

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONTAMINACIÓN

Actualización Mayo 2002

Indice de Publicaciones

“Bioensayos de Toxicidad Aguda en embriones de <i>Mesodesma donacium</i> (Mollusca: Bivalvia) utilizando cloruro de cobre (II)	1
“ Metales traza en los Sedimentos: Una Herramienta de gestión Ambiental para la Zona Costera”	2
“Tratamiento y Disposición de Aguas Contaminadas”	3
“Evaluación de Contaminantes mediante Factores de Carga”	4
“Niveles de Bioacumulación”	5
“Distribución de Metales (Cu, Cr, Ni, Pb, Cd y Zn) en sedimentos de fondo de Bahía San Vicente”	6
“Nivel de Metales Traza en Tejidos de Organismos Bentónicos en Bahía San Vicente, Chile” ..	7
“Impacto a la Capacidad Ambiental de la Bahía Lota por los Residuos Líquidos de la Industria Pesquera”	8
“Contenido de Metales Traza en los Sedimentos de Caleta Coloso: Cuatro años de un Programa de Vigilancia Ambiental”	9
“Residuos Orgánicos Líquidos: Cambios en Variables Ambientales de la Zona Costera”	10
“Análisis de parámetros de Calidad Ambiental en relación a actividades industriales y de servicios en Bahía Quintero ”	11
“Balance de Masa en Punta Padrones, Bahía de Caldera-Chile”	12
“Evaluación de la contaminación en bahía Flamenco, bahía Inglesa, bahía Salado y bahía Huasco de la región de Atacama, utilizando dos metodologías”	14
“Evaluación de la contaminación de las bahías Flamenco, Inglesa, Salado y Huasco (III Región), utilizando dos metodologías”	15
“Efecto del cobre, hierro y manganeso en comunidades bentónicas de fondos blandos de bahías Flamenco, Inglesa, Salado y Huasco”	16
“Bioensayo de fertilización con erizo de mar <i>Arbacia spatuligera</i> para evaluar toxicidad del lastre limpio de los buques”	17
“Instalación de Curtiembre en el Peñón”	18
“Determinación letales de cobre en el camarón de río del Norte (<i>Cryphiops caementarius</i> Molina, 1782)”	19
“Contaminación Microbiológica del Hábitat de Organismos Marinos cercanos a Emisarios de la ciudad de Antofagasta”	20
“Contaminación Microbiana en un Sector Residencial, por Aerosoles Provenientes de dos Emisarios, uno Submarino y otro Terrestre en una Franja Costera-Urbana de Antofagasta” ...	21
“Bioacumulación de Cd. En <i>Aulacomya ater</i> (Molina 1782) (Cholga), su posible Detoxificación y Efectos de la Salinidad ”	22
“Determinación de Cadmio en <i>Macrocystis pyrifera</i> , <i>Cancer coronatus</i> y <i>Aulacomya ater</i> del Sector Lirquen, Bahía Concepción, Chile”	23
“Identificación y Cuantificación de Hidrocarburos Clorados en Sedimentos entre Canal Baker y Canal Señoret”	24
“Evaluación preliminar de la presencia de metales pesados en recursos pesqueros de importancia comercial de la III región de Chile”	25

