



**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL HUMEDAL DE
LA DESEMBOCADURA DEL RÍO HUASCO,
SITIO PRIORITARIO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA
BIODIVERSIDAD DE LA REGIÓN DE ATACAMA**



**CONAMA Comisión Nacional del Medioambiente- Región de Atacama
GEONOVA Centro de Estudios
Diciembre 2008**

Informe Final de Proyecto:

Caracterización Físico-Química del Humedal de la Desembocadura del Río Huasco, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la Región de Atacama

1.- Introducción

El siguiente Informe de Avance se organiza en base a la propuesta entregada a CONAMA Región de Atacama y considera las acciones y actividades desarrolladas con el fin de dar cumplimiento a los objetivos del estudio,

Como primera actividad se efectuó una etapa de levantamiento de información bibliográfica que detectó diversas publicaciones directas e indirectas respecto al humedal formado por el Río Huasco en su desembocadura.

Como inmediata acción se efectuaron dos visitas a terreno con el fin de dimensionar la magnitud y forma del estuario en estudio, sus accesos y forma de enfrentar las etapas de levantamiento de información geográfico y toma de muestras tanto de aguas como de sedimentos.

Para el trabajo de campo se utilizaron imágenes satelitales generadas por Google Earth, el cual cuenta con imágenes del satélite Spot, con una muy buena resolución de 1 metro.

En una tercera visita de dos días de trabajo en terreno, se efectuaron mediciones de posicionamiento geográfico en el contorno del estuario encontrándose con dificultades para estimar la dimensión del cuerpo de agua en las zonas de totorales que impedían el acceso a su interior.

Para el chequeo de la información generada por el navegador satelital utilizado, se tomó como referencia el Punto Sirgas Huasco ubicado en una pequeña colina próxima al cementerio de la ciudad de Huasco, lo que arrojó una buena aproximación y se trabajó con una constelación total de nueve satélites

La información geográfica generada se traspasó a formato Excel y luego se efectuaron transformaciones mediante programa Surfer 8 el cual generó una grilla geográfica en tres dimensiones lo que permitió observar la posición de los puntos de medición en dos dimensiones y además generó un modelo en tres dimensiones de la cuenca del estuario.

2.- Levantamiento de Información

2.1.- Bibliográfica

Para la obtención de información se consultaron diversas fuentes que permitieron obtener publicaciones a través de Internet y por visita a diversos organismos estatales

2.2.- Visitas a terreno

Para el reconocimiento de terreno, mediciones en terreno de variables fisicoquímicas, toma de muestras y batimetría, se efectuaron cinco visitas al humedal, desde distintos frentes.

2.3.- Geográfica

Para la obtención de datos geográficos, se utilizó como base carta en papel IGM Huasco D-009, 2° Edición 2006 con escala 1: 50.000 en Coordenadas UTM , Zona 19 y Datum WGS 84

Para obtener información de posicionamiento satelital con navegador se utilizó carta digital IGM Huasco D-009, 2° Edición 2006 con escala 1.50.000 en Coordenadas UTM y Datum WGS 84.

Para refrendar lectura del equipo navegador satelital Magellan Meridian GPS, se efectuó una lectura base en Vértice Geodésico del Instituto Geográfico Militar, punto SIRGAS Huasco, antes y después del proceso de medición obteniéndose lecturas iguales a las entregadas por el Instituto Geográfico Militar. El punto Sirgas Huasco está ubicado en una colina al sur de la ciudad de Huasco

	Nombre del vértice	Coordenadas Geográficas		Descripción
Punto SIRGAS		Latitud Sur	Longitud	Señal de acero, tipo CAP, empotrado en roca.
Nombre Estación	Huasco	28° 40' 43''	71° 13' 20''	

Tabla 1.- Características del Vértice Geodésico Huasco.



Figura 1: Vértice Geodésico Huasco



Figura 2: Vista hacia el Norte desde la colina que acoge el Vértice Geodésico Huasco, observándose la ciudad de Huasco y el estuario del río Huasco en el centro arriba de la fotografía, junto a un campo dunario.

3. Delimitación del área de estudio

Para una mejor observación de las variables medioambientales del estuario, se efectuó una delimitación geográfica de este tomando como límite superior el comienzo de la zona léntica del río y como límite inferior su desembocadura al mar. Esto produce un área de estudio con una superficie de 79.078 m².



Figura 3: Delimitación del Área de Estudio que comprende un perímetro de 3.188 metros y 79.078 metros cuadrados de área.

4. Levantamiento batimétrico

Se efectuó mediante el recorrido en bote efectuando líneas de navegación de manera de cubrir el área de estudio en su totalidad. Asimismo se efectuó un recorrido a pie a través de todo el contorno del cuerpo de agua delimitado.

En todas las operaciones anteriores se ejecutaron mediciones tanto con Fish Finder como con GPS.

Los equipos utilizados son los siguientes:

Profundímetro: Garmin Fish Finder 140

Posicionador satelital GPS Magellan Meridian

4.1.- Determinación del Área Superficial del Cuerpo de Agua

La medición del área superficial, se efectuó mediante el uso de imágenes satelitales generadas por el programa Google Earth, el cual cuenta con imágenes del satélite Spot, con

una muy buena resolución de 1 metro. El área se determinó utilizando la Herramienta Regla Polígono Área del programa antes señalado.

4.2.- Determinación del Volumen del Cuerpo de Agua

Los datos obtenidos mediante el profundímetro Fish Finder en el agua y los obtenidos en terreno con el GPS Magellan Meridian, fueron convertidos a formato Excel en tres dimensiones y luego se aplicó programa Surfer 8 para su visualización en 2D y en 3D. La visualización en 3D, permitió la obtención del volumen del cuerpo de agua.

