



# Museo Municipal de Ciencias Naturales y

## Arqueología de San Antonio

Sanfuentes 2365, Barrancas, San Antonio - Chile

Correo electrónico: museo\_imsa@hotmail.com

Fono: 56 - 35 - 203294 · Fono Fax: 56 - 35 - 203399



San Antonio, 01 de abril del 2006.

1674

Sr.:  
**Pablo Badenier Martínez**  
**Director**  
**Comisión Nacional del Medio Ambiente**  
**Región Metropolitana de Santiago**  
**SANTIAGO**

Junto con saludarlo y por intermedio de la presente, hago llegar mayores antecedentes al anteproyecto denominado "Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo".

Las observaciones son las siguientes:

Entiendo que la última estación de vigilancia será en el estero Puange, porque hasta allí existen en la actualidad estaciones de la DGA, y porque no existían antecedentes sobre el estuario del río Maipo, se habría considerado hasta este punto sin embargo son varios los esteros que no se encuentran en la zona estuarial y han quedado fuera de las estaciones de medición, por lo que solicito que sean incorporadas en el futuro

RECIBIDO  
FECHA: 13 ABR. 2006  
COMISION NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

1. Porque no se incluye en la Resolución Exenta N° 0261 del 02 de febrero del 2006, en el Título III Artículo 4°, Tabla N° 1 de Vigilancia, los siguientes esteros:

**Estero Cuncumen** desde su nacimiento hasta la confluencia con el río Maipo, toda vez que este estero atraviesa varias zonas agrícola y de crianza de aves de corral en forma industrial y se encuentra alejado de la zona proximal del estuario del río Maipo.

2. Por otro lado se debiera considerar incluir al **estero Ñanco** que desemboca en el **estero Leyda**, cuyas aguas son acumuladas en el embalse Leyda y mas abajo forman el embalse San Juan, cambiando el nombre del **estero San Juan** en la zona de confluencia con el río Maipú. Esta agua es utilizada además para el regadío de zonas agrícolas.

3. Sería importante incluir al **estero El Sauce**, también llamado Lolloe o San pedro, pues en 1917 fue desviado y actualmente desemboca en la zona estuarial del río Maipo y su cuenca se encuentra emplazada en la zona de instalación de empresas en los terrenos de Agua Buena, en San Antonio y además pasa por la zona urbana de San Antonio y zonas agrícolas, antes de alcanzar el río.

Agregar estas zonas de vigilancia daría un mejor espectro del estado de las aguas que entran al río Maipo en su zona del cauce inferior.

No olvidando además que en la zona estuarial existen otras razones importantes que debieran tomarse en cuenta y que son:

- a. Existencia de al menos dos tomas de agua para abastecimiento de agua potable a toda la provincia de San Antonio (Comunas de Santo Domingo, San Antonio, Cartagena, El Tabo, El Quisco y Algarrobo).
- b. Pesca con redes por parte de pescadores fluviales en la caleta de pescadores de la Boca del río Maipo en Tejas Verdes que por lo demás es una caleta histórica que deriva directamente de los pueblerios indígenas del lugar de la Cultura Aconcagua, que le dieron el nombre al lugar: Lolloewe, Lollehue o actualmente Lolloe (Lugar de redes de pesca).
- c. Existencia de gran cantidad de biodiversidad, principalmente aves acuáticas, marinas, terrestres y migratorias, además de peces y otras especies en la laguna estuarial, que ha sido declarada en julio del 2002 "Parque de la Naturaleza desembocadura del río Maipo" y que se encuentra inserto en la Estrategia de la Biodiversidad de la V región.