“Comparación de los valores de la letalidad aguda (LC50) para Cadmio en juveniles y adultos de <i>Mesodesma donacium</i> (Mollusca: Bivalvia)”	26
“Impacto Ambiental y Manejo de Invertebrados en una Pradera Intermareal de <i>Gracilaria</i> ”	27
“Experiencias y Acciones de Protección Ambiental de Minera Escondida en el Puerto Coloso, Antofagasta: Una revisión Actualizada”	28
“Minera Escondida’s Environmental Management in the Coastal Area at Coloso”	29
“La gestión ambiental de Minera Escondida y su incidencia en la zona costera de Coloso, Antofagasta”	30
“Tratamiento de Residuos Industriales de los Productos de Minera Escondida en Puerto Coloso”	31
“Evaluación del Impacto Ambiental de la Descarga Submarina en Coloso”	32
“Cd, Cu and Fe levels in <i>Mesodesma donacium</i> of the El Faro, Peñuelas and Morrillos Beaches, IV Region, Chile”	33
“Efecto del Cobre en el Desarrollo Larval de <i>Cancer polyodon</i> (Crustácea: Decapoda: Brachyura)”	34
“Respuesta del Crecimiento de Larvas de <i>Cancer polyodon</i> expuestas a Cobre, Manganese y Hierro”	35
“ Bioensayos de toxicidad letal y subletal con cobre, manganeso y hierro en larvas del cangrejo <i>Cancer polyodon</i> <i>Poeppig</i> (1836), (Decapoda, Brachyura, Cancridae)”	36
“ Macrobentos Marino y Vigilancia Ambiental: El Sublitoral de Fondos Blandos de Punta Coloso”	37
“Sublittoral Macrobenthic Fauna off Punta Coloso, Antofagasta, Northern Chile: High Persistence of the Polychaete Assemblage”	38
“Alteraciones en el Macrobentos Sublitoral de Bahía de San Vicente, Chile: Documentación de Defaunaciones”	39
“Variabilidad y Vigilancia del Macrobentos Sublitoral sometido a Contaminación: El caso de Bahía Concepción, Chile”	40
“ Las Comunidades Intermareales de la Bahía San Jorge: Estudios de Línea Base y el programa Ambiental de Minera Escondida Ltda. En Punta Coloso”	41
“Evaluación de la Actividad Tóxica de Metales y Aguas Residuales mediante Bioensayos”	42
“Monitoreo Marino en Bahía Corbeta Papudo, Isla Guarello, XII Región”	43
“Descripción de las Condiciones Ambientales del Cuerpo de Agua Principal de la Marisma Rocuant”	45
“Comparación de la Actividad de las Transaminasas GOT y GPT en el Bivalvo <i>Ameghinomya antiqua</i> , en dos Sectores de la VIII Región: una Aproximación a su Rol como Biomarcadores de Toxicidad”	46
“Cuantificación de los niveles de cobre y su relación con la variabilidad que presenta la macroinfauna bentónica de bahía Coquimbo (29°56’S – 71°18’W)”	47
“Programa de Monitoreo versus Programa de Biomonitorio del Ambiente Acuático”	48
“Impacto Ambiental de los efluentes de la Minería del cobre en el sistema hidrobiológico del estero Carén”	49
“Estudios de Línea Base o del Área de influencia del Proyecto. Una aproximación Biológica del Problema”	50
“Copper transfer and influence on a Marine Food Chain”	51

