

SÉDIMENTS MARINS CÔTIERS SUPERFICIELS DU CHILI: SITUATION ACTUELLE

Hector Andrade, Facultad de Ciencias, Universidad de Playa Ancha de Valparaiso, Chile,
Sixto Gutierrez, OIKOS CHILE, Viña del Mar, Chile

ABSTRACT

A review on environmental conditions of the superficial marine sediments along the american coastline of Chile indicates that the main chemical contaminants are heavy metals and hydrocarbons compounds. The highest contents of heavy metals and hydrocarbons are associated to the harbors and localities related with the shipment concentrated mineral in the north Chile region. In the case of copper, cadmium, chromium, lead and zinc, the difference among a site with antropic activities and the site without human activities is at least four order of magnitude. Superficial marine sediments of chilean coast are low contents or are free of other pollutants in extensives geographic areas.

RÉSUMÉ

À révision des conditions environnementales des sédiments marins superficiels au long de la côte du Chili montre que les polluants chimiques principaux sont les métaux lourds et les composés d'hydrocarbures. Les plus hauts contenus de ces polluants sont associés aux baies et aux lieux avec des activités industrielles (par exemple, embarquement de concentrés de minéraux dans la région nord du Chili). Il existe de vastes aires libres de pollution par des métaux lourds et composés d'hydrocarbures, en particulier liées à des activités humaines réduites.

1. INTRODUCTION

Le Chili est une étroite bande de terres sur près de 4300 km du nord au sud (17°30'S à 56°30'S environ), située sur le versant Pacifique de la Cordillère des Andes, le territoire a une largeur moyenne de 200 km environ, n'excédant jamais 450 km (Figure 1). Le relief est dominé par la chaîne des Andes qui s'étend sur toute la longueur du pays, du plateau altiplanique, au nord, à la Terre de Feu, au sud. L'addition de la ligne côtière: archipels, étroits, fjords, îles (plus de 6.000) puissent augmenter au double son extension (Romero et Paz 1996).

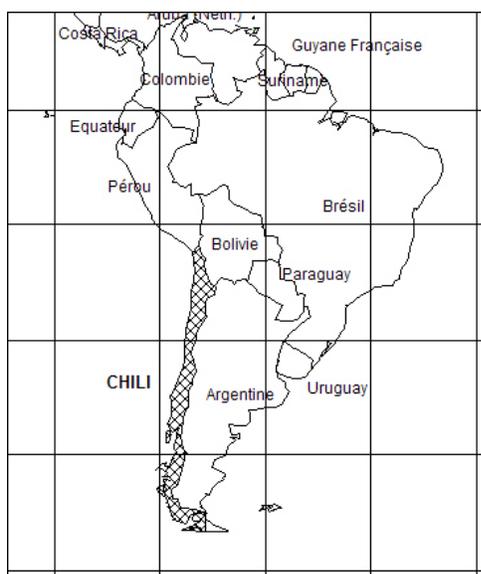


Figure 1. Le Chili dans l'Amérique du Sud.

Liée à la large extension en latitude on observe une grande diversité climatique: depuis le climat désertique au Nord jusqu'à la toundra isothermique au Sud. Cependant, la présence modératrice de l'océan Pacifique empêche les changements thermiques brusques, ce qui fait que le climat est principalement océanique. En plus des biotopes naturels on trouve aussi une diversité des activités économiques.

Les caractéristiques sédimentologiques restent aussi différentes. Au large du Chili on trouve de grandes profondeurs très près de la côte et seul un nombre réduit de cours d'eau atteint l'océan. Et il est possible reconnaître trois régions géographiques: régions nord, centrale et australe

La zone nord, entre Arica et Coquimbo, est une zone de larges plateaux où se dressent montagnes dont les altitudes dépassent 6000 m. La zone de plateau renferme de vastes champs de nitrate et de gisements miniers (fer, cuivre, manganèse). Cette zone est l'une des plus désertiques de la planète. Il faut noter qu'il n'existe pas sur la côte de cours d'eau important. Cependant, la zone côtière a des importants pêcheries océaniques

La zone centrale, entre Coquimbo et Valdivia, c'est la région du pays la plus peuplée concentre 80 % de la population sur 2,7 % du territoire du pays et forme le cœur agricole du Chili. La partie centrale des Andes est moins large et moins élevée. Le littoral de cette région offre les meilleurs ports naturels du pays. Le climat est de type tempéré chaud, les précipitations, concentrées sur les mois hivernales sont irrégulières (de 300 à 600 mm/an).