**I. MUNICIPALIDAD DE SANTO DOMINGO**  
**ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL**

**DECRETO ALCALDICIO N° 462**

**REF.: Zona de Protección Municipal en  
la ribera Sur del Río Maipo, zona  
desembocadura.**

**SANTO DOMINGO,**

**01 JUL. 2002**

Vistos estos antecedentes, en especial el Acuerdo N° 223, de 02 de Mayo del presente año, adoptado por el Concejo Municipal en su Sesión Ordinaria N° 55, por el cual declara como Parque de la Naturaleza la ribera sur de la desembocadura del Río Maipo, sitios de propiedad municipal, en ejercicio de las facultades que me confiere la Ley Orgánica Municipal,

**DECRETO**

Establécese la siguiente área de protección municipal en la sector denominado desembocadura de Río Maipo en el área de dominio municipal de, figura irregular, cuyos vértices y coordenadas son las siguientes (carta adjunta),

<u>VÉRTICE</u>	<u>LATITUD SUR</u>	<u>LONGITUD WESTE</u>
A(1)	33° 36 48	71° 37 40
B(2)	33° 37 07	71° 37 27
C(3)	33° 27 23	71° 37 48
D(5)	33° 37 29.9	71° 37 39

Declárase incorporado al presente decreto el plano que se anexa, cuya autenticidad se acredita con la firma del Secretario Municipal.

Se deja constancia de los antecedentes que tuvo el Concejo Municipal de Santo Domingo para adoptar el acuerdo que promulga el presente decreto, que se describen en el siguiente párrafo:

1676



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA DE GEOGRAFÍA



**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL**  
***"Análisis morfogenético del estuario del río Maipo  
y su relación con las obras portuarias.  
Caso de San Antonio".***

Alumna: **Joselyn Arriagada González.**  
Profesional a cargo: **Profesora María Victoria Soto.**  
Profesor guía: **José Araya Vergara.**

**Santiago, Octubre del 2003.**

**1677**

## INDICE

	Página
Resumen.....	3
I. Introducción	
1. Problemática.....	4
2. Objetivos.....	5
II. Materiales y Métodos	
1. Marco Teórico y Conceptual.....	6
2. Área de estudio.....	12
3. Procedimientos.....	16
III. Resultados	
1. Tendencia evolutiva del estuario del río Maipo e impactos morfológicos de las obras portuarias.....	16
2. Situación actual del estuario y su clasificación.....	34
IV. Discusión.....	40
V. Conclusiones y Recomendaciones.....	42
VI. Referencias bibliográficas.....	43

1678

## **RESUMEN**

La evolución de la línea de costa y de la aparición de formas recientes en el sector de San Antonio-Llolleo (V Región) están estrechamente relacionadas, por una parte, con la construcción del Puerto de la ciudad, y por otra parte, por la dinámica del sistema constituido por el río Maipo, el cual ha sido de vital importancia dado el aporte de material sedimentario que proyecta hacia el mar.

La conjugación de estas dos características ha provocado a lo largo del siglo XX, entre otros fenómenos, el crecimiento de la playa de Llolleo por acreción de material sedimentario, la formación de una laguna litoral y la desviación de cursos de agua (caso del estero El Sauce).

Asimismo, se pudo clasificar el sistema del río Maipo en tres zonas constituyentes: zona proximal, media y distal; cada una de ellas posee características propias que han sido de vital importancia para poder insertarlo dentro de un sistema dominado por el río, más que un sistema dominado por las mareas o por el oleaje.

1679

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1. Problemática**

Las desembocaduras fluviales son un ámbito en el cual se desarrollan fenómenos complejos; dentro de éstos, se encuentran aquellos que resultan del encuentro de las aguas continentales con las aguas marinas (COQUE, 1984). De esta forma, se hace necesario el estudio de estos fenómenos, por cuanto corresponden a zonas con un alto intercambio de masas de aguas de diferentes características.

Para el caso del sistema estuarial del río Maipo, estas consideraciones adquieren una real importancia, por cuanto la morfología actual del estuario (y de los terrenos vecinos) ha sido modelada, tanto por las características propias del río, como por una elevada inducción antrópica.

Entre las características propias del río, resalta la alta capacidad de carga que posee el Maipo, lo cual va a regular la cantidad de sedimentos vertidos hacia al mar; junto a ello, se debe considerar la deriva litoral, la cual es responsable del transporte de sedimentos hacia el norte, provocando (en este caso) la acreción de la playa de Llole.