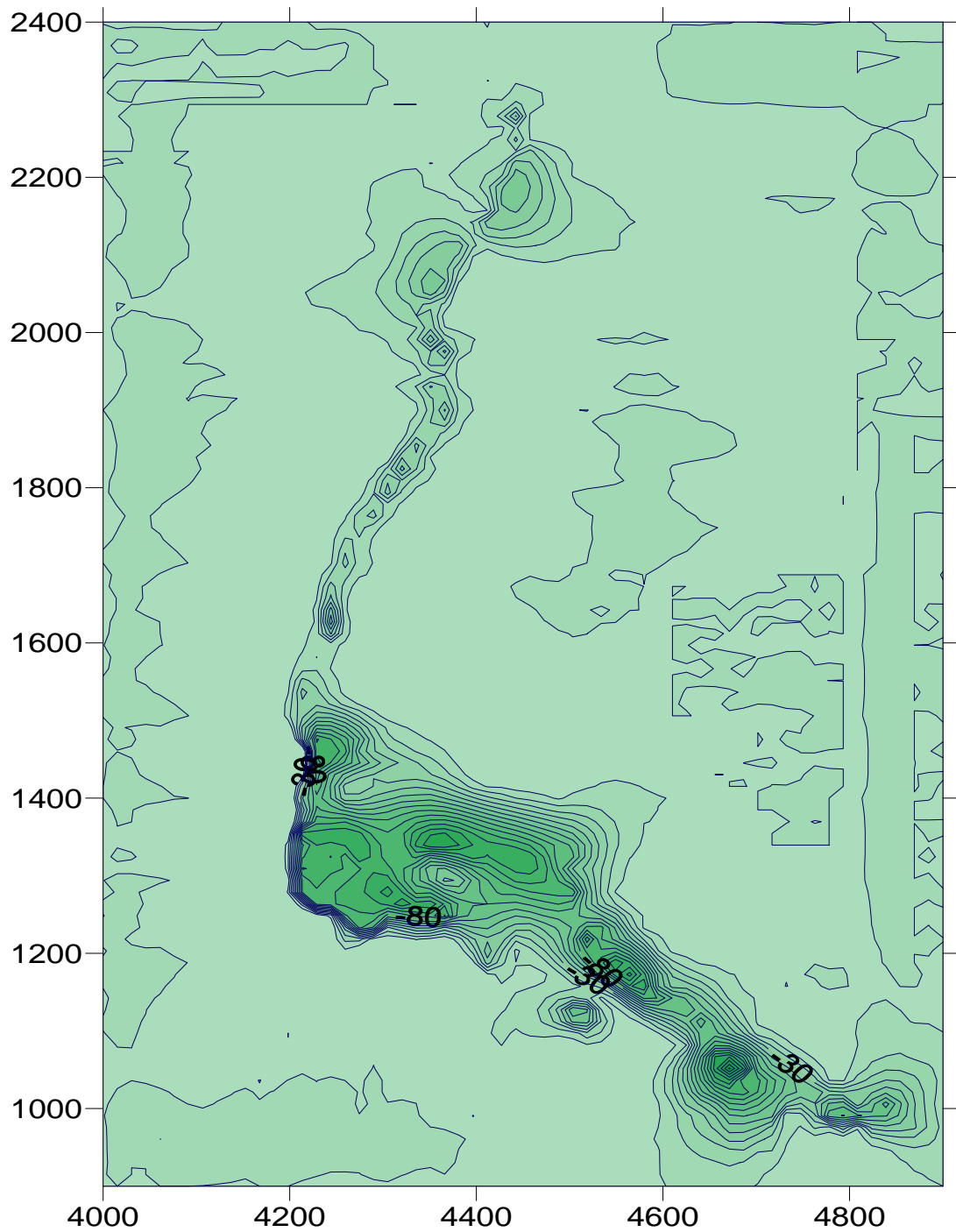


Figura 4: Isobatas generadas por interpolación utilizando algoritmo Kriging. Profundidad es expresada en centímetros.

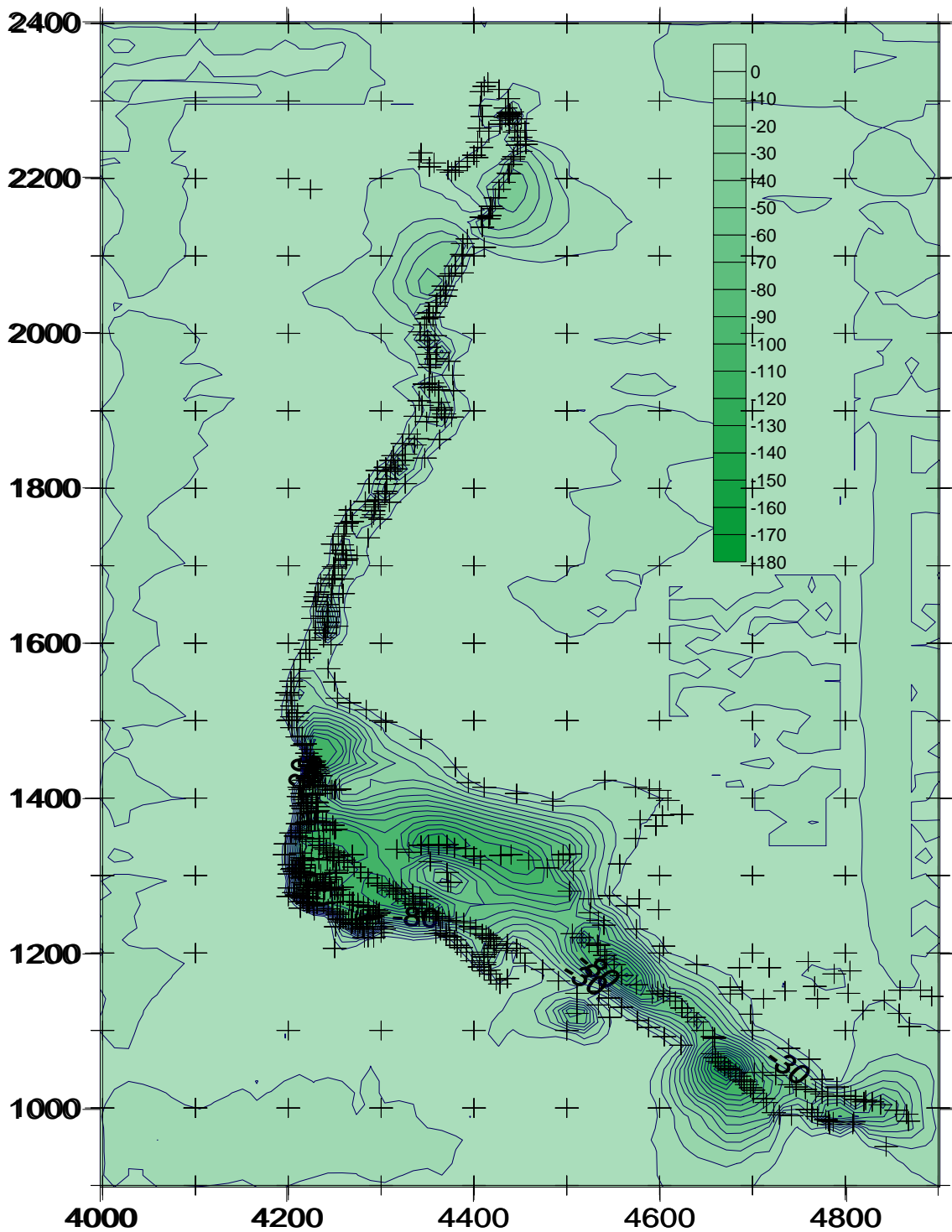


Figura 5: Imagen 2D generada mediante interpolación Kriging en el programa Surfer 8, lo que permite visualizar las isobatas y los diversos puntos de georeferenciación del terreno. Profundidad es expresada en centímetros.

