis</b>	0.73	0.88	10.46	6.83	-0.07



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 37 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

	Diagrama de Box & Whisker.	Histograma de Frecuencias
<b>De Las Vueltas en Parque Nacional Los Glaciares</b>	<p>De Las Vueltas en Parque Nacional Los Glaciares Box &amp; Whisker Plot</p> <p>Median = 48.6    25%-75% = (30.06, 72.857)    Min-Max = (6.873, 173.766)</p> <p>OMM</p>	<p>Variable: De Las Vueltas en Parque Nacional Los Glaciares. Distribution: Log-normal Chi-Square test = 28.61323, df = 10 (adjusted), p = 0.00144</p>
<b>La Leona en La Leona</b>	<p>La Leona en La Leona Box &amp; Whisker Plot</p> <p>Median = 200.286    25%-75% = (110.146, 350.293)    Min-Max = (42.985, 771.278)</p> <p>OMM</p>	<p>La Leona en La Leona. Variable: OMM. Distribution: Log-normal Kolmogorov-Smirnov d = 0.06652, p &lt; 0.05 Chi-Square test = 66.06410, df = 13 (adjusted), p = 0.00000</p>



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 38 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

	Diagrama de Box & Whisker.	Histograma de Frecuencias
<b>Río Centinela</b>	<p>Centinela en Ruta 70. Box &amp; Whisker Plot</p> <p>Median = 2.45    25%-75% = (1.569, 4.9955)    Min-Max = (0.497, 33.401)</p> <p>QMM</p>	<p>Variable: Centinela en Ruta 70.QMM. Distribution: Log-normal Chi-Square test = 16.52950, df = 5 (adjusted), p = 0.00548</p>
<b>Mitre en Ruta Provincial N° 11</b>	<p>Mitre en RP N° 11 Box &amp; Whisker Plot</p> <p>Median = 3.291    25%-75% = (1.885, 5.211)    Min-Max = (0.366, 22.997)</p> <p>QMM</p>	<p>Variable: Mitre en R.P. N° 11.QMM. Distribution: Log-normal Chi-Square test = 2.71937, df = 4 (adjusted), p = 0.60583</p>



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 39 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ  
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°  
GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

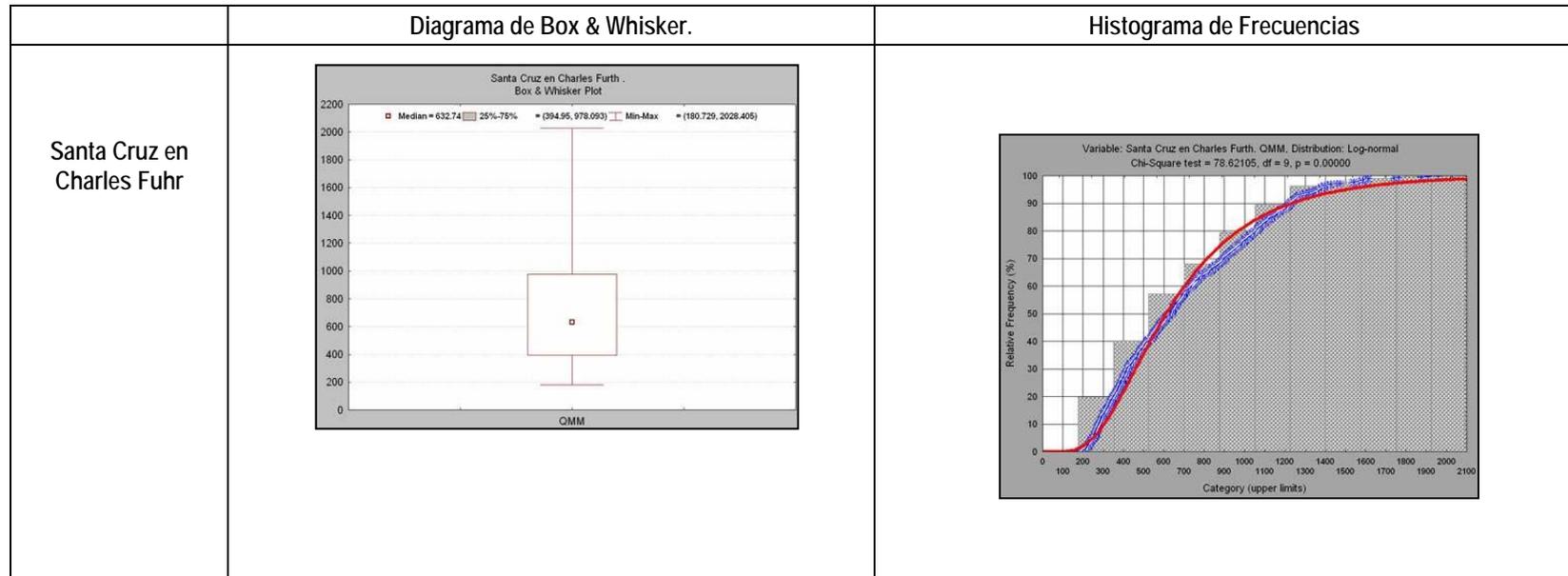
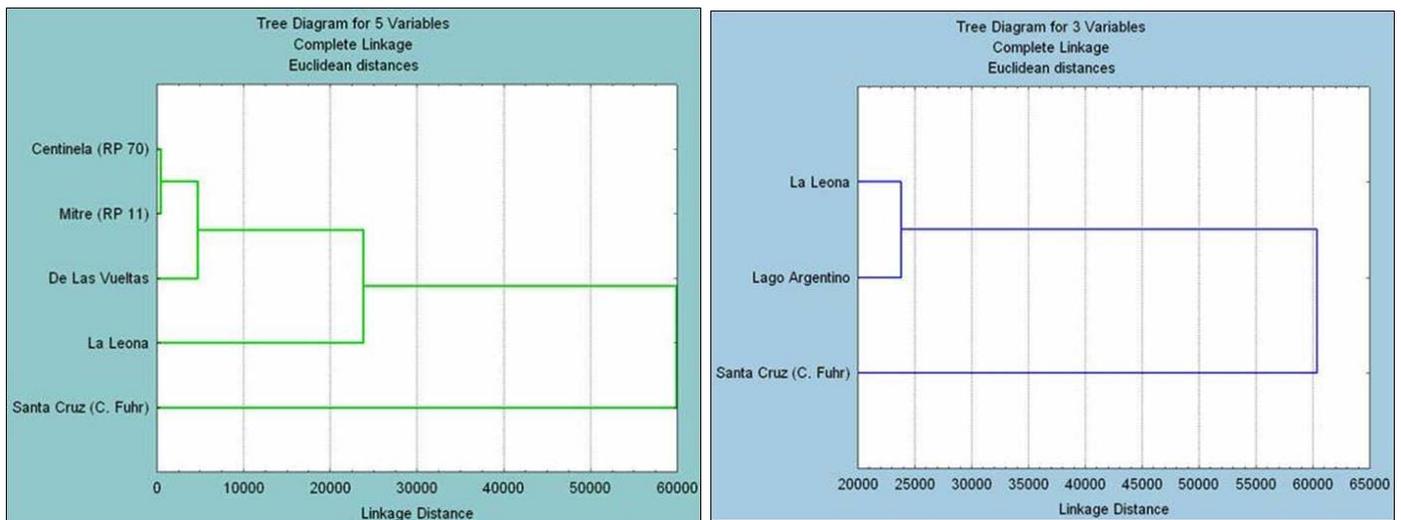


Figura N° 27 – Diagrama de Box & Whisker

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 40 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

Se realizó el análisis cluster o análisis de agrupamientos que se presenta como una estructura en forma de árbol jerárquico en la que se unen los objetos con cierto grado de similitud. Se ha planteado dicho análisis a las estaciones en estudio justamente para ver sus interdependencias o vinculaciones (Figura N° 28 – Árbol Jerárquico Horizontal para cinco y para tres estaciones).



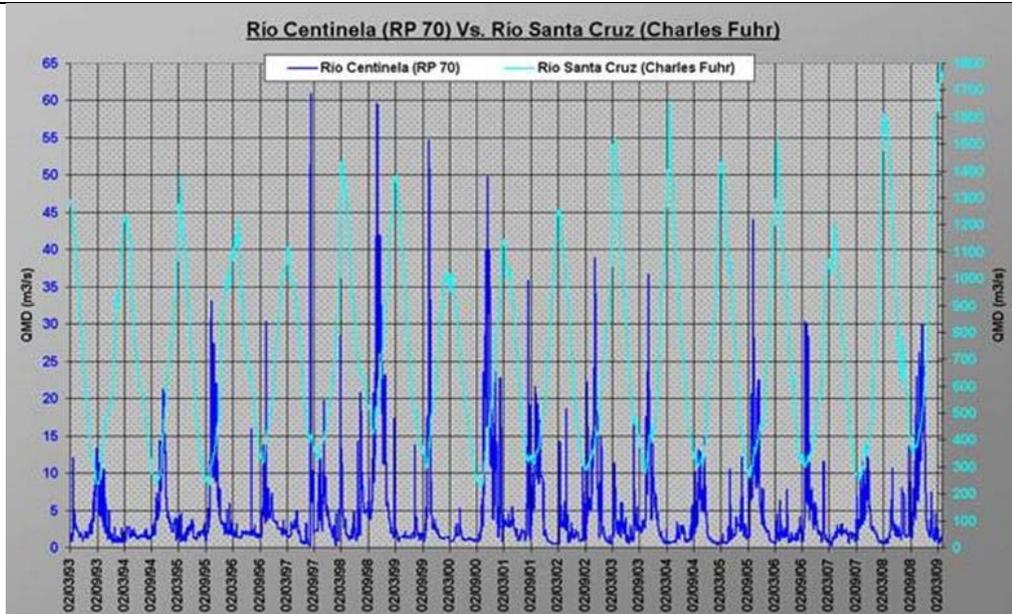
**Figura N° 28 – Árbol Jerárquico Horizontal para cinco y para tres estaciones**

De la figura anterior surge la relación que existe entre el comportamiento del río Santa Cruz en Charles Fuhr, con:

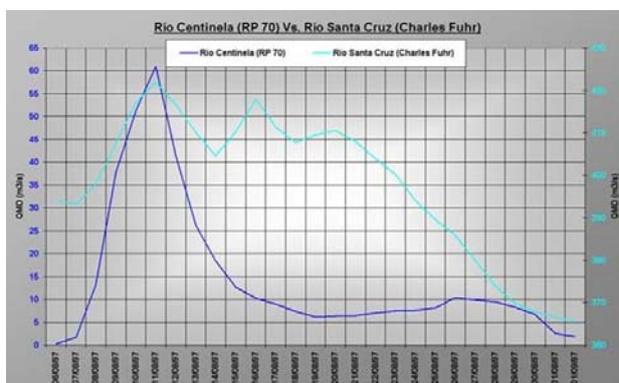
- El río La Leona en La Leona, correlación muy buena (coeficiente de regresión = 0.96)
- El río De Las Vueltas en Parque Nacional Los Glaciares, correlación baja (coeficiente de regresión = 0.39)
- El río Centinela en RP 70 y el río Mitre en RP 11, sin correlación (coeficiente de regresión = 0.13)

De la figura anterior y de acuerdo a las distancias euclídeas (distancias geométricas en el espacio multidimensional), se desprende que el río Santa Cruz en Charles Fuhr, tiene una muy buena vinculación con las alturas del Lago Argentino (coeficiente de regresión = 0.99), al igual que con el río La Leona.

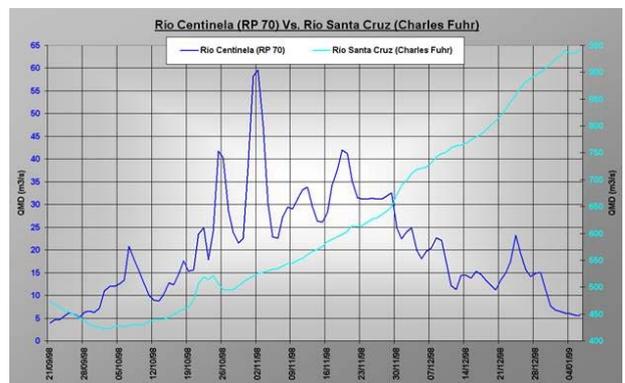
Con el fin de verificar los resultados obtenidos en los análisis de agrupamientos anteriores, se grafican las principales crecidas de los ríos indicados, comparándolas con los hidrogramas del río Santa Cruz para las mismas fechas de las otras 4 estaciones en estudio. (Figura N° 29 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Río Centinela en RP 70; Figura N° 30 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Río Mitre en RP 11; Figura N° 31 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Río De Las Vueltas en P.N. Los Glaciares y Figura N° 32 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Río La Leona en La Leona.).



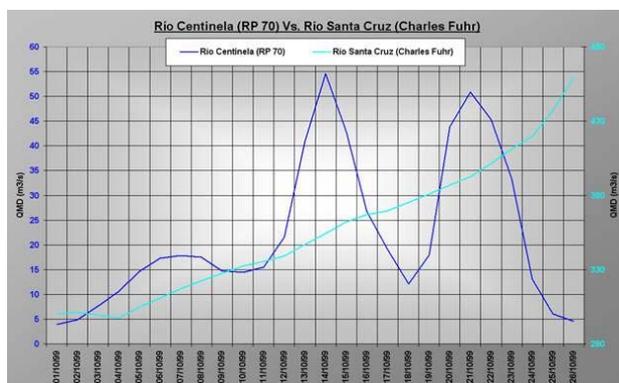
Río Centinela (RP 70) Vs. Río Santa Cruz (Charles Fuhr)



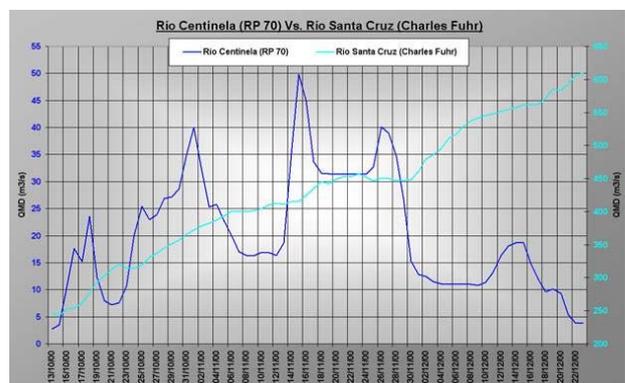
Crecida año 1997



Crecida año 1998

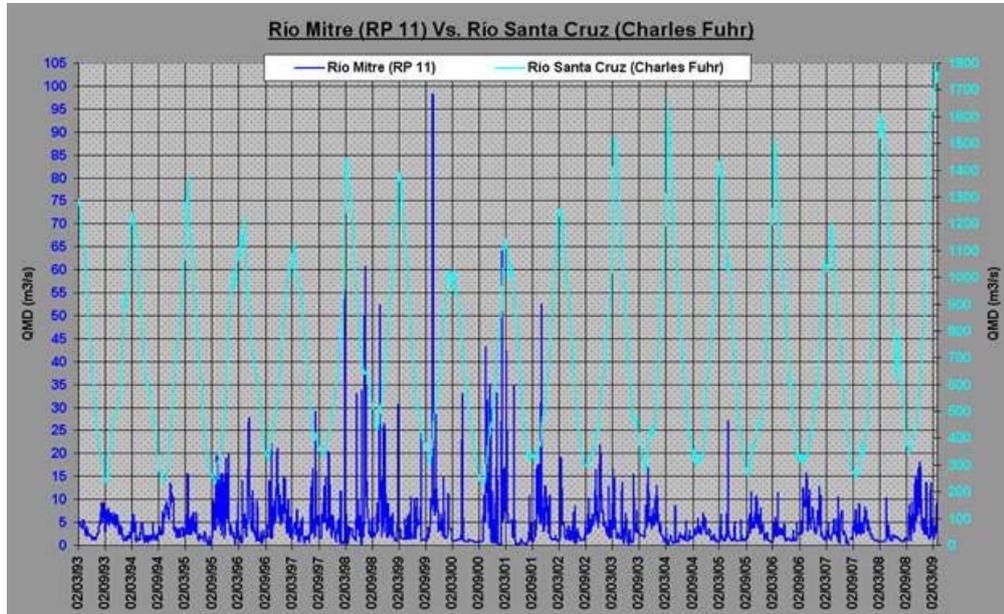


Crecida año 1999

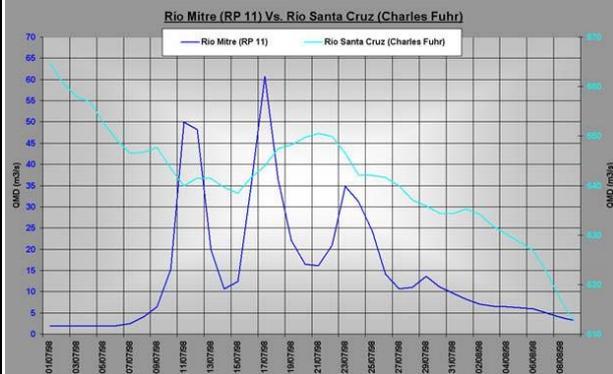


Crecida año 2000

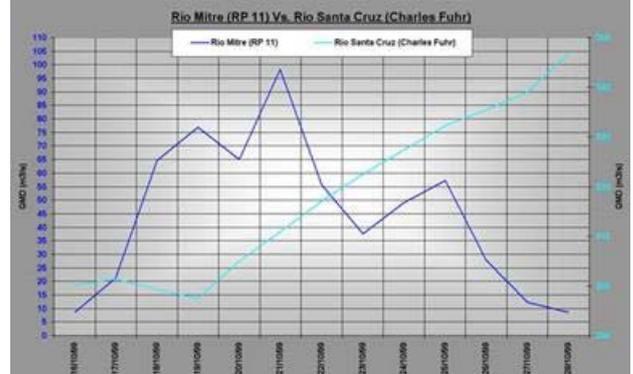
Figura N° 29 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Río Centinela en RP 70