La zone australe, au sud de Puerto Montt, est caractérisée par une grande quantité d'îles et archipels qui bordent le littoral formé par les sommets des chaînes côtières sous-marines. Dans cette région méridionale, de nombreux fjords

découpent la côte. Les Andes méridionales dépassent rarement 1830 m d'altitude rejoignent le plateau de Patagonie. Les précipitations ont lieu tous les mois de l'année et le climat est tempéré froid jusqu'à 48°30'S et tundra isothermique vers le cap Horn.

D'un point de vue géomorphologique il est possible reconnaître deux régions principales: la région comprenait parmi Arica (ca. 18°S) et Port Montt (ca. 41°S), il possède une disposition côtière continue, caractérisée par accidents géographiques rares et un nombre réduit de baies protégées, et une autre région au sud de Puerto Montt, où la côte est démembrée. Cette caractéristique produit une région d'archipels et fjords dans la fin du sud du pays.

Les premières études sur les sédiments marins du Chili ont commencé dans la décennie des 60, avec les premières descriptions granulométriques des sédiments superficiels déposés sur les fonds sublittorales de la baie de Valparaíso (Reyes 1967). Cette même ligne de recherche est continuée

dans la décennie suivante, malgré le nombre réduit d'articles publiés (Yáñez 1971, Hoffmann 1978, Valenzuela et Alfson 1979, Valenzuela et Vergara 1979).

Au début des années 80, commencent à être publiés les premières études sur le contenu de substances chimiques des sédiments marins du Chili (i.e., Stuardo et al. 1980, Stuardo et al. 1981, Université de Concepción 1985, Andrade 1986a,b, 1987, Andrade et Alcazar 1986, Chuecas et Núñez 1987, Inda et Trucco 1987, Salamanca 1988 et Chuecas et al. 1988).

La plupart des études ont été centrées dans la détermination de contenu de métaux lourds et hydrocarbures des sédiments sublittorales. Pour la région nord du Chili, Ahumada (1995) et Salamanca et Camaño (1994) ont déterminé le contenu de métaux lourds des sédiments récents. Outre études semblables ont été faites pour déterminer le teneur de polluants potentiels pour la région centrale du Chili (Olivares et Ruiz 1991, Bosque et Zamora 1990, Ahumada 1992 et Carrera et al. 1993).

Dans le sud du pays, les sédiments de la zone estuarine du fleuve Valdivia a été une de plus étudiées (Nelson 1996; Villalobos 1997; Contreras 1998)

À partir des années 90 c'est initiée la réalisation de croisières océanographiques (CIMAR Fjordos) à la région australe du Chili et les résultats de ces recherches sur les contenus de métaux lourds des sédiments ont été publiés par divers auteurs (Ahumada 1996, 1998, Ahumada et Contreras 1999 et Ahumada et al. 2002, Pinto et al. 2002). Contenus de composés organique persistants des sédiments de la région australe (Patagonie) ont été déterminés par Bonert (1996 et 1997) et Bonert et Estrada (1999).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A fin de mieux analyser l'information ont a séparée en deux catégories: une provenant des secteurs côtiers exposés à des polluants et une autre provenant des secteurs qu'on n'est été pas soumis à pollution d'origine anthropique. La base des données utilisée comprendre une synthèse faite pour la Commission Nationale de l'Environnement du Chili (CONAMA, 2002) dans le cadre d'un projet pour l'élaboration d'une norme de qualité secondaire de sédiments marins et lacustres du Chili.

Le premier groupe (Table 1) comprendre les données obtenues à partir d'une sélection de lieux qu'à priori présent quelque degré d'altération du à la présence de sources terrestre de polluants (égouts domestiques et industriels, ports, terminaux maritimes chimiques, etc.).

Le deuxième groupe (Table 2) compris les résultats de l'analyse de prélèvements recoltés en seize localités situées au long de la côte chilienne et éloignées des centres urbains où l'activité industrielle est absent.