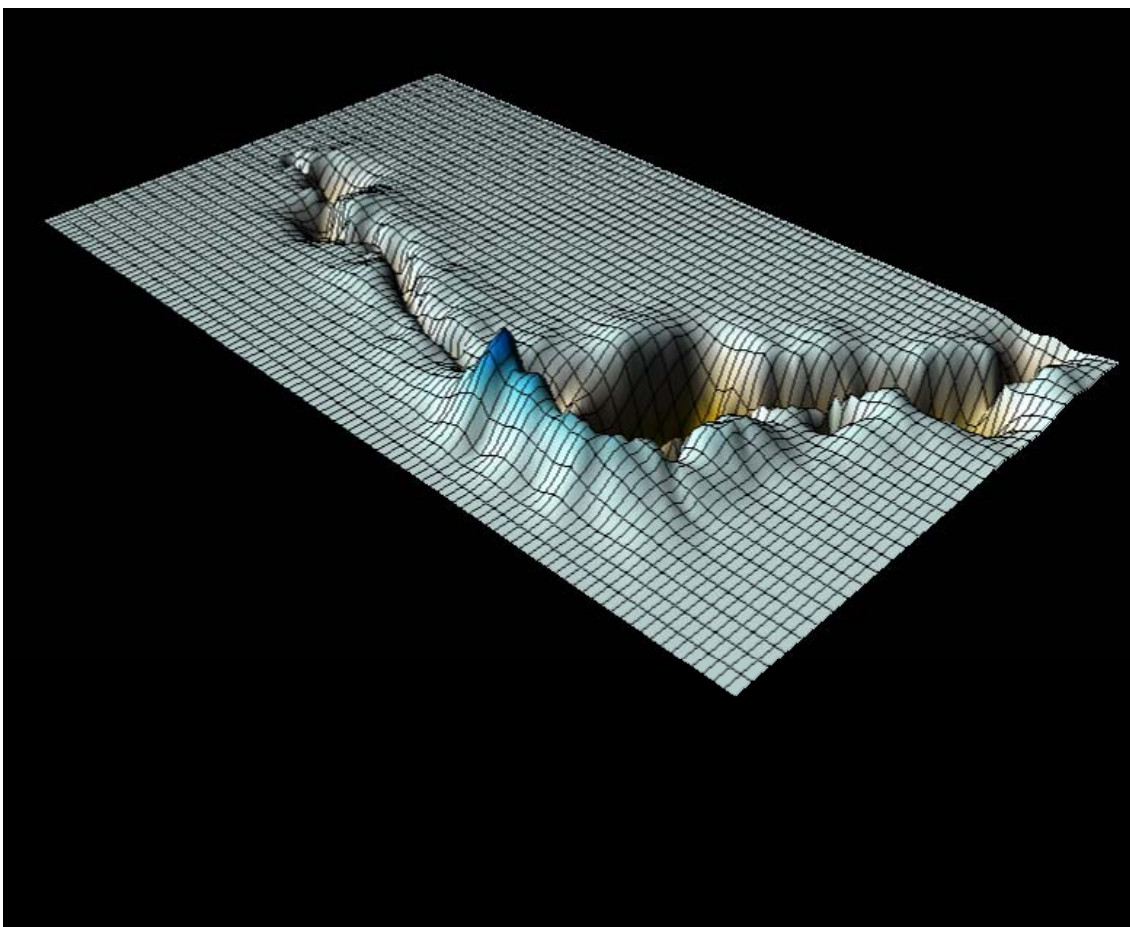


Figura 6: Imagen 3D generada mediante interpolación Kriging en el programa Surfer 8, lo que permite visualizar la forma y obtener el volumen de la cuenca.

5.- Determinación de los puntos de muestreo de aguas y sedimentos

5.1.- Generación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se determinaron a través de imágenes satelitales utilizando como criterios las características del cuerpo de agua, su forma, límites y accesibilidad. Se ubicaron un total de cinco puntos de muestreo.

Se determinaron cinco puntos de muestreo y su ubicación se efectuó de acuerdo a los siguientes criterios: inicio de zona léntica, zonas intermedias y zona de desembocadura, lo que se muestra en la siguiente figura.