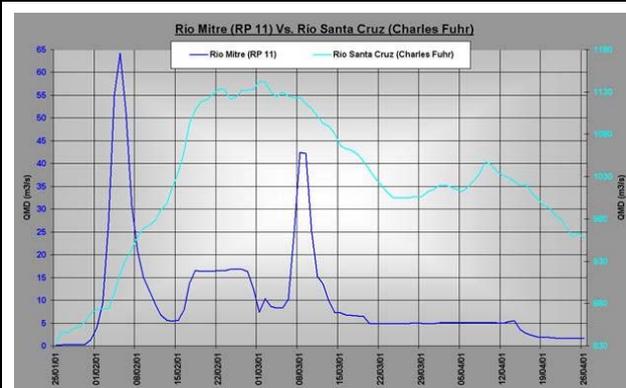
Río Mitre (RP 11) Vs. Rio Santa Cruz (Charles Fuhr)



Crecida año 1998

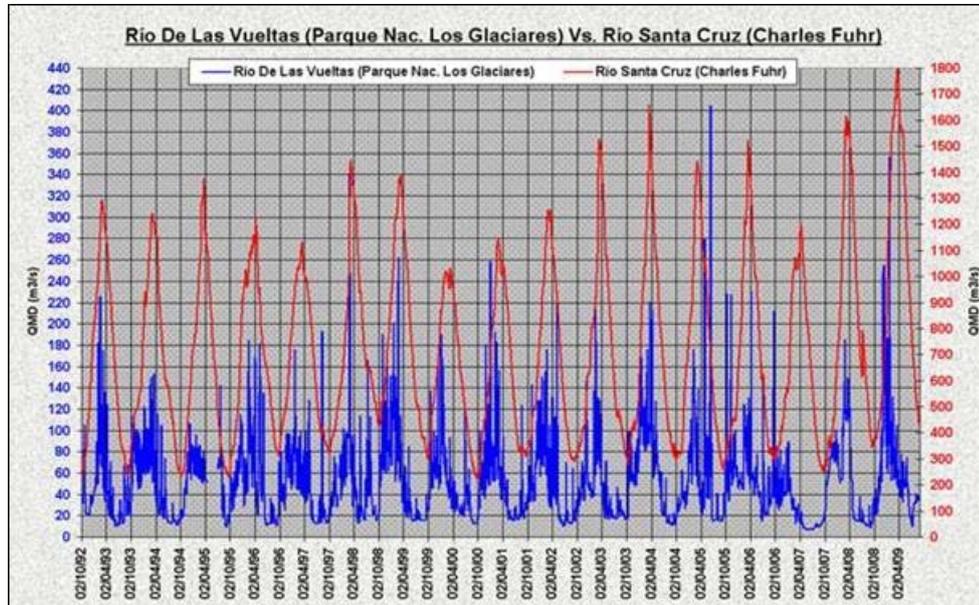


Crecida año 1999

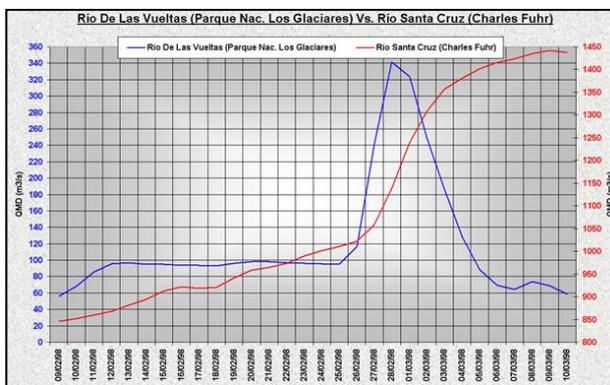


Crecida año 1999

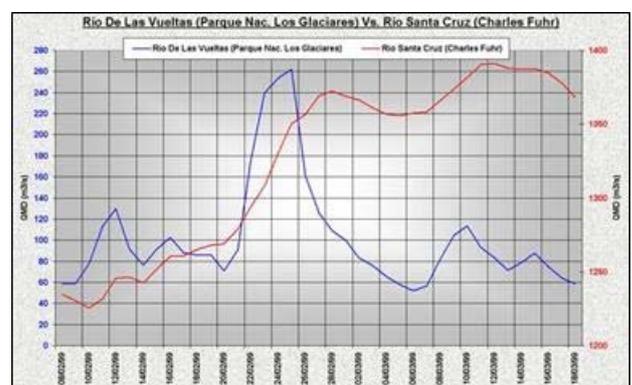
Figura N° 30 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Río Mitre en RP 11



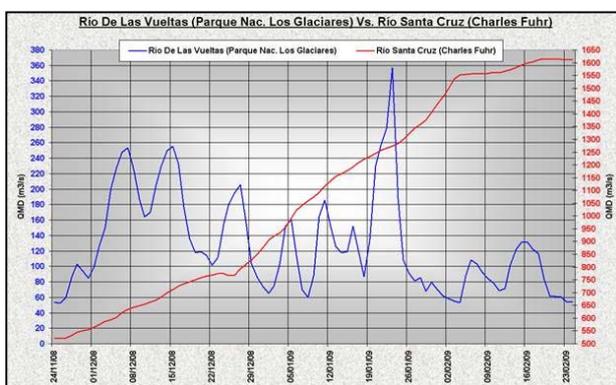
Río De Las Vueltas en P.N. Los Glaciares Vs. Rio Santa Cruz (Charles Fuhr)



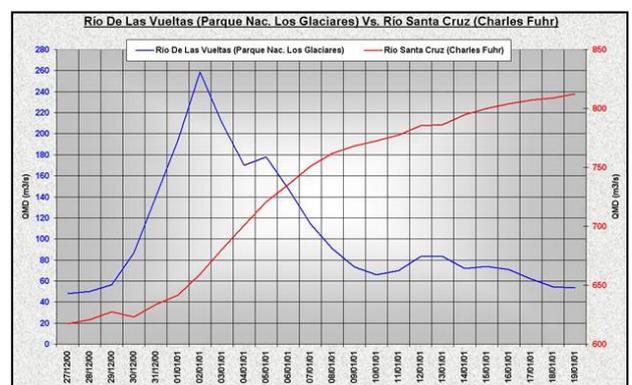
Crecida año 1998



Crecida año 1999

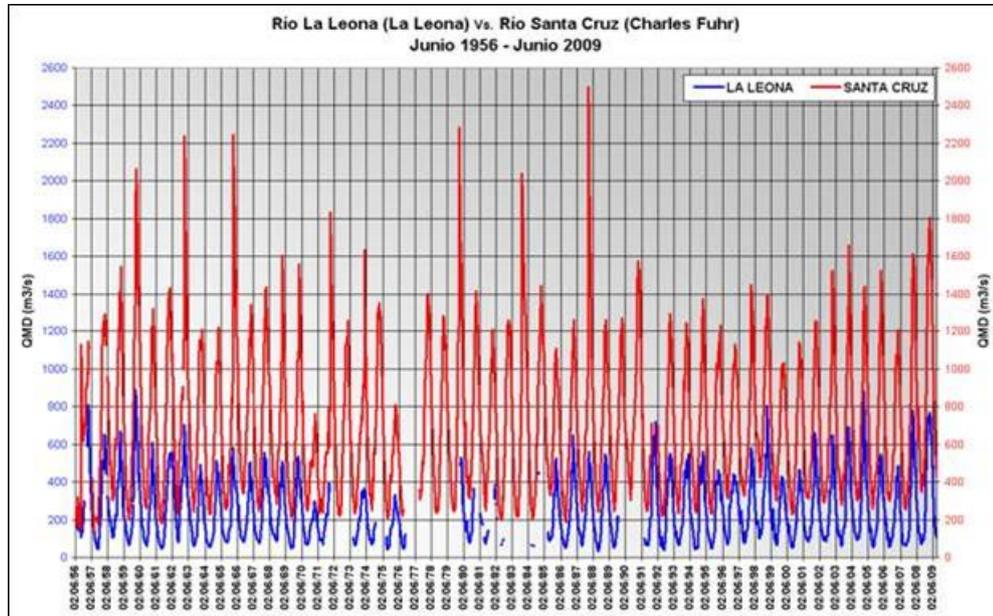


Crecida año 2000

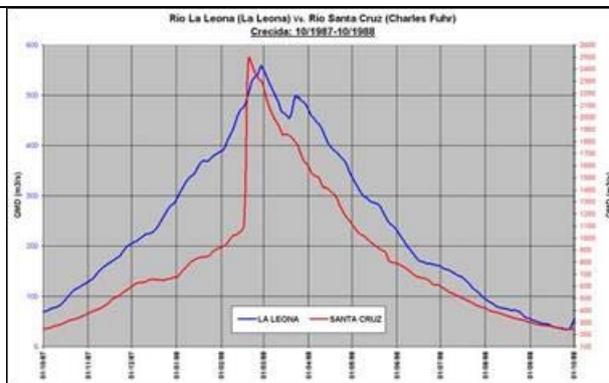


Crecida año 2001

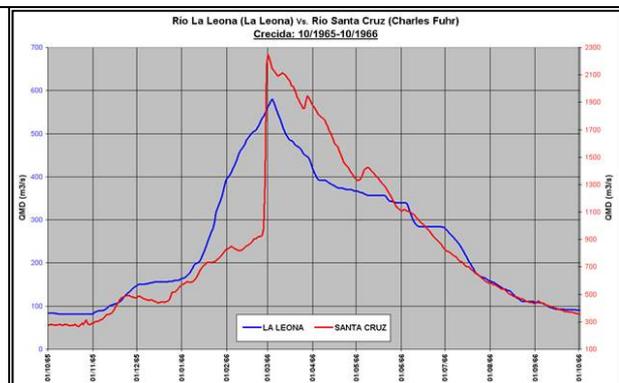
Figura N° 31 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Rio De Las Vueltas en P.N. Los Glaciares



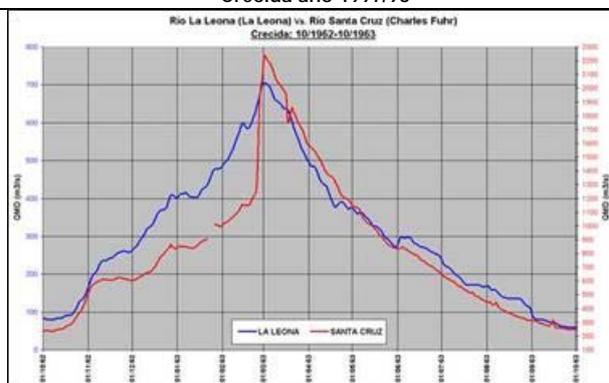
La Leona en La Leona Vs. Rio Santa Cruz (Charles Fuhr)



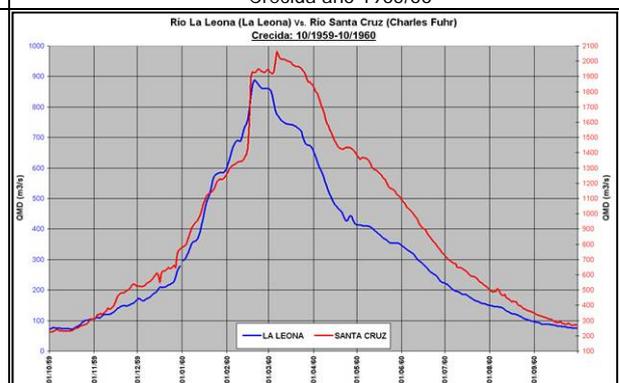
Crecida año 1997/98



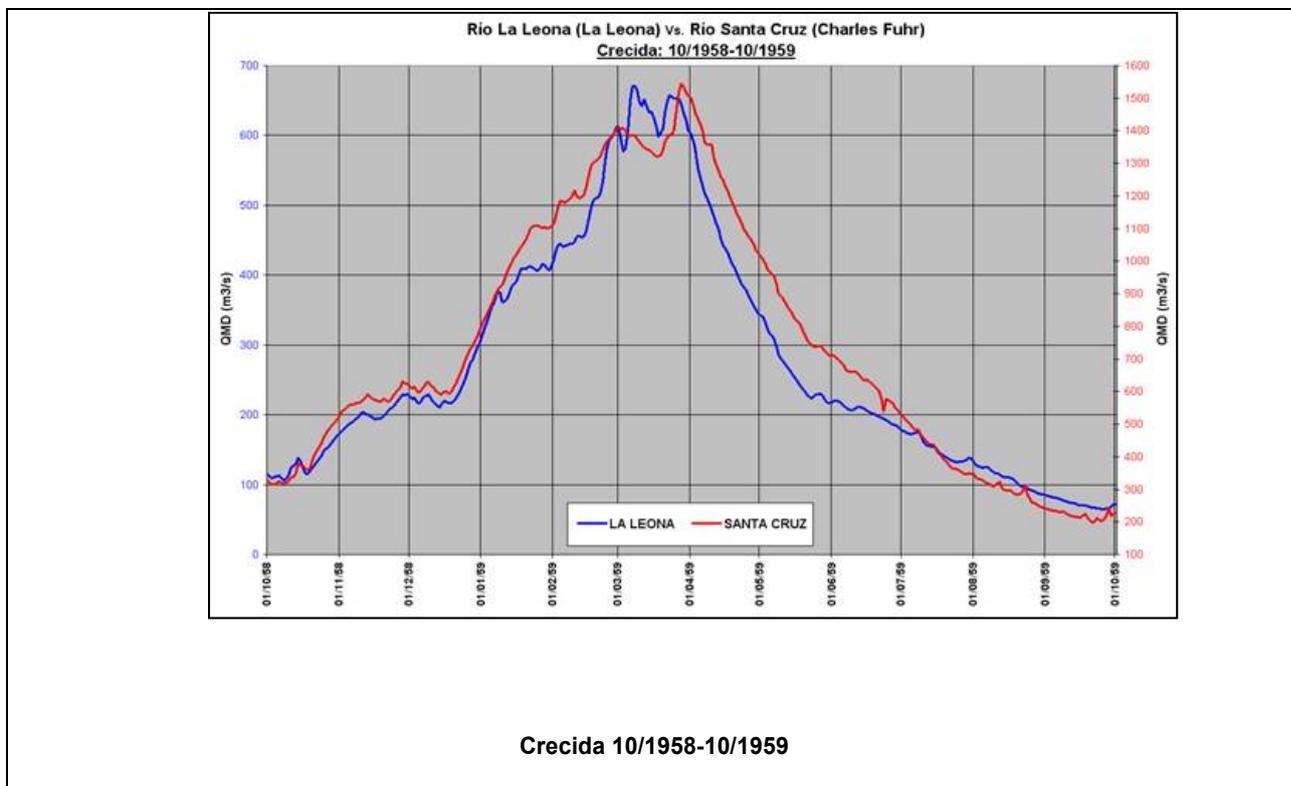
Crecida año 1965/66



Crecida año 1962/63



Crecida año 1959/60



**Figura N° 32 – Santa Cruz en Charles Fuhr .vs. Río La Leona en La Leona.**

Además, se realizó un análisis de las Alturas del Lago Argentino en el Calafate respect a las Alturas del Lago Rico y a los caudales en Charles Fuhr, en crecidas y en los momentos de rotura del Glaciar Perito Moreno. (Figura N° 33 – Lago Argentino (Calafate) Vs. Río Santa Cruz (Charles Fuhr)vs Lago Rico. (1993/2015); Figura N° 34 – Rotura Glaciar: 11 de marzo de 2004; y Figura N° 36 – Rotura Glaciar: 04 de julio de 2008.)



