

# Estudio morfosedimentológico de marismas del golfo de Ancud, Chile\*

BELISARIO ANDRADE J.  
Pontificia Universidad Católica de Chile

## RESUMEN

*En el marco de una investigación en desarrollo se describen aspectos geomorfológicos y sedimentológicos de marismas asociadas a fondos de bahías y estuarios en el golfo de Ancud (73° long. W; 41° 30'-42° 15' lat. S).*

*Se distinguen aspectos morfológicos (schorre, slikke, geul y prielen) similares a aquellos descritos en otras regiones templadas, tanto en el hemisferio Norte como en el hemisferio Sur.*

*En dos de los casos estudiados la evolución actual parece estar caracterizada por una erosión, ligada a una variación reciente de la posición relativa de la línea de costa, debida al terremoto de mayo de 1960.*

*El material de relleno de las marismas, que ha sido objeto de este estudio, presenta una gran variedad granulométrica, variando entre sedimentos pelíticos en la parte interna hasta sedimentos arenosos e incluso pedregosos en las partes externas.*

*Acciones antrópicas desequilibran la estabilidad de ciertas marismas.*

## RÉSUMÉ

*Dans le cadre d'une recherche en route on décrit des aspects géomorphologiques et sédimentologiques des marais associés aux fonds de baies et estuaires dans le Golfe d'Ancud (73° long. W; 41° 30'-42° 15' lat. S).*

*On distingue des aspects morphologiques (schorre, slikke, geul et prielen) similaires à ceux décrits ailleurs aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud.*

*Dans deux des cas étudiés l'évolution actuelle semble être caractérisée par une érosion probablement liée à une variation récente de la ligne de côte due au grand tremblement de terre du mois de mai 1960.*

*Le matériel de colmatage des marais, qui on fait l'objet des recherches, présente une grande variété granulométrique qui va de sédiments pélitiques dans la partie interne à des sédiments sableux, voire graveleux, dans la partie externe.*

*Des actions anthropiques mettent en déséquilibre l'estabilité de certains marais.*

## INTRODUCCION

Los estuarios son desembocaduras fluviales y las marismas áreas costeras bajas, donde las mareas y sus corrientes asociadas juegan un papel esencial en los procesos sedimentológicos y morfológicos (Guilcher, 1963).

En estos ambientes se produce una compleja interrelación entre factores marinos, fluviales y terrestres, la que genera condiciones que hacen que éstos sean medios biológicamente muy ricos, con una productividad primaria alta, una de las mayores dentro de los promedios mundiales, 2000 g/m<sup>2</sup>/año de materia seca. (Whittaker, 1975). Una parte importante de esta producción es exportada hacia aguas libres por las corrientes litorales, enriqueciéndolas.

El estudio de las tendencias naturales de morfoconservación de estos medios costeros es un paso esencial para aplicar medidas de manejo adecuadas tendientes a establecer un uso racional de ellos.

Estudios realizados en distintas áreas del mundo muestran que no existe una tendencia única en

la evolución de las marismas mareales (Guilcher, 1981).

Esta comunicación expone los resultados obtenidos hasta el momento de una investigación que se está llevando a cabo en el golfo de Ancud, la que tiene como objetivos centrales definir las características geomorfológicas y sedimentológicas de estos ambientes y precisar cuáles son las tendencias actuales de su evolución.

## EL AREA DE ESTUDIO

Corresponde al litoral del golfo de Ancud, éste se desarrolla como un mar interior, extendiéndose entre la isla grande de Chiloé y el continente, su límite norte es el seno de Reloncaví y su límite sur lo representan las islas Chauques, es decir, entre los 41° 30' y 42° 15' de latitud sur, centrado en el meridiano 73° de longitud oeste (Fig. 1).