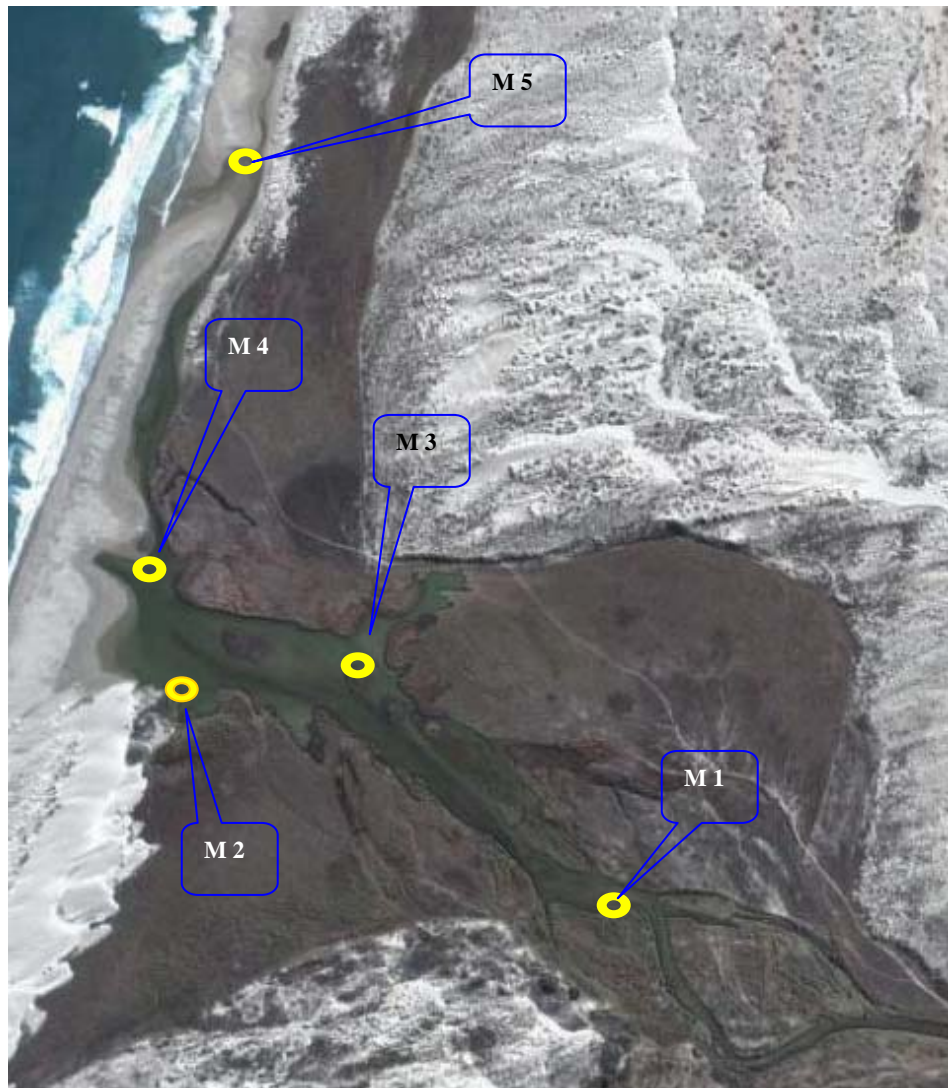


Figura 7 Ubicación de Puntos de Muestreo Humedal Río Huasco

Punto de Muestreo	Este	Sur
M 1	19 284822	6 851008
M 2	19 284269	6 851243
M 3	19 284502	6 851328
M 4	19 284232	6 851409
M 5	19 284332	6 851919

Tabla 2.- Ubicación geográfica de puntos de muestreo en coordenadas UTM Datum WGS 84

6.- Determinación de variables físicoquímicas del cuerpo de agua

6.1.- Toma de muestras de agua

Las tomas de muestras de agua se ejecutaron de acuerdo a NCh 411/ 4 y NCh 411/6 , con toma superficial a treinta centímetros bajo el espejo de agua contra el sentido del flujo de agua.

6.2.- Normativa de Muestreo Aplicada

- NCh 411/1 Of 1996 Calidad del agua- Muestreo- Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.
- NCh 411/2 Of 1996 Calidad del agua-Muestreo- Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
- NCh 411/4 Of 1997 Calidad del agua-Muestreo- Parte 4: Guía para el muestreo de lagos naturales y artificiales.
- NCh 411/6 Of 1998 Calidad del agua-Muestreo- Parte 2: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.
- NCh 411/3 Of 1996 Calidad del agua-Muestreo- Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de muestras.

6.3.- Medición de parámetros físicoquímicos in situ.

En terreno se efectuaron mediciones de parámetros físicoquímicos que son afectados una vez que se extrae la muestra desde el seno del agua. Los valores obtenidos son los siguientes;

Punto de Muestreo	pH	Temperatura °C	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	O.D. mg/L	$\text{CO}_3^{=}$ mg/L	$\text{HCO}_3^{''}$ mg/L	Salinidad o/o
1	7,90	18,5	2306	11,8	29	59	0
2	8,00	18,8	2420	9,2	28	57	0
3	7,95	19,0	2465	9,3	31	62	0
4	7,95	19,0	2502	8,2	34	71	0
5	8,29	21,2	2620	8,5	37	80	0

Tabla 3.- Valores obtenidos en mediciones in situ de calidad de agua.

C.E.: Conductividad Específica a 25 °C, O.D.: Oxígeno Disuelto.

6.4.- Medición de parámetros fisicoquímicos en laboratorio.

Parámetros	Unidad	M1	M2	M3	M4	M5
Temperatura	°C	18,5	19,0	19,2	19,8	20,5
Conductividad	µS/cm	2306	2420	2527	2232	2199
Salinidad	%	<1	<1	<1	<1	<1
Oxígeno Disuelto	mg/L	9,4	8,8	7,5	8,2	8,5
pH	---	7,96	8,05	8,10	8,02	8,10
Carbonatos	mg/L	28,8	27,8	31,2	33,8	37,0
Bicarbonatos	mg/L	58,6	57,2	62,4	71,2	0,2
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	57	60	68	62	52
Materia Orgánica	mg/L	1,5	1,2	3,0	1,8	2,0
Color Pt/Co	---	5	5	7	5	7
Turbiedad	---	0,02	0,72	1,30	0,90	2,00
Sólidos flotantes	---	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Aluminio	mg/L	0,02	0,08	0,25	0,12	0,08
Arsénico	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bario	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Berilio	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Boro	mg/L	0,60	0,20	0,32	0,61	0,80
Cadmio	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianuro	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloruro	mg/L	347,4	391	438	408	474
Cobalto	mg/L	0,006	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Cobre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoruro	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Hierro	mg/L	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01
Litio	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Manganeso	mg/L	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Níquel	mg/L	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Plata	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Plomo	mg/L	0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02
Selenio	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Sulfato	mg/L	458	486	504	430	456
Vanadio	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Zinc	mg/L	0,07	0,06	0,12	0,20	0,13
Sodio	mg/L	354	362	367	383	399
Potasio	mg/L	8,0	8,0	8,7	9,2	10,5
Calcio	mg/L	196,0	201	188	209	194
Magnesio	mg/L	60	62	68	71	65
RAS	---	4,19	4,16	4,26	4,09	4,61

Sodio Porcentual	%	79,87	79,8	80,08	79,45	81,15
Sólidos disueltos totales	mg/L	840	901	872	936	985
Coliformes fecales	NMP/100ml	36	22	48	32	21
Nitritos	mg/L	0,006	0,01	0,01	0,01	0,01
Nitratos	mg/L	1,1	1,8	3,0	2,2	3,7
Fósforo Total	mg/L	1,0	1,8	2,7	1,5	1,8
Amonio	mg/L	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01
Nitrógeno Total	mg/L	2,7	3,6	8,9	2,7	5,0
Ortofosfato	mg/L	0,4	0,6	1,3	0,8	2,3
Aceites y Grasas	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hidrocarburos Totales	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	12	10	15	10	14
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	<1,0	2,0	2,5	1,5	1,5
Coliformes Totales	NMP/100ml	120	160	180	120	160
Detergentes	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Transparencia Secchi	m	0,90	0,90	0,80	0,80	0,80
DDT+DDD+DDE	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
2,4-D	µg/L	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Lindano	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Metoxicloro	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Pentaclorofenol	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

7.- Determinación de variables físicas de los sedimentos

7.1.- Toma de muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos se obtuvieron mediante el uso de un core de PVC de 10 cm de diámetro, que permitió introducirse en el lecho de sedimentos hasta una distancia promedio de 25 centímetros y luego esta masa lodosa es traspasada a una bolsa de polietileno de 3 Kg. de capacidad.

