



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HÍDRICOS

## **PROGRAMA DE INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA PROVINCIA**

# **SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE USHUAIA**



**Dirección General de Recursos Hídricos  
Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente  
Ushuaia - Provincia de Tierra del Fuego  
Año 2013**



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

## ÍNDICE:

I.	GENERALIDADES:	2
II.	OBJETIVOS DEL PROGRAMA:	2
III.	METODOLOGÍA:	2
	a. Estaciones de monitoreo	3
	b. Parámetros de Calidad de Agua a determinar:	4
	Oxígeno Disuelto	5
	Conductividad	5
	Turbidez	5
	ORP (potencial redox):	5
	pH	6
	DBO <sub>5</sub>	6
	DQO	6
	Bacterias coliformes y coliformes fecales	6
	Pseudomonas aeruginosa	6
	Hierro	6
	Aluminio	6
	Plomo	7
	Cadmio	7
	Cobre	7
	Cromo	7
	Compuestos fosforados	8
	Mercurio	8
	Nitritos y Nitratos	8
	Amonio	8
	c. Protocolos de Toma de Muestra y Determinación:	8
	d. Equipos de medición:	9
IV.	TRATAMIENTO DE DATOS:	11
V.	RECURSOS NECESARIOS:	11
VI.	INFORMES Y DIFUSIÓN:	12
VII.	REFERENCIAS:	13
VIII.	ANEXO TERMINOS DE REFERENCIA	¡Error! Marcador no definido.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

## I. GENERALIDADES:

Dado el excepcional crecimiento demográfico que ha sufrido la Ciudad de Ushuaia desde los años 90, especialmente intensificado a partir del año 2008 con la apertura de nuevas urbanizaciones de distintos orígenes en áreas boscosas adyacentes y directamente vinculadas con las cuencas hídricas destinadas a la provisión de agua para la Ciudad, la Dirección General de Recursos Hídricos en el marco del Programa vigente “Inventario y Evaluación de los Recursos Hídricos de la Provincia”, ha definido un **Subprograma de Monitoreo de Calidad del Agua de las fuentes de Agua Potable de la Ciudad de Ushuaia**.

En virtud del problema y con el objetivo de elaborar una caracterización de las fuentes de agua potable que permita establecer mecanismos de regulación y protección de estos recursos se lleva adelante el mencionado Subprograma para el estudio de calidad de agua, evolución de sus parámetros y determinación de focos de contaminación, medidas que contribuirán con la conservación de su aptitud sanitaria.

Hasta la fecha se han monitoreando los Arroyos Buena Esperanza, Grande y Chorrillo Chico, pero dada la fuerte expansión de la Ciudad se considera prudente la inclusión dentro de los ríos Pipo y Olivia.

Por último, el Subprograma incluye un apartado especial sobre difusión y concientización sobre la importancia del cuidado de los recursos hídricos y su vinculación con el ecosistema, las comunidades, las actividades económicas, la calidad de sus aguas y la salud de la población.

## II. OBJETIVOS DEL PROGRAMA:

El subprograma presenta dos objetivos fundamentales:

- Obtener una caracterización de las cuencas de agua potable de la ciudad de Ushuaia, incluyendo la determinación de su calidad, identificación de zonas críticas, fuentes de contaminación, tipos de contaminantes y alternativas para la solución de los diferentes problemas.
- Concientizar a la Población sobre la importancia de preservar este recurso, ya que el acceso al agua constituye un derecho humano que solo se puede garantizar si se preservan sus fuentes de abastecimiento.

## III. METODOLOGÍA:

El subprograma contempla la realización de dos campañas anuales donde se realizarán tareas de toma de muestra, mediciones y relevamiento en campaña, sobre los Arroyos Buena Esperanza, Arroyo Grande, Chorrillo Este, Río Pipo y Río Olivia.

Las tareas relativas a la toma de muestra y determinación, serán realizadas bajo la normalización establecida en el “*Standard Methods For the Examination of Water*”, a fin de garantizar la trazabilidad de las muestras y sus resultados.

