

# 2010

5659-14-L110, "Levantamiento de la información del componente vegetacional de la desembocadura del Río Lluta"



Garona # 539, Arica  
Tel. 58-322973 98992218  
[pelagusconsultora@gmail.com](mailto:pelagusconsultora@gmail.com)

Especie: *Scirpus americanus*  
Nombre común: junco chico

#### INFORME FINAL:

- Identificación y caracterización de especies vegetacionales del área de estudios.
- Cartografía de la distribución, densidad y cobertura de las especies vegetacionales identificadas.
- Análisis físico – químico de sedimentos.
- Propuesta de un bioindicador vegetal para el humedal del Río Lluta.



GOBIERNO DE  
**CHILE**



*Pelagus*  
CONSULTORA MEDIOAMBIENTAL



---

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	2-3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	6
3.1. MEDIO FÍSICO.....	6
3.2. MEDIO BIÓTICO .....	6
3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	7
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	8
4.1. Colección e identificación de especies: .....	9
4.2. Variables físico – químicas: .....	9
4.3. Distribución espacial.....	10
5. RESULTADOS .....	11
5.1. TABLA DE LISTA DE ESPECIES.....	11
5.2. MAPA DE COBERTURA .....	13
5.3. ANALISIS DE SEDIMENTO Y VARIABLES FISICO-QUIMICAS .....	15

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....	17
6.1 MATERIA ORGANICA.....	17
6.2. EL MEDIO VEGETAL DE ACUERDO A LAS VARIABLES FISICO QUÍMICAS PREDOMINANTES.....	18
7. CONCLUSIÓN.....	20
ANEXOS.....	21
Anexo 1. CATÁLOGO DE ESPECIES DE LA DESEMBOCADURA DEL HUMEDAL DEL RÍO LLUTA.....	22
Anexo 2. ANÁLISIS QUÍMICOS COMPLETOS. ....	39
Anexo 3 SET FOTOGRÁFICO DEL LUGAR. ....	47
7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	48

## 1. INTRODUCCIÓN

El Convenio de Ramsar define los humedales como: "Son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Artículo 1.1 de la Convención).

Los humedales en general, son sistemas intermedios entre ambientes permanentemente inundados y ambientes normalmente secos.

Muestran una enorme diversidad de acuerdo a su origen, localización geográfica, su régimen acuático y químico, vegetación dominante y características del suelo o sedimentos. Puede existir una variación considerable en un mismo humedal y entre diferentes humedales próximos unos a otros, formando no sólo ecosistemas distintos, sino paisajes totalmente diferentes (Finlayson y Moser, 1991).

Por lo tanto la clasificación de estos, se ha gestado con dificultad, debido en parte a la enorme variedad de tipos de humedales y a su carácter altamente dinámico, lo que hace complejo definir sus límites con precisión.

El humedal de la desembocadura del Río Lluta, el más septentrional de la costa de Chile, alberga una diversidad específica de ejemplares vegetales, los cuales son característicos de la zona estuarina, por su alta tolerancia a la salinidad, factor importante debido a que el humedal es de carácter costero y se ve fuertemente influenciado por los regímenes de marea.

Una de las condiciones sobresalientes del humedal de la desembocadura del Río Lluta, es la variada avifauna que presenta, la cual ha caracterizado este sector. De los representantes faunísticos se conocen especies típicas, estacionales y residentes, tanto así que la desembocadura y el humedal están catalogados como Sitios de Importancia Regional, según la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP).

Regionalmente, el humedal del Río Lluta se encuentra catalogado como Reserva Natural Municipal, según la Ordenanza Municipal Decreto N° 2702/09 y Santuario de la Naturaleza.

Por otra parte, se presenta el aporte del Río Lluta durante gran parte del año, entregando volúmenes variados de agua dulce, de minerales y potencialmente semillas vegetales de latitudes lejanas.

Pero el estudio de la flora ha sido escaso en el sector, lo cual ha generado datos muy generales de las especies presentes. Según Peredo (2007), la flora está constituida por 20 especies con una cobertura del 80%, siendo las especies más características: Grama salada (*Distichlis spicata*), Aliso (*Tessaria intergrifolia*), Chingoyo (*Pluchea chingoyo*), Totorá (*Scirpus sp.*), Chilca (*Baccharis petiolata*), Cola de caballo (*Equisetum giganteum*) y Cola de zorro (*Cortaderia speciosa*).

Las especies nombradas representan al común de la vegetación presente en gran parte del humedal, pero hasta el momento no se ha caracterizado el sector en cuanto a la distribución espacial de las especies representativas asociadas, tanto a la laguna del humedal como a la desembocadura.

Es por lo que, en el marco de la licitación número 5659-14-L110, “Levantamiento de la información del componente vegetacional de la desembocadura del Río Lluta”, para CONAMA, se genera el presente Informe Final, el cual pretende dar a conocer las especies vegetales presentes en el sector del humedal del Río Lluta, que incluye su desembocadura, la zona de la laguna al sur del río y la zona de humedal norte, y su distribución espacial, en relación a las características físico – químicas de los aportes de agua y de su sedimento, para finalmente proponer un bioindicador vegetacional representativo de las condiciones predominantes del sector.



## 2. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Río Lluta se encuentra aproximadamente a 10 km al norte de la ciudad de Arica, Región XV de Arica y Parinacota. Posee una longitud de 147 km, es clasificado como una cuenca preandina, y presenta escurrimiento exorreico permanente.

Se ubica entre los 18° 30` latitud sur, y 70° 20`-69° 22` longitud oeste, con una superficie de 3.378 km<sup>2</sup>. (DGA, CADE-IDEPE, 2004)

En la parte baja del río encontramos el humedal, el cual presenta influencias marinas y de agua dulce provenientes del río en diversa fechas del año.

Área de estudio.

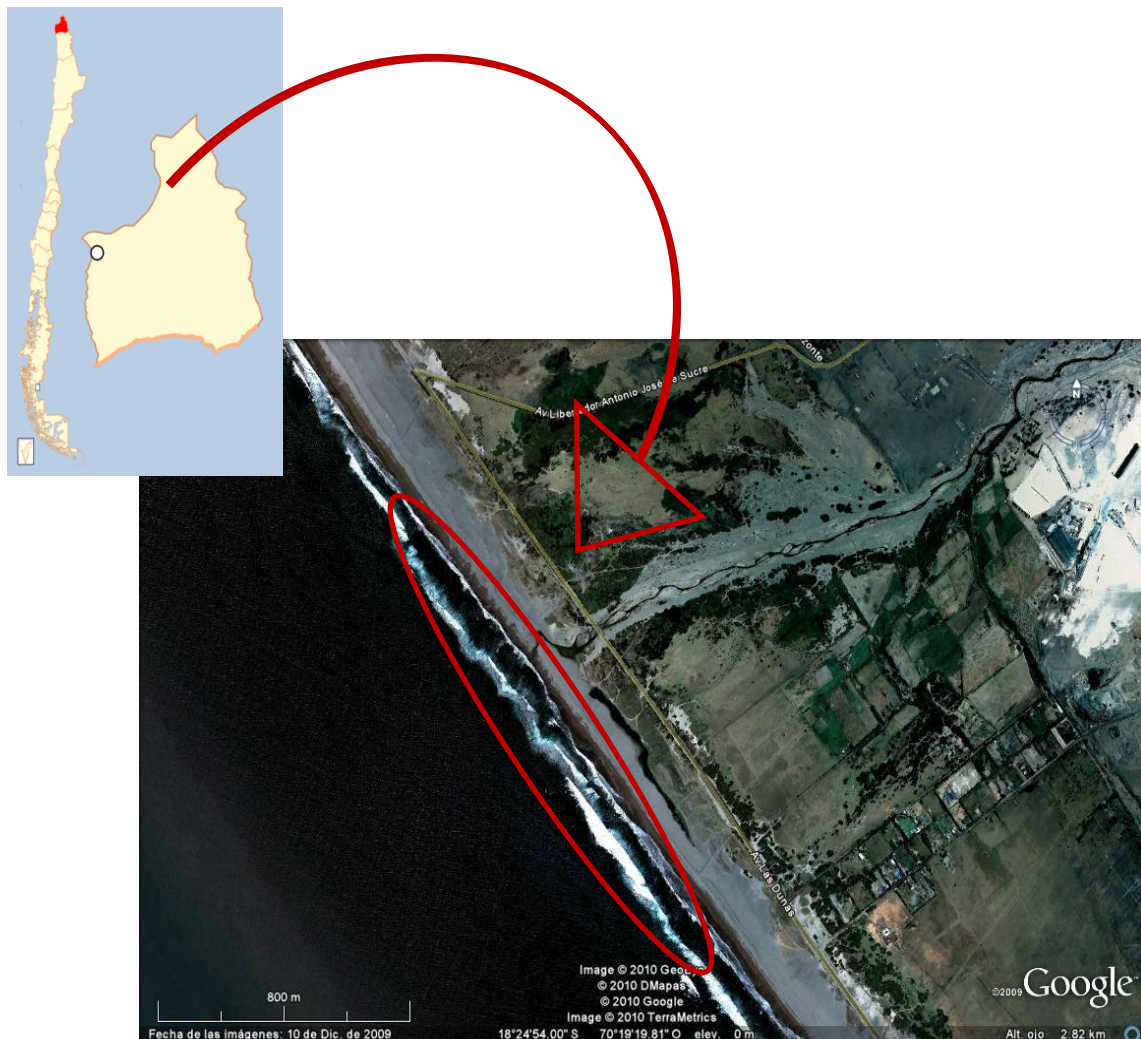


Figura 1: Área de estudio, la cual se indica con el ovalo de línea continua.