7.2.- Preparación de la muestra para su examen en laboratorio

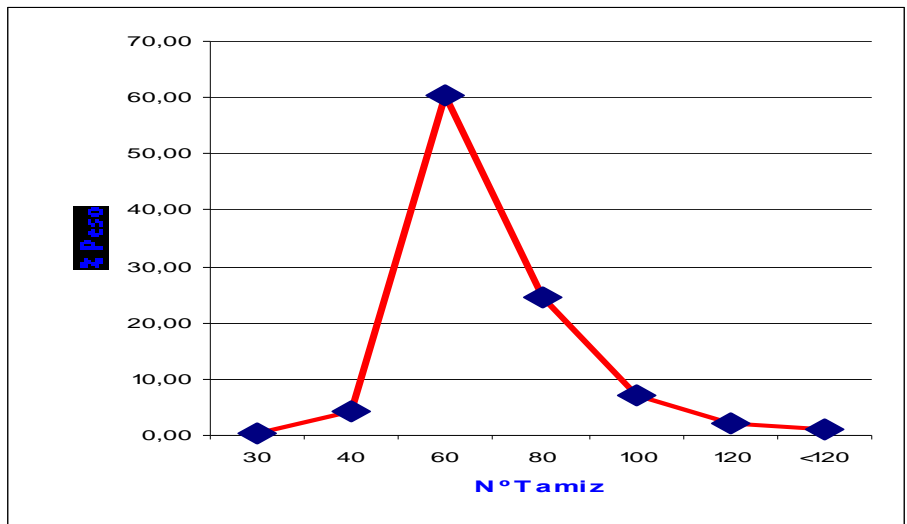
La muestra de sedimentos fue dejada secar a temperatura ambiente, disgregada manualmente y luego fue sometida a tamizaje a través de un juego de tamices. Adicionalmente se toma una cantidad de muestra para efectuar un análisis textural mediante densitometría Boyoucos.

7.2.1.- Resultados del Tamizaje

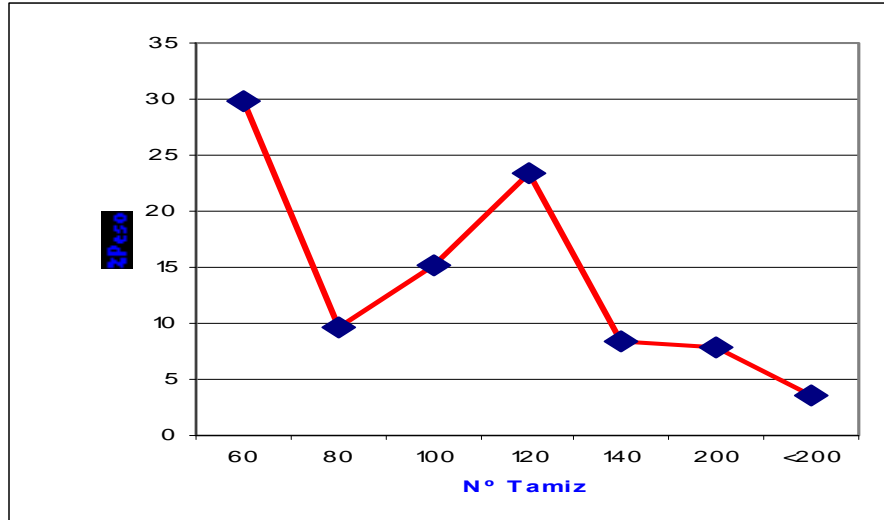
Tamices utilizados	
N°	Apertura malla µm
30	600
40	425
60	250
80	180
100	150
120	125
140	106
200	75
Fondo	<75

Resumen del Tamizaje

N°		M1	M2	M3	M4	M5
30	%	0,42	0,25	--	--	--
40	%	4,29	3,76	--	--	--
60	%	60,32	55,03	23,25	30,55	29,83
80	%	24,40	23,59	13,08	9,71	9,59
100	%	7,23	13,45	22,20	15,90	15,14
120	%	2,27	3,49	20,15	22,00	23,33
140	%	--	--	11,20	10,44	8,46
200	%	--	--	8,12	10,25	7,94
Fondo	%	1,04	0,43	2,00	1,15	3,57



Distribución granulométrica de muestra M 1



Distribución granulométrica de muestra M 5

7.2.2.- Resultados de la Densitometría Boyoucos

Muestra	% Limo	% Arcilla	% Arena	Calificación según Triángulo Textural
M 1	4,9	2,5	92,6	Arena
M 2	7,9	6,8	85,3	Arenoso franco
M 3	6,31	9,9	63,2	Franco arenoso
M 4	10,5	12,0	77,5	Franco arenoso
M 5	23,6	8,5	67,9	Franco arenoso

7.2.3.- Comentarios.

De los resultados mostrados anteriormente, tanto en la densitometría como Granulometría, se observa una disminución del tamaño de partículas a medida que nos alejamos del comienzo del área de estudio, en dirección a la desembocadura.