“Chañaral: ¿Verdad o Mito de la Contaminación de sus Playas?”	52
“Establecimiento de Línea de Base para Estudios Cinéticos de Sorción, en Condiciones Reales, de Cobre, Cadmio y Mercurio en Sedimentos Fluviales de Reciente Introducción en Bahía Huasco”	53
“Concentraciones de Cd, Pb, Cu, Hg y Zn en Bahía Huasco e Influencia del Río y Sedimentación Aérea”	54
“Determinación de contaminantes en el medio marino. Análisis de Metales Pesados”.....	55
“Control Ambiental en Maricultura: Contaminación por Alimentación en Cultivo de Peces”.....	56
“Análisis de Hidrocarburos en Sedimentos de Bahía Concepción por Cromatografía en Capa Fina”	57
“Variación Temporal y Espacial de los Contenidos de Metales Traza en los Sedimentos del Sistema Estuarial Valdivia”	58
“Análisis del Contenido de Materia Orgánica Total, Hidrocarburos Aromáticos Totales y Metales Trazas en Sedimentos de Bahía San Vicente y su relación con las Comunidades Litorales”	59
“Caracterización de las Poblaciones de <i>E. analoga</i> que Habitan Playas del Litoral de Antofagasta, con Diferente Contenido de Cobre en Sedimentos”	60
“Efecto de Aguas Receptoras de los Residuos Líquidos de Industrias de Celulosa, Localizadas en la Cuenca del Río Bío-Bío (VIII Región) sobre la Tasa de Crecimiento de la Microalga <i>Selenastrum capricornutum</i> y Reproducción del Cladocero <i>Daphnia pulex</i> ”	61
“Alteraciones Histopatológicas Producidas por el Tributilestaño (TBSn) en el Chorito, <i>Mytilus edulis chilensis</i> (Bivalvia; Mytilidae)”	62
“Metales Pesados en una Cadena Trófica Bentónico-Demersales: Antecedentes Preliminares”	63
“Metales Pesados en los Sedimentos y en la Biota del Golfo de Araucol”	64
“Inducción de Metalotioneínas en <i>Choromytilus chorus</i> ”	65
“Determinación del Contenido de Metales Pesados (Cd, Cu, Pb y Zn) en <i>Durvillaea antarctica</i> (Chamizo) Arito, en la Desembocadura del Río Bío-Bío y Bahía Coliumo, VIII Región , Concepción, Chile”	66
“Concentración de cobre en tejidos blandos de <i>Perumytilus purpuratus</i> y <i>Pyura praeputialis</i> en Punta Coloso, Antofagasta, Chile”	67
“Análisis espacio-temporal de la concentración de cobre disuelto y total en Punta Coloso, Antofagasta, Chile”	68
“Determinación de la Toxicidad Aguda del Cadmio en Embriones de <i>Chlamys Argopecten purpuratus</i> (Lamarck 1819)”	69
“Monitoreo de Parámetros Físicoquímicos y Biológicos en el Puerto de Coquimbo y Estudio de Impacto Ambiental de los relaves Mineros mediante el Uso de Bioensayos en la Hoya Hidrográfica del Río Elqui”	70
“Programa de Monitoreo de la calidad del agua, sedimentos y recursos bentónicos, Puerto Guayacán. Compañía Minera del Pacífico S.A. en Bahía La Herradura de Guayacán. Coquimbo, Chile”	71
“Metales pesados en <i>Xanthochorus cassidiformis</i> extraídos en las bahías de Coquimbo, La Herradura y Tongoy, Chile”	72
“Línea de base para la evaluación de impacto ambiental de las operaciones de almacenamiento y embarque de concentrado de Trióxido de Arsénico en el puerto de Coquimbo. I Etapa.”	73

“Estudio de Impacto Ambiental en puerto de Embarque de mineral de hierro perteneciente a Compañía Minera del Pacífico S.A. en Bahía La Herradura de Guayacán, Coquimbo, IV Región”	74
“Contaminantes en el medio marino”	75
“Aguas de Relave de la Minería del cobre y su Impacto Ambiental	76
“Diagnóstico de la Calidad Ambiental en Bahía Inglesa. III Región, Chile”	77
“Empleo de Bioensayos in situ con juveniles del Ostión del Norte <i>Argopecten purpuratus</i> , en jaulas de fondo para Evaluar la Calidad de los Sedimentos de bahía Coquimbo (IV Región)” .	78
“Comparación de dos técnicas de análisis para Cadmio, Calcio, Cobre, hierro, Magnesio y Manganeso en sedimentos marinos de la bahía de Tongoy y sus niveles”	79
“Niveles de cadmio en agua, sedimento y especies de interés económico de Bahía Coquimbo (29°56’S-71°18’W)”	80
“Identificación de una Fuente Puntual de Incorporación de PAHS en el Área de la Desembocadura del Río Bío-Bío”	81
Niveles de Tolerancia a cobre Cu ² en vibrionáceas asociadas al bivalvo <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819).....	82
“Contaminación del Río Loa: Una Contingencia Multisectorial”.....	83
“Anfípodos como Indicadores de Biodisponibilidad de Metales Pesados”	84
“Detección de Colifagos y su relación con otros Parámetros Microbiológicos de Contaminación Fecal en Aguas del Emisario de Iquique”	85
“Cambios en Comunidades Meiobénticas Asociadas a Relaves de Cobre en el Norte de Chile”	86
“Evaluación de las Enfermedades de Peces Asociadas a las Descargas de Aguas Servidas en los Lenguados <i>Paralichthys microps</i> (Günther, 1881) y <i>Paralichthys adspersus</i> (Steindachner, 1867), como Bioindicadores de la Polución Ambiental Costera en la Bahía Concepción. Parte II. Histopatologías”	87
“Aspectos Reproductivos de <i>Emerita analoga</i> Stimpson, 1857, en Playas del Litoral de Antofagasta con Diferente Contenido de Cobre en sus Sedimentos”	89
“Bioensayos con elutriados de sedimentos provenientes de bahía Coquimbo y La Herradura de Guayacán sobre células espermáticas de <i>Arbacia spatuligera</i> (Echinodermata: Arbacioida) y su influencia en la fecundación.....	90
“Evaluación de Sensibilidad y capacidad bioindicadora para pruebas de Toxicidad Aguda LC ₅₀ en cobre de: <i>Girella Laevifrons</i> , <i>Mugil cephalus</i> y <i>Anisotremus scapularis</i> ”	91
“Evaluación del Impacto Ambiental de Sustancias Contaminantes”.....	92
“Impacto Ambiental por Relaves de Cobre en Comunidades Intermareales Rocosas de la III Región ”	93
“Contaminación Microbiológica en agua de mar”	94
“Contaminación Térmica en el mar producida por plantas termoeléctricas”.....	95
“Concentración de elementos químicos como antecedentes para un estudio de posible contaminación marina producida por una planta de tratamiento de cobre en la bahía de Antofagasta”.....	96
“Outfall/Diffuser System Works Well al Coloso in Chile”.....	97
“Aporte Atmosférico de Plomo Total a los Sedimentos de la Bahía Concepción”	98