Los parámetros físicos serán medidos in situ con instrumental específico de la DGRH, en tanto que los parámetros químicos serán determinados por Laboratorios Certificados y de probada trayectoria para asegurar la calidad de los resultados.

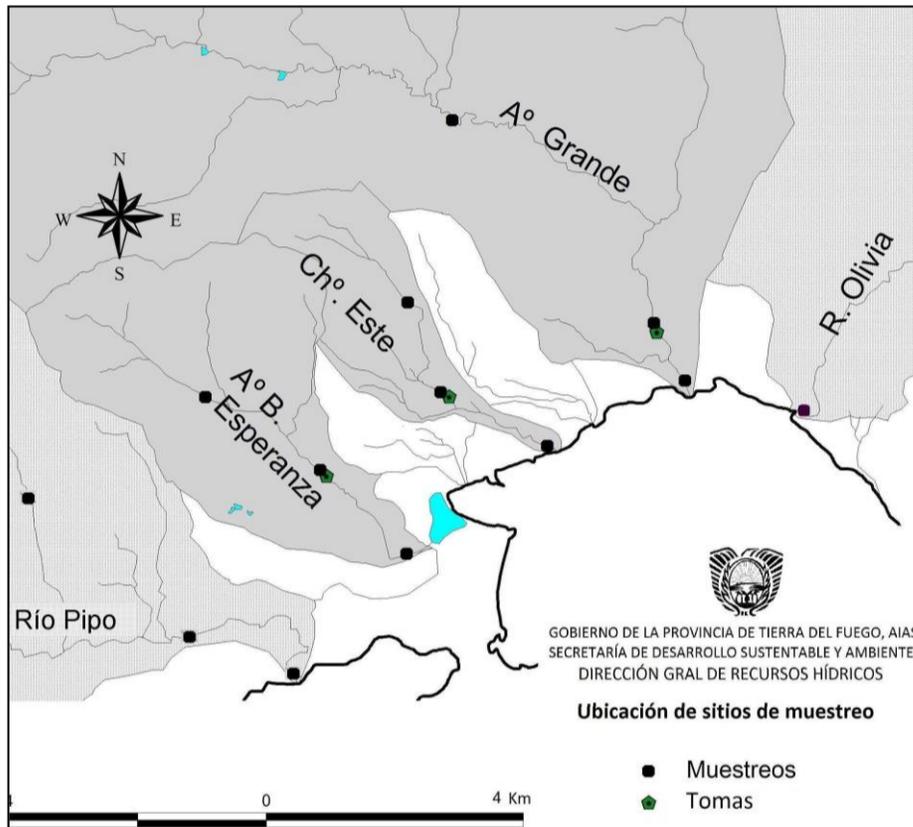
Los relevamientos en campaña de las descargas directas sobre los cuerpos de agua serán documentados fotográficamente y georeferenciados, a fin de elaborar un informe de situación.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HÍDRICOS

**a. Estaciones de monitoreo**

En la elección de los sitios de monitoreo se tiene en cuenta, el grado de ocupación de las cuencas, contaminación aparente y accesibilidad para las mediciones y la toma de muestras, como se puede observar en la Figura N°1.



**Figura N°1:** Estaciones de Monitoreo.

De este modo quedan determinadas tres estaciones de monitoreo sobre el Arroyo Buena Esperanza, Grande, Chorrillo Este y el Río Pipo, la primera aguas arriba, donde la influencia antrópica es mínima, la segunda ubicada inmediatamente antes de cada una de las tomas de las Plantas de Potabilización y la última antes de la desembocadura del canal de Beagle en un área con mínima influencia de la marea. En tanto sobre el Río Olivia se consideraron necesarias la determinación de dos estaciones de monitoreo, la primera aguas arriba y la segunda en la desembocadura.