### 3. CARACTERISTICAS AMBIENTALES

El humedal de la desembocadura del Río Lluta se caracteriza por presentar una vinculación muy estrecha con el mar, pudiendo estar conectado de forma permanente y/o temporal, por ende se clasifica como humedal de cuenca exorreica costera. Estos humedales son muy dinámicos espacial y temporalmente, en función del balance entre los caudales de los ríos, el mar y la tasa de evaporación, siendo la acción del mar un factor regulador que adquiere mayor importancia.

#### 3.1. MEDIO FÍSICO

- **SUELO:** La granulometría del sector, presenta un coeficiente de selección de tamaño de partícula entre 0,5 y 0,66  $\mu\text{m}$  que corresponde a sedimentos moderadamente bien seleccionados (CONAMA, 2009). La característica geológica del área de estudio corresponde a las clases IV y V, siendo suelos que se localizan en terrenos que presentan serias limitaciones para la realización de cultivos, como: pedregosidad, clima riguroso, viento o frío. La definición refleja las características de la zona, la que es fuertemente influenciada por el régimen costero.
- **CLIMA:** Según la Enciclopedia de la Flora Chilena<sup>1</sup> la costa de la región de Arica y Parinacota se ubica dentro de la categoría de Sub-Región de Desierto Absoluto, que corresponde a la parte del desierto en donde las precipitaciones son casi nulas por lo que el aporte de agua es local, proveniente desde napas freáticas. Se califica como Desierto Absoluto debido a que la vida vegetal es casi nula, restringiéndose a condiciones muy particulares, como es el caso del humedal de la desembocadura del Río Lluta, cuyas precipitaciones son casi inexistentes y donde las temperaturas promedio anuales alcanzan los 18° C. (DGA, CADE-IDEPE, 2004).

#### 3.2. MEDIO BIOTICO

- **FAUNA:** El humedal sustenta un número importante de especies faunísticas, como peces pequeños ligados principalmente a la laguna además de especies de peces marinas costeras que en etapas juveniles se internan en el río, camarones en la desembocadura del río y por sobre todo se destaca de manera especial las aves. Dentro de este grupo encontramos: playeros, chorlos, patos, garzas, entre otras, siendo abundantes las aves migratorias. Situación que alcanza un mayor realce, elevando aún más su valor ecológico, si tomamos en cuenta que este humedal se encuentra en la región más árida del planeta.

<sup>1</sup> [www.florachilena.cl/regiones\\_vegetales/deseierto/deseierto.htm](http://www.florachilena.cl/regiones_vegetales/deseierto/deseierto.htm).

- FLORA: la vegetación acuática vascular es el componente biológico característico de los humedales, existen especies flotantes que mantiene su raíces en la columna de agua, pero en general, las plantas enraízan en los sedimentos, manteniendo los tejidos vegetativos en toda la extensión de la columna de agua e incluso con parte de los tejidos aéreos como las totoras y ciperáceas. Las plantas acuáticas se pueden localizar solamente en aquellas áreas donde se alcanzan sus requerimientos ambientales mínimos. En general es posible señalar que las condiciones hidrodinámicas limitan fuertemente la distribución de las plantas.

### 3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El sector donde se emplaza el humedal de la desembocadura del Río Lluta no es habitacional, pero si posee asentamientos de tipo productivo y militar en sus alrededores. Dentro de las actividades productivas en torno al humedal se encuentra la extracción de áridos en forma artesanal, y actividades de pesca artesanal en función de la extracción del recurso nape. Se identifica entonces asentamientos humanos informales en los alrededores del área de estudio.

Pese a su importancia y fragilidad, este vital refugio se encuentra muy amenazado por la actividad humana, debido a su cercanía con la ciudad de Arica, a lo que se ha suman obras viales que hoy en día facilitan el acceso al área.

Se debe mencionar que el humedal es actualmente una Reserva Municipal y el acceso está regulado a la observación de aves, trabajos de educación ambiental entre otros y se prohíben las actividades de acampar, entrar con perros, cazar y pescar, existiendo el pago de multas por infringir esta ordenanza. Sin embargo la comunidad en general aún no toma plena conciencia de la importancia de este hábitat y hace caso omiso a estas prohibiciones. En el desarrollo de este trabajo el equipo de investigadores observó en reiteradas oportunidades el no cumplimiento de las restricciones que se señalan de manera clara en los letreros de información ubicados en el sector.



#### 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para poder delimitar el área de estudio, se generan cuatro vértices, los cuales indican los límites norte (A y B) y los límites sur (C y D). Estos datos se aprecian en la siguiente tabla y mapa:

Tabla 1. Referencia geográfica de los Límites del área de estudio.

Vértice	N	E
A	7964148	359540
B	7964278	359633
C	7962852	360544
D	7962980	360651



Figura 3. Imagen satelital de los vértices del área de estudio.

Se aprecia que el área estudiada contempla diversidad paisajística, teniendo en el sector norte una laguna pequeña, la cual dependiendo de la variación de la marea y de las aguas subterráneas, se encuentra con altos, bajos o nulos niveles de agua, y se aprecia una condición general de paisaje y clima seco, por otra parte tenemos el sector del río y su desembocadura, el que presenta salida al mar constante, sin embargo es un efluente que genera grandes cambios en el paisaje, debido a su caudal. Este, cuando es abundante modifica el terreno, generando una condición de vaciante, pero cuando lo que predomina son las mareas altas y las corrientes marinas, se genera la situación contraria, de llenante, en donde el mar ingresa a la desembocadura, aumentando así el volumen de agua, de manera que este aumento

se debe al efecto conjunto de los caudales de agua dulce y de agua marina que se acumulan en el humedal. Finalmente tenemos el sector de la laguna sur, que caracteriza al humedal y destaca por su tamaño la cual se encuentra separada del cauce del río, y recibe influencia marinas todo el año. Generalmente en épocas estivales, la laguna logra una conexión con el cauce del Río Lluta, generando cambios paisajísticos importantes, como inundaciones en sectores altos, cubiertos de vegetación vascular.

Se debe considerar que el área de estudio tiene una cercanía de unos 100 metros aproximadamente con el límite de las mareas más bajas.

En base al área de estudio, el proceso de levantamiento de información de la componente vegetacional se realizó a través de la siguiente metodología:

#### 4.1. Colección e identificación de especies:

A través de un recorrido total del área de estudio, que contempló doce campañas sucesivas semanales (dos por semana) entre los meses de septiembre y octubre del año en curso, se realizaron registros fotográficos de las especies encontradas, y una colección de muestras vegetales, las que se almacenaron en bolsas herméticas, rotuladas indicando hora, fecha, colector y referencia geográfica de la ubicación de las plantas. Estas muestras fueron trasladadas al Departamento de Producción Agrícola de la Universidad de Tarapacá, en donde, con la ayuda del Profesor Experto Biotecnología Vegetal en Zonas Áridas, Hugo Escobar Araya, se identificaron las plantas colectadas, a nivel de especie y género.

Los registros fotográficos se realizaron con cámara réflex, Nikon D3000, Lente 18-55 AF-S VR, los que sirven para una identificación más detallada de los especímenes colectados, y para registrar las condiciones generales del sector de humedal.

#### 4.2. Variables físico – químicas:

Se colectaron muestras de agua y sedimento en tres puntos del área de estudio, los que se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 2 Coordenadas geográficas de la toma de muestras para los análisis físicos químicos.

Muestra	N	E
M1	7964041	359708
M2	7963551	360181
M3	7963184	360370



Figura 3. Imagen satelital de los puntos muestreados.

La toma de muestra de sedimento se realizó con un core PVC de 110 mm de diámetro, a una profundidad de 20 cm. El material obtenido se deposita en bolsas herméticas, rotuladas con datos de ubicación en humedal, fecha, colector, y referencia geográfica.

Por otra parte, las muestras de agua se realizan en botellas (dos para cada sitio escogido, cada una de un litro).

Las muestras colectadas se llevan al Laboratorio de Investigaciones Medioambientales de Zonas Áridas LIMZA del Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Tarapacá.

#### 4.3. Distribución espacial.

En las campañas anteriormente nombradas se registraron los datos de referencia geográfica y de distribución espacial de las especies estudiadas.

Para recopilar estos datos, se hicieron recorridos a pie por los senderos mayormente, cercando las ubicaciones vegetales para generar un set de datos.

Estos datos se tomaron con GPS Garmin 60 Csx, y las referencias geográficas se entregan en Datum WGS 84. Se trabajó con el software GPS Trackmaker para generar mapas cartográficos. Además se analizaron imágenes de Google Earth para trabajar la distribución de la vegetación sobre el área de estudio.

## 5. RESULTADOS

En base a los datos obtenidos en los terrenos, se generan los siguientes resultados:

### 5.1. LISTADO DE ESPECIES

Tabla 3. Macrófitas vasculares descritas en este estudio. El total de taxas encontradas se agrupan en 3 clases, 9 familias y representadas por 15 especies en total.

REINO	CLASE	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
PLANTAE	MONOCOTYLEDONEA	Poaceae	<i>Chloris virgata</i>	Colcha
			<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma dulce
			<i>Distichlis spicata</i>	Gramma salada
			<i>Polypogon interruptus</i>	Cola de zorra
	DICOTYLEDONIA	Amarantaceae	<i>Amaranthus deflexus</i>	Bledo rastrero
		Asteraceae	<i>Grindelia tarapacana</i>	Chiñe
			<i>Pluchea chingoyo</i>	Chilca
			<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea
		Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Cola de escorpión
		Crassulaceae	<i>Sedum sp.</i>	Dedito suculento
		Cyperaceae	<i>Scirpus sp.</i>	Junquillo
			<i>Typha latifolia</i>	Totora
			<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
	Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>	Hierba de la Virgen María	
	CONIFERA	Pinaceae	<i>Pinus sp</i>	Pino

El grupo más representado corresponde a la familia Poaceae (27%), seguido de Asteraceae (20%) y Ciperaceae (13%). Dentro de la familia Poaceae se destaca la especie *Distichlis spicata* la que se encuentra en una extensa área del sector del humedal y presenta una amplia estratificación vertical con presencia de ejemplares desde la línea de más alta marea hasta el la ruta A 120, que es el límite este del humedal y desde la zona norte hasta el límite sur. Dentro de la familia Asteraceae, se destaca la especie *Tessaria absinthioides*, que se asocia en mayor medida al sector cercano a la ruta. En relación a la familia Cyperaceae, cabe mencionar que la especie *Typha latifolia*, presenta distribución de tipo parches en zonas puntuales.