REPRESAS PATAGONIA  
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

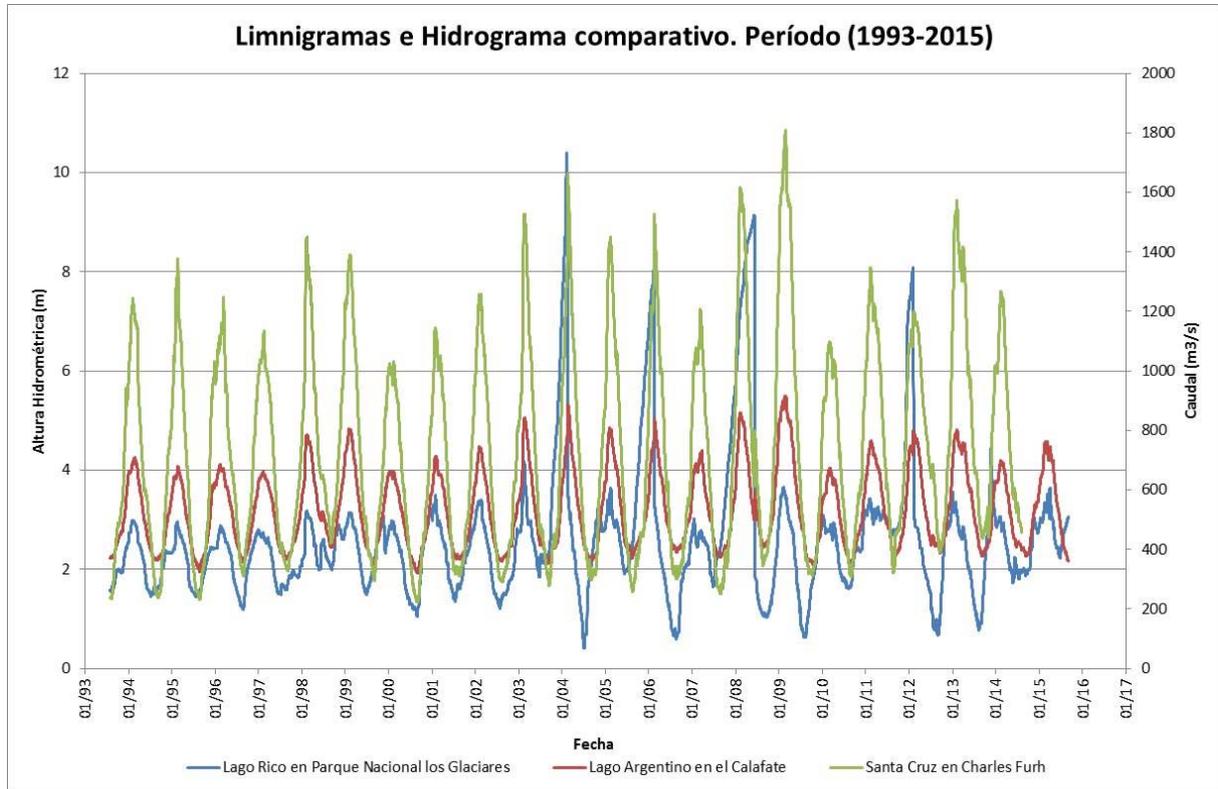
Revisión: 0A  
Fecha: 29-11-16  
Página: 46 de 92

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°

GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001



**Figura N° 33 – Lago Argentino (Calafate) Vs. Río Santa Cruz (Charles Fuhr) vs Lago Rico. (1993/2015)**

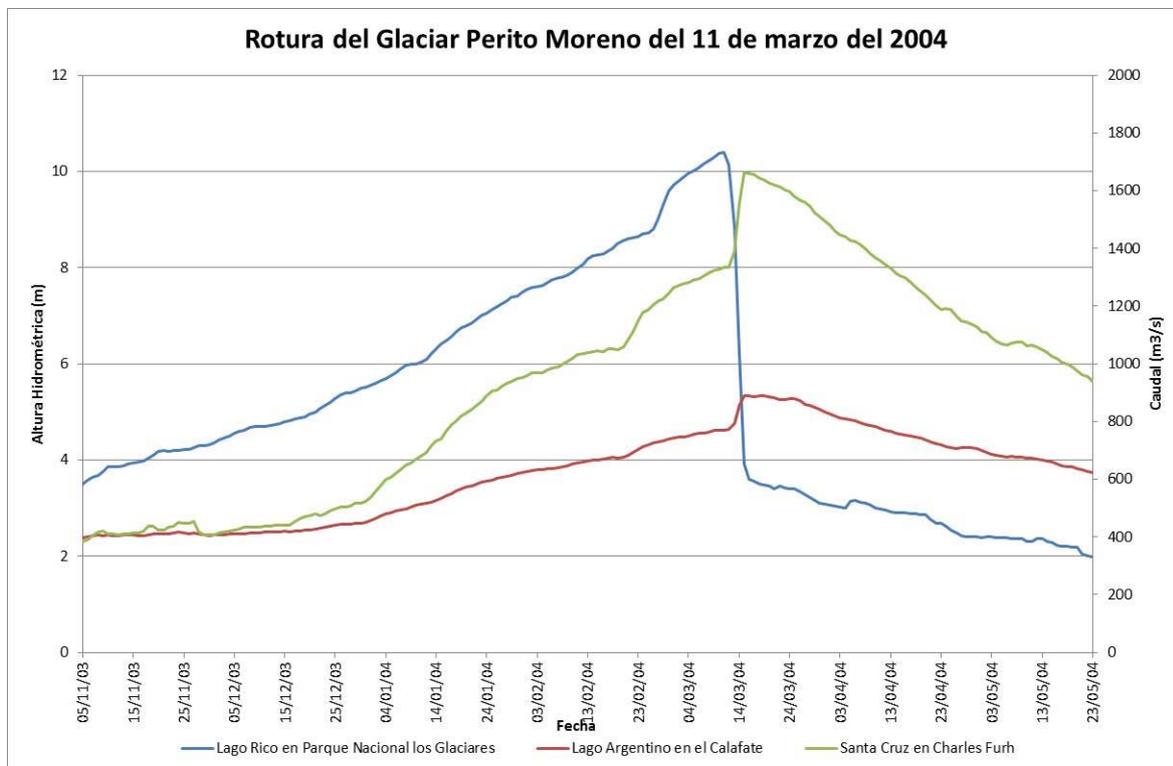


Figura N° 34 – Rotura Glaciar: 11 de marzo de 2004

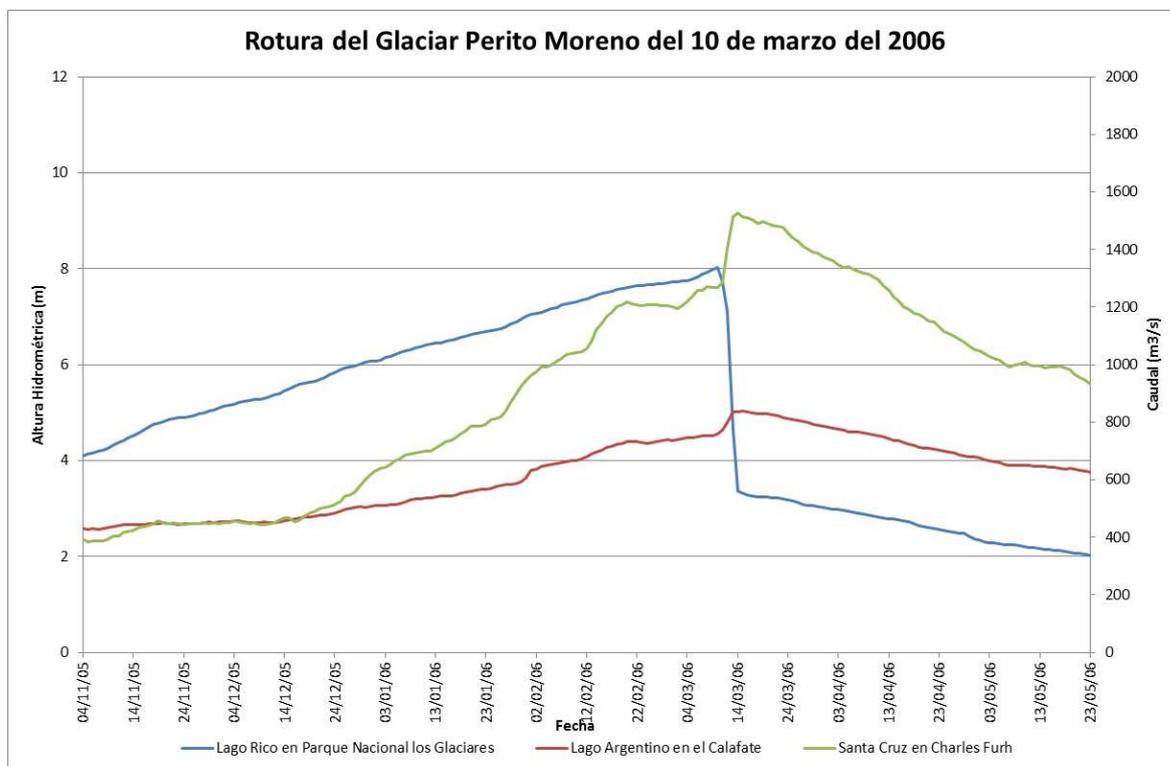
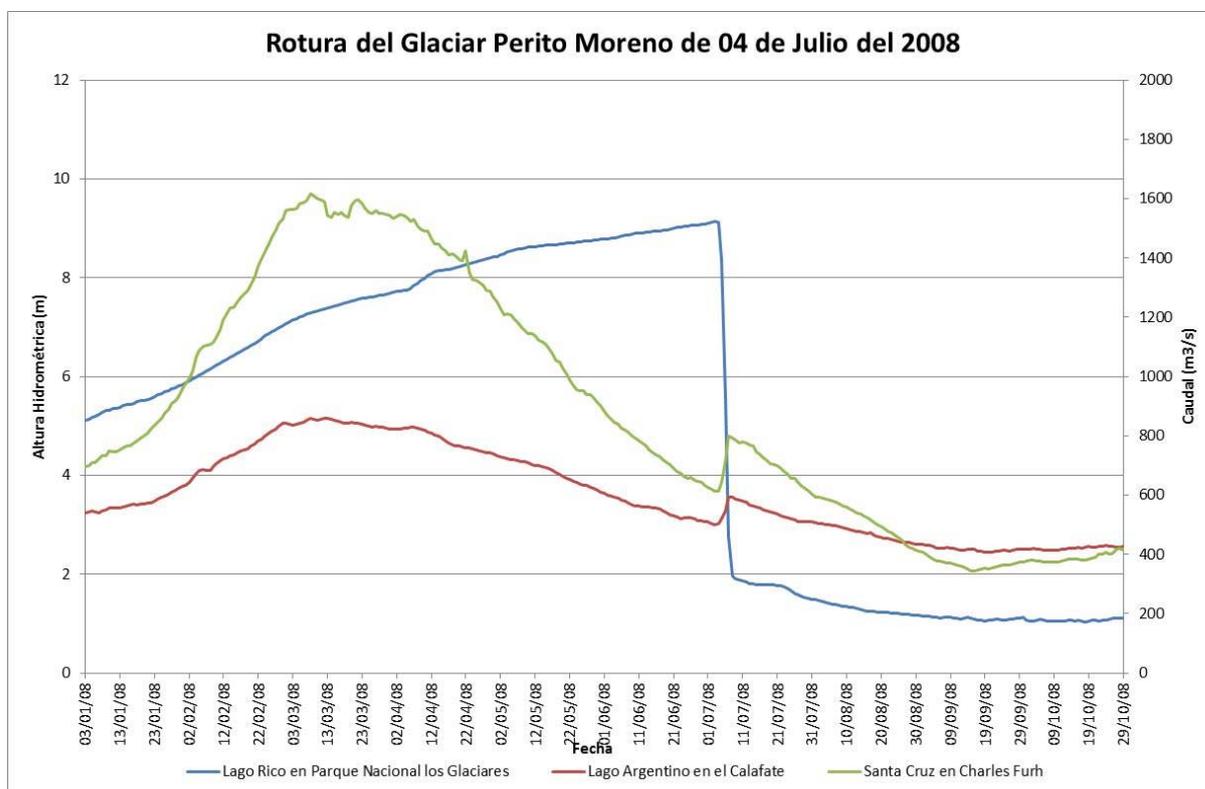


Figura N° 35 – Rotura Glaciar: 10 de marzo de 2006.



**Figura N° 36 – Rotura Glaciar: 04 de julio de 2008.**

Corroborando lo antedicho el comportamiento del río La Leona respecto al río Santa Cruz es muy similar, correspondientes a las cinco crecidas más importantes registradas, se desprende que los picos de dichas avenidas se producen con muy pocos días de diferencia. Por otro lado se aprecia que el río Santa Cruz en Charles Fuhr, en las tres avenidas principales, tiene una pendiente al pico muy abrupta:

Crecida de febrero de 1988:

- Día 15/02/1988 - Caudal: 1066.75 m<sup>3</sup>/s.
- Día 20/02/1988 - Caudal: 2490.55 m<sup>3</sup>/s.

Crecida de marzo de 1966:

- Día 25/02/1966 - Caudal: 929.43 m<sup>3</sup>/s.
- Día 01/03/1966 - Caudal: 2245.81 m<sup>3</sup>/s.

Crecida de marzo de 1963:

- Día 23/02/1963 - Caudal: 1233.15 m<sup>3</sup>/s.
- Día 02/03/1963 - Caudal: 2237.09 m<sup>3</sup>/s.

La Figura N° 33 – Lago Argentino (Calafate) Vs. Río Santa Cruz (Charles Fuhr) vs Lago Rico. (1993/2015) muestra el paralelismo que existe entre la altura del Lago Argentino en el Calafate y el río Santa Cruz en Charles Fuhr, los valores máximos de cada serie ocurren casi para la misma fecha.

Del análisis de las figuras anteriores, donde se comparan las alturas del Lago Argentino y del Lago Rico para el período 2003 – 2009 y que corresponden a las tres fechas en que se produjo la rotura del Glaciar Perito

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 49 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

Moreno: 11/03/2004, 10/03/2006 y 04/07/2008, podemos concluir que el colapso del glaciar se produjo para alturas del Lago Rico entre los 8 metros y los 11 metros.

Para las roturas del Glaciar Perito Moreno de marzo 2004 y marzo 2006, el comportamiento de ambos lagos fue similar en cuanto a la altura de embalse hasta el momento de la rotura; posterior al colapso, el Lago Argentino aumento su altura mientras que el Lago Rico disminuyó abruptamente. En cambio en la rotura de julio de 2008 el Lago Argentino fue descendiendo su nivel hasta el momento de la rotura mientras que el Lago Rico fue aumentando su cota, posteriormente se comportaron igual que en los dos eventos anteriores.

Con todo lo expuesto hasta el momento, es que se definieron las estaciones hidrométrica mas favorable para los fines de la red. Se considera que las estaciones Centinela y Mitre no son significativas en cuanto a las crecidas, ya que el mayor volumen de aporte es por nieve, pero si las estaciones de De las Vueltas, La Leona, Lago Rico, Lago Argentino y Santa Cruz en Charles Fuhr porque nos permite conocer con anticipación el desarrollo de los fenómenos hídricos de la Cuenca alta.

También es interesante el conocimiento y control de las alturas y caudales aguas abajo de las presas, para poder inferior las afectaciones de los caudales erogados por las presas.

#### 4.2.1.1. Descripción de las estaciones Remotas (ER)

La Estación Remota es la encargada del proceso de medición de la variable en el campo. Cada estación mide la variable física y la convierte en una señal eléctrica, analógica o digital según el caso. A partir de allí, este valor es digitalizado (en el caso de señales analógicas), almacenado y acondicionado para su transmisión a la Estación Maestra.

En el caso particular de las variables 'nivel de río' y 'precipitación', las Estaciones Remotas transmitirán a la Estación Maestra esos datos, ya sea en el lapso de tiempo configurado, o por eventos (por ejemplo, sobrepaso de un límite definido). Además, se pueden transferir los datos almacenados a una computadora portátil en la misma estación.

Cuatro tipos básicos de estaciones se implementarán de manera individual o conjunta, tal como se puede observar en el cuadro siguiente:

Hidrométricas: en las que se miden las alturas hidrométricas del río o cuerpo de agua

Pluviográficas: en las que se miden las precipitaciones (lluvia caída e intensidad).

Meteorológicas: en las que se miden varios parámetros:

- Temperatura ambiente.
- Precipitación (lluvia caída e intensidad).
- Humedad ambiente.
- Dirección y Velocidad del Viento (a 10 y a 20 metros de altura sobre el nivel del suelo).
- Presión atmosférica
- Radiación Solar.
- Tanque de Evaporación

Nivológica: en la que se mide el 'Equivalente de Agua en Nieve' (E.A.N.).

Además de los parámetros mencionados, en todas las estaciones se medirá el voltaje de la batería que alimenta al sistema.

Como variables indirectas, o sea, variables calculadas a partir de las variables principales, se podrían obtener valores de: 'Horas efectivas de sol', 'Sensación Térmica' y 'Punto de Rocío'.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 50 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

#### 4.2.1.2. Ubicación de las estaciones de medición

En Tabla 6 – Ubicación de las Estaciones se detalla la ubicación de cada una de las estaciones:

Tabla 6 – Ubicación de las Estaciones

Estación	Latitud S	Longitud O	Clase
Río La Leona en La Leona	49°47'49.90"	72° 3'50.50"	Hidrométrica
Laguna Azul en Seccional PN Guanaco	49°56'12.95"	72°55'57.28"	EAN
Lago Rico en P.N. Los Glaciares	50°25'34.00"	72°44'52.20"	Meteorológica Aut.
			Hidrométrica
Lago Argentino en El Calafate	50°19'12.12"	72°15'39.60"	Meteorológica Aut.
			Hidrométrica
Río Santa Cruz en Charles Fuhr	50°15'07.60"	71°54'28.10"	Meteorológica Aut.
			Hidrométrica
Río Santa Cruz en Presa N. Kirchner	50°13'07.64"	70°45'35.62"	Meteorológica Conv.
	50°13'02.91"	70°44'36.71"	Hidrométrica
Río Santa Cruz en Presa J Cepernic	50°11'58.41"	70° 05'44.20"	Meteorológica Conv.
	50°11'50.21"	70° 05'26.69"	Hidrométrica
Río Santa Cruz en Ruta Nac. N° 3-Isla Pavon	50° 0'8.87"S"	68°55'13.75"	Meteorológica Aut.
			Hidrométrica
Intermedia - Río Santa Cruz entre Isla Pavon y Estuario Puerto Santa Cruz	49° 59' 20,2"S"	68° 41' 42,9"	Hidrométrica
Punta Quilla- Estuario Puerto Santa Cruz	50° 07' 02"S"	68° 24' 39"	Meteorológica Aut.
			Hidrométrica

La ubicación de la estación nivométrica que se encuentra entre los lagos Argentino y Viedma tiene carácter de tentativo, sin que sea exacta la posición que aparece en la tabla anterior, al igual que las estaciones próximas al Estuario de Puerto Santa Cruz.