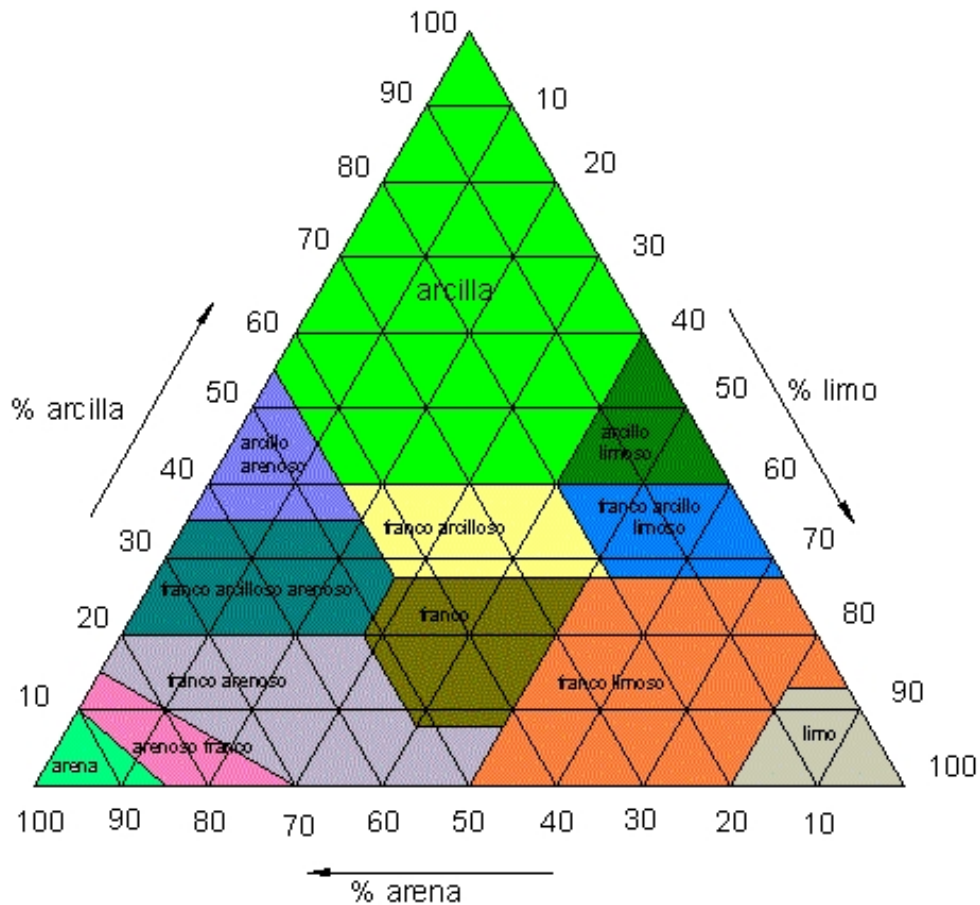


Figura 8 Triángulo Textural de Shepard

7.2.3.- Contenido de materia orgánica de los sedimentos.

Muestra	% Materia orgánica
M 1	0,33
M 2	3,29
M 3	17,80
M 4	10,54
M 5	12,55

Se observa que ha medida que nos acercamos a la desembocadura, los sedimentos presentan mayor proporción de materia orgánica, proveniente de la descomposición de la abundante vegetación presente en el estuario.

8.- Propuesta de Parámetros de Monitoreo

8.1.- Puntos de Monitoreo.

De manera de simplificar y de acuerdo a las características del cuerpo de agua, se proponen tres puntos de monitoreo, que se usarán tanto para muestreo de agua como de sedimentos y son los siguientes:

Punto 1: Ubicado en el inicio de la fase léntica del cuerpo de agua, al inicio del estuario

Punto 2: Ubicado en el centro de la laguna principal que forma el estuario y es a su vez la parte más profunda.

Punto 3: Ubicado en la desembocadura al mar del estuario.

En la siguiente figura, se observan los puntos de monitoreo propuestos.

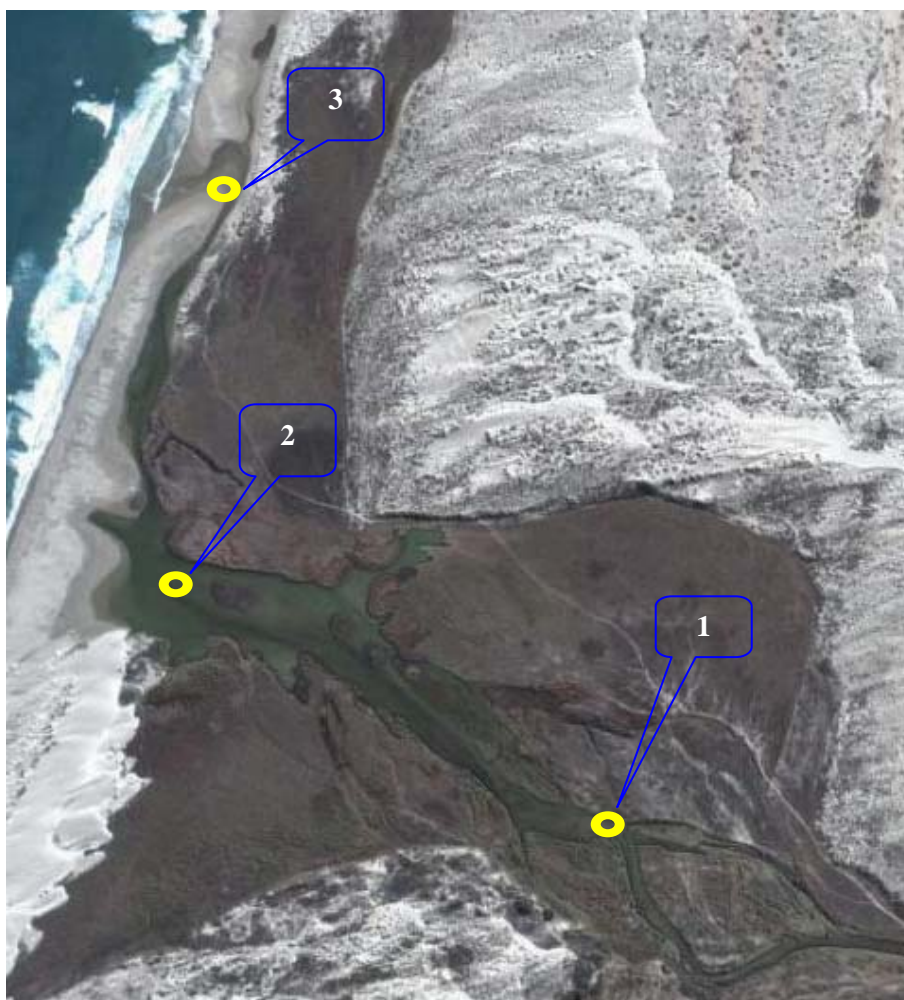


Figura 9: Ubicación de los puntos de monitoreo propuestos.

8.2.- Parámetros a pesquisar en el Cuerpo de Agua

Temperatura:

Es uno de los parámetros más importantes pues regula la cinética de los procesos químicos y biológicos, y su alteración puede producir impactos significativos al ecosistema.

Color:

El color puede ser el resultado de la presencia de iones metálicos (como hierro y manganeso), plancton, algas y residuos industriales.

Turbidez:

La turbidez en el agua es causada por materia coloidal y suspendida, tales como: arcillas, limo, compuestos orgánicos finamente diluidos, plancton y otros organismos microscópicos.

Transparencia Disco Secchi:

Indica la turbidez del cuerpo de agua y su medición se efectúa in situ. Es una medida indirecta de la productividad primaria del cuerpo de agua.

pH:

El pH indica la acidez o alcalinidad que posee un cuerpo de agua y su valor determina la solubilidad de compuestos orgánicos e inorgánicos en el agua.