El siguiente grafico muestra el número de especies representadas para cada familia en relación al total de especies observadas.

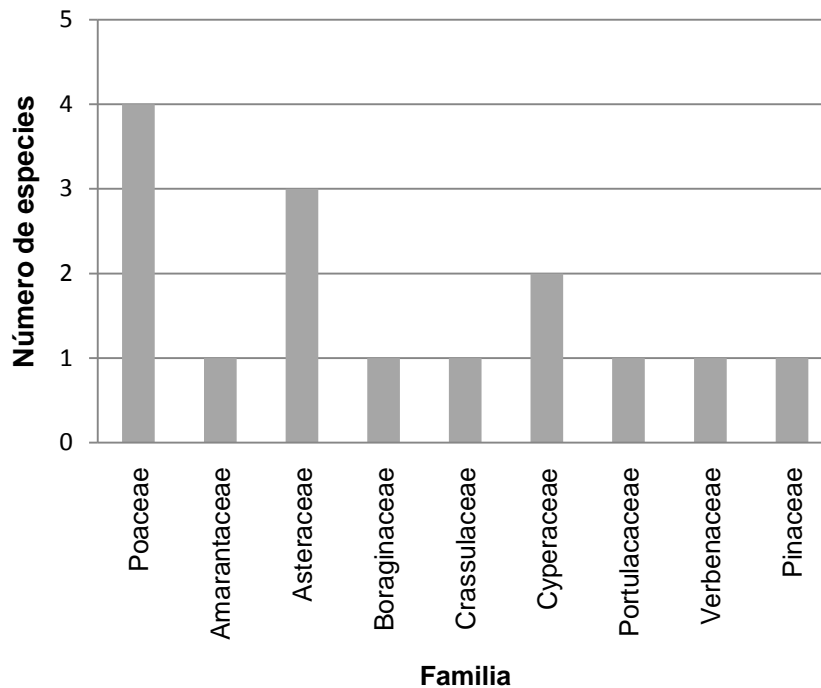


Gráfico 1. Número de especies por familias presentes en el humedal del Río Lluta.

El gráfico nos muestra que si bien existen nueve familias distribuidas en el área de estudio, más del 60% está representada tan solo por una especie. Sin embargo la cobertura es bastante variable, debido a que el gráfico indica solo presencia. Por ejemplo Pinaceae representada por la especie *Pinus sp.* se ubica en una zona muy puntual y presenta una cobertura mínima.















## 5.2. MAPAS DE COBERTURA



Figura 3: Mapa de cobertura vegetal del Humedal del Río Lluta, la imagen superior muestra la ubicación en Google Earth de la zona estudiada.

De acuerdo al mapa de cobertura, se definen los siguientes colores para la ubicación de las especies vegetacionales.

	<i>Chloris virgata</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Distichlis spicata</i>
	<i>Polypogon interruptus</i>
	<i>Pluchea chingoyo</i>
	<i>Tessaria absinthioides</i>
	<i>Sedum sp.</i>
	<i>Scirpus sp./Distichlis spicata/ Tessaria absinthioides</i>
	<i>Scirpus sp./Distichlis spicata</i>
	<i>Typha latifolia</i>
	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Pinus sp</i>
	<i>Scirpus sp</i>
	<i>Amaranthus deflexus</i>
	<i>Grindelia tarapacana</i>
	<i>Phyla nodiflora</i>
	<i>Heliotropium curassavicum</i>

Las especies sin color no se representan en la grafica debido a su escasa cobertura vegetacional. Se señala además que existen asociaciones de especies que se cuentan como una sola unidad (ver anexo 3 fotografía 1).



### 5.3. ANALISIS DE SEDIMENTO Y VARIABLES FISICO-QUIMICAS

Se analizaron tres muestras de sedimento correspondientes a: M1 sector norte (laguna chica), M2 rio y M3 sector sur (laguna grande), para la determinación de la materia orgánica. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Análisis de sedimento en tres puntos del área de estudio respecto al porcentaje de materia orgánica.

Parámetro	Unidad	M1	M2	M3
Sedimento	% M.O.	0,95	1,71	9,52

La tabla nos indica que la muestra M3 presenta un mayor valor en porcentaje (aproximadamente 1 orden de magnitud) de materia orgánica, seguida de la muestra colectada en el rio M2. La muestra correspondiente a la laguna chica presentó menos de 1% de materia orgánica. Al momento de la toma de muestra M3 el sedimento presento un color oscuro fuerte y un olor característico de zonas con elevado porcentajes de materia orgánica.

La grafica muestra de manera más clara esta característica.

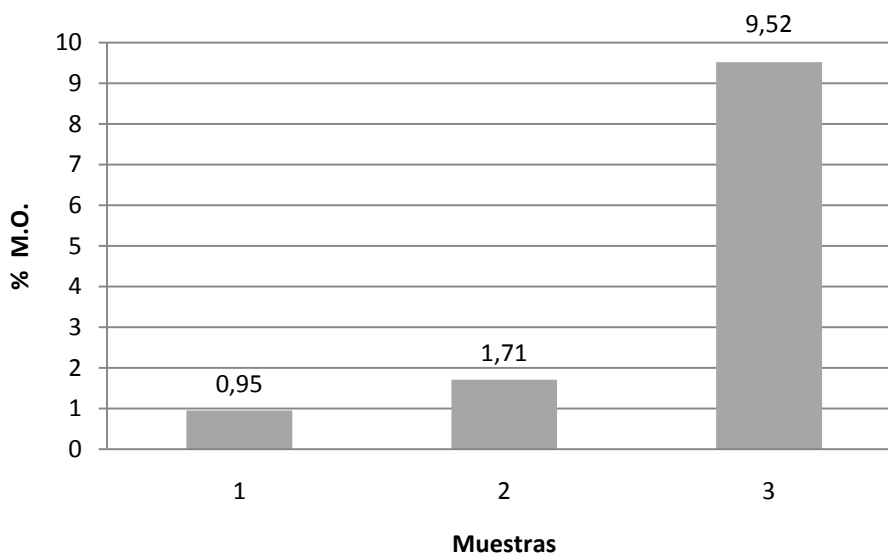


Gráfico 2. Resultados del análisis de la materia orgánica en tres puntos del humedal.

Los parámetros físicos químicos analizados en este estudio se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Extracto de los parámetros físicos químicos para este estudio y su comparación con la normativa chilena vigente.

Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	NCh 409/1	NCh 1333	Método de análisis
Sedimento	% M.O.	0,95	1,71	9,52	-	-	Protocolos de métodos de análisis para suelos y lodos 6.1
Salinidad	g/l	4,43	5,8	3,42	-	-	SMWW 5520-B
Color Verdadero	Unidad Pt-Co	131	7	28	20,0	-	ME-24-2007 SISS
Turbiedad	UNT	25	21	25	2,0	-	ME-03-2007 SISS
pH	pH	7,7	7,9	7,9	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	ME-29-2007 SISS
Conductividad Eléctrica	ms/cm	7,34	5,88	9,4	-	-	SMWW 2520-B
Manganeso (Mn)	mg/L	0,3	0,3	1,7	0,1	0,2	ME-03-2007 SISS
Arsénico (As)	mg/L	0,10	0,11	0,26	0,01	0,1	ME-12-2007 SISS
Litio (Li)	mg/L	5,85	8,13	5,23	-	2,5	SMWW 3500-Li D
Boro (B)	mg/L	143	85	77	-	0,75	ISO 9390:1990
Sodio (Na)	mg/L	1717	2190	1542	-	-	SMWW 3500-NB
Sodio Porcentual (% Na)	%	52,5	54,8	67,3	-	35	SMWW 3111 -B
Fósforo (P)	mg/L	<0,2	<0,2	0,36	-	-	SMWW 4500-PC
Oxígeno Disuelto (O <sub>2</sub> )	mg/L	9,02	9,3	9,22	-	-	SMWW 3500-OG
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	1597	2272	1704	400,0	200	ME-28-2007 SISS
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/L	1701	1699	1353	500,0	250	ME-30-2007 SISS
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	6968	8867	6799	1500,0	-	ME-31-2007 SISS
Sólidos Sedimentables	mL/cm	0,5	0,3	0,3	-	-	SMWW 2540-F
Alcalinidad Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	540	402	461	-	-	SMWW 2320-B
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	57	50	79	-	-	SMWW 5330-C

Se destacan los aspectos más relevantes para este estudio, la totalidad de los parámetros se puede observar en anexos.

## 6. DISCUSION.

### 6.1 MATERIA ORGANICA.

Los resultados de materia orgánica en este estudio indican que existe una zona con altos niveles para este parámetro (M3 9,52%), la cual se ubica cercano al sector de totoras en la laguna grande (fig 3.) en comparación con las otras dos muestras cuyos valores no superan el 2%. Estos resultados concuerdan por lo reportado en el estudio de CONAMA (2009), donde se indican niveles de materia orgánica entre el 20% y 30% para dos muestras tomadas en el lecho de la laguna en la zona del límite sur y sector de totorales respectivamente. La alta cantidad de materia orgánica presente aquí obedece a factores como la morfología del terreno, las condiciones hidráulicas de la zona que están gobernadas por la altura del agua impuesta por el régimen de mareas y el nivel del mar. Se debe destacar que durante el periodo de estudio, existieron sendas marejadas que introdujeron volúmenes importantes a la cubeta principal y que provocaron inundaciones de otras zonas aledañas a la laguna (anexo 3 fotografía 2 ). Otro factor que afecta en este sentido es la variabilidad de las condiciones físicas del sistema debido a la dinámica de los procesos de mezcla asociados a la intromisión de agua salada creando una estratificación vertical que impide el paso del oxígeno superficial a las zonas más profundas, que puede agotarse rápidamente en zonas cercanas a los sedimentos (S.A.G., 2006).