Las ubicaciones de las estaciones Presa Néstor Kichner y Presa Cepernik fueron seleccionadas para brindar la información meteorológica e hidrométrica útil durante la etapa constructiva y la posterior etapa de operación de la red. En estas ubicaciones se instalarán una estación meteorológica completa y una estación hidrométrica y de aforos.

Los sitios cercanos a las presas fueron definidos en conjunto con personal del consorcio (UTE), teniendo en cuenta la ubicación del futuro emplazamiento de la presa, como así también el emplazamiento de las construcciones del campamento de obra.

Las mediciones que se realizarán en cada una de las estaciones se describen en el punto 5.2 Descripción de Estaciones.

A continuación se presenta fotografías de los lugares de emplazamiento de las estaciones de la cuenca superior e inferior. (Figura N° 37 – Fotos de los Posibles Sitios).



Lago Argentino en Calafate



Lago Rico en Parque Nacional Los Glaciares.



Río Santa Cruz en Puente Ruta Nacional N° 3



Río La Leona en La Leona



Río Santa Cruz en Charles Fuhr



Punta Quilla - Estuario Puerto Santa Cruz

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 52 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

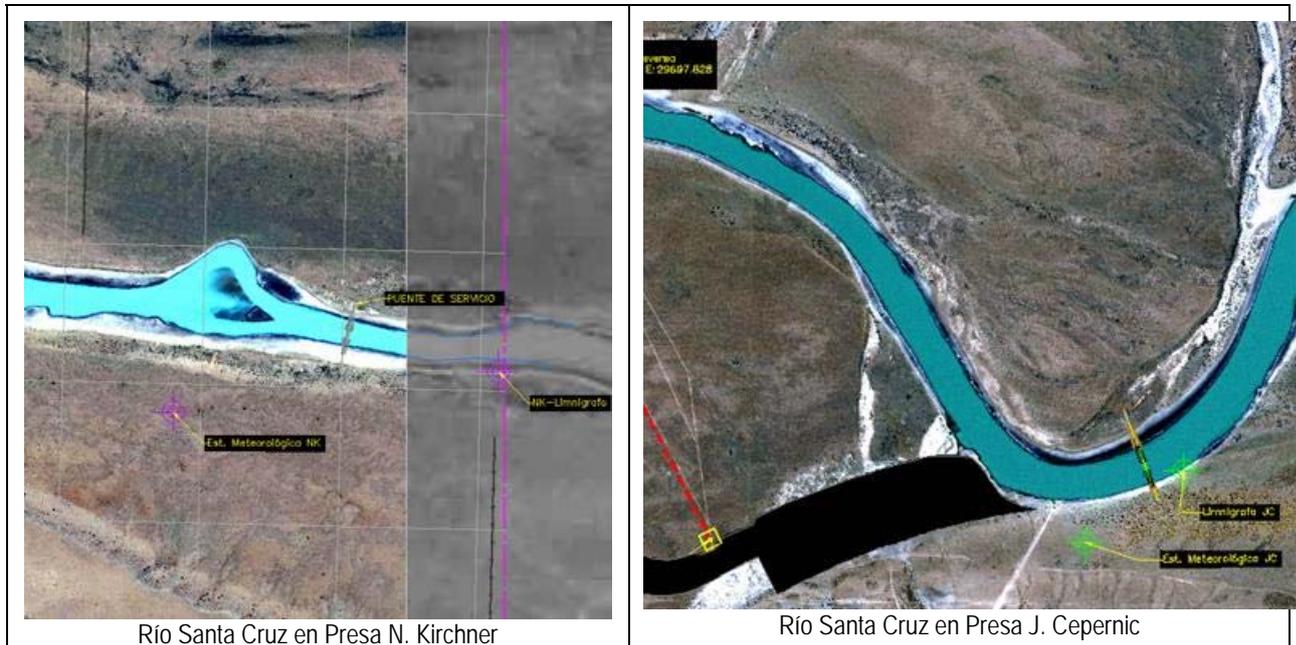


Figura N° 37 – Fotos de los Posibles Sitios

#### 4.2.1.1. Componente de las Estaciones

##### 4.2.1.1.1. Componentes Comunes

Todas las estaciones remotas tendrán los siguientes componentes:

- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor
- Cerco Perimetral ( Especial para la meteorológicas completas y reducidos para las meteorológicas automáticas)

##### 4.2.1.1.2. Estaciones Hidrométricas

Se medirá la altura hidrométrica de los cuerpos de agua mediante un **sistema de sensor de presión**, ya que en función de las características de los sitios seleccionados se pueden instalar estos tipos de sensores.

##### 4.2.1.1.3. Estaciones Pluviográficas

Se medirá la precipitación mediante un pluviógrafo de cangilones, del tipo tipping bucket, de 0.1 mm/cang.

##### 4.2.1.1.4. Estaciones Meteorológicas

En estas estaciones se instalarán los siguientes sensores:

- Temperatura ambiente.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 53 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

- Precipitación.
- Humedad ambiente.
- Dirección y Velocidad del Viento.
- Presión atmosférica.
- Radiación Solar.
- Temperatura máxima y mínima.

En las estaciones convencionales a instalar en los campamentos, además de los parámetros anteriormente mencionados se adicionará la medición de Evaporación.

#### 4.2.1.1.5. Estaciones Nivelógica

En estas estaciones se instalarán los siguientes sensores:

- Sensor de presión
- Temperatura ambiente.
- Humedad ambiente.
- Dirección y Velocidad del Viento.
- Presión atmosférica.
- Radiación Solar.

#### 4.2.1.2. Frecuencia de Mediciones

Las mediciones automáticas se realizarán con la siguiente frecuencia propuesta, siendo factible la modificación de las mismas en función de las necesidades y características del sistema.

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.
- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Equivalente de Agua en Nieve: Dos veces al día, a las 6:00 y 18:00 horas.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Radiación: a definir.

Los horarios de transmisión de los datos mencionados se programarán de manera de minimizar la cantidad de mensajes y el tiempo transcurrido entre la toma del dato y su transmisión.

Además se fijarán umbrales por parámetros para transmisión por eventos extraordinarios.

#### 4.2.2. Subsistema de Comunicación o Transmisión de Datos

Las estaciones remotas de medición (ER) serán dotadas de un sistema de comunicación que reportará a una Estación Maestra (EM).

##### 4.2.2.1. Subsistema de Comunicación

Sistema de comunicación principal se compone de un sistema de comunicaciones híbrido, sistema de comunicación por telefonía celular GSM-GPRS y Satelital, donde el primero sea el canal principal de

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 54 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

comunicaciones en todas aquellas estaciones remotas que por su ubicación puedan disponer cobertura de este tipo de servicio; y en aquellas estaciones remotas que se encuentren alejadas y no posean cobertura de telefonía celular, se utilizará un sistema de comunicación satelital ORBCOMM, que se encuentra disponible en el mismo equipo físico.

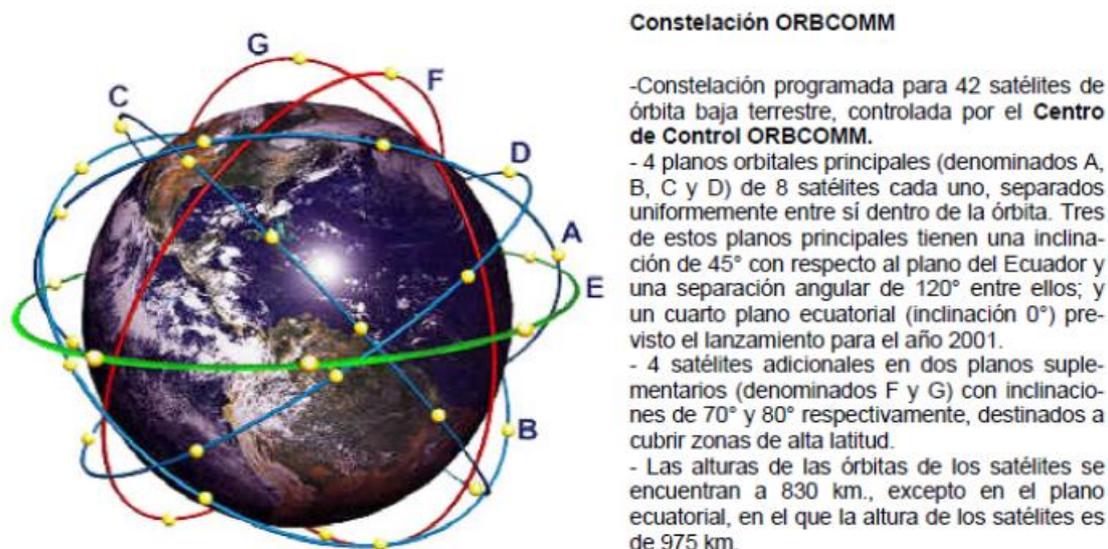
#### Sistema de comunicación por telefonía celular GSM-GPRS

El envío de información se realiza mediante una comunicación por el canal de datos celular llamado GSM/GPRS (GSM en inglés - *Global System for Mobile communications en Castellano* - sistema global para las comunicaciones móviles) y (GPRS en Inglés - *General Packet Radio Service en Castellano* - *Servicio General de Paquetes vía Radio*).

#### Sistema de comunicación por satélites ORBCOMM

Este sistema de comunicación o transmisión de datos propuesto y recomendado es el sistema de satélites ORBCOMM, utilizado actualmente en distintas redes hidrometeorológicas del país, con excelentes resultados.

**ORBCOMM** es el primer sistema comercial de comunicaciones basado en microsátélites de órbita baja. El elemento central lo constituye una constelación que en la actualidad consta de 35 a 42 satélites con cobertura mundial. **ORBCOMM, LLC (USA)** es la propietaria del sistema y proporciona el servicio mundialmente. Figura N° 38 – Constelación ORBCOMM



**Figura N° 38 – Constelación ORBCOMM**

El Sistema ORBCOMM está compuesto por tres elementos principales:

El Segmento Espacial formado por la constelación de satélites como se ve en la figura anterior.

El Segmento Terrestre, formado por los Network Control Center (NCC), Gateway Control Center (GCC) y Gateway Earth Station (GES)

Los Comunicadores Satelitales ORBCOMM, equipos portátiles, situados en el lugar remoto desde o hacia el que se desea comunicar. Figura N° 39 – Sistema de Comunicación

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 55 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

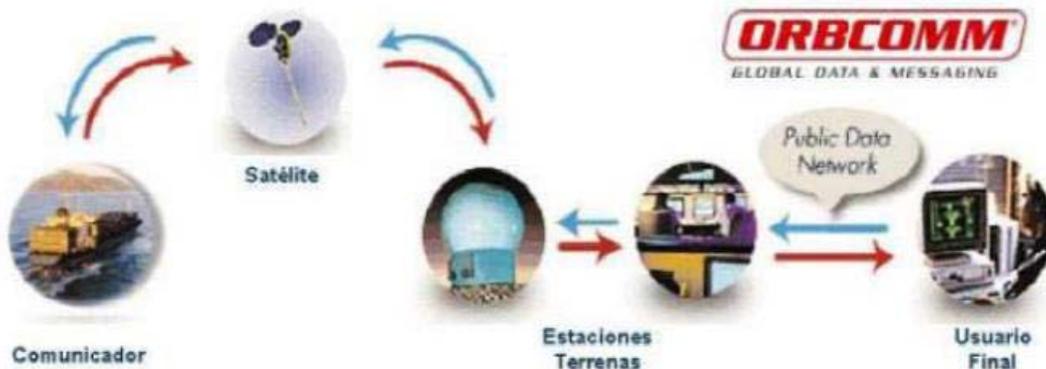


Figura N° 39 – Sistema de Comunicación

#### 4.2.2.1.1. Sistema de Transmisión de Datos

Para esta red se propone el sistema EVSQ4000 que está compuesto por 3 componentes principales:

El software que maneja todos los procesos del datalogger EVQ4000 en todas sus versiones y que permite recibir, almacenar y transmitir información mediante sistemas OrbcComm y/o GPRS.

El software de configuración de los datalogger EVQ4000 en todas sus versiones

El sistema de software que permite recibir, procesar, almacenar y publicar la información transmitida por cada una de las estaciones remotas.

#### 4.2.2.1.2. Software del Datalogger

Maneja los eventos de entrada/salida, almacenamiento de la información y transmisión de la misma en los horarios y/o eventos en los que se configura que lo haga.

#### 4.2.2.1.3. Software de Configuración

Permite definir los momentos y modos de toma y almacenamiento de datos, los horarios de transmisión, los umbrales de alarma en los que se debe transmitir, los valores de referencia (offset) y curvas de calibración para cada variable y equipo conectado al datalogger.

Este sistema es autoinstalable y actualizable automáticamente, permitiendo trabajar en forma desconectada ya que posee rutinas de sincronización interactiva que funcionan tanto automática como manualmente cuando hay conexión a Internet, pero permiten trabajar en bases temporales locales cuando no la hay.

#### 4.2.2.1.4. Software de Recepción

Está conformado por tres partes:

- Un Servicio Web (WCF) que es el que maneja la capa de acceso a datos
- Un servicio de Windows que se encarga de la lectura centralizada de los reportes recibidos de las estaciones remotas
- Un programa cliente que permite visualizar la información recibida

##### 4.2.2.1.4.1. Servicio Web (WCF)

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 56 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

Debe estar alojado en un servidor con acceso a internet, ya que es el que permite la entrada/salida de datos desde la base de datos, tanto al programa cliente como al servicio Windows.

Básicamente es la capa de acceso a datos del sistema.

#### **4.2.2.1.4.2. Servicio Windows**

Debe estar alojado en el mismo servidor del Servicio Web, ya que es el que lee todos los reportes recibidos desde las estaciones remotas, los procesa y, a través del WCF, almacena los datos en la base de datos.

También se encarga del envío centralizado de reportes que se configuren realizar mediante el programa cliente.

#### **4.2.2.1.4.3. Programa Cliente**

Es la interfaz mediante la cual el usuario puede ver los datos.

Debe estar instalado en una PC con acceso a Internet, ya que accede a los datos del servidor mediante el WCF.

Este programa es autoinstalable y se actualiza automáticamente. También refresca los datos automáticamente con frecuencia configurable.

El acceso al mismo está condicionado por usuario/contraseña, siendo ilimitado su número y puestos de trabajos de instalación, dependiendo de la capacidad del servidor donde se instala el WCF.

Permite visualizar los datos en forma de tablas y gráficos. También es posible exportar dichos datos.

Permite configurar reporte automáticos a una dirección de e-mail o grupos de e-mail indicando las estaciones remotas de las que se transmitirá la información, las horas en que se emitirán los reportes, si el reporte contendrá los datos desde el inicio del día o del inicio del mes y si el formato será ASCII o Excel.

### **4.2.3. Subsistema de Procesamiento de Datos**

#### **4.2.3.1. Estación Maestra**

La Estación Maestra (EM) estará compuesta por una Central de Comunicación (ECC) y por una Central de Procesamiento (ECP).

La ECC estará compuesta por una PC dedicada exclusivamente a la recepción, cuya función será la de recibir los mensajes enviados por las estaciones remotas, decodificarlos y almacenarlos en una base de datos primaria mediante un software específico elaborado a tal fin.

La ECP estará compuesta por una PC que tendrá acceso a la base de datos primaria de la ECC y en la cual se instalará un Administrador de Base de Datos que permitirá validar e ingresar los datos a una base de datos de consulta general con acceso a través de Internet.

El ingreso al sistema se realizará mediante Usuario y Contraseña, quedando bajo responsabilidad del Administrador del mismo la asignación de los diversos derechos.

El mencionado sistema también permitirá procesar los aforos líquidos realizados e incorporarlos a la mencionada base.

#### **4.2.3.2. Banco de Datos**

La información que recaben las estaciones pasará a constituir el Banco de Datos Hidrometeorológico del Río Santa Cruz.

Este Banco de Datos tendrá la potencialidad de estar disponible a través de Internet, ubicado en un servidor del Ministerio de la Producción en Río Gallegos, pudiéndose acceder a los datos de dos maneras diferentes:

Consulta pública a través de la WEB del mencionado Ministerio de los datos validados, almacenados y habilitados para su publicación.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA		Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 57 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC		Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

Mediante el Sistema Administrador del Banco de Datos (SABD), al que se accede con distinto niveles de derecho mediante usuario y contraseña, con las siguientes prestaciones:

- Ingreso y modificación de datos de estaciones.
- Ingreso y modificación de parámetros
- Ingreso y modificación de datos
- Importación de datos
- Cálculo de aforos líquidos
- Cálculo de curvas HQ
- Validación de datos
- Graficación de series
- Extracción e impresión de datos.