“Estimación de los Flujos de Pb a los Sedimentos y su Acumulación en Organismos Bentónicos (<i>P. pinnata</i>) en Bahía Concepción”	99
“Evaluación de los Aportes de Plomo Fluviales, de Emisarios y Atmosférico a los Sedimentos de Bahía Concepción”	100
“Evaluación de Materia Orgánica y Nitrógeno y su relación en los sedimentos de la bahía de Tongoy, IV Región, Chile”	101
“Caracterización Tecnológica de las Arenas Contaminadas de la Playa de Chañaral”	102
“Determinación de los Efectos Genotóxicos del Benzopireno y Carbaril en el ADN Nuclear de los Eritrocitos de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , mediante Microelectroforesis de Células Aisladas”.	103
“Contaminación con Pesticidas Persistentes en Sedimentos de Lagos Costeros y Andinos de Chile Central”	104
“Técnicas para la determinación de oxígeno y nutrientes de importancia en Oceanografía Química”	105
“Monitoreo <i>in Situ</i> de la Contaminación Acuática a través del uso de Biomarcadores Medidos en <i>Oncorhynchus mykiss</i> ”	106
“Biomarcadores para Evaluar la Contaminación de Sedimentos en la Desembocadura de los Ríos Bío-Bío e Itata”	107
“Letalidad aguda (LC ₅₀) del Cobre en juveniles de la almeja <i>Semele solida</i> proveniente de Bahía Coquimbo, Chile”	108
“Emisario Submarino y Difusor del Efluente”	109
“Características de Metales Importantes en Contaminación Marina y Toxicología”	110
“Efecto de Elementos Tóxicos en Zoosporas de <i>Lessonia nigrescens</i> (Phaeophyta: Laminariales)”	111
“Efectos del Cobre y Cadmio sobre dos especies de clorofíceas: <i>Dunaliella salina</i> y <i>Tetraselmis suecica</i> (Kylin) Butch”	112
“Uso de Granulos de Lipofuscina. Razón O/N y Supervivencia en Emersión de <i>Perumytilus purpuratus</i> como Indicadores de Contaminación en la Bahía San Jorge (II Región – Chile)” ..	113
“Evaluación del Contenido de Cobre-Metalotioneínas en Poblaciones Naturales y Transplantes de <i>Perumytilus purpuratus</i> en la Bahía San Jorge (II Región-Chile)”	114
“Viabilidad de Espermios de Erizo de Mar (<i>Tetrapygyus Níger</i>) para evaluar a la Toxicidad de Aguas Marinas: Casos Colcura, Playa Blanca, Lengua, Rocuant, Coliumo y Dichato – VIII Región”	116
“Estudio del efecto letal y teratogénico en embriones del ostión del Norte <i>Argopecten purpuratus</i> Lamarck, 1819 (Mollusca: Bivalvia) tratados con tributilestaño”	117
“Estudio Preliminar del contenido de Metales Pesados (Cu, Pb, Zn y Hg) en agua del mar y en <i>Perumytilus purpuratus</i> , en Bahía San Jorge, Antofagasta”	118
“Efectos de Toxicidad Aguda por Cadmio en un Bivalvo Marino, <i>Choromytilus chorus</i> (Molina, 1782)”	119
“Transformaciones Regionales, Medio Ambiente y Manejo de la Zona Costera de Antofagasta”	120
“Indicadores de Daño a Nivel Subletal en Organismos Marinos”	121
“El Sistema Moxigenasas de Función Mixta (MPO) como Indicador de Contaminación por Xenobióticos”	123
“San Jorge en el Norte de Chile”.	125