El carbono detrítico representa un 50 % del total de flujo de carbono en las redes tróficas de sistemas acuáticos (Mann, 1988). Así, la relación entre materia orgánica viva (MOV) y materia orgánica muerta (MOM) se estima en un rango 1:10-100 evidenciando la gran abundancia de material detrítico (Wetzel, 1992a). De esta forma los mecanismos de producción y descomposición del detrito son de vital importancia para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Whipple y Patten, 1994). La capacidad de un humedal de almacenar carbono depende de las características antes mencionadas, no obstante, los humedales actúan también como importantes emisores de carbono, en forma de CO<sub>2</sub>, a través de procesos de descomposición, y en forma de metano. Se estima que los humedales emiten en forma de metano aproximadamente el 25% del carbono que fijan, lo que representa entre el 15-20% del metano atmosférico (Cao et al, 1998).

En otro sentido, la muestra de la laguna chica (M1) ubicada al norte del la desembocadura del río presenta niveles de materia orgánica inferiores al 1%. Las condiciones geomorfológicas y físicas de este sector distan mucho de las condiciones de la laguna principal. Aquí la variabilidad del volumen es más dinámica y en ocasiones esta laguna se presenta en condición de sequía total y solo depende de las variaciones del nivel de marea. Esto puede explicar los bajos niveles de materia orgánica.

## 6.2. EL MEDIO VEGETAL DE ACUERDO A LAS VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS PREDOMINANTES.

El área estudiada es relativamente pobre en especie si la comparamos con humedales del sur de Chile, lo que puede suceder por el carácter oligotrófico de sus aguas por su condición marina, lo que aporta altas concentraciones de salinidad, lo que según Salisbury y Ross, 2000 afecta el crecimiento de las macrofitas. Pero, se debe destacar que esta condición, de desierto absoluto costero, se repite en zonas de humedales de muy similares condiciones, como en la costa sur de Perú, donde la vegetación reportada a nivel de familia concuerda con los datos de este estudio (León *et al.* 2004). Al observar los resultados, se puede decir que el humedal de la desembocadura del Río Lluta corresponde al tipo de humedales de cuencas exorréicas costeras (S.A.G., 2006) donde el desarrollo de las especies vegetacionales se caracteriza por la gran presencia de *Distichlis spicata* especie que crece en suelos con altos contenidos de sal y puede cubrir extensas áreas cerca de orillas marinas, pero su población disminuye en cuanto el suelo se torna más húmedo, condición que se refleja en el sector de la laguna norte y en las cercanías de la desembocadura del río.

En cuanto a las variables físico - químicas analizadas en este trabajo se debe señalar que en comparación con las Normas Chilenas de la Calidad de Agua (NCh 409, NCh 1333), encontramos que algunos parámetros exceden los valores límites establecidos (tabla 5). Esta condición concuerda con lo reportado el año 2009 por CONAMA, para los parámetros de conductividad eléctrica, salinidad, fosfato, cloruro, y materia orgánica. Además según la Dirección General de Aguas (DGA) en el año 2008, las concentraciones de los parámetros de conductividad, fosfato, y cloruros, para el Río Lluta, son elevadas.

La cobertura vegetacional para el área de estudio está dominada principalmente por grama salada (*Distichlis spicata*) seguido por el junquillo *Scirpus sp.* Esta última especie se presenta en suelos típicos de condición oligotrófica. Balls *et al.* (1989) investigaron el proceso de eutrofización en lagos poco profundos, y encontraron que las comunidades de plantas sumergidas son reemplazadas por poblaciones densas de fitoplancton, situación que ocurre cuando hay una fuerte contaminación por altas concentraciones de fósforo y nitrato de amonio. Notaron que las concentraciones de fósforo reactivo no aumentaron en la columna de agua cuando existen plantas sumergidas, pero sí aumentaron los niveles cuando las plantas fueron manualmente extraídas. Por su parte, los niveles de nitrato y amonio se mantuvieron bajos en presencia de estas plantas. Cabe señalar que el estudio no contempló las tasas fitoplanctónicas.

La capacidad de las macrófitas para extraer metales pesados también ha sido objeto de estudio. Muchos residuos industriales contienen altas concentraciones de metales pesados. Los estudios indican que los humedales artificiales son efectivos para remover estos contaminantes de los efluentes. Por su parte, Qian *et al.* (1999)

estudiaron la efectividad de doce especies de macrófitas para extraer estos metales de aguas residuales. En relación a esto, Arroyo, 2004, explica que la eliminación de Zinc por parte de la especie *Typha latifolia* es, en cualquier caso, mucho más efectiva que la del Arsénico. Estos resultados concuerdan con los de otros trabajos realizados, como el de Eva Stolz y Maria Greger (2001) que miden la concentración de Zn y As en distintas partes de las plantas. En este estudio se refleja como para diferentes especies vegetales y distintas partes de las mismas la concentración de Zn es siempre mayor que la de As. Esto indica que las plantas asociadas a altas concentraciones de materia orgánica, como *Typha latifolia*, poseen la cualidad de absorber metales pesados. Roston *et al.* (2001) estudiaron el comportamiento de las macrófitas *Typha sp* y *Eleocharis sp* en un sistema de depuración de aguas residuales asociado con un reactor anaerobio. Los resultados de los dos primeros años de funcionamiento mostraron que hubo una reducción entre el 90 a 97% de SS y entre 60 a 85% de la DQO, para un caudal de 200L/d.

Por otra parte, las especies de plantas con flores se distribuyen alejadas de los cursos de agua mayormente, y se aprecian marcando líneas de distribución relacionadas a los sectores sin agua superficial. Estas plantas tiene la particularidad de crecer en sistemas de matorrales altos, desde el metro a los dos metros de altura, lo que les confiere la ventaja de captación de humedad ambiente. Paralelo a esto, las une la característica de ser altamente resinosas, lo que les permite una resistencia a la desecación y a la alta salinidad.

Algunas de ellas, como representantes de las especies *Grindelia tarapacana*, *Pluchea chingoyo*, *Tessaria absinthioides*, *Heliotropium curassavicum*, habitan en terrenos salobres y pastizales halófilos, y se distribuyen por tipos de suelos, preferentemente alcalinos. Se les puede encontrar también creciendo adaptada en orillas de caminos y áreas ruderales. Se caracterizan por colonizar y estabilizar áreas perturbadas. Habitan en claros en medio de bosques, pastizales, principalmente en lugares con drenaje deficiente. La peculiaridad de no encontrarse cercanas a cursos de agua, mar y lagunas, se reafirma al no ser plantas ligadas en forma frontal al borde costero, pudiendo servirles de contención frente a los efectos directos de la salinidad, la presencia de especies herbáceas como *Distichlis spicata*.

## 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la vegetación encontrada en la desembocadura el humedal del Río Lluta corresponde a las familias presentes en la mayoría de los humedales costeros de condición desértica, destacándose la poca diversidad de especies, y la alta abundancia de las presentes, las cuales se distribuyen de acuerdo a las condiciones de agua y sedimento.

Las condiciones físico químicas del los cuerpos de agua presentes en el humedal, exceden los límites establecidos para las normas chilenas de calidad de agua (NCh 409, NCh 1333), para algunos parámetros. Esto condiciona la vegetación presente en el área de estudio.

La propuesta de un bioindicador vegetacional no puede ser tomada como particular para una situación, se debe tener un conjunto de parámetros en relación a tipos de vegetación y la asociación con las características de los cuerpos de agua en donde habitan. Para ello se propone realizar un Índice Macrófito de las condiciones tróficas del humedal para ser utilizados en prospecciones rápidas sobre su condición ambiental.

Sin embargo, se presenta la siguiente tabla, en donde se indican las preferencias de las especies más representativas del sector humedal, en relación a las características de suelo y agua.

Tabla 6. Especies más representativas y su relación con las características químicas.