**Tabla N°1:** Referencias de las Estaciones de Monitoreo.

Código de la estación	Nombre de la Estación
<b>BE1</b>	Arroyo Buena Esperanza aguas arriba
<b>BE2</b>	Arroyo Buena Esperanza antes de la Planta de Potabilización N°2.
<b>BE3</b>	Arroyo Buena Esperanza antes de la desembocadura.
<b>CH1</b>	Chorrillo Este aguas arriba
<b>CH2</b>	Chorrillo Este antes de la Planta de Potabilización N°1
<b>CH3</b>	Chorrillo Este antes de la desembocadura.
<b>AG1</b>	Arroyo Grande aguas arriba.
<b>AG2</b>	Arroyo Grande antes de la Planta de Potabilización N°3.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

<b>AG3</b>	Arroyo Grande antes de la desembocadura.
<b>RP1</b>	Río Pipo aguas arriba.
<b>RP2</b>	Río Pipo antes de la futura Planta de Potabilización N°4
<b>RP3</b>	Río Pipo aguas antes de la desembocadura.
<b>RO1</b>	Río Olivia aguas arriba.
<b>RO2</b>	Río Olivia antes de la desembocadura.

**b. Parámetros de Calidad de Agua a determinar:**

Los parámetros evaluados en cada estación de monitoreo se listan en la Tabla N°2 donde además se detallan los niveles guías establecidos por Ley Provincial N°55 de Medio Ambiente.

**Tabla N°2:** Parámetros de calidad de agua. Tabla modificada, según Decreto Reglamentario de la Ley N° 55 y Código Alimentario Argentino.

N°	Parámetro	Unid.	Niveles guía C.A. dulce	Tabla Dto N° 1333/96
1	Oxígeno Disuelto	mg/l	NE	
2	Conductividad	mS/cm	NE	
3	Salinidad	%	NE	
4	Sólidos Totales Sedimentables	mg/l	1500	CAA
5	Temperatura	°C	45	9
6	Turbidez	NTU	3	CAA
7	ORP	mV	NE	
8	pH		6.5 – 10	9
9	DBO	mg/l	50	9
10	DQO	mg/l	250	9
11	Bacterias Coliformes totales	NMP/100ml	5000	9
12	Bacterias Coliformes fecales	NMP/100 ml	0	CAA
13	Pseudomonas aeruginosa	A / P	NE	
14	Hierro total	ug/l	300	1
15	aluminio	ug/l	200	1
16	plomo	ug/l	50	1
17	Cadmio	ug/l	5	1
18	Cobre	ug/l	1000	1
19	Cromo	ug/l	50	1
20	Arsénico	ug/l	50	1
21	Mercurio total	ug/l	1	1
22	Fosfato	mg/l	1	9
23	Amonio	ug/l	50	1
24	Nitritos	mg/l	1	1



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

25	Nitrato	mg/l	10	1
26	Color	Escala Pt-Co	5	CAA
27	Olor	---	Sin olores extraños	CAA
28	Residuo sólido	mg/l	NE	
29	Materia orgánica (O <sub>2</sub> consumido por KMnO <sub>4</sub> , medio ácido)	mg/l	3.0	CAA
30	Alcalinidad total	---	NE	
31	Dureza total	mg/l	400	CAA
32	Cloruros	mg/l	350	CAA
33	Sulfatos	mg/l	400	CAA
34	Calcio	mg/l	NE	
35	Magnesio	mg/l	NE	
36	Sodio	mg/l	NE	
37	Potasio	mg/l	NE	

A continuación se hace una pequeña reseña de los parámetros más relevantes:

**Oxígeno Disuelto:** Es un gas muy relevante en la dinámica de aguas, su solubilidad es función de varios factores: temperatura, presión, coeficiente de solubilidad, tensión de vapor, salinidad y composición. Además el porcentaje de saturación de O<sub>2</sub> en el agua depende de la turbulencia, la superficie de contacto y el contenido salino.

Las aguas superficiales no contaminadas suelen estar bien oxigenadas, e incluso sobresaturadas (>7 – 8 mg/l de O<sub>2</sub>), debido tanto al intercambio gaseoso atmósfera-agua, como a la actividad fotosintética.