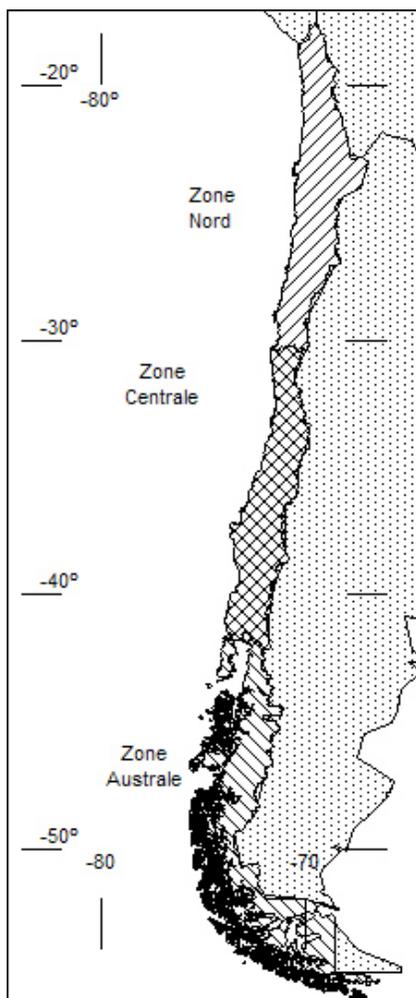


Figure 2. Les trois régions géographiques principales du Chili.

Pour tout les cas on considère le range de variation des données (valeurs minimum et maximum) en plus de la quantités des données analysées.

3. RESULTATS

3.1 Métaux Lourds

Dans la Table 1 on signale les teneurs des contenus des métaux lourds des secteurs concernés.

Table 1. Valeurs minimum et maximum du contenu de métaux et métalloïdes au long de la côte chilienne pour des lieux soumis à différentes degrés d'exposition à polluants.

Elément	Unité	Min	Max	N
Aluminium	%	0,006	2,51	23
Arsenicum	mg/kg	0,3	124,9	101
Cadmium	mg/kg	0,01	241	1349
Cuivre	mg/kg	0,09	121.479	1525
Chrome	mg/kg	0,1	495,5	1337
Mercure	mg/kg	0,01	15,67	1433
Nickel	mg/kg	4,3	104,5	40
Argent	mg/kg	0,02	4,55	42
Plomb	mg/kg	0,02	5.437	1456
Sélénium	mg/kg	0,05	1,1	28
Vanadium	mg/kg	1	186,3	11
Zinc	mg/kg	0,1	37.795	1448

Min: minimum; Max: maximum; N: nombre de données.

Table 2. Valeurs minimum et maximum du contenu de métaux et métalloïdes des sédiments au long de la côte chilienne pour des lieux sans exposition à polluants d'origine anthropique.

Elément	Unité	Min	Max	N
Aluminium	%	0,088	1,71	42
Arsenicum	mg/kg	0,47	16,58	42
Cadmium	mg/kg	0,2	1	42
Cuivre	mg/kg	2,5	22,7	42
Chrome	mg/kg	1,1	27,2	42
Mercure	mg/kg	0,02	5,62	42
Nickel	mg/kg	0,15	53,8	42
Argent	mg/kg	0,04	1,3	42
Plomb	mg/kg	1,5	31,8	42
Sélénium	mg/kg	0,2	0,7	42
Vanadium	mg/kg	2,7	133-6	42
Zinc	mg/kg	4,1	70,7	41

Min: minimum; Max: maximum; N: nombre de données.

Dans les secteurs exposés aux polluants montrent une variation plus haute entre la valeur minimale et maximale. Les valeurs des lieux avec absence de pollution d'origine humaine représentent les teneurs naturels (background) des métaux lourds des sédiments marins côtiers au long du Chili.

3.2 Hydrocarbures

La présence d'hydrocarbures totaux a été détectée en tout les deux secteurs. Cependant, chez les secteurs soumis aux sources de pollution leurs teneurs sont considérablement plus élevés (Table 3).

En plus, seulement chez les lieux soumis à quelque source de polluants a été enregistrée la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Table 3. Valeur minimum et maximum du contenu d'hydrocarbures totaux (HT) et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) à des lieux soumis à différentes degrés d'exposition à polluants.

Hydrocarbures	Unité	Min	Max	N
HT	mg/kg	0,001	23.458	328
HAP	mg/kg	0,077	2	8

Min: minimum; Max: maximum; N: nombre de données.

Table 4. Valeur minimum et maximum du contenu d'hydrocarbures totaux (HT) et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) à des lieux non soumis à polluants d'origine anthropique.

Hydrocarbures	Unité	Min	Max	N
HT	mg/kg	0,09	4,13	42
HAP	mg/kg		<0,03	42

Min: minimum; Max: maximum; N: nombre de données.

4. CONCLUSIONS

Au niveau du pays la majeure quantité des données sur des composants chimiques des sédiments marins superficiels au long de la côte chilienne sont en rapport aux teneurs en métaux lourds et hydrocarbures

Les majeures contenus se trouvent dans des lieux où ils existent des sources de polluants et montrent une étroite relations avec des activités anthropique qui se déroulent sur le margin côtier. Les valeurs maximales des métaux correspondent à ports ou terminaux marins d'embarquement de minéraux concentré localisés dans la région nord de Chili.