El régimen climático imperante en este sector de la costa chilena corresponde a un clima templado oceánico de fachada occidental, con un promedio de temperatura anual cercano a los 11°C y un

\* Esta investigación se ha realizado gracias al financiamiento de la Dirección de Investigación de la P.U.C. de Chile (D.I.U.C. 150/83, 150/84 y 132/85).

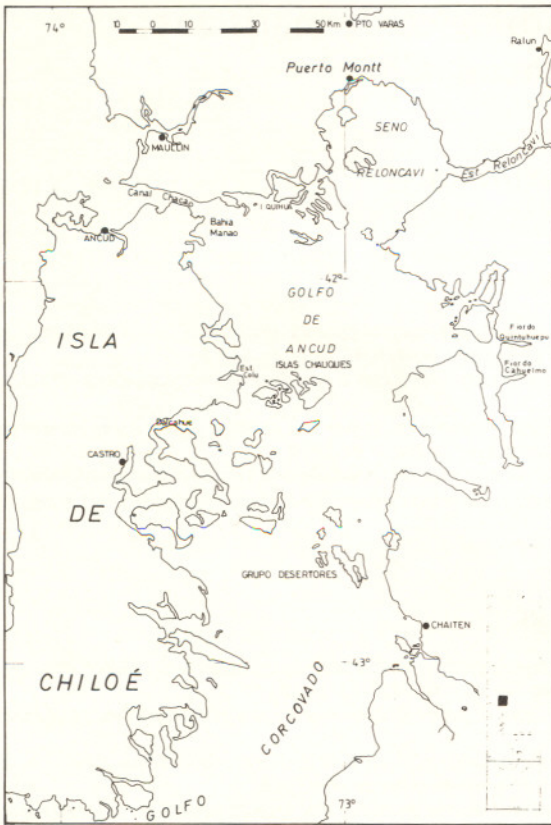


Figura N° 1: Carta de localización del área de estudio.

total anual de precipitaciones de aproximadamente 1.800 mm, sin estación seca con un máximo de invierno (Tabla 1). El viento muestra direcciones dominantes del oeste y sur en los meses de verano y del norte en invierno (Fuenzalida, 1971).

El oleaje oceánico generado por los vientos dominantes, indicados más arriba, se ve entrabado en su trayectoria por la isla grande de Chiloe, y por las islas Chauques y grupo Desiertos, de modo que, de manera general, se puede considerar que el sector estudiado es un litoral protegido, si se le compara con la gran violencia del oleaje habitualmente observado en la costa del Pacífico abierta hacia el oeste.

El régimen de mareas en el golfo de Ancud es mixto con predominancia semidiurna, es decir, dos pleas y dos bajamares cada día con una gran desigualdad diurna (Fig. 2).

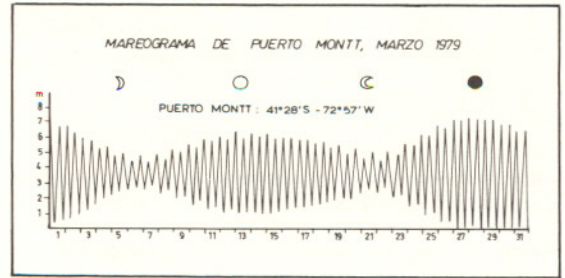


Figura N° 2: Diagrama de mareas.

El rango de mareas varía en el golfo entre 3 y 7 m, de manera que puede considerarse como un ambiente macromareal (Davies, 1972); este factor es favorable para el desarrollo de marismas.

Los materiales sobre los cuales se establecen las marismas y estuarios estudiados están condicionados por dos situaciones típicas ligadas a la evolución geomorfológica regional:

- a. Marismas y estuarios desarrollados dentro de fiordos excavados en el material rocoso de la cordillera de los Andes, en el margen oriental del golfo, con un predominio de rocas graníticas y afloramientos aislados de rocas sedimentarias marinas (Levi, B. et al., 1966).
- b. Material no consolidado de origen fluvio-glacial en las orillas occidental y norte. La influencia de las glaciaciones cuaternarias en lo que respecta a formas y materiales es marcada. (Heusser y Flint, 1977; Watters y Fleming, 1972; Valenzuela, 1982).