En relación al consumo humano es conveniente que dicha agua presente una elevada concentración del mismo para evitar fenómenos de anaerobiosis. Los cauces naturales que presentan aportes de materias orgánicas presentan una menor oxigenación debido a los requerimientos de oxígeno de las bacterias degradadoras. La reversibilidad de este proceso es función de la cantidad de materia orgánica aportada por los efluentes, por el caudal y la dinámica del río y finalmente por la actividad fotosintética que elevarán la concentración de O<sub>2</sub>.

**Conductividad:** La conductividad es consecuencia de los electrolitos que lleva disueltos un agua y presenta, lógicamente un valor muy bajo en un agua pura. La conductividad de un agua natural está mediatizada por el terreno que atraviesa y por la posibilidad de disolución de rocas y materiales, como de los factores que afectan como tipo de sales, tiempo de disolución, temperatura, gases disueltos, etc.

**Turbidez:** La presencia de materias diversas en suspensión, arena, limos, coloides orgánicos, plancton y otros organismos microscópicos da lugar a la turbidez en un agua. Estas partículas se pueden asociar a tres categorías: minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas.

**ORP (potencial redox):** Esta magnitud mide la capacidad global de un agua de proceder por sí misma a la oxidación o reducción de sustancias. Es decir, un agua con



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

un elevado potencial redox contendrá apreciable cantidad de oxígeno, siendo rica en compuestos oxidados, por el contrario aguas con bajo potencial redox contendrán abundantes compuestos reducidos, apenas oxígeno, sulfuros, amoníaco y materias orgánicas difícilmente mineralizables.

**pH:** El pH de un agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos. Respecto a lo primero, la secuencia de equilibrios de disolución de CO<sub>2</sub> en un agua, y la subsiguiente disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos, alteran drásticamente el pH de cualquier agua. Por otro lado el aporte de ácidos que naturalmente pueden acceder a un medio hídrico lo podría acidificar, como es el caso de los ácidos húmicos proveniente de la mineralización de la materia orgánica.

**DBO<sub>5</sub>:** Es la cantidad de oxígeno necesario para la degradación de materias orgánicas del agua por vía microbiana por incubación en oscuridad a 20°C durante 5 días. Es una determinación realizada generalmente en aguas residuales, efluentes y contaminadas.

**DQO:** Es un método que determina el oxígeno equivalente del contenido de materia orgánica de una muestra susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte. Para las pruebas de fuentes específicas, el DQO puede relacionarse empíricamente con el DBO, el carbono orgánico o la materia orgánica. La prueba es útil para monitorizar y controlar después de haber establecido la correlación anterior.

**Bacterias coliformes y coliformes fecales:** este tipo de bacterias son utilizadas como organismos indicadores, de una contaminación fecal, la presencia de estos microorganismos, (que no tienen por qué ser patógenos por sí mismos) indicará muy fiablemente la probable presencia de otros claramente patógenos. En este sentido, indicadores típicos de polución fecal son los Coliformes totales y especialmente los fecales.

**Pseudomonas aeruginosa:** Es una bacteria patógena oportunista, que puede estar presente en la microflora del suelo y en general es un indicador de procesos de degradación de la calidad de agua.

**Hierro:** desde el punto de vista fisiológico, el hierro juega un papel relevante ya que esta está presente en muchas proteínas, citocromos y en varias enzimas redox. Aunque la ingestión de elevadas cantidades de compuestos de hierro puede provocar necrosis reversibles, no está catalogado por el IARC como carcinogénico para el ser humano.

**Aluminio:** el aluminio es un elemento no esencial para el ser humano, su metabolismo aún no está bien comprendido, pero parece ser que el mismo es poco absorbido, siendo excretado rápidamente mediante vías urinarias, por ello no está catalogado como carcinogénico humano por la Asociación Internacional para la Investigación del Cáncer. En este sentido el principal problema del metal parece ser la posibilidad de favorecer la incidencia de desórdenes neurológicos como el Mal de Alzheimer en enfermos renales sometidos a diálisis, si bien esta teoría se encuentra aún en revisión.