Les résultats montrent aussi l'existence de zones où la pollution métallogénique et par d'hydrocarbures est pratiquement absent.

5. REFERENCES

Ahumada, R. 1992. Patrones de distribución espacial de Cr, Ni, Cu, Zn, Cd y Pb, en sedimentos superficiales de

- bahía San Vicente, Chile. Rev. Biol.. Mar. 27(2):265-282.
- Ahumada, R. 1995. Programa de vigilancia del contenido de metales traza (As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb, Se y Zn) en los sedimentos marinos de Caleta Coloso. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA Número Especial: 89-100.
- Ahumada, R. 1996. Contenido de carbono total, carbono inorgánico, nitrógeno orgánico y fósforo total, en los sedimentos de los fiordos de Campos de Hielo Sur. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 19: 123-132.
- Ahumada, R. 1998. Metales traza (Ba, Cd, Co, Cr, Cu Ni, Pb, V y Zn) en los sedimentos del seno Aysén: Línea Base y alteraciones ambientales. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 21: 75-88.
- Ahumada, R. y S. Contreras. 1999. Contenidos de metales traza (Ba, Cd, Co, Cr, Cu Ni, Pb, Sr, V y Zn) en los sedimentos de los fiordos y canales adyacentes a Campos de Hielo Sur. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 22: 47-58.
- Ahumada, R.; E. González; J. Neira; R. Riveros y A. Rudolph. 2002. Aplicación analítica y resultados de espectrofotometría de absorción atómica para estudios de especiación de Zn en sedimentos marinos del seno Aysén. pp. 107-112. Resultados Crucero CIMAR 7 Fiordos. Informes preliminares. Comité Oceanográfico Nacional, 177 p.
- Andrade, H. 1986a. Estudio de comunidades de fondos blandos sublitorales de Valparaíso. Programa de investigación, vigilancia y control de la contaminación marina por hidrocarburos de petróleo en el Pacífico Sudeste y su efecto en las comunidades y ecosistemas marinos (CPPS/PNUMA). Informe de Avance N° 2, Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso:41-66.
- Andrade, H. 1986b. Evaluación del Impacto Ecológico sobre playas, fondos marinos y comunidades bentónicas de la bahía de Quintero después del derrame de petróleo producido por ENAMI, en la bahía de Quintero el día 14 de noviembre de 1986. Informe Final. Doc. IOUV/27 de enero de 1987. 69 p.
- Andrade, H. 1987. Evolución del Impacto Ecológico sobre playas, fondos marinos y comunidades bentónicas de la bahía de Quintero después del derrame de petróleo producido por ENAMI, en la bahía de Quintero el día 14 de Noviembre de 1986. Informe Final, 69 p.
- Andrade, H. y F. Alcázar. 1986. Efecto de dos derrames de hidrocarburos de petróleo en la bahía de Quintero, Chile. Seminario sobre Investigación y Vigilancia de la Contaminación Marina en el Pacífico Sudeste, Cali, Colombia. 77 p.
- Bonert, C. 1996. Hidrocarburos clorados en sedimentos. pp. 58-61. In: Resultados Crucero CIMAR-Fiordo I. Resúmenes ampliados. Comité Oceanográfico Nacional, 95 p.
- Bonert, C. 1997. Identificación y cuantificación de hidrocarburos clorados en sedimentos entre Seno Reloncaví y Golfo Elefantes. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 20: 195-199.
- Bonert, C. y R. Estrada. 1999. Identificación y cuantificación de hidrocarburos clorados en sedimentos entre el canal Baker y canal Señoret. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 22: 75-80.
- Bosque, B. y M. Zamora. 1990. Evaluación de la bahía de Quintero con indicadores de calidad ambiental. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico, U. de Valparaíso. 91 p.
- Carrera, M., V. Rodríguez, R. Ahumada y P. Valenta. 1993. Metales trazas en la columna de agua y sedimentos blandos en bahía de Concepción, Chile. Determinación mediante voltametría de redisolución. Rev. Biol.. Mar. 28(1) : 151-163.
- Contreras, R. 1998. Determinación y dinámica de metales pesados en sedimentos del sistema estuarial Valdivia. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias, Univ. Austral de Chile. 44 p.
- Chuecas, L. y S. Núñez. 1987. Estudio preliminar sobre la distribución de metales pesados y pesticidas organoclorados en áreas costeras de la bahía de Concepción. Resumen VII Jornadas de Ciencias del Mar. Universidad de Concepción, 37.
- Chuecas, L. y S. Núñez y V. Romero. 1987. Distribución de metales pesados y pesticidas organoclorados en áreas costeras restringidas de la VIII Región, Chile. Seminario taller "Bahías: procesos oceanográficos y contaminación". Pontificia Universidad Católica de Chile, sede Talcahuano, 24.
- CONAMA 2002. Antecedentes Técnico-Científicos para la Generación de la Norma de Calidad Secundaria de Sedimentos Marinos y Lacustres. Universidad de Playa Ancha de Valparaíso en convenio con Oikos Chile S.A.
- Hoffmann, W. 1978. Distribución del Hg como contaminante en el agua, sedimentos y organismos del estero Lengua y áreas adyacentes en la Bahía San Vicente. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción.
- Inda, J. y R. Trucco. 1987. Cadmio, cobre, hierro y manganeso en sedimentos y agua de la bahía de Tongoy, IV Región, Chile. Resumen VII Jornadas de Ciencias del Mar, Universidad de Concepción, 72.
- Lecaros, O; M. Quilodrán y MS Astorga. 1991. Determinación de hidrocarburos parafínicos derivados del petróleo del B/T Cabo Pilar en el Estrecho de Magallanes. Memorias del primer seminario