Una característica notable de la costa en esta región es su movilidad tectónica reciente, la que ha provocado cambios en el nivel relativo del mar, ésta se ha manifestado en tiempos históricos (Darwin, 1845; Vidal Gormaz, 1877; Meneses Toro, 1897).

TABLA 1

Datos climáticos para la Estación Puerto Montt

Puerto Montt 41°28'S 72°56'W

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	$\bar{x}$
mm	94.0	103.5	155.6	180.0	230.0	251.0	210.0	197.0	165.0	138.5	131.0	140.0	1.995.6
°C	15.4	15.0	13.3	11.3	9.4	8.0	7.4	7.8	8.9	10.6	12.3	14.0	11.1

Fuente: CORFO, 1966.

A raíz del gran terremoto de mayo de 1960 se produjo un hundimiento de la línea de costa a nivel regional, el que alcanzó valores de hasta 2 m en algunos puntos (Andrade, 1960; Villegas, 1961; Saint-Amand, 1963). Esta subsidencia ha provocado un aumento del nivel marino, el que se ha anotado en los registros mareográficos.

## MORFOLOGIA

Los casos analizados hasta el momento corresponden a las marismas del canal Quihua, en la orilla norte del golfo, las marismas de bahía Manao, algunos km al sur de la boca este del canal de Chacao y el estero Colu, pequeño estuario que se abre al norte del pueblo de Quicaví, ambos situados en la isla grande de Chiloé, en la costa occidental del golfo y algunas unidades desarrolladas dentro del estero (fiordo) de Reloncaví, este último en el extremo nororiental del área de estudio.

La posición geomorfológica de las marismas estudiadas es variada; ellas se desarrollan en los márgenes de pequeños estuarios formados en la desembocadura de riachuelos de tamaño reducido, otras se encuentran en divertículos de la costa protegidos del oleaje, también como marismas de fondo de bahías poco profundas y en algunos casos están asociadas a pequeños deltas formados por ríos que desembocan en un fiordo.

Los patrones morfológicos encontrados son aquellos característicos presentes en las zonas templadas, con una alta marisma o schorre colonizado por especies halófitas, ésta es inundada por aguas salobres sólo durante las mareas altas de aguas vivas y en ella se produce un escalonamiento vegetal de acuerdo a la frecuencia y duración de las submersiones, según la posición de cada punto a lo largo de un gradiente topográfico.

Algunas de las halófitas descritas para el golfo de Ancud son *Triglochin maritimum*, *Cotula coronopifolia*, *Eleocharis melanocephala*, *Samolus repens*, *Spartina densiflora* y *Salicornia sp* (Reiche, 1934; Schwaar, 1978).

En una posición inferior se encuentra la baja marisma o slikke, la que muestra su superficie loda desnuda, desprovista de vegetación superior, esta superficie es inundada diariamente aun con mareas de aguas muertas ordinarias.

Tanto el schorre como la slikke están recorridos por canales de marea y frecuentemente estas dos zonas pueden estar separadas por un microacantilado de algunos decímetros de desnivel (Fotografía 1).

## SEDIMENTOLOGIA

El material de colmatación de los casos analizados muestra una gran variedad granulométrica,



Fotografía 1: Marisma del estero Colu en marea baja. En primer plano la slikke constituida de material pelítico, ésta se encuentra separada del schorre, en segundo plano, por un microacantilado de 80 cm de altura.

(Foto B. Andrade)

fluctuando entre sedimentos pelíticos en las partes más protegidas del oleaje y sedimentos arenosos y pedregosos en las partes externas y lechos de los canales principales.