#### 4.2.4. Aforos Líquidos

Un factor importante para el conocimiento de los aporte de la cuenca es la realización de aforos sistemáticos que permitan calibrar curvas de relación Altura Hidrométrica – Caudal del curso de agua en cuestión, que son de múltiples e importantísimos usos en la Ingeniería de Obras Hidráulicas e Hidrología.

Los aforos se realizarán utilizando las siguientes normas:

Norma ISO 772 Determinaciones Hidrométricas - Vocabulario y Símbolos

Norma ISO 748 Medición de caudales en cauces abiertos – Método área - velocidad.

Se utilizarán métodos de área – velocidad. El principio de éstos consiste en medir la velocidad del flujo y el área de la sección transversal en los sitios que seleccionados.

La frecuencia de medición será mensual.

Los aforos se podrán realizar con equipos ADCP/ADV o molinete y se realizarán desde embarcación, puentes/vagoneta o a vado, dependiendo de las condiciones de niveles del río y de las posibilidades de cada sección (Tabla 7 – Estaciones de Medición de Caudal Líquido):

**Tabla 7 – Estaciones de Medición de Caudal Líquido**

Sección	Río La Leona en La Leona	Río Santa Cruz en Charles Fuhr	Río Santa Cruz en Presa Néstor Kichner		Río Santa Cruz en Presa Jorge Cepernik.		Río Santa Cruz en Ruta Nacional N° 3 Isla Pavón
			Actual	Futura	Actual	Futura	
Condición	Aporte al Lago Argentino	Ingreso al Embalse NK.	Caudal del río en esa sección	Erogación de NK.	Caudal del río en esa sección	Erogación de JC	Caudal salida del sistema
Método	Vagoneta	Vagoneta	Embarcación.	Pte de Servicio	Embarcación	Pte de Servicio	Puente

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 58 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

Propietario	SSRH	SSRH	Aprov.Hidroel. Río Sta. Cruz	Aprov.Hidroel. Río Sta. Cruz	Vialidad Nacional
-------------	------	------	------------------------------	------------------------------	-------------------

No se realizarán instalaciones aforadoras sino que se utilizarán las facilidades existentes en cada estación con el correspondiente permiso de uso de los propietarios de cada una de ellas.

#### 4.2.5. Descripción de Estaciones

A continuación se realiza un resumen del diseño por estación.

La instalación del equipamiento se cumplirán con todos los lineamientos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

##### 4.2.5.1. Río La Leona en La Leona.

**Justificación:** Esta estación encuentra en la cuenca alta de aporte al río Santa Cruz. Mide los aportes de la cuenca del Lago Viedma al Lago Argentino a través del Río La Leona, que conecta ambos lagos. Se eligió porque existe información hidrológica perteneciente a SSRH con registros de precipitación, temperatura, alturas y caudal desde 1956 y porque es de suma utilidad contar con registros históricos que permitan la calibración de un modelo futuro de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos.(Figura N° 40 – Río La Leona en La Leona)



Figura N° 40 – Río La Leona en La Leona

Cuenca: Río Santa Cruz

Subcuenca: Río La Leona

Ubicación: Paraje "Luz Divina"

Coordenadas: 49°47'49.90" LS 72° 3'50.50" LO

Altitud Aproximada: 250 m.s.n.m.

Parámetros de medición:

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 59 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- Altura Hidrométrica
- Caudal Líquido

Sistema de Transmisión: Satelital GSM/ORBCOMM

Sistema de Energía: Mediante Paneles Solares

Sistema de Aforo: Aforo con molinete o ADCP desde vagoneta perteneciente a SSRH

Instrumental de la estación:

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.

Frecuencia de Medición Normal:

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.

Medición por Eventos:

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

#### 4.2.5.1. Laguna Azul en Seccional PN Guanaco

**Justificación:** Esta estación nivométrica es una nueva estación seleccionada en el entorno de la Laguna Azul en la Seccional Guanacos, pertenecientes a Parque Nacional Los Glaciares y encuentra ubicada en la cuenca intermedia entre el Lago Viedma y el Lago Argentino y en ubicada en la zona montañosa a efectos de tener mediciones de nieve y lluvia en las cumbres que son los aportes a ambos lagos. Si bien no existe información antecedente se eligió este sitio teniendo en cuenta la importancia de la obtención de esta información, de la accesibilidad al lugar, a la escasa posibilidad de que existan actos de vandalismo ya que es una zona escasamente visitada y solamente se llega a este sitio acompañados de personal de Parque Nacional. En contacto realizado con los responsables de Medio Ambiente de las oficinas de Parque Nacional en Calafate, han manifestado la vital importancia de la información, como complementaria a las investigaciones medioambientales de la zona que ellos llevan a cabo.

Además si ya comienzan a realizar las mediciones pluvionivales se podrán mejorar a futuro los modelos de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos. (Figura N° 40 – Laguna Azul en Seccional Los Guanacos)

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 60 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001



**Figura N° 41 – Laguna Azul en Seccional Los Guanacos**

La ubicación definitiva se podrá determinar una vez que se pueda ingresar al sitio propuesto cuando se pueda acceder luego de la época invernal.

La elección de un Pluvionivómetro Totalizador como el que se propone, en reemplazo de los colchones snow pillow, se debe fundamentalmente a que el nivel a que se encontraría la estación no supera los 1300 m.s.n.m. y que de acuerdo a las referencias que se obtuvieron de parte de PN, los mantos de nieve no son muy importantes en cuanto a espesores y a permanencia temporal con lo cual sería más conveniente la instalación de este tipo de sensores, antes que la colocación de colchones de nieve.

Existen experiencias al respecto, por ejemplo en las instalaciones de medición nivológica del IANIGLA (Instituto Argentino de Nivología y Glaciología) en donde se han colocado este tipo de instalaciones al lado de colchones Snow Pillow de la SSRH a alturas superiores a los 2600 m.s.n.m, alturas muy superiores a los 1250 m.s.n.m. de esta estación propuesta.

#### Pluvionivómetros Totalizadores de IANIGLA

3185 m.s.n.m. en Las Cuevas, Mendoza

2600 m.s.n.m. en Vallecitos, Mendoza

4460 m.s.n.m. en Agua Negra, San Juan

#### Colchones de Snow pillow de SSRH

3420 m.s.n.m. en Laguna Atuel, Mendoza

3300 m.s.n.m. en Laguna Diamante, Mendoza

3000 m.s.n.m. en Toscas, Mendoza

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 61 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

2550 m.s.n.m. en Pehuenches, Mendoza

2250 m.s.n.m. en Valle Hermoso, Mendoza

4170 m.s.n.m. en Cerro Negro, San Juan

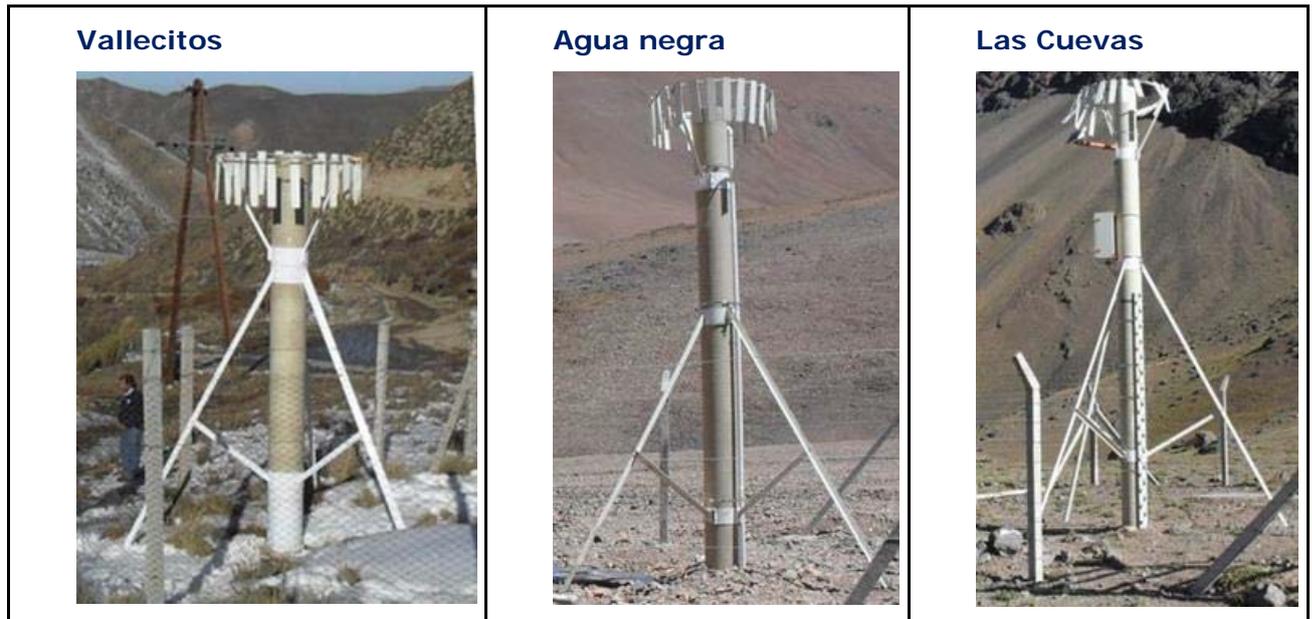


Figura N° 42 – Ejemplos de Instalación de estaciones nivométricas

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Río Santa Cruz

**Ubicación:** Laguna Azul en Seccional los Guanacos de P.N. Los Glaciares

**Coordenadas:** 49°56'12.95" LS 72°55'57.28" LO

**Altitud Aproximada:** 1250 m.s.n.m.

**Parámetros de medición:**

- Precipitación Total (Líquida y Sólida)
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento

**Sistema de Transmisión:** Satelital ORBCOMM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Sistema de Aforo:** No se miden caudales.

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Sensor de Temperatura ambiente

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 62 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

- Sensor de Humedad relativa ambiente.
- Sensor de Presión Atmosférica.
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento.
- Protector de viento para cima del Tubo
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Cerco Perimetral

**Frecuencia de Medición Normal:**

- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00horas.
- Equivalente de Agua en Nieve: Dos veces al día, a las 6:00 y 18:00 horas
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00horas.
- Radiación: a definir.

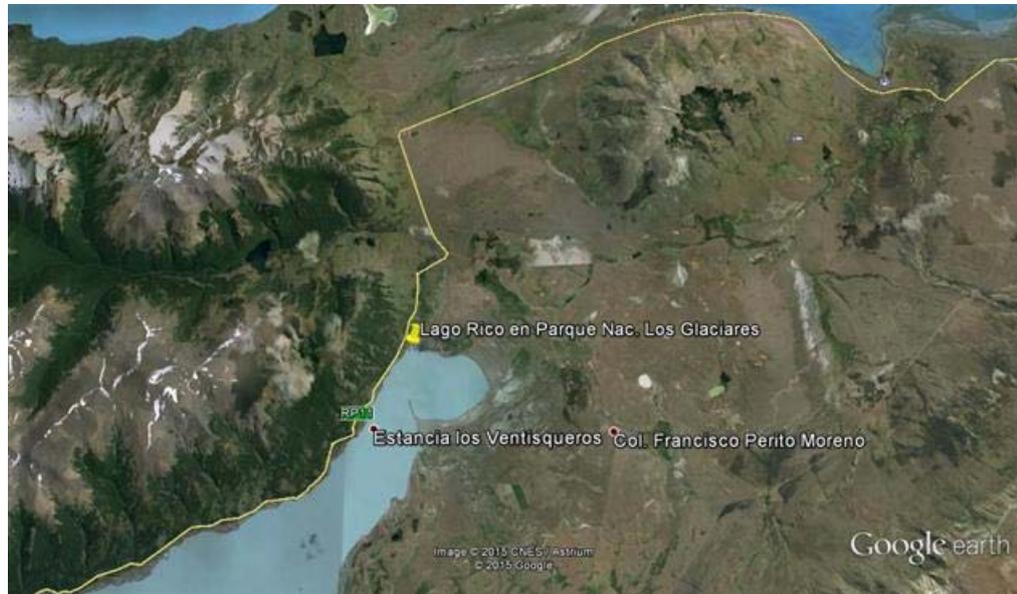
**Medición por Eventos:**

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

**4.2.5.1. Lago Rico en PN Los Glaciares**

**Justificación:** Esta estación encuentra en la cuenca alta de aporte y permite observar la variación del Lago Rico, que es afluente del Lago Argentino y el cual aporte los volúmenes de crecidas en ocurrencia con la rotura del Glaciar Perito Moreno y por lo tanto el responsable de las potenciales variaciones abruptas del nivel del río Santa Cruz, al río Santa Cruz. Se eligió porque existe información hidrológica perteneciente a SSRH con registros de alturas 1991 y porque es de suma utilidad contar con registros históricos que permitan la calibración de un modelo futuro de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos. (Figura N° 43 – Lago Rico en P. N. Los Glaciares).

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 63 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>



**Figura N° 43 – Lago Rico en P. N. Los Glaciares**

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Lago Rico

**Ubicación:** Seccional Lago Rico de P.N Los Glaciares.

**Coordenadas:** 50°25'34.00" LS 72°44'52.20" LO

**Altitud Aproximada:** 265 m.s.n.m.

**Parámetros de medición:**

- Precipitación
- Altura Hidrométrica
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento

**Sistema de Transmisión:** Satelital GSM o ORBCOMM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Sistema de Aforo:** No se mide caudal líquido.

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Sensor de Pluviómetro a cangilón

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 64 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

- Sensor de Temperatura ambiente
- Sensor de Humedad relativa ambiente.
- Sensor de Presión Atmosférica.
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento.
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Cerco perimetral

#### **Frecuencia de Medición Normal:**

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.
- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Radiación: a definir.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.

#### **Medición por Eventos:**

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

#### **4.2.5.2. Lago Argentino en El Calafate**

**Justificación:** Esta estación encuentra en la cuenca alta y permite observar la variación del Lago Argentino, cuyo aporte es el responsable de los caudales del Río Santa Cruz. Se eligió porque existe información hidrológica perteneciente a SSRH con registros de alturas, temperatura, precipitación, evaporación, viento y humedad desde 1992 y porque es de suma utilidad contar con registros históricos que permitan la calibración de un modelo futuro de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos. (Figura N° 44 – Lago Argentino en El Calafate).

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 65 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>



**Figura N° 44 – Lago Argentino en El Calafate**

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Río Santa Cruz

**Ubicación:** Predio de Obras Sanitarias

**Coordenadas:** 50°19'12.12" LS 72°15'39.60" LO

**Altitud Aproximada:** 175 m.s.n.m.

**Parámetros de medición:**

- Precipitación
- Altura Hidrométrica
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento

**Sistema de Transmisión:** GSM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Sistema de Aforo:** No se mide caudal líquido.

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Sensor de Pluviómetro a cangilón
- Sensor de Temperatura ambiente
- Sensor de Humedad relativa ambiente.

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 66 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- Sensor de Presión Atmosférica.
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento.
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Cerco perimetral

**Frecuencia de Medición Normal:**

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.
- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Radiación: a definir.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.

**Medición por Eventos:**

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

**4.2.5.3. Río Santa Cruz en Charles Fuhr**

**Justificación:** Esta estación encuentra en las nacientes y mide los caudales aportes del Lago Argentino y que son los caudales ingresantes al futuro embalse de la presa Néstor Kichner. Se eligió porque existe información hidrológica perteneciente a SSRH con registros de precipitación, temperatura, alturas y caudal desde 1955 y porque es de suma utilidad contar con registros históricos que permitan la calibración de un modelo futuro de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos. (Figura N° 45 – Río Santa Cruz en Charles Fuhr).

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 67 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>



Figura N° 45 – Río Santa Cruz en Charles Fuhr

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Río Santa Cruz

**Ubicación:** Charles Fuhr

**Coordenadas:** 50°15'7.60" LS 71°54'28.10" LO

**Altitud Aproximada:** 206 m.s.n.m.

**Parámetros de medición:**

- Precipitación
- Altura Hidrométrica
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento

**Sistema de Transmisión:** Satelital GSM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Sistema de Aforo:** Aforo con molinete desde vagoneta perteneciente a SSRH

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Sensor de Pluviómetro a cangilón
- Sensor de Temperatura ambiente
- Sensor de Humedad relativa ambiente.
- Sensor de Presión Atmosférica.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 68 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento.
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Cerco perimetral

#### **Frecuencia de Medición Normal:**

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.
- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Radiación: a definir.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.

#### **Medición por Eventos:**

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

#### **4.2.5.4. Río Santa Cruz en Presa N. Kirchner**

**Justificación:** Esta sección se encuentra próxima a la ubicación de la futura Presa Néstor Kirchner y básicamente se trata de una estación meteorológica completa y una estación hidrométrica. Estas estaciones cumplen básicamente con el segundo objetivo de esta red que es la de monitorear las variables hidrometeorológica del río Santa Cruz en el entorno de los emplazamientos. La estación hidrométrica permitirá monitorear en las distintas etapas constructivas los caudales circulantes en el río y luego, en las etapas de explotación permitirá monitorear los caudales erogados por la presa. Con los datos monitoreados por la estación meteorológica permitirá conocer en tiempo real el estado de las mismas a los efectos constructivos (velocidad de viento a 10 y 20 m de altura, temperaturas máximas y mínimas, etc.). En el punto 4.1.2. Río Santa Cruz en Presa Néstor Kirchner, se describe con mayor detalle ambas estaciones. Cabe aclarar que en una primera etapa se realizará la instalación de los sensores con transmisión y cuando ya esté totalmente en funcionamiento el campamento se colocarán los equipos que necesitan observador permanente tal como es el tanque de evaporación. (Figura N° 46 – Croquis de la Planta del Cerco Meteorológico; Figura N° 47 – Croquis del Perfil del Cerco Meteorológico y Figura N° 49 – Croquis Ubicación de Equipamiento a 20 m sobre la antena.).