- internacional sobre investigación y vigilancia de la contaminación marina en el Pacífico Sudeste. CPPS.
- Nelson, P. 1996. Concentración de metales pesados en el complejo estuarial valdiviano. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias, Univ. Austral de Chile. 52 p.
- Olivares, J. y C. Ruíz. 1991. Metales trazas en sedimentos de bahías de la IV Región, Coquimbo/Chile. 9 p. In: Memorias del primer seminario internacional sobre investigación y vigilancia de la contaminación marina en el Pacífico Sudeste. Escobar, J. (ed.). CPPS-PNUMA-COI.
- Pinto, L.; C. Bonert y R. Estrada. 2002. Variación espacial de hidrocarburos alifáticos en seno Aysén y canal Puyuguapi. pp. 119-122. Resultados Crucero CIMAR 7 Fiordos. Informes preliminares. Comité Oceanográfico Nacional, 177 p.
- Reyes, E. 1967. Carta batimétrica de Valparaíso. Rev. Biol. Mar., 3(13): 59-69.
- Romero, H. y C. Paz. 1996. Geografía de las zonas costeras en Chile: características, factores y problemas ambientales de escala global y regional. pp. 15-29. In: La zona costera en Chile. Alvial, A. y J. Orellana (eds.). Fundación Chile, 319 p.
- Salamanca, M. 1984. Efectos de la bioperturbación en la distribución de ²¹⁰Pb, ²³⁹Pb y ²⁴⁰Pb en los sedimentos de bahía Concepción. Resumen VIII Jornadas de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Chile, sede Talcahuano, 50.
- Salamanca, M. y A. Camaño. 1994. Historia de la contaminación por metales en traza en dos áreas costeras del norte y centro-sur de Chile. Gayana Oceanol. 21(2): 31-48.
- Stuardo, J., MA Soto, R Aguilar y JC Torres. 1980. Componentes bioquímicos y valores calóricos en sedimentos e invertebrados en fondos de la bahía de Valparaíso. Archivos de Biología y Medicina Experimental 13(1): 113.
- Stuardo, J., M. Soto, H. Andrade y R. Aguilar. 1981. Características granulométricas y componentes bioquímicos de los sedimentos de tres estaciones submareales de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. 17(2): 171-196.
- Universidad de Concepción. 1985. Plan de acción para la protección del medio marino y áreas costeras del Pacífico Sudeste. PNUMA/CPPS. "Programa de vigilancia de contaminantes de Bahía Concepción, VIII Región, Chile. 76 p.
- Valenzuela, E. y J. Alfsen. 1979. Sedimentología reciente en bahía Herradura IV Región, Coquimbo. Segundo Congreso Geológico Chileno. p. 189-200.
- Valenzuela, E. y H. Vergara. 1979. Sedimentación reciente en la plataforma submarina de Valparaíso, V Región. Rev. Biol. Mar. 17(1): 149-169.
- Villalobos, S. 1997. Distribución espacial y temporal de metales traza en los sedimentos del sistema estuarial Valdivia. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad Austral de Chile. 41 p.
- Yáñez, A. 1971. Estudio prospectivo cuali y cuantitativo de la macrofauna bentónica del sublitoral de la bahía de Concepción, Chile. Tesis para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad de Concepción.