“Historia de la Contaminación por Metales en traza en dos áreas costeras del norte y centro-sur de Chile”	126
“Una aproximación al Ciclo Biogeoquímico del Cobre en el Ambiente Marino Costero”	127
Variabilidad Temporal del Cobre en un Área del Intermareal, Punta Coloso, Antofagasta.	128
Contenido de Cu, Pb y Zn en <i>Perumytilus purpuratus</i> (“Choritos Maico”) en la Zona Costera del Litoral de Antofagasta, II Región. Chile.....	129
“Estimación de los Aportes Antropogénicos de Plomo a los Sedimentos de Bahía Concepción”	130
“Estudio de la tolerancia a metales pesados y multiresistencia a antibióticos de vibriónicas aisladas desde Tejidos de <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck 1819) provenientes de la II y VIII Región”	132
“Ensayos de toxicidad aguda con el rotífero de agua dulce <i>Brachionus calyciflorus</i> en la determinación de la calidad del agua del río Elqui y sus afluentes.	133
“Ensayos de toxicidad aguda con el rotífero de agua dulce <i>Brachionus calyciflorus</i> en la determinación de la calidad del agua del río Elqui y sus afluentes.	134
“Contenido de Fe en <i>Enteromorpha</i> spp. (C. Agardh) J, Agardh 1883; colectadas en la Bahía La Herradura de Guayacán”	135
“Letalidad Aguda (LC ₅₀) y Efecto Histopatológico producidos por el Trifenilfluoruroestaño (TFFSn) sobre Juveniles de <i>Argopecten purpuratus</i> Lamarck, 1819	136
“Estudios de Impacto Ambiental en Ambientes Dulceacuícolas y Marinos de la X Región: Como y donde evaluar”	137
“Efecto industriales sobre la condición terminal y estuarina del Río Bío-Bío”	138
“Efecto de la Descarga de Aguas Servidas por un Emisario Submarino en la Bahía Concepción (Chile Central) en los Lenguados <i>Paralichthys microps</i> (Gunther, 1881) y <i>Paralichthys adspersus</i> (Steindachner, 1867) en la Bahía de Concepción, Chile: Evidencias Experimentales”	139
“Efecto de la Descarga de Aguas Servidas por un Emisario Submarino en Juveniles y Adultos de los Lenguados <i>Paralichthys microps</i> (Gunther, 1881) y <i>Paralichthys adspersus</i> (Steindachner, 1867) en la Bahía de Concepción, Chile: Evidencias Experimentales”	140
“Microorganismos Indicadores de Contaminación Fecal en Recursos Bentónicos y Agua de Mar del Sur de Chile”	141
“Utilización de <i>Odontesthes regia</i> (Atherinidae), del Pacífico Sur-Oriental, como Organismo de Ensayo, Estudio de su Sensibilidad con 6 Químicos”	142
“Bioacumulación de Arsénico en diferentes tallas de la macha (<i>Mesodesma donacium</i> Lamarck, 1818) (Mollusca: Mesodesmatidae) de la bahía de Coquimbo, IV Región”	143
“Estudio de Línea Base Proyecto Turístico Los Changos”	144
“Bioensayos, una herramienta para la evaluación de Contaminación”	145
“Evaluación de la Calidad del Agua Superficial de la Cuenca del Río Chillan”	146
“Utilización del Molusco <i>Diplodon chilensis</i> como Filtro Biológico para la Disminución de Coliformes Fecales en Aguas Servidas”	147
“Efectos de la Preexposición y Exposición a Concentraciones Subletales de Cobre sobre la Actividad Valvar y Adherencia al Sustrato en Juveniles de <i>Choromytilus chorus</i> ”	148
“Análisis de las Concentraciones de Metales Traza en la Biota y Sedimentos en Bahía San Vicente”	149