En lo referente a la inducción antrópica, se hace referencia a la construcción del Puerto de San Antonio localizado al norte del río Maipo, lo cual produjo importantes transformaciones en la línea litoral (POMAR, 1963), como lo son: el origen de la laguna de Llole, la acreción de la playa del mismo nombre, y la desviación de cursos de agua (caso del estero San Juan).

Al respecto, POMAR (1963) señala que el molo sur del puerto fue socavado, bajando 22 metros (en 1932); ese molo, desvió la corriente litoral e hizo avanzar la playa en cerca de 600 metros. Ese mismo autor señala que durante los primeros decenios del siglo XX, la desembocadura del río Maipo se fue desplazando hacia al norte, formando hacia el lado del mar una lengua de guijarros, la que en 1937 tenía un largo de 900 mts., y en 1939, de 1960 mts., la cual se anuló con las obras de regulación de la desembocadura, como lo fue la construcción de una escollera, realizada por el Departamento de Puertos.

En cuanto al estado actual del estuario del río Maipo, ARAYA VERGARA (1981); destaca la existencia de tres zonas:

- una **zona fluvial** con meandros estuariales.
- una **zona deltaica interior** con bancos medios y distributarios.
- una **zona lagunar** con laguna distal semibloqueada por barrera litoral o flecha, una barrera o flecha exterior y, conteniendo la laguna distal, puede haber un delta distal atrofiado o bloqueado.

Junto a esto, es posible encontrar (junto a la boca del Maipo) una unidad triangular de más o menos 1 km de largo por 2 de ancho, compuesta de arena y algunos cantos rodados ; está delimitada por un continuo cordón litoral. Esta forma corresponde a un delta bloqueado (ARAYA VERGARA, 1981).

## **2. Objetivos generales y específicos**

### ♦ Objetivo General:

Analizar morfogenéticamente el sistema estuarial del Maipo, de modo de poder vislumbrar el impacto de sus cambios en las obras costeras y hábitat costeros.

### ♦ Objetivos Específicos:

- Determinar la tendencia evolutiva del estuario del río Maipo, así como también su clasificación a través de los cambios experimentados en la línea litoral.
- Conocer el impacto de las obras portuarias en la morfología vecina al estuario.
- Elaborar la cartografía respectiva, indicando la evolución de la morfología del estuario.



## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Marco Teórico y conceptual.

Las desembocaduras fluviales comprenden complejas combinaciones que son resultado de la actividad de mecanismos morfogenéticos diversos, desarrollada en el contacto de las aguas marinas y fluviales; de ello se derivan, según las condiciones ofrecidas a su evolución, estuarios o deltas (COQUE, 1984).

Estos fenómenos deben ser estudiados como parte de un sistema, por lo que se hace necesario definirlos geomorfológicamente. Los tradicionales estudios europeos y norteamericanos sobre deltas y estuarios no permiten llegar a la realidad de la mayor parte de las desembocaduras con esquemas evolutivos y taxonómicos claros. Tal es el caso de las desembocaduras en las costas de Chile Central, que no pueden estudiarse si no se enriquece y modifica algunos moldes de la Geomorfología Litoral como disciplina (ARAYA VERGARA, 1981).

El origen general de los sistemas estuariales dice relación con los trabajos de PASKOFF (1970) aplicados al Norte Chico, en donde señala que a partir del Cuaternario Antiguo los valles deben haber sido calibrados en función de un nivel marino más bajo que en Cuaternario Medio; así, las transgresiones siguientes provocaron invasiones formando primeramente rías. En el caso de Chile Central, en donde la elaboración de los valles inferiores está relacionada con las fases transgresivas del Cenozoico Superior, las más recientes permitieron la presencia de rías hacia el máximo transgresivo (ARAYA VERGARA, 1981); a su vez, se convirtieron en estuarios.