Alcalinidad:

La alcalinidad de un agua es su capacidad de neutralización de ácidos y es una medida de la cantidad de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos presente.

Conductividad:

Es una medida de la habilidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica y depende de la presencia de iones en solución, su concentración total, movilidad, valencia y la temperatura a la cual se mide. Es una medida indirecta de la cantidad de sales disueltas.

Salinidad:

Es una medida de la cantidad de sales disueltas en una masa dada de solución. Su medición en el campo se efectúa a través del Índice de Refracción.

Partículas flotantes:

Es un criterio importante para evaluar los efectos de desechos dispuestos en aguas superficiales. Esta podría incluir materia flotante tales como grasas y aceites que forman una película sobre la superficie del cuerpo de agua.

Sólidos Disueltos Totales:

Es un término aplicado al residuo dejado por una cantidad de muestra de agua filtrada a través de un filtro 2,0µm de tamaño de poro, evaporada y secada en un horno a temperatura definida. Indica la cantidad de sales disueltas presentes en una masa de agua.

Sólidos Suspendedos Totales:

Son aquellos residuos que quedan sobre el papel filtro 2,0µm de tamaño de poro al efectuar la filtración y que luego son secados y pesados para su cuantificación.

Sólidos Volátiles:

Son aquellos resultantes de la calcinación a 550°C de los residuos sólidos suspendidos totales. Estos representan la materia orgánica presente en una masa de agua.

Potencial de Óxido Reducción (ORP):

Las reacciones de oxidación y reducción regulan la conducta de muchos compuestos químicos en el agua así como en muchos nichos ecológicos. La medición de este valor indica el grado de oxidación en que ocurren las reacciones químicas en el cuerpo de agua e indican su grado de eutrofización.

Oxígeno Disuelto:

Los niveles de oxígeno disuelto en aguas naturales depende de las actividades físicas, químicas y bioquímicas en el cuerpo de agua. La medición de oxígeno disuelto es un dato clave para determinar grados de eutrofización, presencia de contaminantes y alteraciones de la temperatura de un cuerpo de agua.

Metales:

La presencia de metales en el agua puede variar desde el rango de benéfico, problemático y hasta peligrosamente tóxico. Algunos metales son esenciales para la mantención de la vida acuática y otros pueden afectarla. Algunos metales pueden ser benéficos o perjudiciales de acuerdo a su concentración.

Entre los metales presentes en el agua, tenemos los siguientes: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Cadmio, Calcio, Cesio, Estroncio, Cromo, Cobalto, Cobre, Oro, Iridio, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Osmio, Paladio, Platino, Potasio, Renio, Rodio, Rutenio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Torio, Estaño, Titanio, Vanadio, Zinc.

Constituyentes Inorgánicos No Metálicos:

Entre los Constituyentes Inorgánicos No Metálicos presentes en el agua, tenemos los siguientes: Boro, Bromuro, Dioxido de Carbono, Cianuro, Cloro residual, Cloruro, Dioxido de Cloro, Fluoruro, Ioduro, Nitrógeno, amoniacal, Nitrógeno Nitritos, Nitrógeno Nitratos, Nitrógeno Orgánico, Oxígeno disuelto, Fósforo, Sílice, Sulfuro, Sulfito, Sulfato.

Sulfatos:

El sulfato está ampliamente distribuido en la naturaleza y puede estar presente en las aguas naturales en un rango de concentraciones entre unos pocos a muchos miles de miligramos

por litros. Las aguas de drenaje de minas pueden entregar grandes cantidades de sulfato debido a la oxidación de la pirita.

Cloruros:

El cloro en su forma de ión cloruro es uno de los principales aniones inorgánicos presentes en el agua.

Carbonatos y Bicarbonatos:

Son formas inorgánicas de carbono que está presente en el agua y son los responsables de la alcalinidad de esta.

Demanda Química de Oxígeno (DQO):

Es una medida de la cantidad equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica que es susceptible a la oxidación por un oxidante químico fuerte, en una masa dada de agua.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):

Es un procedimiento empírico que bajo normas estandarizadas es usado para determinar los requerimientos de oxígeno de aguas contaminadas. Su valor está ligado a la cantidad de oxígeno que necesitan las bacterias en el agua para degradar la materia orgánica utilizada como sustrato por estas.

Carbono total orgánico:

El carbono orgánico presente en el agua está formado por una variedad de compuestos orgánicos en diversos estados de oxidación. Algunos de estos compuestos carbonáceos pueden ser oxidados tanto por procesos biológicos o químicos, lo que está indicado por la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). La presencia de carbón orgánico no responde al DBO₅ ni al DQO, por lo que es conveniente efectuar una medición del carbono orgánico presente que se efectúa mediante un procedimiento de calcinación total de la muestra en presencia de oxígeno y su medición como CO₂.

Nitrógeno Nitritos:

El nitrito es un compuesto de nitrógeno en un estado de oxidación intermedio presente en la oxidación de amonio a nitrato y en la reducción del nitrato. Esta oxidación y reducción ocurre en los cuerpos de aguas naturales.

Nitrógeno Nitratos:

Los nitratos se encuentran generalmente en pequeñas cantidades en las aguas superficiales pero pueden alcanzar valores altos en aguas subterráneas. Puede encontrarse como un contaminante debido a su utilización como nutriente en la agricultura y por escorrentía llevado a los cuerpos de agua. Es un nutriente esencial para muchos organismos autótrofos fotosintéticos y en algunos casos ha sido identificado como un nutriente limitador del crecimiento.

Nitrógeno Amoniacal:

El amonio está presente naturalmente en las aguas superficiales. Este se produce principalmente por la deaminación de compuestos que contienen nitrógeno orgánico.

Nitrógeno Kjeldahl:

Representa el nitrógeno orgánico presente en el agua en la forma de nitrógeno orgánico y amonio.

Fósforo Total:

El fósforo es un compuesto esencial para el crecimiento de organismos vivos y puede ser el nutriente que limita la productividad primaria de un cuerpo de agua

Ortofosfato:

Son provenientes principalmente de su aplicación como nutriente en tierras cultivadas y por escorrentía se encuentra su presencia en cuerpos de agua.

Clorofila:

Se encuentra principalmente en las microalgas verdes y constituyen la productividad primaria de un cuerpo de agua. Se debe medir principalmente clorofila a y la feofitina como su principal compuesto de degradación.

Conteo de Microalgas:

Permite determinar la productividad primaria de un cuerpo de agua.

Razón de Absorción de Sodio (RAS):

Es la relación entre la concentración de Sodio y las de Sodio, Potasio, Magnesio y Calcio. Las concentraciones de Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio están expresadas en miliequivalentes.