Nota: si bien es un elemento que se debe estudiar como parámetro de calidad de agua, es importante destacar que el mismo es muy frecuentemente encontrado naturalmente contenido en aguas naturales, cuya concentración depende del lugar del que son originarios.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

**Plomo:** Este elemento no esencial, posee carácter tóxico, dicha característica es más acusada frente a organismos autóctono de las aguas naturales a medida que el agua presenta una menor dureza. Respecto al ser humano este metal provoca la conocida enfermedad del saturnismo, caracterizada por la acumulación del metal en los huesos, y especialmente nervios, sistema renal e hígado. El saturnismo causa anemia, parálisis, dolores de cabeza y alteraciones enzimáticas y en los tejidos adiposos.

El plomo al igual que el mercurio, puede atravesar la barrera placentaria desde la madre al feto, si esto ocurre, el elemento reacciona con los aminoácidos sulfurados y puede acarrear dificultades en el intercambio celular de oxígeno y se han podido probar correlaciones entre casos de retraso mental en niños y elevados niveles de Pb en sus sangre.

La IARC lo ha clasificado como posiblemente carcinogénico, incluyéndolo en el grupo 2B, en cuanto a su peligrosidad.

**Cadmio:** el cadmio es un metal que experimenta fenómenos de bioacumulación en el organismo humano, es fácilmente adsorbido por las raíces de las plantas de los vegetales regadas con aguas residuales y luego pasar al ser humano con su ingesta. El destino final de Cd en el organismo es el hígado, los riñones y el sistema óseo (donde se intercambia por el calcio) y debido a la muy lenta tasa de eliminación su acumulación se incrementa sostenidamente.

Sus efectos tóxicos dependen de la cantidad ingerida y puede variar desde simples dolores de estómago hasta daños mucho más graves en los pulmones, al tiempo que producir alteraciones renales y del sistema óseo. Todas estas alteraciones se agrupan bajo la denominación de enfermedad de Itai – Itai, que se detectó por primera vez en la ciudad japonesa de este nombre, como resultado del consumo habitual de pescado con altas tasas de cadmio. A su vez este pescado había ingerido cadmio a consecuencia del enriquecimiento del contaminante en aguas costeras de aquella zona que estaban siendo contaminadas por efluentes industriales procedentes de una mina de cinc próxima a la ciudad.

Aunque los efectos carcinogénicos de las sales de cadmio no están totalmente probados, estas están incluidas dentro del listado de metales probablemente carcinogénicos por la Asociación Internacional para la Investigación del Cáncer.

**Cobre:** es un elemento traza esencial para el ser humano, está involucrado junto al cobalto y al hierro en la producción de hemoglobina y eritrocitos, y por lo tanto en la formación del sistema óseo y del sistema nervioso, además den la formación de varias enzimas. No está clasificado como carcinogénico por la IARC, y es utilizado muy efectivamente para la eliminación de algas y algunos microorganismos dada su acción microbicida.

Por otro lado, contenidos moderados de cobre en aguas naturales tienen un efecto negativo sobre varias especies de peces, como por ejemplo la Trucha.

**Cromo:** fisiológicamente el cromo es un metal traza esencial estando involucrado en el metabolismo de la glucosa como un cofactor de la insulina. Además, este metal presenta el efecto beneficioso de incrementar la adsorción de proteínas y aminoácidos por parte de las células del organismo. Desde el punto de vista contrario, la excesiva ingestión de compuesto de cromo provoca alteraciones toxicológicas en el ser humano, mientras que pequeñas ingestiones pueden acarrear alteraciones cutáneas, así como problemas pulmonares graves que pueden incluso desembocar en el



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

desarrollo de cáncer de pulmón. Por lo que los mismos están incluidos dentro del listado de componentes tóxicos.

**Compuestos fosforados:** Si el fósforo contenido en un medio hídrico es elevado, se produce un notable incremento de la actividad fitoplanctónica, con los consiguientes problemas de agotamiento de oxígeno del agua y exceso de materia orgánica producida, los cuales dan lugar a los fenómenos conocidos bajo el nombre de “eutrofización”.