Los schorres presentan sedimentos finos, arcillo-limosos, frecuentemente muy ricos en restos orgánicos provenientes de las raíces de las plantas halófitas que los colonizan; en general estos materiales muestran un cierto grado de cohesión, el que dificulta eficazmente su puesta en movimiento por las corrientes de marea. Estas características se manifiestan prácticamente en todos los casos estudiados.

Las slikkes, sin embargo, muestran una diversidad mucho mayor. En una marisma típica las slikkes están constituidas por sedimentos finos, similares a los del schorre, pero con un grado de cohesión mucho menor, y con un contenido de agua bastante alto, lo que le otorga la consistencia de pasta semilíquida. Este tipo de sedimentos ocurren en nuestra área de estudio en la marisma interna de Manao, en las slikkes del canal Quihua y en el fondo del estuario del río Colu. En las partes externas de estos puntos y en general en las marismas del fiordo de Reloncaví las slikkes poseen sedimentos más gruesos, a veces francamente arenosos, pudiendo incluso existir gravas, lo que induce a denominarlos como estranes arenosos más que slikkes.

Es frecuente encontrar estos estranes arenosos en contacto con schorres constituidos por pelitas, especialmente en la marisma externa de Manao y en el fiordo de Reloncaví; esta situación es interpretada, como veremos más adelante, como un indicador del estado de morfoconservación de estas unidades.

La Fig. 3 expone algunos ejemplos de curvas granulométricas en porcentajes acumulados de al-

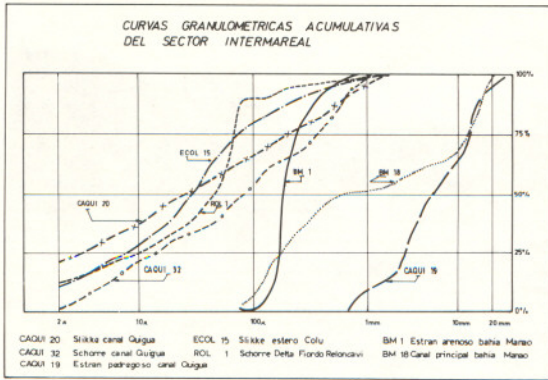


Figura N° 3: Ejemplos de la variedad granulométrica del material de colmatación.

gunas muestras del sector intermareal en diversos puntos.

### Tendencia Evolutiva

Se han realizado observaciones con el fin de determinar si la tendencia es hacia la acreción, retroceso o equilibrio de las marismas, mediante el método de siembra de arenas y fijación de estacas (Guilcher, 1979); la serie de mediciones es aún muy corta como para utilizar esta información de manera segura, es por esto que se han analizado ciertas formas de detalle que sirven de indicadores geomorfológicos, que permiten adelantar ciertas conclusiones.

- a. Paquetes de schorre aislados sobre superficies arenosas y pedregosas. Este es, a nuestro parecer, uno de los indicadores más claros del retroceso en algunos sectores; se presentan con gran claridad en la marisma externa de bahía Manao y en pequeños deltas del fiordo de Reloncaví.

En una situación de equilibrio o de progradação la disposición normal es el desarrollo de schorre en el sector superior del estrán y luego a sus pies en la parte inferior el desarrollo de slikke; el encontrar materiales gruesos, limpios sin lodo en su lugar indica la erosión de la slikke (Fotografías 2 y 3).

Estos restos de schorre se presentan aislados a distancia considerable de otras áreas con desarrollo de marismas, por lo que se ha considerado que no es este un caso similar a los descritos por A. Guilcher, en la costa bretona, en que cuando hay un estado de equilibrio puede haber destrucción de schorres y los sedimentos así liberados permiten el crecimiento de slikkes vecinas en un verdadero "ciclo del lodo" (Guilcher, 1957).