Existen variadas clasificaciones de estuario; es así como se señala que se trata de una desembocadura fluvial con depresiones colmatadas por acumulaciones sedimentarias que enmarcan un canal (COQUE, 1984); también se puede entender como la parte final de un organismo fluvial, donde se hacen sentir las mareas y las corrientes (GUILCHER, 1957). De la misma manera, su modelado depende de las corrientes de marea que empujan hacia arriba el flujo de los cursos de agua. Por otra parte, OTTMANN (1967) señala que los estuarios son siempre zonas de acumulación de sedimentos, por lo general finos.

De acuerdo a trabajos realizados por PRITCHARD y CASPERS en 1967 ARAYA VERGARA (1970) señala que *estuario* es un término hidrológico y no geomorfológico; asimismo, (PRITCHARD, 1967 en ARAYA VERGARA, 1970) contempla una definición de *estuario* aceptada por los especialistas: lo define como un cuerpo de aguas costero que tiene una conexión libre con el mar abierto y desde el cual el agua de mar es mensurablemente diluida con agua dulce,

derivada del drenaje continental: Por su parte, CASPERS (1967, en ARAYA VERGARA, 1970) enfatiza la importancia del factor marea para la clasificación de estuario, por lo que deben excluirse aquellas desembocaduras de mares sin marea.

Debido a que la expresión *delta estuarial* (entendido como acumulación de bancos que crecen desde el interior de la ría hacia el mar) se aplica a un delta desarrollado dentro de un estuario, se hace necesario buscar la forma del terreno sobre la cual se desarrolló el estuario, y entonces se persigue un concepto geomorfológico. Así, ARAYA VERGARA (1981) concluye en que esta forma en su expresión más típica comúnmente es una ría; por lo tanto, propone llamar **deltas en ría** a los deltas interiores formados en valles anegados por el mar.

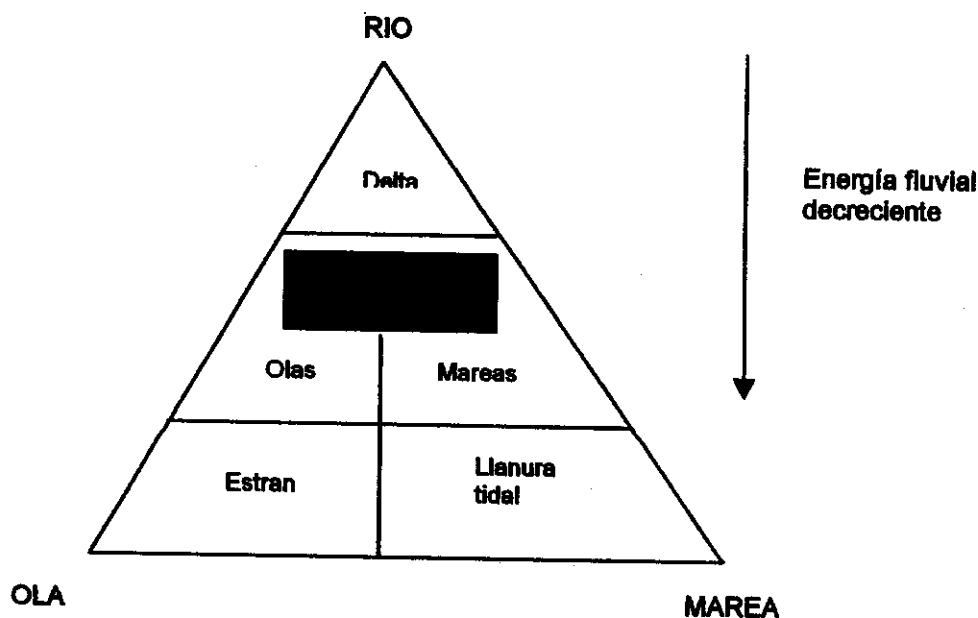
Al respecto, GEORGE (1991) define a estas formas como *deltas de fondo de estuario*, relacionados con el encenegamientos que pueden darse lateralmente, creando cenegales o pantanos de estuario.