**Mercurio:** una vez que accede al medio ambiente está sujeto a fenómenos de biotransformación, lo que incrementa enormemente su potencial tóxico, dado que suele ser rápidamente absorbido por cualquier ser vivo. Por otro lado, dada su muy lenta cinética de eliminación desde el organismo, este metal exhibe el fenómeno de bioacumulación. Esto supone que a medida que se asciende en la cadena trófica, la cantidad de mercurio almacenada en los organismos de eslabones superiores es más alta. Desde el punto de vista fisiológico la absorción de Hg orgánico es superior al 90%, en tanto que solo el 10% del mercurio inorgánico ingerido es adsorbido por el cuerpo. Este elemento se acumula en los tejidos grasos, cerebro, riñones, músculos, huesos y sistema nervioso, provocando alteraciones y parálisis muscular, problemas visuales, daños cerebrales y causa alteraciones en las enzimas involucradas en el sistema circulatorio. Por último, el resultado final es la teratogénesis, ya que este metal puede alterar gravemente el proceso de división cromosómica. Pese a lo anterior, la IARC no lo cataloga como carcinogénico.

**Nitritos y Nitratos:** Desde el punto de vista fisiológico, es importante citar que los nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ), al igual que los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), pueden ser tóxicos debido al poder de transformar la hemoglobina de la sangre en metahemoglobina incapaz de fijar el oxígeno y realizar correctamente la respiración celular. Además los nitritos reaccionan dentro del organismo con las aminas y amidas secundarias y terciarias, formando nitrosaminas de alto poder cancerígeno.

**Amonio:** Si bien el amonio no es especialmente tóxico para los organismos superiores, sí lo puede ser para los peces cuando se encuentra en forma de  $\text{NH}_3$  no iónico.

### ***c. Protocolos de Toma de Muestra y Determinación:***

Las muestras son extraídas, preservadas y acondicionadas siguiendo estrictamente los protocolos establecidos por el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” para garantizar tanto la representatividad como la trazabilidad de las determinaciones.

Dichas tareas están a cargo del personal técnico de la DGRH, quienes además son los encargados de gestionar los recursos necesarios para la realización de las sucesivas campañas de monitoreo previstas en el Programa, así también como las tareas de envío de muestras hacia los laboratorios para su determinación química.

El proceso de acondicionamiento de envases y de toma de muestras se realiza siguiendo los protocolos citados en la Tabla N°3.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

**Tabla N°3:** Protocolos de acondicionamiento de muestras

Parámetro	tipo de envase	tratamiento de conservación	conservación	Protocolo SM toma de muestra
Metales	polipropileno	ácido nítrico	cadena de frío	3010 B
Bacteriológicos	polipropileno estéril		cadena de frío	9060 A
DBO	vidrio de borosilicato		cadena de frío	5210 B
DQO	vidrio de borosilicato	ácido sulfúrico	cadena de frío	5220 A
nutrientes	vidrio de borosilicato	----	cadena de frío	4500

Por su parte las determinaciones químicas se realizarán siguiendo los Protocolos de ensayo detallados en la Tabla N°4.

**Tabla N°4:** Protocolos de determinación química

Parámetro	Protocolo de determinación qca.
Amonio	SM 4500.NH3
Nitritos	SM-4500.NO2-B
Fosfato	SM 4500.P-C
Nitratos	SM 4500 NO3-E
DBO5	BODTRAK de HACH
DQO	SM5220 D
cobre	EPA 3020 A/7211 - SM3500 /3111 B
cadmio	EPA 3020 A/7131 - SM3500 /3111 B
plomo	EPA 3020 A/7421
mercurio	EPA 7470 A
manganeso	EPA 3005 A/7460 - SM3500 /3111 B
hierro	EPA 3005 A/7380
aluminio	EPA 3005 A/7020 - SM3500 /3111 D
cromo total	EPA 3020 A/7191 - SM3500 /3111 B
Bacterias Coliformes tot.	SM9213 F
Bacterias Coliformes fec.	SM9213 F
Pseudomonas aeruginosa	SM9221 B

**d. Equipos de medición:**

Para la medición de parámetros in situ se utilizarán tres equipos multiparamétricos de la Dirección General de Recursos Hídricos, calibrados previamente, a continuación se detallan características de los mismos.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

- ✓ Equipo multiparamétrico HANNA **HI 9813** con compensador automático por cambios de temperatura incorporado y cuyas características técnicas se detallan en la tabla N°5.