- b. Restos de schorre basal sobre slikkes: en marismas de la isla Quihua es frecuente encontrar baldosas de schorre de aproximadamente 8 cm



Fotografía 2: Marisma externa de bahía Manao en marea baja. Paquetes aislados de schorre en retroceso, entre ellos, sedimentos arenosos y pedregosos, puede notarse en ellos ripplemarks, que denotan alta energía del medio.

(Foto B. Andrade)



Fotografía 3: Marisma del delta del río Rollizo. Fiordo de Reloncaví. Restos de schorre formando una plataforma de lodo compacto. Marea montante.

(Foto B. Andrade)

de espesor (Fotografía 4), desprovistos de vegetación, que muestran un retroceso de más de 12 m en algunos sectores. En este caso, la evidencia de un retroceso generalizado no es concluyente, ya que es posible que esto sea parte del proceso del "ciclo del lodo", pues las slikkes se encuentran bien desarrolladas.



*Fotografía 4:* La marisma de San José de Quihua en marea baja. En primer plano, la slikke cubierta por baldosas de schorre ya sin vegetación, un microacantilado de 60 cm la separa del schorre.

(Foto B. Andrade)

c. Formas de detalle en la superficie de los schorres: tanto en las marismas del canal Quihua en el norte del golfo, como también en la marisma de bahía Manao se observa en la superficie de los schorres sectores con un aspecto irregular, producidos por conjuntos de montículos con vegetación, del orden decimétrico, separados por depresiones, a menudo desnudas (Fotografía 5). Estos montículos tienen aspecto parecido a los "motturaux" descritos en las costas de Francia (Verger, 1964), los cuales se originan por la alternancia de humectación y secado de los materiales arcillosos.

En el caso del golfo de Ancud, estos microrelieves parecen ser el resultado del pisoteo del ganado ovino y bovino, el que frecuente pasta sobre las marismas, por lo que desde el punto de vista de la morfoconservación estas microformas son consideradas como indicadores de degradación del medio, producto de una excesiva presión del ganado sobre el schorre.



*Fotografía 5:* La marisma externa de Manao en su parte interior. Se observa el aspecto picoteado del schorre por la existencia de montículos de pisoteo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La evidencia geomorfológica encontrada hasta el momento permite afirmar que en el golfo de Ancud se desarrollan marismas y estuarios que presentan una morfología comparable a la de diferentes casos descritos en costas de las regiones templadas en el mundo, la existencia de schorres, slikkes, canales de mareas (prielien) y canales principales (geulen) es general en las marismas de fondo de bahía (de bahía Manao) y en las de fondos y márgenes de estuarios y canales (estero Colu y canal Quihua); en el fiordo de Reloncaví (Javalquinto, 1984) las marismas asociadas a los deltas construidos por ríos que desembocan en este brazo de mar presentan un desarrollo restringido de schorres, excepto en el delta del río Petrohué y en general las slikkes son muy poco extendidas, si se limita la definición a aquellas extensiones constituidas principalmente por pelitas.

La gran variedad sedimentológica encontrada refleja la distinta posición que adoptan los puntos estudiados con respecto a las fuerzas en acción (oleaje y corrientes litorales); de este modo las zonas externas, poco abrigadas, muestran estranes arenosos y pedregosos; en cambio las abrigadas muestran sedimentos finos, lo que se ha considerado normal; sin embargo, en algunos puntos la contigüidad de depósitos gruesos con restos de schorre constituidos por sedimentos finos, sin que existan entre ambos transición granulométrica, ha sido interpretado como signo de erosión (bahía Manao y fiordo de Reloncaví). Cabe señalar que esta situación no es general en todos los casos analizados.

Los materiales de la costa occidental y norte parecen provenir de los acantilados labrados en espesos mantos de materiales fluvio-glaciares, aunque no se ha realizado el análisis del espectro petrográfico y mineralógico de los depósitos.

En el caso del fiordo de Reloncaví, como las marismas se establecen sobre deltas, es muy probable que los materiales provengan casi exclusivamente de los aportes fluviales.