Cabe destacar que DAVIES (1977, en ARAYA VERGARA 1981) ubica al **delta estuarial** como parte de un continuum de tipos de desembocadura y que constituye la fase de transición entre el estuario y el delta propiamente tales (entendiendo como **delta** a una forma típicamente marina y distal).

### Componentes de un estuario

Desde el punto de vista de la masa sedimentaria, DALRYMPLE *et al.* (1992), definió *estuario* como "la parte ubicada hacia el mar de un valle inundado, que recibe sedimentos de origen tanto fluvial como marino y está sometida a la acción de las olas, las mareas y los ríos. Dicha definición implica que un estuario es un sistema cuyo desarrollo depende de la morfología de la costa (valle) y de un contexto eustático transgresivo (ver Fig. 1).

Fig. 1: Elementos que condicionan un estuario.



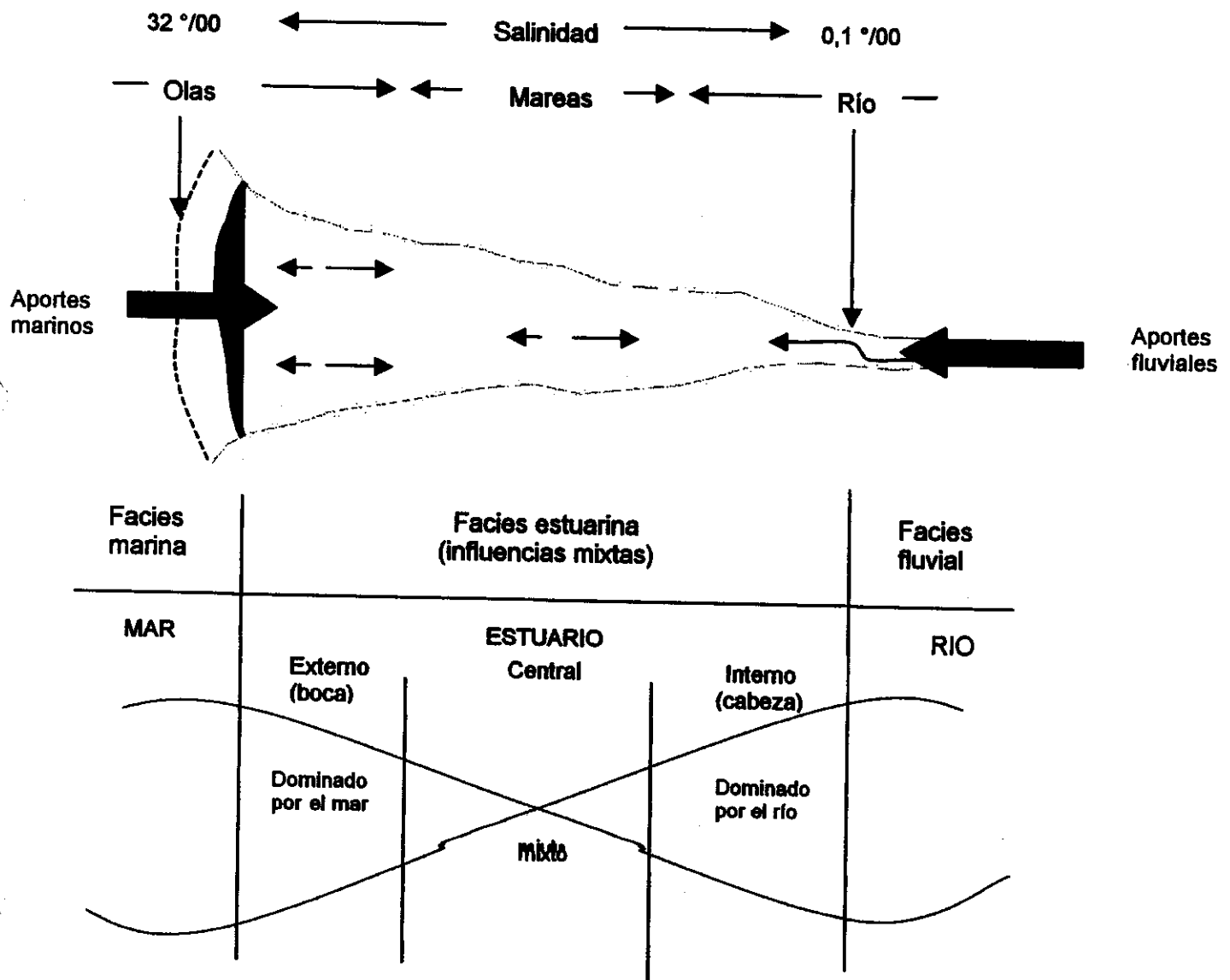
Fuente: Dalrymple *et al.* "Estuarine facies models. Conceptual basis and stratigraphic implications", 1992.