**Tabla N°5:** Parámetros medidos por HANNA HI 9813

<b>Medidor multiparamétrico HANNA mod. HI9813-5</b>		
Rangos	pH	0.0 – 14.0
	TSD	0 – 1999 ppm
	Conductividad	0.00 – 4.00 mS/cm
Resolución	pH	0.1
	TSD	1 ppm
	Conductividad	0.01 mS/cm
Precisión (20°C)	pH	±0.2
	TSD	± 2% a fondeo de escala
	Conductividad	± 2% a fondo de escala
Corrección por temperatura	pH	±0.1
	TSD	± 2% a fondo de escala
	Conductividad	± 2% a fondo de escala

- ✓ Conductímetro HANNA **HI8733** con compensador automático por cambios de temperatura incorporado y detección automática de rango de salinidad, cuyas características técnicas se detallan en la tabla N°6.

**Tabla N°6:** Parámetros medidos por HANNA HI8733

<b>Conductímetro multi-rango HANNA mod. HI8733</b>	
Rangos (automático)	0.0 a 199.9 µS/cm
	0 a 1999 µS/cm
	0.00 a 19.99 mS/cm
	0.0 a 199.9 mS/cm
Resolución	0.1 µS/cm
	1 µS/cm
	0.01 mS/cm
	0.1 mS/cm
Precisión (20°C)	±1% F.R.
Corrección por temperatura	Automático

- ✓ Equipo multiparamétrico HORIBA W-23XD con compensador automático de temperaturas, cuyas características técnicas se detallan en la tabla N°7.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

**Tabla N°7: Parámetros medidos por HORIBA W23XD**

Parámetro	Rango
pH	0.00 – 14.00
Oxígeno disuelto	
Conductividad	0.90 – 9.99 S/m
	0.090 – 0.999 S/m
	0.0 – 99.9 S/m
Salinidad	0.00 – 4 %
Sólidos disueltos totales	5.5 – 65 g/l
	0.55 – 6.5 g/l
	0.00 – 0.65 g/l
Temperatura	0.00 – 55.00 °C
Turbiedad	0.0 – 800.0 NTU
Profundidad	0.0 – 100.0 m
Pot. Oxid. Red.(ORP)	-1999 – 1999 mV
Cloruros	0.4 . 35.00 mg/l
Nitratos	0.02 – 19.00 mg/l
Calcio	0.4 – 40.08 mg/l
Fluoruro	0.02 – 19.00 mg/l
Potasio	0.04 – 39.00 mg/l
Amonio	0.1 – 1.00 mg/l

#### IV. TRATAMIENTO DE DATOS:

Los resultados obtenidos son tratados estadísticamente y presentados para cada cuerpo de agua individualmente donde se los contrastará con los niveles guías establecidos para cada parámetro en particular.

Por otro lado los parámetros más relevantes serán agrupados y tratados matemáticamente a fin de obtener el índice de calidad de agua que permita su comparación con otros cuerpos de agua para poder extraer conclusiones.

Según los resultados obtenidos y las actividades detectadas se puede analizar la posibilidad de agregar nuevas estaciones de monitoreo y el aumento o cambio de parámetros.

El estado de situación y las conclusiones son presentados en un informe final acompañado de gráficas, ilustraciones y la documentación correspondiente, redactado en un lenguaje que permita la difusión y el entendimiento de las tareas realizadas.

#### V. RECURSOS NECESARIOS:

La Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente financia la realización de las campañas de medición, de los análisis químicos pertinentes y aporta el personal necesario para el desarrollo del Subprograma.



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

Las tareas de relevamiento y monitoreo son coordinadas por el Jefe de Dpto. Hidrología y por la División de Calidad de Aguas de la Dirección Gral. de Recursos Hídricos, que además desarrollaran los estudios de gabinete vinculados.