ESPECIE	ABSORBANCIA QUÍMICA	DISTRIBUCIÓN
<i>Typha latifolia</i>	Zinc y arsénico, materia orgánica	Laguna Sur (M3), Río (M2)
<i>Scirpus sp</i>	Materia Orgánica	Extensa zona del área de estudio
<i>Distichlis spicata</i>	Salinidad	Extensa zona del área de estudio



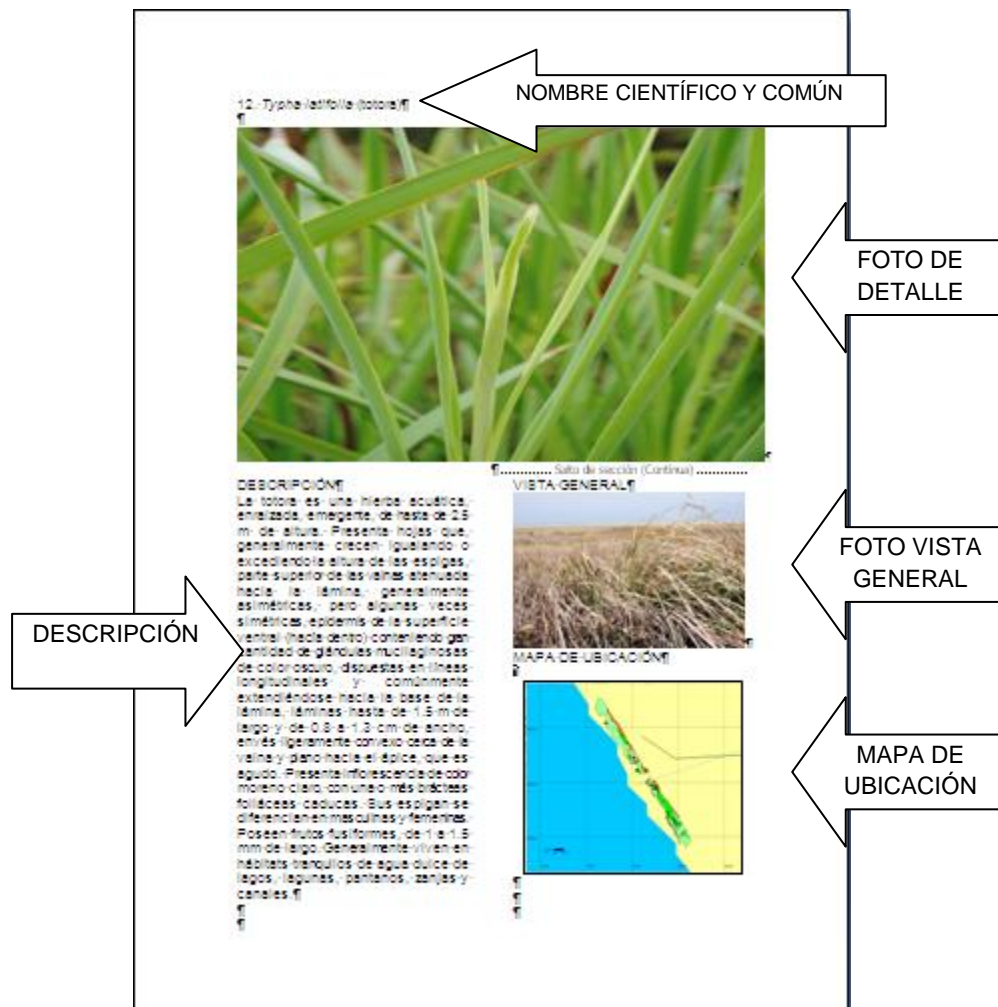
## ANEXOS



## Anexo 1. CATÁLOGO DE ESPECIES DE LA DESEMBOCADURA DEL HUMEDAL DEL RÍO LLUTA

A continuación se adjunta un catálogo que entrega la componente florística del humedal, una descripción general y un mapa de ubicación, en conjunto con un set fotográfico para un fácil reconocimiento en terreno.

El catálogo cuenta con la siguiente distribución:



1. *Chloris virgata* (colcha)



DESCRIPCIÓN

Hierba de vida corta, erecta, de 10 a 70 cm de alto, con tallo generalmente comprimido, a veces doblado en los nudos, a veces ramificado, erecto, algunos recostados sobre el suelo con las puntas ascendentes y enraizando en los nudos inferiores.

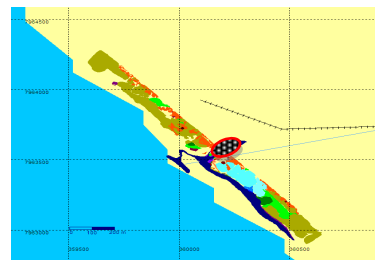
Hojas alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, sin pelos (las vainas de las hojas superiores infladas), y la parte superior de la hoja, llamada lámina, que es larga, angosta y plana, a veces doblada, áspera al tacto.

La inflorescencia consiste de entre 5 y 15 espigas, de hasta 7 cm de largo, ubicadas todas juntas formando un verticilo en la punta del tallo. Las espigas pueden ser de color verde-amarillento, plateado o púrpura, son ásperas al tacto y están compuestas de numerosas espiguillas.

VISTA GENERAL



MAPA DE UBICACIÓN





## 2. *Cynodon dactylon* (Gramma dulce)



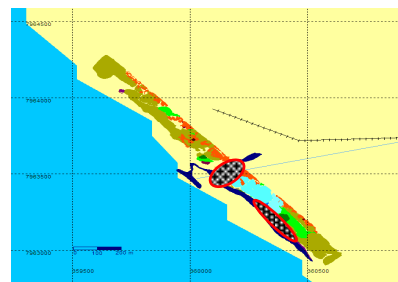
### DESCRIPCIÓN

El “pasto dulce” es una hierba perenne, de 10 a 30 cm de alto, pero puede tener más de largo, ya que crece con estolones. Sus tallos son delgados, erectos o decumbentes. Las hojas vienen en vainas de 1.5 a 7 cm de largo, vilosas en el ápice, las inferiores usualmente quilladas, de 1 a 3.5 mm de ancho, aplanadas, en ocasiones dobladas, escabriúsculas (poco ásperas). Presenta una inflorescencia en forma de espigas 4 a 6, de 1.5 a 6 cm de largo, distribuidas en un verticilo, usualmente radiadas. La floración es en espiguillas de 2 a 2.8 mm de largo, adpresas, verde violáceas, glumas de 1 a 2.3 mm de largo, fuertemente doblada y aquillada. Presenta una raíz conformada por estolones y rizomas.

### VISTA GENERAL



### MAPA DE UBICACIÓN



### 3. *Distichlis spicata* (Grana salada)



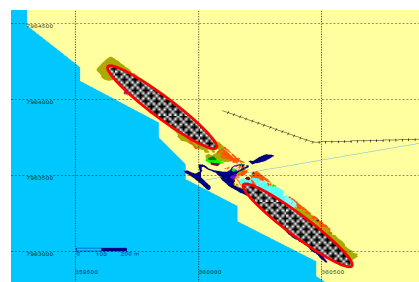
#### DESCRIPCIÓN

El "pasto salado" es una hierba perenne que forma extensas colonias. Puede medir hasta 60 cm de alto, aunque generalmente es más pequeña. Su tallo es rígido, erecto, con numerosos entrenudos cortos. Posee hojas alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve al tallo, mucho más larga que el entrenudo, con pelos hacia el ápice, y la parte superior de la hoja llamada lámina que es rígida, larga, o áspera al tacto; entre la vaina y la lámina, por la cara interna. Presenta una inflorescencia de panícula densa y angosta, de hasta 8 cm de largo, ubicada en la punta del tallo, compuesta de hasta 20 espiguillas. Presenta también espiguillas largas y lateralmente comprimidas. Las flores son muy pequeñas y se encuentran cubiertas por una serie de brácteas, sin aristas. La raíz presenta tallos subterráneos (rizomas) que llegan a medir varios metros de largo.

#### VISTA GENERAL



#### MAPA DE UBICACIÓN





#### 4. *Polypogon interruptus* (cola de zorra)



##### DESCRIPCIÓN

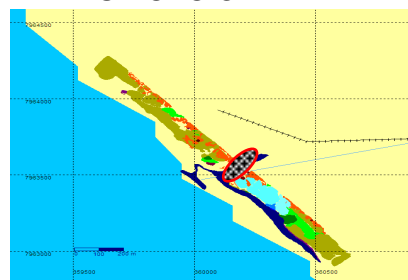
Es una hierba de hábito y forma de vida perenne, de 10 a 60 cm de altura, con tallos erectos o recostados en el suelo, con raíces en los nudos, sin pelos. Posee hojas alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve al tallo, y la parte superior de la hoja llamada lámina que es muy larga, angosta y plana; entre la vaina y la lámina, por la cara interna, se presenta una pequeña prolongación membranacea, llamada lígula.

La inflorescencia es a través de panículas densas de hasta 12 cm de largo, ubicada en la punta del tallo, compuesta de numerosas espigas ascendentes a casi erectas, las inferiores distanciadas entre sí. En cada espiga se disponen densamente numerosas espiguillas, las que se encuentran lateralmente comprimidas. Las flores son muy pequeñas y se encuentran cubiertas por una serie de brácteas, algunas de ellas ásperas al tacto, sin aristas. Presenta una sola semilla fusionada a la pared del fruto

##### VISTA GENERAL



##### MAPA DE UBICACIÓN



### 5. *Amaranthus deflexus* (Bledo rastrero, kiwicha)



#### DESCRIPCIÓN

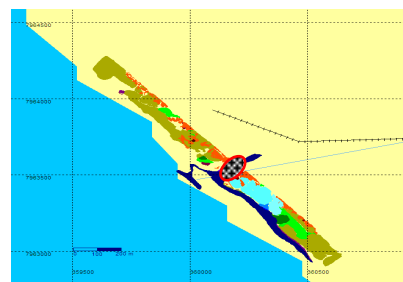
Se trata de una especie con una corta vida perenne o anual. La planta puede crecer hasta alcanzar los 0,5 m de altura. La *Amaranthus* es muy similar a la quinua. En terrenos fértiles alcanza una altura de 2 a 2.5 metros.

Se trata de una planta vivaz normalmente postrada, que dentro del género pertenece al grupo de especies cuyo fruto es indehiscente, diferenciándose dentro del grupo por sus frutos lisos, siendo la semilla mucho más pequeña que la cavidad del fruto. La pequeñísima semilla de la *Amaranthus* es circular y mide 1 milímetro. Es más pequeña que la semilla de la quinua. Presenta diversos colores: blanco, dorado, rosado, rojo o negro. La raíz es pivotante, con numerosas raíces laterales muy ramificadas. La mayoría de las flores son dímeras, dispuestas en espicastos terminales y las hojas son ovadas o cortamente lanceoladas.