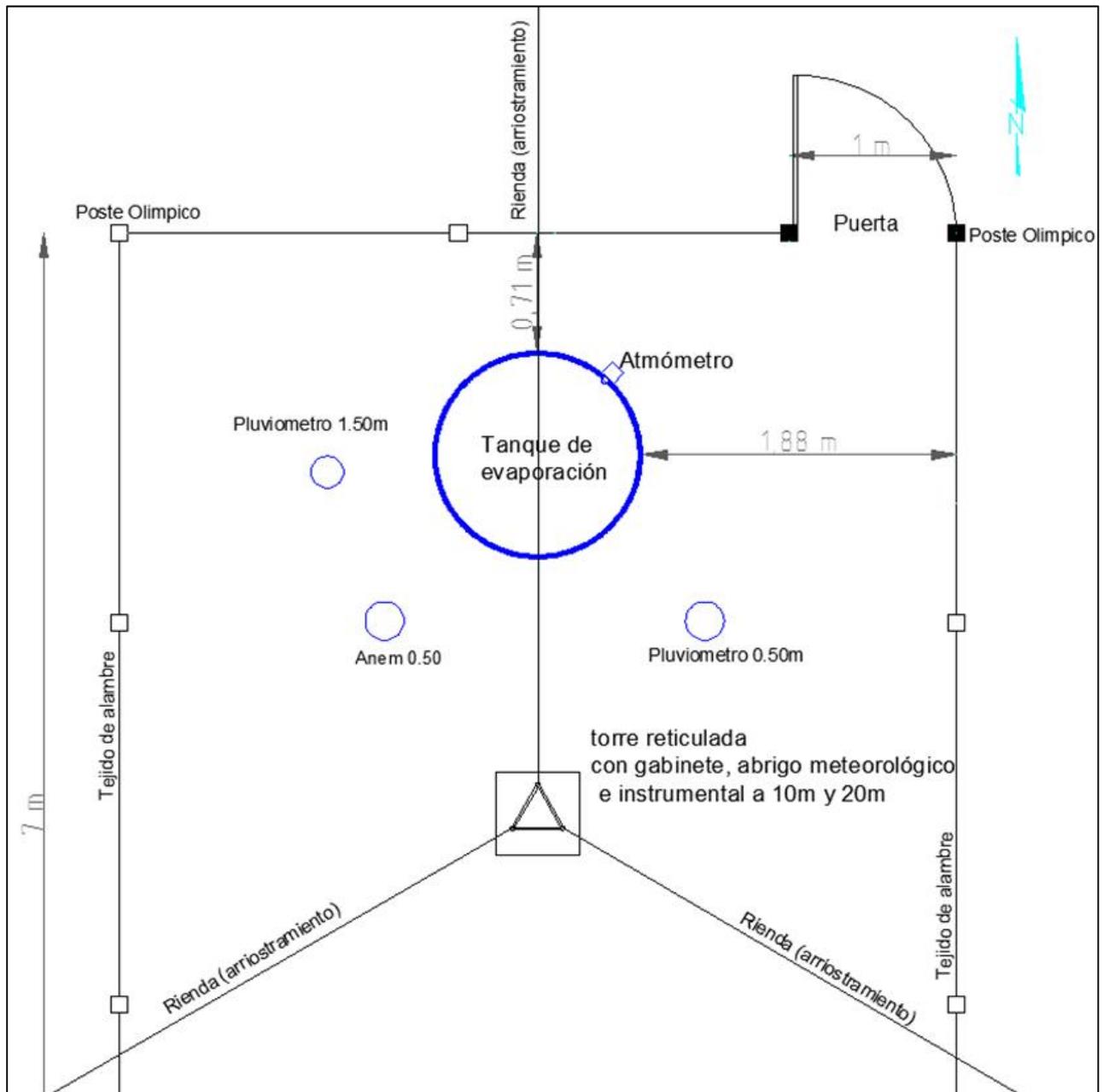


Figura N° 46 – Croquis de la Planta del Cerco Meteorológico

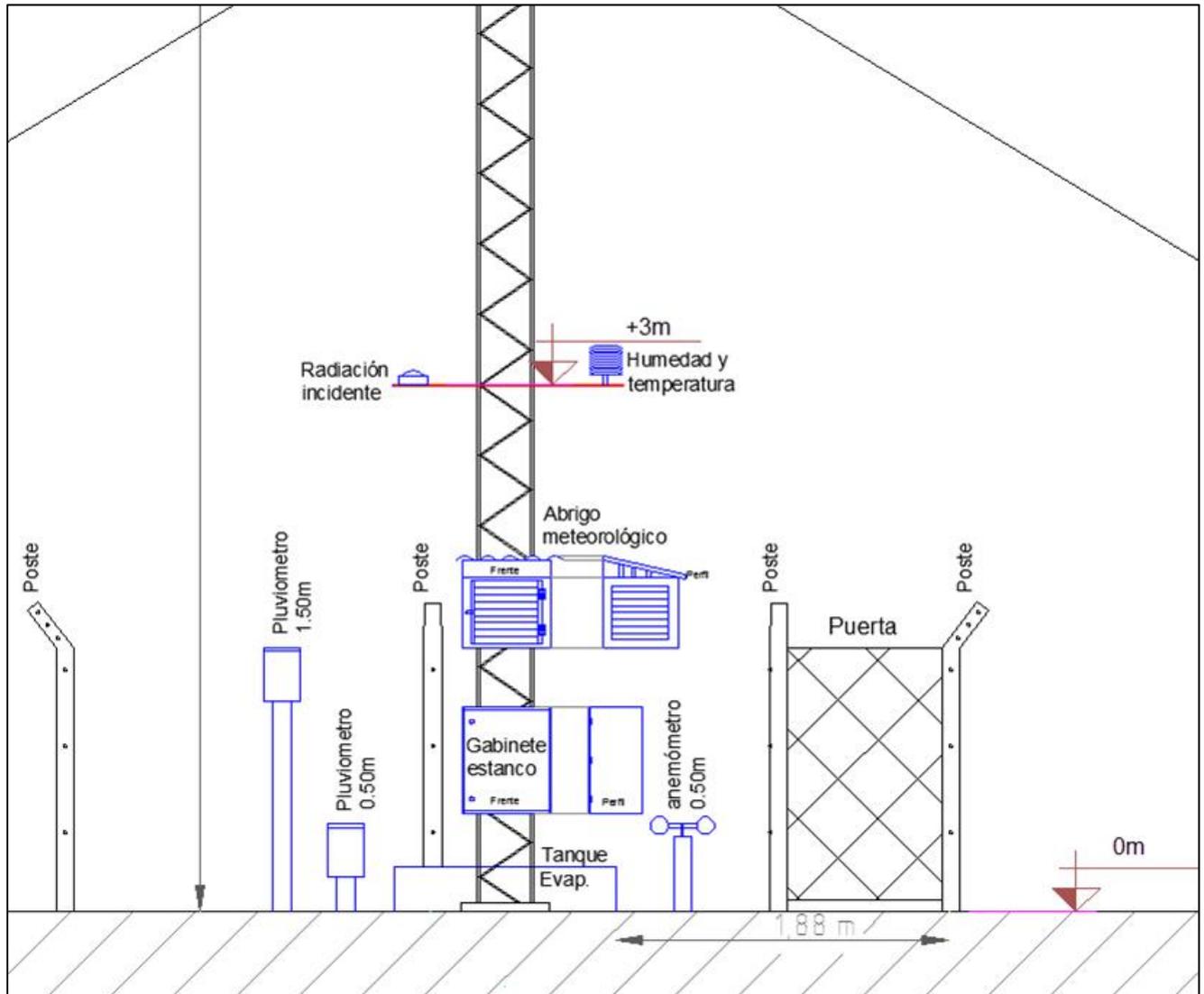


Figura N° 47 – Croquis del Perfil del Cerco Meteorológico

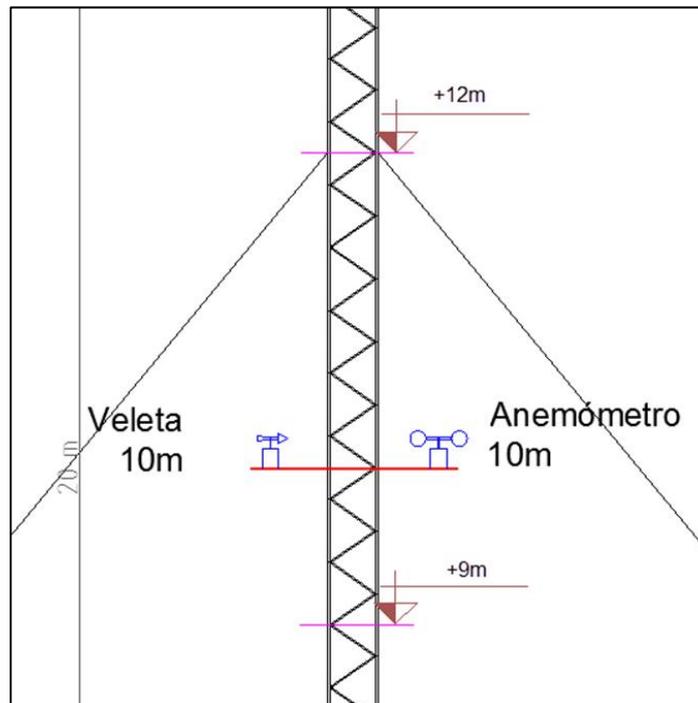


Figura N° 48 – Croquis de Ubicación de Equipamiento a 10 m sobre la antena.

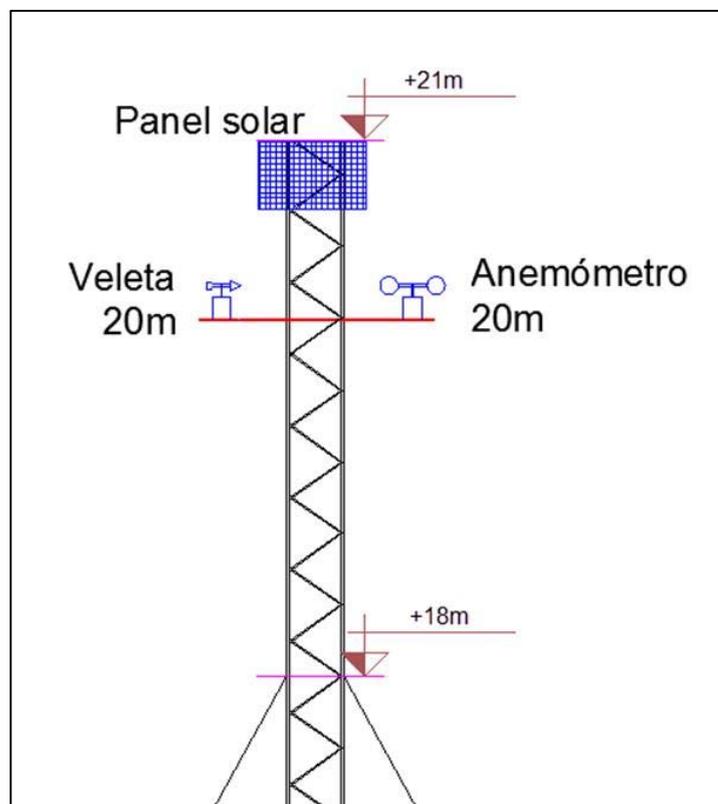


Figura N° 49 – Croquis Ubicación de Equipamiento a 20 m sobre la antena.

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 72 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Río Santa Cruz

**Ubicación:** Campamento de Presa Néstor Kichner

**Coordenadas:**

Estación meteorológica: 50°13'07.64" LS 70°45'35.62698 LO

Estación hidrométrica: 50°13'02.91261" LS 70°44'36.71159" LO

**Altitud Aproximada:** 127 m.s.n.m

**Parámetros de medición:**

- Precipitación
- Altura Hidrométrica
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento
- Temperatura del Suelo a 50 cm de profundidad
- Evaporación

**Sistema de Transmisión:** Satelital GRSM/ORBCOMM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Sistema de Aforo:** Con molinete o ADCP desde embarcación hasta que se construya el puente de servicio de la obra.

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Sensor de Pluviómetro a cangilón
- Sensor de Temperatura ambiente
- Sensor de Temperatura del suelo
- Sensor de Humedad relativa ambiente.
- Sensor de Presión Atmosférica.
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento a 1,5 m y 20 m
- Tanque de Evaporación con Atmómetro
- Pluviógrafo a 0,50 m
- Velocidad de viento a 0,50 m
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 73 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Abrigo Meteorológico
- Cerco Perimetral

**Frecuencia de Medición Normal:**

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.
- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperaturas: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Radiación: a definir.
- Evaporación: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.
- Caudal: Mensual

**Medición por Eventos:**

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

**4.2.5.5. Río Santa Cruz en Presa J Cepernic**

**Justificación:**

Esta sección se encuentra próxima a la ubicación de la futura Presa Jorge Cepernic y básicamente se trata de una estación meteorológica completa y una estación hidrométrica. Estas estaciones cumplen básicamente con el segundo objetivo de esta red que es la de monitorear las variables hidrometeorológica del río Santa Cruz en el entorno de los emplazamientos. La estación hidrométrica permitirá monitorear en las distintas etapas constructivas los caudales circulantes en el río y luego, en las etapas de explotación permitirá monitorear los caudales erogados por la presa. Con los datos monitoreados por la estación meteorológica permitirá conocer en tiempo real el estado de las mismas a los efectos constructivos (velocidad de viento a 10 y 20 m de altura, temperaturas máximas y mínimas, etc.). En el punto 4.1.2. Río Santa Cruz en Presa J Cepernic, se describe con mayor detalle ambas estaciones. Cabe aclarar que en una primera etapa se realizará la instalación de los sensores con transmisión y cuando ya esté totalmente en funcionamiento el campamento se colocarán los equipos que necesitan observador permanente tal como es el tanque de evaporación.

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Río Santa Cruz

**Ubicación:** Campamento de Presa Jorge Cepernic

**Coordenadas:**

- Estación meteorológica: 50°11'58.4135" LS      70° 5'44.2033LO
- Estación hidrométrica:      50°11'50.21" LS 70° 5'26.69" LO

**Altitud Aproximada:** 95 m.s.n.m.

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 74 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

**Parámetros de medición:**

- Precipitación
- Altura Hidrométrica
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento
- Evaporación

**Sistema de Transmisión:** Satelital GRSM/ORBCOMM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Sistema de Aforo:** Con molinete o ADCP desde embarcación hasta que se construya el puente de servicio de la obra.

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Sensor de Pluviómetro a cangilón
- Sensor de Temperatura ambiente
- Sensor de Humedad relativa ambiente.
- Sensor de Presión Atmosférica.
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento a 1,5 m y 20 m
- Tanque de Evaporación con Atmómetro
- Pluviógrafo a 0,50 m
- Velocidad de viento a 0,50 m
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Abrigo Meteorológico
- Cerco Perimetral

**Frecuencia de Medición Normal:**

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.
- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 75 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

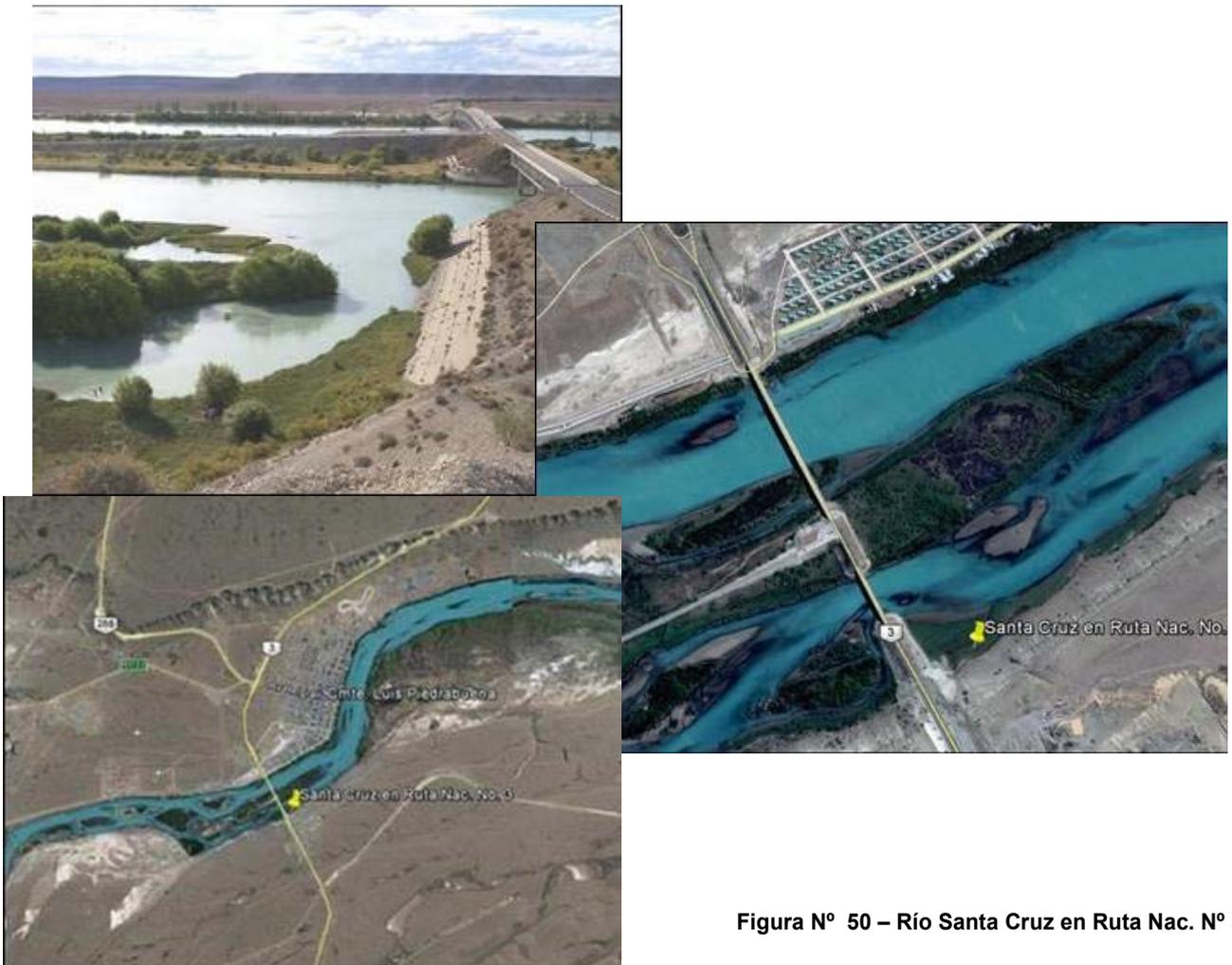
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00horas.
- Radiación: a definir.
- Evaporación: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.