Los gastos relativos al Subprograma se estiman en la Tabla N° 9.

**Tabla N°9:** Estimativo de requerimientos para el Subprograma

Item	Descripción
Personal	3 Técnicos de la DGRH
Reactivos equipos	Reactivos para equipos de medición
Análisis de laboratorio	Contratación de Laboratorio para parámetros no determinables en la Provincia
Logística de campañas	Gastos de combustible y consumibles de vehículos
Logística de muestras	Gastos de envío de muestras
Envases para muestras descartable	Compra de kits de envases descartables para toma de muestra para cada campaña de monitoreo.
Reactivos químicos	Reactivos para acondicionamiento de muestras
Material descartable	Material descartable para manipulación y tratamiento de muestras.

## VI. INFORMES Y DIFUSIÓN:

Los datos obtenidos serán analizados individualmente para cada cuerpo de agua mediante diagramas de acumulación a lo largo de su trayecto y análisis de su evolución temporal para la determinación de áreas problemáticas sobre las que se deban agregar nuevos puntos de monitoreo, informar la situación e implementar medidas de mitigación si fuera necesario según el caso.

Dos informes parciales conteniendo la descripción del estado de avance del Subprograma, con un detalle general del estado de las cuencas, evolución de cada parámetro, el índice de calidad correspondiente a cada tramo y descargas directas detectadas.

Al finalizar el Subprograma se realizará un informe final que incluirá:

- ✓ Caracterización de la calidad de aguas de las distintas fuentes relevadas.
- ✓ Identificación de zonas críticas, con la caracterización de las actividades desarrolladas en su entorno y la descripción de los contaminantes detectados en dicha zona.
- ✓ Detalle de las descargas directas detectadas, acompañado de un detalle de las gestiones realizadas para su eliminación y tratamiento..



Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
SUSTENTABLE Y AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS  
HIDRICOS

- ✓ Identificación de fuentes de contaminación y tipos de contaminantes.
- ✓ Propuesta de alternativas de solución a problemas detectados.
- ✓ Propuesta de un sistema permanente de monitoreo, el que será realizado en función de las conclusiones arribadas en el presente subproyecto.

Con el objetivo de difundir la problemática de la conservación de los recursos hídricos se tiene previsto la realización de:

- ✓ Charlas Informativas sobre la importancia que tiene el cuidado y la valoración de los recursos hídricos.
- ✓ Gacetillas y póster informativos para la difusión masiva de la problemática.

## VII. REFERENCIAS:

- ✓ Legislación Ambiental – Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.
- ✓ “Fisicoquímica y Microbiología de los Medios Acuáticos, Tratamiento y Control de Calidad de Aguas” - Rafael Marín Galvín – Ediciones Díaz De Santos – 2003.
- ✓ “Standard Methods For the Examination of Water” - APHA, AWWA, WPCF - Ediciones Díaz De Santos – 1992.
- ✓ “Hidrología y Variables Climáticas del Territorio de Tierra del Fuego” - Iturraspe, Rodolfo; Sottini, Roberto; Schroder, Carlos; Escobar, Julio - Grupo de Hidrología - CONICET CADIC – Febrero de 1989 .
- ✓ “Ingeniería de las Aguas Residuales – Tratamiento, Vertido y Reutilización – 3ºEd.” – Metcalf y Eddy, Inc. – Ed. Mc Graw-Hill - 1995 .
- ✓ Código Alimentario Argentino - Capítulo XII – Bebidas Hídricas, Agua y Agua gasificada – Artículo 982 – (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007) (Modificación vigente desde 7 junio de 2007).
- ✓ “Ordenamiento hídrico de las cuencas de fuentes aptas para provisión de agua potable a la ciudad de Ushuaia”. Urciuolo, A. e Iturraspe, R., (2005). Actas XX Congreso Nacional del Agua, Mendoza, Mayo 2005. Ed: Irrigación Edita. ISBN: 978-987-22143-0-2 Publicado en CD.