#### VISTA GENERAL



#### MAPA DE UBICACIÓN





## 6. *Grindelia tarapacana* (chiñe)



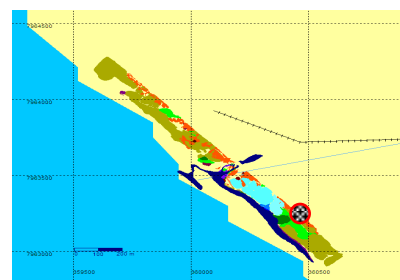
### DESCRIPCIÓN

*Grindelia* es una hierba perenne de hasta 50 cm de alto, con tallo erecto a ascendente, solitario o varios, simples o ramificados en la parte inferior, con pelillos, a veces también con pelos glandulares. Las hojas basales (generalmente ausentes cuando hay flor) elípticas, con el margen aserrado, hasta de 9 cm de largo, sobre pecíolos igualmente largos, las hojas sobre los tallos son alternas y más cortas (cada vez más pequeñas hacia la punta del tallo). La cabezuela, aunque tiene el aspecto de una flor, es en una inflorescencia formada por pequeñas flores sésiles dispuestas sobre un receptáculo plano (aunque con la edad se curva y da la apariencia de ser cónico). Las flores del disco 200 a 350, hermafroditas, ubicadas en la parte central. Habita en claros en medio de bosques, pastizales, principalmente en lugares con drenaje deficiente.

### VISTA GENERAL



### MAPA DE UBICACIÓN





### 7. *Pluchea chingoyo* (chilca)



#### DESCRIPCIÓN

*Pluchea* es un arbusto aromático, de hasta 3 m de alto. Con un tallo por lo general tomentoso. Las hojas son peciolos de 1 a 3 cm de largo, elípticas, ovadas u oblongas, de 6 a 15 cm de largo y 3 a 6 cm de ancho, base cuneada, margen entero dentado, ápice obtuso o ligeramente agudo, tomentosas en el envés.

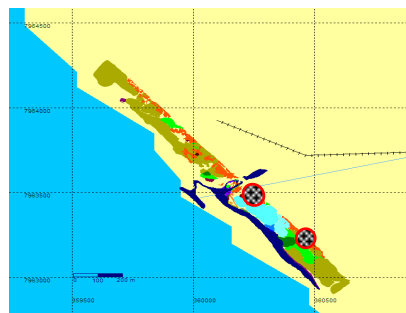
La cabezuela tiene forma campanulada a globosa, de 5 a 6 mm de largo; brácteas involucrales purpúreas, ovada, ciliadas. La flor son rosadas o purpúreas. Los frutos y semillas son aquenios color café, de 0.6 a 0.8 mm de largo, con un papus de 10 a 15 cerdas blanco-amarillentas.

Vive en zonas inundables, vegetación riparia o ruderal. No tolera la sombra, y tolera muy bien suelos pobremente drenados, suelos de diferentes texturas, salinidad y compactación del mismo. Se caracteriza por colonizar y estabilizar áreas perturbadas.

#### VISTA GENERAL



#### MAPA DE UBICACIÓN



### 8. *Tessaria absinthioides* (Brea)



#### DESCRIPCIÓN

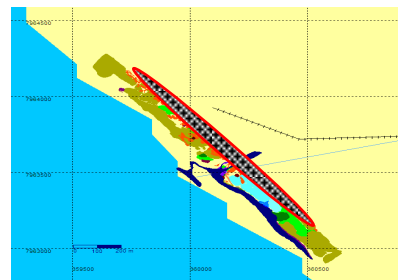
Arbusto que puede alcanzar hasta 1,5 m de altura, siempreverde. Su follaje presenta un color glauco a verde claro y algo grisáceo. Presenta hojas alargadas, con bordes dentados principalmente en la parte superior de su lámina. La base de las hojas es cuneada.

Sus flores se presentan agrupadas en racimos, en capítulos de color rosáceo pálido a rosado fuerte, con variaciones. Es posible observar su floración abundante durante el verano, desde diciembre a marzo. La soroma o brea (*Tessaria absinthioides*) es un arbusto nativo de una amplia zona que incluye el norte y centro de Chile, norte de Argentina, sur del Perú y Bolivia, Paraguay y Uruguay. En Chile, este arbusto crece desde suelos arenosos y áridos y hasta relativamente anegados y salobres. Se le puede encontrar también creciendo adaptada en orillas de caminos y áreas ruderales.

#### VISTA GENERAL

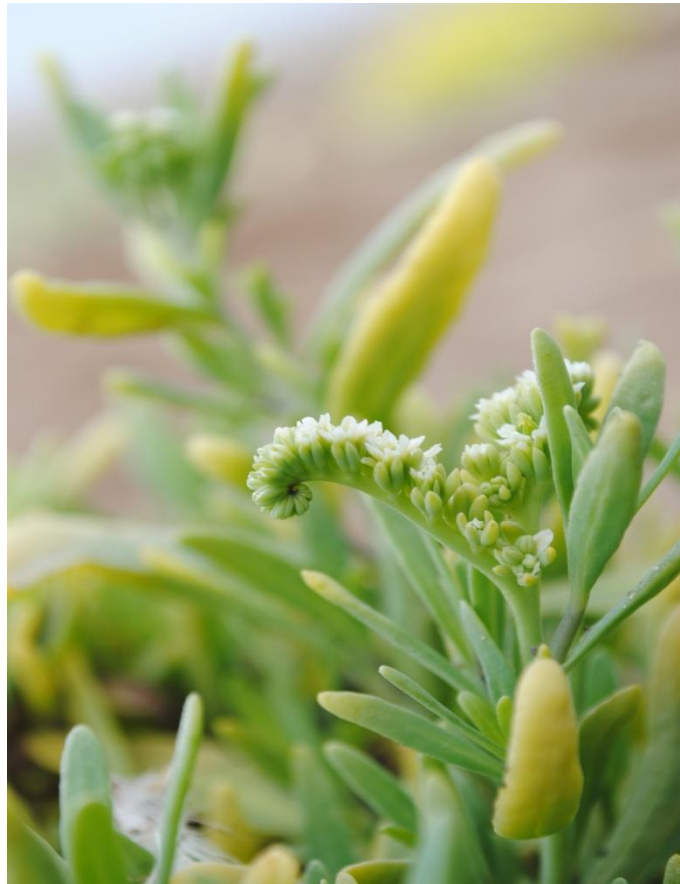


#### MAPA DE UBICACIÓN





9. *Heliotropium curassavicum* (cola de escorpión)



DESCRIPCIÓN

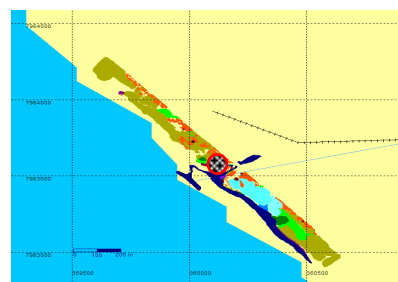
*Heliotropium* es una planta anual o perenne, suculenta, glabra (sin pelos), verde-azulosa a azul-grisáceo, por lo general con la ramificación dirigida hacia arriba con un ángulo de 46 a 75°.

Puede medir hasta 50 cm o más de altura. Su tallo es postrado o decumbente. Posee hojas alternas, sésiles, lineares, linear-oblongas, con la parte apical más ancha que la basal, de 1 a 5 cm de longitud por 3 a 10 mm de ancho, ápice obtuso a redondeado, enteras, base atenuada. Presenta unas inflorescencias en forma de cimas escorpioideas, terminales o extraxilares, solitarias o en pares, raramente ternadas, 1 a 10 cm de longitud, sin brácteas. Las flores son subsésiles o sobre pedicelos de 1 a 2 mm de longitud. Habita en terrenos salobres y pastizales halófilos, y se distribuye por tipo de suelos, preferentemente alcalinos.

VISTA GENERAL



MAPA DE UBICACIÓN



10. *Sedum* sp.(Dedito succulento)



DESCRIPCIÓN

Las especies de *Sedum* tienen un hábito de hierba perenne, extendida sobre el suelo o colgante, sin pelillos, de hasta 20 cm de largo, con un tallo muy ramificado, tornándose de color café o gris-rojizo.

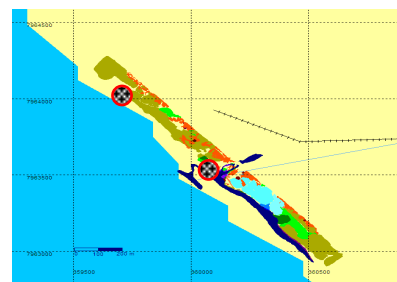
Sus hojas son muy abundantes, densamente imbricadas, muy gruesas, carnosas, ovadas, de hasta 3 mm de largo y de grueso. Presenta pequeños grupitos de flores sésiles o cortamente pediceladas.

Sus flores presentan una corola de 4 a 5 pétalos lanceolados, de hasta 7.8 mm de largo (frecuentemente más cortos), principalmente hacia el ápice y en la cara posterior.

VISTA GENERAL



MAPA DE UBICACIÓN





### 11. *Scirpus* sp. (Junquillo)



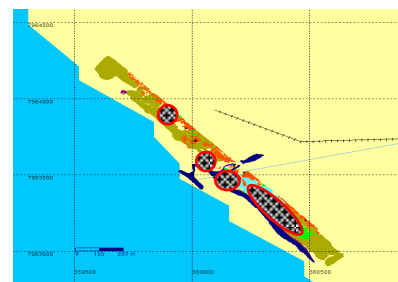
#### DESCRIPCIÓN

Planta vivaz con tallo de sección circular, desprovisto de hojas; estas se han reducido a unas vainas situadas en la base, que al envejecer dejan un retículo fibroso. Las ciperáceas carecen de pétalos o sépalos obvios, pero los estambres y los estilos, que se encuentran separados en la mayoría de las especies, están rodeados de una escama pequeña denominada gluma, importante para la identificación. La inflorescencia es lateral, formada por cabezuelas globosas que agrupan numerosas espiguillas de 2,5-4 mm. Las glumas son ciliadas en el borde y la quilla. El fruto es una cápsula de color pardusco. Florece entre la primavera y el verano. Especie cosmopolita. En zonas húmedas y lugares donde, algún día, el agua estuvo presente de forma habitual.