Los factores que afectan la evolución de las marismas son variados y complejos, algunos de ellos son los cambios del nivel relativo del mar, los procesos de sedimentación, la cobertura vegetal, el régimen y rango de mareas (Orson et al., 1985). Entre éstos, en nuestra área de estudio el nivel marino ha variado bruscamente hace 25 años y es posible suponer que este cambio ha surtido algún efecto en la línea de costa. La evidencia morfológica encontrada hasta el momento indica que la tendencia evolutiva actual parece ser negativa en, al menos, dos de los casos estudiados, estos son la marisma externa de la bahía Manao y la marisma del delta del río Rollizo en el fiordo de Reloncaví; en el estero Colu los restos de schorre sobre estranes pedregosos son muy escasos en la parte externa

como para afirmar un retroceso generalizado y las formas internas parecen estar en equilibrio; no obstante, los hechos coinciden con la situación descrita para la isla Rowlett, al sur del área de estudio, en el archipiélago de los Chonos, donde se ha descrito el retroceso de la línea de costa luego del sismo de 1960 (Fuenzalida, 1978).

En los paquetes de schorre del sector erosionado de bahía Manao, de aproximadamente 0,8 m de espesor, se encuentran incluidos troncos de árboles, los que están cubiertos en parte con 20 ó 30 cm de lodo, lo que permite concluir que ellos han llegado al sector, probablemente, flotando y que la tendencia del depósito en el momento de su llegada era hacia la acreción, puesto que han sido sepultados. Uno de los fragmentos de madera ha sido sometido a una datación de  $C^{14}$  entregando un valor de carácter preliminar de 261 años  $\pm$  12. B.P. Si bien se puede suponer que en esta fecha la tendencia era positiva, no permite definir la edad de la base del depósito, ni tampoco conocer la fecha en que comenzó la erosión.

El retroceso de marismas por un aumento del nivel relativo del mar parece factible, dado que las acciones erosivas marinas se intensifican al permitir la llegada de oleaje menos influenciado por el fondo; asimismo, las especies vegetales correspondientes a un cierto nivel altitudinal y, por lo tanto, adaptadas a una cierta frecuencia de inundaciones, ven modificadas sus condiciones ecológicas y desaparecen momentáneamente, favoreciendo la partida de sedimentos.

Si la tasa de hundimiento supera la velocidad de crecimiento vertical de la marisma, tiende a producirse la destrucción de ella (Orson et al., op. cit.). Un aumento súbito de la profundidad debido a movimientos tectónicos como el del sismo de 1960 se ajusta a este modelo.

Los microrrelieves del tipo "montículo de pisoteo" afectan a los schorres de Quihua, Manao y en menor proporción a los de Colu, su existencia se considera como indicador de degradación de la marisma. Estas formas aparecen en parches bien definidos, con límites bastante netos en Manao y más extendidos en Quihua, pero aún no se ha logrado establecer las causas de esta distribución.

La evolución de las marismas sólo podrá precisarse cuando se disponga de series de mediciones sobre las siembras de arena suficientemente prolongadas en el tiempo; no obstante, la información obtenida a través de la observación de indicadores morfológicos es seguramente un buen elemento de diagnóstico, si los resultados se someten a crítica.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Sr. Ramón Aravena de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, quien gentilmente ha realizado la datación de  $C^{14}$ .

#### BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, A. 1960: El maremoto del 22 de mayo de 1960. Bol. Informativo Depto. de Navegación e Hidrografía de la Armada. Año XVI, N° 56, pp. 1-11.
- CORFO, 1966: Geografía Económica de Chile. 1<sup>er</sup>. Apéndice. Ed. Universitaria, Santiago, 369 págs.
- DARWIN, C. 1845: Viaje de un naturalista alrededor del mundo. Ed. El Ateneo, 1951, Buenos Aires, 591 págs.
- DAVIES, J. L. 1972: Geographical variation in coastal development. Edimbourg. Longman, 204 págs.
- FUENZALIDA P., H. 1971: Climatología de Chile. Universidad de Chile. Depto. de Geofísica y Geodesia. Santiago. Publicación interna, 72 págs. (mimeo).
- FUENZALIDA, P., R. 1978: Nuevos antecedentes de cambios de morfología costera después de los sismos de 1960. Archipiélago de los Chonos. Trapananda. Vol. 1, N° 1, pp. 71-75.
- GUILCHER, A. 1963: Estuaries, deltas, shelf, slope, in: M.N. Hill, Ed. The Sea, T. 3 Interscience. J. Wiley and sons, pp. 620-654.
- 1979: Bilan des méthodes d'étude quantitative d'accrétion et d'érosion dans les marais intertidaux d'Europe Occidentale. CNEXO, Actes de Colloques N° 9, pp. 79-84.
- 1981: Shoreline changes in coastal salt marshes and mangroves swamps (mangals) within the past century. In Coastal dynamics and scientific sites. Bird (E.C.F.) and Koike (K.) edit. Tokio, pp. 31-53.
- GUILCHER, A.; BERTHOIS, L. 1957: Cinq années d'observations sédimentologiques dans quatre estuaires. Témoins de l'Ouest de la Bretagne. Rév. Géom. Dynamique t. 8, pp. 67-86.
- HEUSSER, C.J.; FLINT, R.F. 1977: Quaternary glaciations and environments of Northern Isla Chiloe. Chile Geology vol. 5, pp. 305-308.
- JAVALQUINTO, M. 1984: Aspectos morfosedimentológicos del Estuario de Reloncaví. Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Geografía. Memoria de Título. Santiago, 147 págs. (mimeo.).
- LEVI, B. et al. 1966: Reconocimiento geológico en las provincias de Llanquihue y Chiloe. Instituto de Investigaciones Geológicas. Bol. N° 19, 45 págs.
- MENESES TORO, J. 1897: Geografía de Chile. Imprenta El Comercio, Santiago, 159 págs.
- ORSON et al. 1985: Response of tidal salt marshes of the U.S. Atlantic and Gulf Coasts to rising sea levels. Journal of Coastal Research 1, 1, 19-37.
- REICHE, C. 1934: Geografía botánica de Chile. Imprenta Universitaria. Santiago, 2 vol.
- SAINT-AMAND, P. 1963. The great earthquakes of May 1960 in Chile. Smithsonian report for 1962. Smithsonian Institution, Washington, pp. 337-363.
- SCHWAAR, J. 1978: Halophyten-Gesellschaften in Süd-Chile Verhandlungen der Gesellschaft für Oekologie. Kiel, 1977, 1: 409-411.
- VALENZUELA, E. Estratigrafía de la boca occidental del canal de Chacao. X Región, Chile. 3<sup>er</sup>. Congreso Geológico Chileno. Concepción A-343-A-376.
- VERGER, F. 1964: Mottureaux et Gilgais. Annales de Géographie, Vol. 73, pp. 413-432.

- VIDAL GORMAZ, F. 1877, ed. 1901: Hundimientos y solevantamientos verificados en las costas chilenas. Rev. Chilena de Historia Natural. Valpo. V, N° 10, pp. 213-224.
- VILLEGAS, G. 1961: Anormalidades de las mareas de Chiloé y Llanquihue en relación con el sismo del 22 de mayo de 1960. Bol. Inform. Depto. de Navegación e Hidrografía de la Armada Vol. XVII, N° 57, pp. 1-12.
- WATTERS, W.A.; FLEMING, C.A. 1972: Contributions to the Geology and Paleontology of Chiloe Island, Southern Chile. Phil. Transact. Royal Society of London 263, pp. 369-408.
- WITTAKER, R. 1975: Communities and ecosystems. Mc. Millan Publ. Co. N. York.