Sodio Porcentual (%Na):

Es la relación entre la concentración de Sodio y las de Magnesio y Calcio. Las concentraciones de Sodio, Calcio y Magnesio están expresadas en miliequivalentes.

Coliformes fecales:

El grupo coliforme está formado por varios géneros de bacterias pertenecientes a la familia Enterobacterias. Los coliformes fecales son buenos indicadores de contaminación fecal pues se encuentran presente solo en el tracto digestivo de los mamíferos.

8.3.- Parámetros, Puntos de Muestreo y Frecuencia recomendadas

Parámetros	Punto 1	Punto 2	Punto 3
AGUA			
Temperatura	E	E	E
Conductividad	E	E	E
Salinidad	E	E	E
Oxígeno Disuelto	E	E	E
pH	E	E	E
Carbonatos	E	E	E
Bicarbonatos	E	E	E
Alcalinidad Total	E	E	E
Materia Orgánica	E	E	E
Clorofila	E	E	E
Conteo Algal	E	E	E
Color Pt/Co	E	E	E
Turbiedad	E	E	E
Sólidos flotantes	E	E	E
Sólidos Sedimentables	E	E	E
Aluminio	E	E	E
Arsénico	E	E	E
Bario	E	E	E
Berilio	E	E	E
Boro	E	E	E
Cadmio	E	E	E
Cianuro	E	E	E
Cloruro	E	E	E
Cobalto	E	E	E
Cobre	E	E	E
Cromo	E	E	E
Fluoruro	E	E	E
Hierro	E	E	E
Litio	E	E	E
Manganeso	E	E	E
Mercurio	E	E	E
Molibdeno	E	E	E
Níquel	E	E	E
Plata	E	E	E
Plomo	E	E	E
Selenio	E	E	E
Sulfato	E	E	E
Vanadio	E	E	E
Zinc	E	E	E
Sodio	E	E	E
Potasio	E	E	E
Calcio	E	E	E

Magnesio	E	E	E
RAS	E	E	E
Sodio Porcentual	E	E	E
Sólidos disueltos totales	E	E	E
Coliformes fecales	E	E	E
Nitritos	E	E	E
Nitratos	E	E	E
Fósforo Total	E	E	E
Amonio	E	E	E
Nitrógeno Total	E	E	E
Ortofosfato	E	E	E
Aceites y Grasas	A	A	A
Hidrocarburos Totales	A	A	A
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	E	E	E
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	E	E	E
Coliformes Totales	E	E	E
Detergentes	A	A	A
Transparencia Sechi	E	E	E
DDT+DDD+DDE	A	A	A
2,4-D	A	A	A
Lindano	A	A	A
Metoxicloro	A	A	A
Pentaclorofenol	A	A	A
SEDIMENTOS			
Granulometría	E	E	E
Textura	E	E	E
ORP	E	E	E
Materia Orgánica	E	E	E
pH	E	E	E
Conductividad	E	E	E

Significado de abreviaturas usadas en la tabla:

E: Estacional. Se propone la toma de muestras en las distintas estaciones del año, es decir: Verano, Otoño, Invierno y Primavera.

A: Anual, Se propone una toma de muestras una vez al año.

9.- Bibliografía

- 1.- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. New York, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- 2.- APHA. AWWA. WEF. 1995. Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- 3.- Cade-Idepe – DGA. 2004. Diagnóstico y Clasificación de Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad: Cuenca del Río Huasco.
- 4.- Carolina Cortez. 2007. Revista de Geografía Norte Grande. Características hidrográficas y sedimentológicas en el estuario del río Aconcagua, Chile Central Carolina Martínez, Departamento de Geografía, Universidad de Concepción.
- 5.- Comisión Nacional de Medio Ambiente. “Guía Conama Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas”.
- 6.- Dr. Elías Ramírez Cruz Instituto de Geografía Tropical (CITMA) Lic. Carlos García Hernández Instituto de Oceanología (CITMA). 2004. Morfología y Dinámica Costera de la Ensenada de Bacunayagua. Cuba.
- 7.- Dr. Ramiro Lagos Altamirano, Alex Hernández Osório. Interacción Océano-Continente en el Curso Inferior de la Cuenca del Río Colún, X Región, Chile. Universidad de Los Lagos, Departamento de Ciencia y Tecnología Forestal. UCREN Unidad de Cartografía y Recursos Naturales.
- 8.- Etienne Jaillard, Orstom 1993. La Sedimentación en los Deltas, los Estuarios y las Cuencas Deltaicas.
- 9.- Isabel Tutivén Ubilla. Variaciones morfológicas y batimétricas de la línea de costa en el estuario del río Chone, producidas por los Eventos Enso. Instituto Oceanográfico de la Armada. Guayaquil - Ecuador.
- 10.- J. E. Broker, J. H. Zar, C. N. Ende 1998. Field and laboratory Methods for General Ecology. WCB Mc Graw-Hill.
- 11.- José Serra Peris, Josep Ramón Medina Folgado. 1995. Ingeniería del agua. Levantamientos y seguimientos topo-batimétricos en ingeniería de costas.
- 12.-Leoncio F. Martínez, Ph. D. Water management in the north of Chile". INIA-INTIHUASI; CEAZA.

- 13.-Luis Cupul Magaña, Amilcar Cupul Magaña, Francisco Javier Nuñez, Eduardo Gil Siva. “El proceso erosivo de la playa de Mismaloya, Jalisco, México. Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California.
- 14.- Pesbasa S.A. Puerto Montt. 2006. Batimetría Estero Huito Provincia de Llanquihue. Comuna de Calbuco X Región.
- 15.- Pontificia Universidad Católica de Chile - Serex Territorio. Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo. Declaración de Impacto Ambiental: “Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial – Región de Atacama” Informe Etapa Proyecto PRDU.
- 16.- RODIER, J. Omega, Barcelona, 1981. Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar.
- 17.- Salvador F. Barreras. Cicese. Mexico. 2006. Hidrodinámica de Lagunas Costeras.
- 18.- Saúl Chávez López, Alejandro D. Álvarez Arellano. 2006. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Batimetría, sedimentos y ambientes de depósito en la laguna costera de Guásimas Sonora, México.
- 19.- United States Environmental Protection Agency. Cincinnati, 1983. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes.
- 20.- Universidad de Chile – SAG. 2005. Criterios de Calidad de Aguas o Efluentes tratados para Uso en Riego. Informe Final.
- 21.- Universidad de Chile. 2006. Manual de Evaluación de la Calidad del Agua. Cenma – SAG.