#### VISTA GENERAL



#### MAPA DE UBICACIÓN



## 12. *Typha latifolia* (totora)



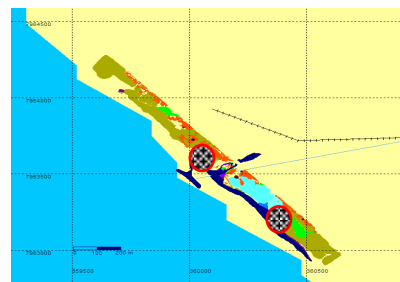
### DESCRIPCIÓN

La totora es una hierba acuática, enraizada, emergente, de hasta de 2.5 m de altura. Presenta hojas que, generalmente crecen igualando o excediendo la altura de las espigas, parte superior de las vainas atenuada hacia la lámina, generalmente asimétricas, pero algunas veces simétricas, epidermis de la superficie ventral (hacia dentro) conteniendo gran cantidad de glándulas mucilaginosas de color oscuro, dispuestas en líneas longitudinales y comúnmente extendiéndose hacia la base de la lámina, láminas hasta de 1.5 m de largo y de 0.8 a 1.3 cm de ancho, envés ligeramente convexo cerca de la vaina y plano hacia el ápice, que es agudo. Presenta inflorescencia de color moreno claro, con una o más brácteas foliáceas caducas. Sus espigas se diferencian en masculinas y femeninas. Poseen frutos fusiformes, de 1 a 1.5 mm de largo. Generalmente viven en hábitats tranquilos de agua dulce de lagos, lagunas, pantanos, zanjas y canales.

### VISTA GENERAL



### MAPA DE UBICACIÓN





## 12. *Portulaca oleracea* (verdolaga)



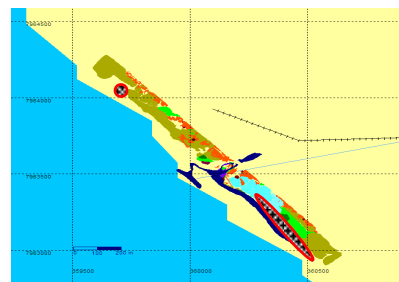
### DESCRIPCIÓN

*Portulaca* es una hierba carnosa, rastrera, a veces algo ascendente, con pocos pelos o sin ellos, de 5 a 40 cm de largo, con un tallo a veces rojizo, ramificado, con las ramas extendidas radialmente. Presenta hojas alternas, obovado-cuneadas a espatuladas, de 0.5 a 3 (5) cm de largo, por 0.2 a 1.5 cm de ancho, ápice redondeado o truncado, base cuneada. Sus flores son sésiles, solitarias o agrupadas por pocas, pétalos blancos. Habita en regiones templadas y tropicales del mundo.

### VISTA GENERAL



### MAPA DE UBICACIÓN





#### 14. Phyla nodiflora (hierba de la virgen maría)

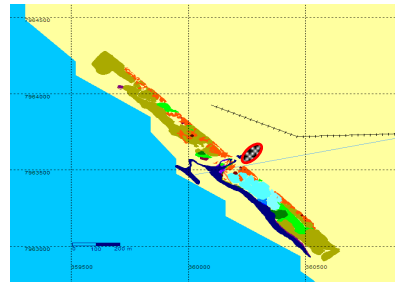


#### DESCRIPCIÓN

Phyla es una hierba que crece tendida sobre el suelo, a veces con las puntas ascendentes, frecuentemente formando un manchón denso de hasta 2 m de diámetro. Posee tallos numerosos partiendo desde la base, con pelillos recostados sobre su superficie.

Las hojas son opuestas, de hasta 8 cm de largo aunque generalmente más cortas, de forma algo rómbica, con el margen toscamente aserrado. Presenta numerosas flores pequeñas (con una bráctea en su base) densamente agrupadas, formando inflorescencias globosas o algo alargadas. Generalmente en las inflorescencias se observan la mayoría de las flores secas y únicamente una "corona" de flores abiertas alrededor del ápice en el que solo se aprecian las brácteas de color púrpura. Las raíces se pueden apreciar en algunos nudos de los tallos.

#### MAPA DE UBICACIÓN



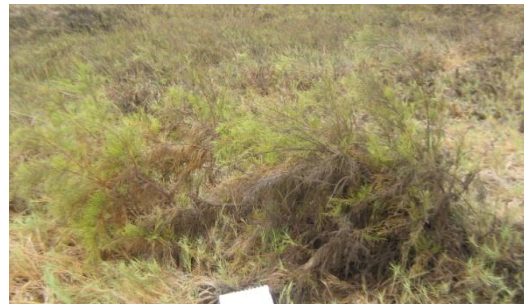
## 15. Familia Pinaceae



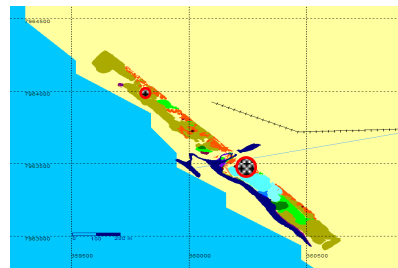
VISTA GENERAL

### DESCRIPCIÓN

Arboles, raramente arbusto, perennifolios. Ramificación generalmente verticalada  $\pm$  regular. Copa piramidal o redondeada, con frecuencia deprimida y ancha en los arboles adultos. Macrobastos con hojas escumiformes, sin clorofila; branquijas aciculares o lineales, cada una con dos o más canales resiníferos. Conos masculinos agrupados en la base de los brotes anuales. Estóbilos de maduración bi o trienal con escamas persistentes. Semillas aladas, con testa  $\pm$  lignificada, a veces comestible (piñones). La descripción de la especie en particular resulta difícil de desarrollar debido a la gran variedad de individuos representantes de la familia pinaceae. Para poder llegar a una especie en particular, se debería someter a los individuos encontrados a análisis de laboratorio, lo que no se considera en este estudio.



MAPA DE UBICACIÓN






Anexo 2. ANÁLISIS QUÍMICOS COMPLETOS.

Parámetro	Número de muestra	Unidades	Resultados	Método de análisis
Materia Orgánica	1 (Laguna Norte)	%	0,95	Protocolos de métodos de análisis para suelos y lodos 6.1
Materia Orgánica	2 (Río)	%	1,71	Protocolos de métodos de análisis para suelos y lodos 6.1
Materia Orgánica	3 (Sin rotulación, muestra de color negro)	%	9,52	Protocolos de métodos de análisis para suelos y lodos 6.1

**OBSERVACIONES:**

a) Los resultados son válidos para las muestras analizadas.

b) Las muestras fueron recolectadas y entregadas por el cliente quien se responsabiliza de la representatividad de las mismas, así como de su adecuada preservación.

  
Dra. Lorena Cornejo Ponce  
Prof. Titular Universidad de Tarapacá  
Directora Alterna, Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto



MUESTRA 1.

LAGUNA Nanka

Parámetro	Expresado	Unidades	Resultados	NCh 409/1.Of2005 Límite máximo	Método de análisis
Cobre	Cu	mg/L	<0,1	2,0	ME-03-2007 SISS
Cromo total	Cr	mg/L	<0,03	0,05	ME-05-2007 SISS
Fluoruro	F	mg/L	1,4	1,5	ME-06-2007 SISS
Hierro	Fe	mg/L	0,14	0,3	ME-07-2007 SISS
Manganeso	Mn	mg/L	0,3	0,1	ME-08-2007 SISS
Zinc	Zn	mg/L	0,01	3,0	ME-11-2007 SISS
Arsénico	As	mg/L	0,10	0,01	ME-12-2007 SISS
Cadmio	Cd	mg/L	<0,01	0,01	ME-13-2007 SISS
Plomo	Pb	mg/L	<0,01	0,05	ME-18-2007 SISS
Litio	Li	mg/L	5,85	----	SMWW 3500-Li D
Boro	B	mg/L	143	----	ISO 9390:1990 (E)
Sodio	Na	mg/L	1717	----	SMWW 3500-NB
Sodio porcentual	% Na	%	52,55	----	SMWW 3111-B
Fósforo	P	mg/L	<0,2	----	SMWW 4500-P C





Parámetro	Expresado	Unidades	Resultados	NCh 409/1.Of2005 Límite máximo	Método de análisis
Color Verdadero	-----	Unidad Pt-Co	131	20	ME-24-2007 SISS
Turbiedad	-----	UNT	25	2	ME-03-2007 SISS
Oxígeno disuelto	O <sub>2</sub>	mg/L	9,02	-----	SMWW 4500-06
Cloruro	Cl <sup>-</sup>	mg/L	1597	400	ME-28-2007 SISS
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	1701	500	ME-30-2007 SISS
pH	-----	-----	7,7	6,5 < pH < 8,5	ME-29-2007 SISS
Sólidos Disueltos Totales	-----	mg/L	6968	1500	ME-31-2007 SISS
Sólidos sedimentables	-----	mL/cm	0,5	-----	SMWW 2540-F
Conductividad eléctrica	-----	mS/cm	7,34	-----	SMWW 2520-B
Alcalinidad Total	(Ca Co <sub>3</sub> )	mg/L	540	-----	SMWW 2320-B
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	57	-----	SMWW 5220-C



UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Centro de Investigaciones del Hombre en el desierto

Parámetro	Expresado	Unidades	Resultados	NCh 409/1.Of2005 Límite máximo	Método de análisis
Salinidad	-----	g/L	4,43	-----	SMWW 2520-B

**OBSERVACIONES:**

- Los resultados son válidos para las muestras analizadas.
- Las muestras fueron recolectadas y entregadas por el cliente quien se responsabiliza de la representatividad de las mismas, así como de su adecuada preservación.