**Medición por Eventos:**

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

**4.2.5.6. Río Santa Cruz en Ruta Nac. N° 3 – Isla Pavón**

**Justificación:** Esta estación encuentra sobre el puente de la Ruta Nac. N° 3 y mide los caudales totales del río Santa Cruz en su desembocadura en la bahía Grande y posteriormente en el mar Argentino. Se seleccionó este sitio porque si bien no existe información histórica es sumamente importante comenzar a medir los caudales de salida del río para permitan la calibración de un modelo futuro de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos, sobre todo hacia aguas abajo que puedan afectar a la localidad de Comandante Luis Piedrabuena. (Figura N° 50 – Río Santa Cruz en Ruta Nac. N° 3).



**Figura N° 50 – Río Santa Cruz en Ruta Nac. N° 3**

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 76 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

Como se puede observar, está es una sección de dos brazos con lo cual se propone instalar la estación limnigráfica aguas abajo del puente en donde existe un brazo único pero los aforos se realizarán desde el puente en ambos brazos o en la Isla Pavón.

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Río Santa Cruz

**Ubicación:** Ciudad Comandante Luis Piedrabuena

**Coordenadas:** 50° 0'8.87"S" LS 68°55'13.75" LO

**Altitud Aproximada:** 10 m.s.n.m.

**Parámetros de medición:**

- Precipitación
- Altura Hidrométrica
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento

**Sistema de Transmisión:** Satelital GSM/ORBCOMM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Sistema de Aforo:** Aforo desde puente

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Sensor de Pluviómetro a cangilón
- Sensor de Temperatura ambiente
- Sensor de Humedad relativa ambiente.
- Sensor de Presión Atmosférica.
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento.
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Cerco perimetral

**Frecuencia de Medición Normal:**

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 77 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Radiación: a definir.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.

#### Medición por Eventos:

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

#### 4.2.5.7. Intermedia - Río Santa Cruz entre Isla Pavon y Estuario Puerto Santa Cruz

**Justificación:** Esta estación encuentra sobre la margen derecha del río Santa Cruz entre la Ruta nacional N°3 y Puerto Santa Cruz. Se seleccionó este sitio porque si bien no existe información histórica es importante comenzar a medir niveles que permitan conocer la incidencia y tiempo de traslado de los efectos de marea y permitan la calibración de un modelo futuro de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos, sobre todo hacia aguas abajo que puedan afectar a la localidad de Comandante Luis Piedrabuena y Puerto Santa Cruz. (Figura 50 -Isla Pavón y el Estuario Puerto Santa Cruz).



Figura N° 51 – Isla Pavón y el Estuario Puerto Santa Cruz

Cuenca: Río Santa Cruz

Subcuenca: Río Santa Cruz

Ubicación: Planta Tratamiento de Agua

Coordenadas: 49°59' 20,2" LS 68° 41' 42,9" LO

Altitud Aproximada: 6,0 m.s.n.m.

Parámetros de medición:

- Altura Hidrométrica

Sistema de Transmisión: Satelital GSM/ORBCOMM

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 78 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

#### Sistema de Energía: Mediante Paneles Solares

##### Instrumental de la estación:

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.

##### Frecuencia de Medición Normal:

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.

##### Medición por Eventos:

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

#### **4.2.5.8. Punta Quilla Estuario Río Santa Cruz**

**Justificación:** Esta estación encuentra en la zona del Muelle de Punta Quilla en el Estuario del Río Santa Cruz, antes de su desembocadura en la bahía Grande y posteriormente en el mar Argentino. Se seleccionó este sitio porque si bien no existe información histórica es sumamente importante comenzar a medir los niveles en esa desembocadura, que esta altamente influenciada por las mareas, que influyen en la salida del río al mar Argentino y permitan la calibración de un modelo futuro de pronósticos de crecidas para la operación de la red de alerta y pronóstico de los aprovechamientos, sobre todo hacia aguas abajo que puedan afectar a la localidad de Comandante Luis Piedrabuena u Puerto Santa Cruz. (Figura 51Figura N° 50 – Río Santa Cruz en Ruta Nac. N° 3).

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 79 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>



Figura N° 52 – Punta Quilla Estuario Río Santa Cruz

**Cuenca:** Río Santa Cruz

**Subcuenca:** Río Santa Cruz

**Ubicación:** Punta Quilla

**Coordenadas:** 50° 07' 02,0"S" LS 68° 41' 42,9" LO

**Altitud Aproximada:** 4 m.s.n.m.

**Parámetros de medición:**

- Precipitación
- Altura Hidrométrica

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 80 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- Temperatura ambiente
- Humedad relativa ambiente
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar
- Velocidad y Dirección de Viento

**Sistema de Transmisión:** Satelital GSM/ORBCOMM

**Sistema de Energía:** Mediante Paneles Solares

**Instrumental de la estación:**

- Sensor de Presión
- Escalas Hidrométricas
- Sensor de Pluviómetro a cangilón
- Sensor de Temperatura ambiente
- Sensor de Humedad relativa ambiente.
- Sensor de Presión Atmosférica.
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y dirección del viento.
- Mástil metálico
- Panel solar y soporte
- Regulador de voltaje
- Batería
- Datalogger - Transceptor satelital híbrido GSM/ORBCOMM
- Gabinete contenedor.
- Cerco perimetral

**Frecuencia de Medición Normal:**

- Altura hidrométrica: cada 2 horas.
- Precipitación: cada seis horas, a las 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Temperatura: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Humedad: Tres veces al día: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Velocidad del Viento: Media a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Presión atmosférica Media: a las 9:00, 15:00 y 21:00 horas.
- Radiación: a definir.
- Batería: Tres veces al día, a las 0:00, 9:00 y 16:00 horas.

**Medición por Eventos:**

Se definirán los umbrales de medición en función de las necesidades operativas.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 81 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

#### 4.2.6. Descripción del Equipamiento.

A continuación se realiza la descripción del equipamiento a instalar propuesto.

##### 4.2.6.1. Transceptor Datalogger- Orbcomm/GPRS

**Modelo: QUAKE Q400 Híbrido con Software**

- Alimentación: 10-32 VDC
- Memoria interna de 1 Mb, que permite almacenar 130.000 registros
- Orbcomm - Potencia de transmisión: 5W – 10 W máx. - Velocidad de datos: 2400 bps Uplink, 4800 bps Downlink
- GSM/GPRS o GSM cuatribanda 850/900/1800/1900 MHz
- Rango entradas analógicas: 0-5V / 0-20 mA
- Interfaz para configuración y/o bajada de datos RS-232
- Las entradas digitales son ampliables, en todos los modelos, a 8.
- 16 entradas analógicas single-ended pueden utilizarse como 8 entradas analógicas diferenciales.
- Interfaz para configuración y/o bajada de datos USB 2.0 adicional

##### 4.2.6.2. Antena Látigo ORCOMM

**Modelo: Eifiel 0 dB**

- Alimentación: 10-32 VDC

##### 4.2.6.3. Antena GSM

**Modelo: Eifiel 0 dB**

- Alimentación: 10-32 VDC

##### 4.2.6.4. Baterías

**Modelo: 12Volt – 75 Amp/hs – Electrolítico Absorbido**

- Operatividad: -20°C y 50°C

##### 4.2.6.5. Panel Solar

**Modelo: MODULO FOTOVOLTAICO POLICRISTALINO DE ALTO RENDIMIENTO 35 Wp**

- Potencia Nominal (PN) 35 Wp
- Tensión a PN 15.0 V
- Corriente a PN 2.33 A
- Tensión de circuito abierto 18.7 V
- Corriente de corto circuito 2.54 A

##### 4.2.6.6. Regulador de Tensión

**Modelo: R5.0**

- Tensión Nominal Voltaje 12/24
- Máxima Corriente de Módulos Amp. 5
- Máxima Tensión de Módulos Voltaje 45
- Máxima Corriente de Consumo Amp. No

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 82 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

- Protección contra Inversión de Polaridad Si
- Protección contra Sobre Tensión Si
- Eficiencia % > 95
- Masa: Positivo Común
- Borneras mm<sup>2</sup> ≤ 4

#### 4.2.6.7. Gabinete

**Modelo: IP66**

- El grado de protección mínimo aceptable es IP66.
- Puerta con bisagras ocultas y los burletes perimetrales de goma o neoprene.
- Las dimensiones del tablero serán: 60 cm de altura por 45 cm de ancho por 30 cm de profundidad.

#### 4.2.6.8. Protección de Antena

**Modelo: Phoenix**

- Protección contra sobretensiones para instalaciones emisoras y receptoras de estaciones móviles e instalaciones de radiotelefonía

#### 4.2.6.9. Escalas Hidrométricas

**Modelo: Graduadas de 1m, con soporte**

- Escalas montadas en soporte de madera dura y con perfiles metálicos para ser hincados en el terreno.
- Escalas de chapa de acero esmaltada al horno en tramos de un metro, resistentes al desgaste o despintado de las marcas. Las escalas deben poseer divisiones en forma de "E" alternadas, graduadas al decímetro con una graduación mínima de 10 mm. Las marcas de las subdivisiones serán precisas en ±0.5 mm. Las graduaciones deberán ser claras y permanentemente marcadas sobre un borde de la escala y los numerales ser legibles y estar ubicados de tal manera que permitan realizar lecturas inequívocas.
- La madera de soporte deberá ser una madera dura, resistente a la humedad y de 1" de espesor.
- Los perfiles metálicos deberán ser como mínimo PN8 y de 2m de largo, para permitir el hincado del mismo en el terreno.

#### 4.2.6.10. Sensor de Presión

**Modelo: digital**

Sensor piezorresistivo rasante con membrana de acero inoxidable, protegida con una cubierta de protección contra agente externos. Equipado con un sistema electrónico que viene incorporado en conjunto con el sensor en la caja de acero inoxidable. La presión hidrostática de la columna de líquido actúa sobre la membrana del sensor y transmite la presión al sistema electrónico, que lo convierte en corriente de salida equivalente de 4 a 20 mA.

- Rango de medidas (Presión de servicio máx. adm.): 0 ... 3 mH<sub>2</sub>O; 0 ... 4 mH<sub>2</sub>O; 0 ... 5 mH<sub>2</sub>O; 0 ... 6 mH<sub>2</sub>O; 0 ... 10 mH<sub>2</sub>O y 0 ... 20 mH<sub>2</sub>O
- Salida: Señal de salida: 4 ... 20 mA
- Precisión de medida según IEC 60770-1 :0,2 % del valor final de rango
- Influencia de la temperatura ambiente: Rango de medida Cero y alcance: 3 mH<sub>2</sub>O: 0,5 %/10 K del valor final de rango; 4 ... 6 mH<sub>2</sub>O: 0,45 %/10 K del valor final de rango y > 6 mH<sub>2</sub>O: 0,3 %/10 K del valor final de rango.
- Temperatura de medición: -10 ... +80 °C

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 83 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- Temperatura de almacenamiento -40 ... +80 °C
- Tensión de alimentación en bornes del transmisor: 10...36 V DC
- Grado de protección según IEC 60529: IP68

#### 4.2.6.11. Pluviógrafo

##### Modelo: a Cangilón

- Diámetro de la boca: 20 cm
- Capacidad: Ilimitada
- Resolución: igual o menor de 0,2 mm
- Precisión: igual o menor de +/-3%
- Rango de operación: hasta 1.000 mm/h
- Cangilón: doble de material plástico o aluminio pintado, mecanizado sobre rodamientos de acero inoxidable
- Sensor: reed switch sellado con resina epoxi
- Temperatura Operacional: -10° to +50°C con sistema de colección.
- Cable: 10 m, 2 conductores
- Alimentación: 10-32 VDC
- Material del vaso colector y base: aluminio fundido, mecanizado y pintado al horno con pintura electrostática
- Material del cuerpo: acero inoxidable espesor 0,5 mm
- Conectividad: RS-232, RS-485, USB, pulsos directos de reed switch.
- Soporte: 3 o 4 soportes integrados a la base con agujeros pasantes para instalación sobre superficies y rosca incorporada a la base de 2"

#### 4.2.6.12. Cerco perimetral

- Del tipo Olímpico, con un portón de acceso de 1m de ancho
- Superficie a cubrir, mínimo 7m por 5m.

#### 4.2.6.13. Torre Soporte

- Torre estructural de 20m, rebatibles y que soporten vientos de 180 km/hs.

#### 4.2.6.14. Abrigo Meteorológico

##### Modelo: Madera

- Caseta de madera dura con techo y "falso techo" en la parte superior, el techo puede ser de chapa galvanizada y el falso techo de madera maciza con perforaciones y con separación cada diez centímetros. El piso también puede ser de madera dura con tablas alternadas y separadas en altitud de 5cm preferentemente. Los costados deberán estar formados por celosías con tablillas en forma de V invertida a ambos lados y en la parte posterior, esto permita la libre circulación del aire en su interior, en el frente deberá poseer dos puertas de apertura hacia el exterior con el mismo sistema de ventilación. Las dimensiones mínimas deberán ser 57cm de frente, 53cm de alto y 42cm de fondo. Deberá ser pintado de color blanco a efectos de minimizar los efectos de radiación solar. La puerta de la casilla deberá orientarse hacia el sur.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 84 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

#### 4.2.6.15. Sensor de Velocidad de Viento

- Rango: Velocidad de viento: 0-100 m/s (224 mph)
- Precisión: Velocidad de viento:  $\pm 0.3$  m/s (0.6 mph) o 1% de lectura 0
- Umbral Helices: 1.0 m/s (2.2 mph) 1.1 m/s (2.4 mph)
- Respuesta dinámica: Distancia de hélice constante(63% recuperación) 2.7 m
- Coeficiente de amortiguación: 0.3
- Alimentación: 10-32 VDC
- Señal de salida: Voltaje

#### 4.2.6.16. Dirección de Viento

**Modelo: Veleta**

- Rango: Azimuth: 360° mecánico, 355° eléctrico (5° open)
- Precisión: Dirección de viento:  $\pm 3$  grados
- Umbral: Veleta: 1.1 m/s (2.4 mph) 05103
- Respuesta dinámica: Distancia de retraso de la veleta (50% recuperación) 1.3 m
- Coeficiente de amortiguación: 0.3
- Alimentación: 10-32 VDC

#### 4.2.6.17. Temperatura Ambiente

**Modelo: Digital**

- Rango: -40°C a 60°C
- Precisión: 0,1°C  $\pm$  0,3°C
- Alimentación: 10-32 VDC

#### 4.2.6.18. Humedad Relativa Ambiente

**Modelo: Digital**

- Rango: 0% a 100 %HR
- Precisión: 0,1%HR  $\pm$  0,2%HR
- Alimentación: 10-32 VDC

#### 4.2.6.19. Protector de Radiación (para Sensores de T/H)

- Platos con aireación forzada

#### 4.2.6.20. Radiación Solar

**Modelo: Digital**

- Tensión de funcionamiento: 3,3-5V
- Temperatura de operación: -20°C- 60°C
- Rango de medición: 0-1800 W/m<sup>2</sup>
- Rango de salida: 0-3V
- Salida: 1,67 W/m<sup>2</sup>
- Precisión:  $\pm 3\%$

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 85 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- Espectro de respuesta: 400-1100nm
- Resolución: 1 W/m<sup>2</sup>

#### 4.2.6.21. Presión Atmosférica

**Modelo: Digital**

- Tensión de funcionamiento: 4-5V
- Temperatura de operación: -30°C- 80°C
- Rango de medición: 15-115KPa (Máxima 400KPa)
- Salida Digital
- Precisión: 1,5%FS

#### 4.2.6.22. Termómetro de Máxima

**Modelo: Mercurio**

- Tubo de vidrio sellado que contiene mercurio, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme. Este cambio de volumen se aprecia en una escala graduada.