Por lo tanto, los sistemas estuariales son efímeros a la escala geológica, ya que si aumentan los aportes sedimentarios, o si baja la velocidad del alza eustática, el estuario se rellena y se vuelve *delta*. Por lo tanto, los depósitos estuarinos se encuentran intercalados dentro de las cuencas deltaicas, formando sistemas fluviomarinos.

1684

Por su ubicación, el estuario está caracterizado por salinidades variables y por la interacción de procesos fluviales y marinos. Es así como en todos los estuarios se distinguen las siguientes zonas (Fig. 2):

Fig. 2:



Fuente: Dalrymple et al. "Estuarine facies models. Conceptual basis and stratigraphic implications", 1992.

Además, PERILLO (1995, en CORTÉZ, 2002) introduce una clasificación basada en consideraciones tanto genéticas como morfológicas. Este autor establece los conceptos de estuarios *primarios* y *secundarios*.

- a) Estuarios Primarios: la formación de estos estuarios ha sido el resultado de procesos terrestres y/o tectónicos; la acción marina no ha afectado significativamente su forma original. Entre los estuarios primarios se han distinguido:
  - a.1) Antiguos valles fluviales: estuarios de planicie costera y rías.
  - a.2) Antiguos valles glaciales: fiordos.
  - a.3) Estuarios de influencia fluvial: influidos por mareas, de frente de delta y estructurales.
- b) Estuarios Secundarios: la forma observada es el producto de procesos marinos que afectaron la descarga fluvial desde que el nivel del mar alcanzó aproximadamente su posición actual. Entre las formas resultantes se encuentran las lagunas costeras, las que se pueden clasificar como *semicerradas*, *restringidas* y *semiabiertas*.

#### **Impacto de obras costeras**

De acuerdo con lo anterior, es necesario notar la importancia que adquieren estos sistemas cuando son intervenidos, como el caso del río Maipo. En el caso de las construcciones portuarias, se debe recurrir a obras de defensa muy costosas; entre ellas están las construcciones paralelas al litoral, las cuales impiden la propagación del oleaje en los puertos (OTTMANN, 1967).

También se apela a las construcciones transversales, los que corresponden a los **espigones**. Estos tienen por finalidad oponerse a la circulación de los sedimentos y provocar su acumulación; tal proceso va a depender del modo de transporte (OTTMANN, 1967).

ANTHONY y BLIVI (1999) analizaron cambios del litoral entre 1967 y 1992, en la localidad de Lome (Africa) por la construcción de un puerto. Éste, inaugurado en 1997, ha tenido un papel importante en la perturbación de la dinámica de la línea de costa. Por un lado, ha erosionado el sector, lo cual ha dado a lugar a un daño considerable en la morfología aledaña. Por otro lado, se ha producido el proceso denominado *progradación*, es decir, acumulación de sedimentos. En el ejemplo citado, este fenómeno ha significado el incremento de 1 kilómetro en los últimos 30 años, en el sector del rompeolas occidental del puerto.