**ANTECEDENTES:**

Laboratorio Responsable: Laboratorio de Investigaciones Medioambientales de Zona Arica LIMZA Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto, Universidad de Tarapacá.



**Dra. Lorena Cornejo Ponce**

Prof. Titular Universidad de Tarapacá

Directora Alternativa, Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto





MUESTRA 2.

Elemento	Expresado	Unidades	Resultados	NCh 409/1.Of2005 Límite máximo	Método de análisis
Cobre	Cu	mg/L	<0,1	2,0	ME-03-2007 SISS
Cromo total	Cr	mg/L	<0,03	0,05	ME-05-2007 SISS
Fluoruro	F <sup>-</sup>	mg/L	1,5	1,5	ME-06-2007 SISS
Hierro	Fe	mg/L	0,23	0,3	ME-07-2007 SISS
Manganeso	Mn	mg/L	0,3	0,1	ME-08-2007 SISS
Zinc	Zn	mg/L	0,01	3,0	ME-11-2007 SISS
Arsénico	As	mg/L	0,11	0,01	ME-12-2007 SISS
Cadmio	Cd	mg/L	<0,01	0,01	ME-13-2007 SISS
Plomo	Pb	mg/L	<0,01	0,05	ME-18-2007 SISS
Litio	Li	mg/L	8,13	-----	SMWW 3500-Li
Boro	B	mg/L	85	-----	ISO 9390:1990(E)
Sodio	Na	mg/L	2190	-----	SMWW 3500-Na
Sodio porcentual	% Na	%	54,80	-----	SMWW 3111-B
Fósforo	P	mg/L	<0,2	-----	SMWW 4500-P C
Color Verdadero	-----	Unidad Pt-Co	7	20	ME-24-2007 SISS
Turbiedad	-----	UNT	21	2	ME-03-2007 SISS



Elemento	Expresado	Unidades	Resultados	NCh 409/1.Of2005 Límite máximo	Método de análisis
Oxígeno disuelto	O <sub>2</sub>	mg/L	9,3	-----	SMWW 3500-O G
Cloruro	Cl <sup>-</sup>	mg/L	2272	400	ME-28-2007 SISS
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	1699	500	ME-30-2007 SISS
pH	-----	-----	7,9	6,5 < pH < 8,5	ME-29-2007 SISS
Sólidos Disueltos Totales	-----	mg/L	8867	1500	ME-31-2007 SISS
Sólidos sedimentables	-----	m/L	0,3	-----	SMWW 2540-F
Conductividad eléctrica	-----	mS/cm	5,88	-----	SMWW 2520-B
Alcalinidad Total	(Ca Co <sub>3</sub> )	mg/L	402	-----	SMWW 2320-B
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	50	-----	SMWW 5220-C
Salinidad	-----	g/L	5,8	-----	SMWW 2520-B





MUESTRA 3.

Elemento	Expresado	Unidades	Resultados	NCh 409/1.Of2005 Límite máximo	Método de análisis
Cobre	Cu	mg/L	< 0,01	2,0	ME-03-2007 SISS
Cromo total	Cr	mg/L	< 0,03	0,05	ME-05-2007 SISS
Fluoruro	F	mg/L	1,4	1,5	ME-06-2007 SISS
Hierro	Fe	mg/L	1,0	0,3	ME-07-2007 SISS
Manganeso	Mn	mg/L	1,7	0,1	ME-08-2007 SISS
Zinc	Zn	mg/L	0,02	3,0	ME-11-2007 SISS
Arsénico	As	mg/L	0,26	0,01	ME-12-2007 SISS
Cadmio	Cd	mg/L	< 0,01	0,01	ME-13-2007 SISS
Plomo	Pb	mg/L	< 0,01	0,05	ME-18-2007 SISS
Litio	Li	mg/L	5,23	-----	SMWW 3500-Li
Boro	B	mg/L	77	-----	ISO 9390:1990(E)
Sodio	Na	mg/L	1542	-----	SMWW 3500-Na
Sodio porcentual	% Na	%	67,30	-----	SMWW 3111-B
Fósforo	P	Mg/L	0,36	-----	SMWW 4500-P C
Color Verdadero	-----	Unidad Pt-Co	28	20	ME-24-2007 SISS
Turbiedad	-----	UNT	25	2	ME-03-2007 SISS



Elemento	Expresado	Unidades	Resultados	NCh 409/1.Of2005 Límite máximo	Método de análisis
Oxígeno disuelto	O <sub>2</sub>	g/L	9,22	-----	SMWW 3500-OG
Cloruro	Cl <sup>-</sup>	mg/L	1704	400	ME-28-2007 SISS
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	1353	500	ME-30-2007 SISS
Sólidos Disueltos Totales	-----	mg/L	6799	1500	ME-31-2007 SISS
Sólidos sedimentables	-----	mL/L	0,3	-----	SMWW 2540-F
Conductividad eléctrica	-----	mS/cm	9,40	-----	SMWW 2520-B
Alcalinidad Total	(Ca Co <sub>3</sub> )	mg/L	461	-----	SMWW 2320-B
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	79	-----	SMWW 5220-C
Salinidad	-----	g/L	3,42	-----	SMWW 5520-B



Anexo 3 Set fotográfico del lugar.



Foto 1 Sector laguna Norte. Se observa la asociación entre *Sedum* sp. y *Portulaca oleracea*. Se aprecia la clara zonificación de cada planta.



Foto 2. Sector de la desembocadura del Río Lluta. En la imagen se presenta la pluma de dilución de emisario de DESALARI Ltda. La fotografía nos muestra la mayor diversidad de especies presente en el lugar.



Foto 3. Otra vista de la desembocadura



Foto 4. Zona de inundación en la laguna grande



Foto 5. Sector del río antes de llegar al puente de la Ruta A 210, se observa una gran variedad de especies.



Foto 6. Especie indeterminada.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, 2004. La biorremediación como medida correctora en los impactos ambientales de agua contaminada con metales pesados. Instituto de Medio Ambiente, Facultad De Biología Y Ciencias Ambientales, Universidad de León. En II Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales. Madrid, 10 a 19 de noviembre de 2004. España.
- Balls,H., Moss, B. y Irvine,K. 1989. The loss submerges plants whit eutrophication. I Experimental desing, water chemistry, aquatic plant and phytoplanktonic biomass in experimental carried out in pound in the Norfolk Broadland. *Freshwater Biology* 22: 71-87.
- Cao, M., Gregson, K y Marshall, S. 1998. Global methane emission from wetlands and its sensitivity to climate change. *Atmospheric Environment* 32(19), 3293-3299.
- Conama 2009. Caracterización físico química del humedal de la desembocadura del Río Lluta. Informe final. Pelagus Consultora Medioambiental. 32 p.
- DGA\_ARICA. 2004. Diagnostico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Río Lluta. CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería
- FINLAYSON, M., MOSER, M. (eds) 1991. Wetlands. London: Facts on File.
- León J.F., C. Cáceres, L. Sulca. 2004. Flora y Vegetacion del departamento de Tacna., en *Ciencia Y Desarrollo* 8. Perú.
- Mann, K.H., 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine and coastal marine ecosystems. *Limnology and Oceanography* 33(4): 910-930.
- MONTES, C. & P. MARTINO. 1987. Las lagunas salinas españolas. In: *Bases científicas para la protección de los humedales en España*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: 95-145. Madrid.
- MORENO, J. L., M. ABOAL, M. R. VIDALABARCA, M. L. SUÁREZ. 2001. Macroalgae and submerged macrophytes from fresh and saline waterbodies of ephemeral streams ("ramblas") in semiarid south-eastern Spain. *Mar. Freshwater Res.*, 52, 891-905.
- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica Centro de Ecología Aplicada Ltda. Comisión Nacional de Medio Ambiente Gobierno de Chile. Informe Final Diciembre 2006 CONTRATO CONAMA N°31-22-001/05.



- Quinn, P. K., D. J. Coffman, T. S. Bates, and D. S. Covert, 1999: Chemical and optical properties of ACE 2 aerosol. *Tellus*. Submitted.
- ROSTON, D., VALENTIM, M. y MAZZOLA, M. (2001). Uso de leitos cultivados como alternativa de pós tratamiento de reactor anaeróbico. En: IV Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chillán, Chile,.57-60 pp
- Salisbury F, C Ross. 2000. Fisiología Vegetal. Madrid, España. Thomson Editores, Spain Paraninfo. 988 p.
- Stolz E., Greger M. 2002. Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn four wetland plant species growing on submerged mine tailings. *Environmental and Experimental Botany* 47, 271-280.
- Wetzel, R.G., 1992a. Gradient-dominated ecosystems: sources and regulatory functions of dissolved organic matter in freshwater ecosystems. *Hydrobiologia* 229: 181-198.
- Whipple, S.J. y Patten, B.C. 1994. The complex trophic structure of an aquatic bed marsh ecosystem in Okefenokee Swamp, USA. In *Global Wetlands: Old World and New*. Mitsch W.J (Ed.). pp.593-611 Elsevier Science.
- [http://www.florachilena.cl/regiones\\_vegetales/desieerto/desierto.htm](http://www.florachilena.cl/regiones_vegetales/desieerto/desierto.htm).
- <http://chilebonito.wetpaint.com/page/humedal+de+arica>.
- <http://www.ramsar.org/>
- <http://www.whsrn.org/es/sitios>
- [http://www.floraiberica.es/v.2.0/PHPfamilias\\_lista\\_.php?familia=Pinaceae](http://www.floraiberica.es/v.2.0/PHPfamilias_lista_.php?familia=Pinaceae)