#### 4.2.6.23. Termómetro de Mínima

**Modelo: Alcohol**

- Tubo de vidrio sellado que contiene alcohol, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme. Este cambio de volumen se aprecia en una escala graduada.

#### 4.2.6.24. Tanque de Evaporación

**Modelo: tipo B**

Tanque evaporímetro, construido de chapa de hierro galvanizado n22, sin pintar, de forma cilíndrica, de 1.22m de diámetro interior y de 22.5cm de altura de pared.

Borde superior reforzado con un aro de hierro galvanizado de 2.5 cm de alto y de 2.5mm de espesor.

Se instala apoyado sobre postes de sección cuadrada de 10cm de lado.

#### 4.2.6.25. Pluviómetro para el tanque.

**Modelo: tipo B**

Estandarizado y homologado por el SMN. Cuerpo receptor de boca circular de 16cm de diámetro, formada por un aro de bronce reforzado, con su arista superior afilada y biselada a 45° y con la cara inclinada hacia afuera. En su interior tiene un embudo con orificio para la salida del agua, estando el borde superior del mismo soldado a las paredes del pluviómetro a 10cm por debajo de la boca, La sección inferior e interna, está destinada al almacenamiento y posee una capacidad de 7.633,5cm<sup>3</sup>, lo cual permite almacenar el agua de una lluvia de hasta 390mm. En el interior se coloca una jarra que sirve para trasvasar a la probeta graduada el agua colectada para efectuar la medición. Las dimensiones del colector son de 12,5cm de diámetro y 24cm de altura. Para cuantificar la lámina de agua precipitada se utiliza una probeta graduada cuya capacidad es de 50mm de lámina y sus dimensiones son 40mm de diámetro y 30cm de altura.

#### 4.2.6.26. Anemómetro

**Modelo: A cazoleta totalizador**

El mismo posee aspas separadas 120° entre sí, sobre las que actúa la fuerza del viento, pudiéndose leer el número de vueltas en el contador, siendo la velocidad de rotación del eje proporcional a la velocidad del viento. El anemómetro posee un odómetro que registra la distancia recorrida por las cazoletas, y relaciona

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 86 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

este valor con el intervalo de tiempo considerado para la medición, calculando así la velocidad del viento. Su instalación se realiza mediante un mástil cuyo extremo va roscado en la parte inferior del instrumento. La longitud del mástil depende del estudio para el que se requiere los datos. Se coloca siempre el visor orientado hacia el sur para que los rayos solares no afecten los números del contador.

### 4.3. Diseño de la Red Hidroambiental

#### 4.3.1. Objetivo

En el EIA se estableció un Programa de Monitoreo Ambiental que se orienta al seguimiento de las variables ambientales para evaluar los cambios en la cuenca del río Santa Cruz una vez que el proyecto se encuentre operativo.

Dicho programa comprende el monitoreo de la fauna íctica, la calidad del agua, las variables limnológicas, la descarga de sedimentos, y de los humedales que puedan asociarse a la conformación de los embalses.

En el EIA este programa se asociaba a la etapa operativa.

Conforme la solicitud de la Autoridad de Aplicación de instalar una red de monitoreo se ha previsto instalar una red hidrometeorológica (anteriormente detallada) e hidroambiental.

La red hidroambiental prevé el monitoreo de las variables de calidad de agua y limnológicas del sistema Lago Argentino – Río Santa Cruz, incluso en forma previa a la conformación de los embalses dando continuidad a los estudios realizados en la LBA.

La red hidroambiental será presentada en una segunda etapa ya que al momento la UTE se encuentra en el proceso de solicitud de cotizaciones del equipamiento necesario para finalizar con el diseño de la red.

#### 4.3.2. Estaciones de Monitoreo

##### 4.3.2.1. Estaciones 2015

De acuerdo con lo establecido en el EIA 2015, las estaciones de monitoreo hidroambiental propuestas son las siguientes:

#	Estacion de Monitoreo	Objetivo según EIA 2015
1	En el Brazo Sur del Lago Argentino, próxima a Punta Bandera,	Controlar los cambios en la dinámica de los aportes del glaciar y conocer la distribución vertical de los aportes, a través de las diferencias térmicas y otras variables
2	En Charles Fhur, próxima a la estación de mediciones hidrométricas,	Conocer los gradientes ambientales o discontinuidades consecuentes a la formación de los embalses y la tasa de recuperación (en la estación 8) del río
3	Seis km aguas abajo de la estación 2 (cola del embalse NK),	Conocer los gradientes ambientales o discontinuidades consecuentes a la formación de los embalses y la tasa de recuperación (en la estación 8) del río

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 87 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

#	Estacion de Monitoreo	Objetivo según EIA 2015
4	Un km aguas arriba del eje de la presa NK,	Conocer los gradientes ambientales o discontinuidades consecuentes a la formación de los embalses y la tasa de recuperación (en la estación 8) del río
5	Cuatro km, aguas abajo del eje de NK (cola de JC),	Conocer los gradientes ambientales o discontinuidades consecuentes a la formación de los embalses y la tasa de recuperación (en la estación 8) del río
6	Un km aguas arriba del eje de JC,	Conocer los gradientes ambientales o discontinuidades consecuentes a la formación de los embalses y la tasa de recuperación (en la estación 8) del río
7	Dos km aguas abajo del eje de JC,	Conocer los gradientes ambientales o discontinuidades consecuentes a la formación de los embalses y la tasa de recuperación (en la estación 8) del río
8	Un km aguas arriba de Comandante Piedrabuena,	Conocer los gradientes ambientales o discontinuidades consecuentes a la formación de los embalses y la tasa de recuperación (en la estación 8) del río
9	En el km 75 del río Santa Cruz,	Conocer los desplazamientos estuariales que pueden darse como consecuencia de la regulación del río para generación de energía eléctrica
10	En el km 55 del río Santa Cruz.	Conocer los desplazamientos estuariales que pueden darse como consecuencia de la regulación del río para generación de energía eléctrica

#### 4.3.2.1. Estaciones 2017

A raíz de los cambios impuestos al Proyecto en 2017 y a los estudios complementarios de línea de base realizados, se considera conveniente proponer algunos cambios en la ubicación de las estaciones de monitoreo hidroambientales.

El diseño que se propone es el siguiente:

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 88 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>



#	Estacion de Monitoreo	Coordenadas	Objetivo según EIA 2017
1	Lago Argentino	50° 19' 12" S 72° 15' 40" O	Lago Argentino en El Calafate Conocer la calidad del agua en el Lago Argentino, como fuente natural de aporte al río Santa Cruz y al sistema de embalses NK y JC.
2	Rio La Leona	50° 19' 12" S 72° 15' 40" O	Rio La Leona en sus nacientes, a la salida del lago Viedma Conocer la calidad del agua en rio La Leona, como sitio importante para la reproducción de peces y fuente natural de aporte al río Santa Cruz y al sistema de embalses NK y JC.
3	Charles Fhur	50°16'9.00"S 71°53'7.00"O	Rio Santa Cruz, próximo a la estación de mediciones hidrométricas. Conocer la calidad del agua en rio Santa Cruz, en el punto de ingreso al sistema de embalses NK y JC.
4	Embalse NK	50°14'15.23"S 70°57'2.01"O	Embalse NK, aguas arriba del eje de presa Conocer la evolución de la calidad del agua en el embalse NK
5	Embalse JC	50°14'0.92"S 70°12'0.22"O	Embalse JC, aguas arriba del eje de presa Conocer la evolución de la calidad del agua en el embalse JC
6	Rio Santa Cruz Descarga de la presa JC	50°11'52.63"S 70° 5'45.07"O	Rio Santa Cruz, un (1) km aguas debajo de la presa JC Conocer la evolución de la calidad del agua que entrega JC al sistema fluvial, sin aportes adicionales de la cuenca.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0A Fecha: 29-11-16 Página: 89 de 92
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001

#	Estacion de Monitoreo	Coordenadas	Objetivo según EIA 2017
7	Rio Santa Cruz Comandante Luis Piedrabuena	49°59'53.84"S 68°55'37.49"O	Rio Santa Cruz a la altura de la RN 3 en Comandante Piedrabuena Conocer la calidad del agua que el rio Santa Cruz entrega al estuario Conocer la evolución y la dinámica de la calidad del agua en Piedrabuena (toma de agua)
8	Rio Chico Comandante Piedrabuena,	49°46'38.54"S 68°38'24.75"O	Rio Chico en Puente RN 3 Conocer la calidad del agua que el rio Chico entrega al estuario
9	Estuario	50° 1'1.56"S 68°28'46.84"O	Estuario del Rio Santa cruz, frente a Pto Santa Cruz Conocer la evolución y la dinámica de la calidad del agua en el estuario, como hábitat de especies sensibles (Maca Tobiano)

#### 4.3.3. Equipos a instalar

Se ha consultado al Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) que esta elaborando e instalando estos equipos para el *Proyecto Argentino de Monitoreo y Prospección de Ambientes Acuáticos (PAMPA)*.

Los equipos que podrían instalarse en el Proyecto son los siguientes:

- **Estación de monitoreo ambiental (fija)** con Adquisidor de datos compacto de 9 canales, 8 analógicos, más un canal digital, multifuncionales (cualquier tipo de sensor).

Con 110 días de almacenamiento de datos (Aprox. 131070 muestras @10 min de muestreo).

Con software de muestreo y control incluido, de fácil manejo y conexión a la PC vía RS232 (Puerto serial; Opcional Bluetooth) y con posibilidad de acceso y control remoto a través de internet vía GPRS (aparte sistema de comunicación remoto).

Permite interconexión con otros adquisidores para ampliar la cantidad de canales (hasta 36 canales).

Incluye Módulo de comunicaciones GPRS, utiliza un chip de telefonía celular.

Permite el acceso a los datos y el control remoto del adquisidor a través de Internet y monitoreo por celular.

Incluye antena y Hosting web de la información y la visualización en tiempo real.

Parámetros: Incluye sensores de Conductividad del agua, Material en suspensión, Oxígeno disuelto (0- 200%), Altura y periodo de Olas, Perfil de temperatura del agua (6 niveles), temperatura del aire, dirección y velocidad del viento. Es posible adicionar otros sensores (clorofila)

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0A</p> <p>Fecha: 29-11-16</p> <p>Página: 90 de 92</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-MT.RH-(OG-00-00)-P001</p>

- **Boya de monitoreo ambiental** con Adquisidor de datos compacto de 18 canales, 16 analógicos, más dos canales digitales, multifuncionales (cualquier tipo de sensor).

Permite interconexión con otros adquisidores para ampliar la cantidad de canales (hasta 36 canales). Con 110 días de almacenamiento de datos (Aprox. 131070 muestras @10 min de muestreo).

Conexión a la PC vía RS232 (Puerto serial) o USB-serial y con acceso y control remoto a través de internet vía GPRS.

Incluye Módulo de comunicaciones GPRS, utiliza un chip de telefonía celular.

Permite el acceso a los datos y el control remoto del adquisidor a través de Internet.

Incluye antena y Hosting web de la información y la visualización en tiempo real.

Parametros: Incluye sensores de Conductividad del agua, Material en suspensión, Oxígeno disuelto (0- 200%), Altura y periodo de Olas, Perfil de temperatura del agua (6 niveles), temperatura del aire, dirección y velocidad del viento. Es posible adicionar otros sensores (clorofila).

#### 4.3.4. Operación y Mantenimiento de la Red

De acuerdo a lo informado por el IADO, la provision de equipos prevé la capacitación de técnicos locales para las tareas de operación y mantenimiento de los equipos.

Esto permite generar capacitación y contratación a largo plazo de mano de obra local.

---

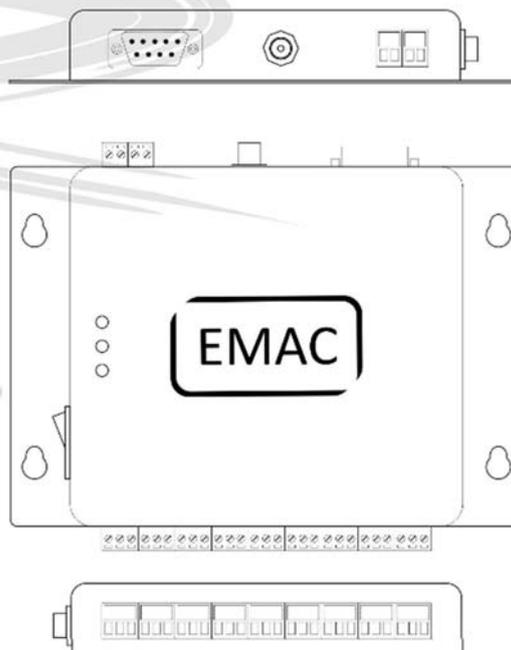
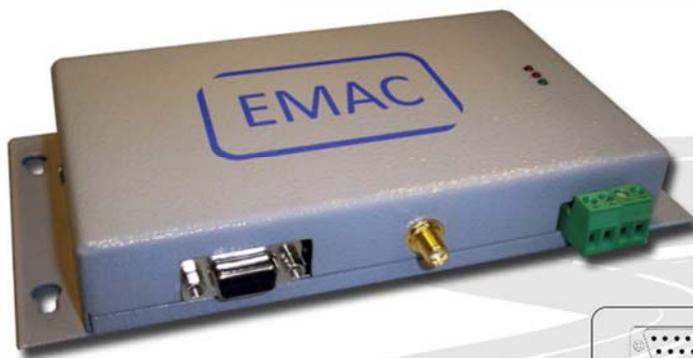
EMAC

## Adquisidor de Remoto de Datos

Estación de Monitoreo  
Ambiental Costero



Almacenamiento	Mayor a 3 meses (@ 10 minutos)
Canales	9 (8 analógicos y 1 Digital)
Resolución	10 bits
Voltaje de Operación	12 a 25 V
Muestreo	de 2Hz a 2 Horas
Consumo	< 10 mW (Idle) y máx. 20W (alimentado sensores)
Temperatura de Operación	-30°C a +60°C
Dimensiones	2" x 5" x 3"
Comunicación	Local (Puerto Serie / USB) y Remota (GPRS)
Expansión	Sistema rackeable, expansión de a 9 canales (9, 18, 27, etc.)





INSTITUTO ARGENTINO DE OCEANOGRAFÍA - Centro Científico Tecnológico CONICET Bahía Blanca

• Sistema de Visualización y Control Remoto •



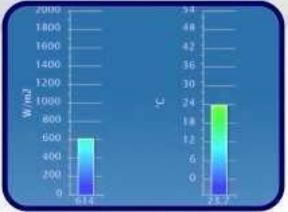
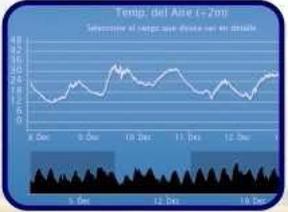
Camino La Carrindanga 7.5Km - 8000 Bahía Blanca. Tel. (54) - 0291 - 4861112 - avitale@criba.edu.ar - http://emac.criba.edu.ar










Sistema Integrado al Adquisidor

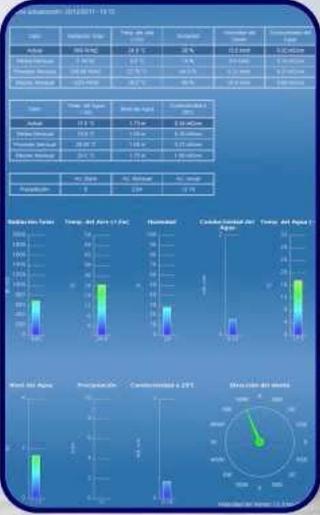
### Sistema Remoto

- » Sistema de bajo costo
- » Control total de la estación
- » Configuración del período de muestreo
- » Calibración remota de sensores
- » Permite habilitar / deshabilitar sensores
- » Sistema totalmente autónomo
- » Sistema integrado al adquisidor
- » Con software incluido
- » Monitoreo por internet y celular
- » Descarga de datos por internet
- » Las estaciones se conectan en forma automática

### Características Básicas

- » Fácil instalación y operación
- » Funciona bajo Windows y Linux / Wine
- » Generación de archivos de datos mensuales
- » Respaldo diario de los datos
- » Control individual de cada estación
- » Control de instrucciones hacia la estación
- » Mínimos requerimientos de hardware
- » Múltiples formatos de datos

El software diseñado posibilita el control, monitoreo en tiempo real y servidor Web/Wap. Los datos se transmiten directamente por internet, a través de la red celular/GPRS a su oficina.




Software autónomo

INSTITUTO ARGENTINO DE OCEANOGRAFÍA - Centro Científico Tecnológico CONICET Bahía Blanca

Camino La Carrindanga 7.5Km - 8000 Bahía Blanca. Tel. (54) - 0291 - 4861112 - avitale@criba.edu.ar - http://emac.criba.edu.ar