“Distribución de Pequeña Escala de Cobre Total en Agua de Mar, Bahía de Caldera - Chile”	150
“Monitoreo de las Concentraciones de Metales en Sedimentos de Bahía Caldera, con Especial Énfasis en el Puerto de Embarque de Concentrado de Cobre de Minera Candelaria”	151
“The effects of mining pollution on subtidal habitats of northern Chile”	153
“Efectos Ambientales de la Actividad Salmonera en Bahía Metri: Zona Intermareal”	154
Distribución Espacial De Cobre En Sedimentos Superficiales De Bahía San Jorge, Antofagasta.....	155
“Evaluación de la Calidad Acuática de Bahía San Jorge a través de Ensayos de Toxicidad Crónica con Gametos del Erizo de Mar <i>Arbacia spatuligera</i> ”	156
“Evaluación de Impacto y Línea Base Ambiental del Proyecto Escondida en Puerto Coloso”	157
“Ecotoxicología de Metales en el Ambiente Acuático: Una Revisión Actualizada”	158
“Análisis del contenido de Metales en Sedimentos de Bahía Caldera, III Región y su implicancia en el Monitoreo a Largo Plazo de Minera Candelaria”.....	159
“Detección de Cobre-Metalotioneínas (Cu-MT) y su utilización como Indicadores de Calidad Acuática en Puerto Coloso, Antofagasta”	160
“Razón Oxígeno/Nitrogeno (O/N) en <i>Perumytilus purpuratus</i> y <i>Aulacomya ater</i> Expuestos en Sistemas Experimentales de Terreno para Determinar la Calidad Ambiental de Puerto Coloso, Antofagasta”.....	161
“Evaluación Química y Toxicológica de la Calidad Acuática en Bahía San Jorge, Antofagasta”	163
“Integración de Bioensayos de Laboratorio, Variables Ambientales y Niveles de Contaminantes Orgánicos e Inorgánicos en Aguas Costera de la VIII Región”	165
“Bioensayos de Toxicidad para Evaluar la Calidad de las Aguas Adyacentes al Emisario Submarino de Minera Escondida Limitada”	166
“Evaluación de la Calidad de Sedimentos Marinos mediante Ensayos de Toxicidad con <i>Emerita analoga</i> ”	167
“Utilización de la Almeja <i>Protothaca thaca</i> para la Evaluación de la Calidad de Sedimentos Marinos alrededor del Puerto de Embarque de Concentrado de Cobre de Minera Escondida Limitada”	168

Indice por Areas

AREA

Bioensayos	9, 25, 27, 34, 40, 44, 50, 57, 78, 86, 98, 119, 125, 141, 142, 153, 173, 174
Contaminación	10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 97, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 126, 129, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 143, 144, 147, 148, 149, 150, 151, 154, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 168, 169, 171, 173, 174, 175, 176
Contaminación Acuática	48, 95, 106, 149, 155, 167
Contaminación Marina	15, 29, 31, 43, 67, 127, 146
Ecología	46, 119
Ecotoxicología	166
Impacto Ambiental	14, 26, 35, 40, 42, 47, 57, 78, 82, 92, 100, 101, 145, 152, 157, 165
Manejo Integrado	128

Nombre del Proyecto

“Bioensayos de Toxicidad Aguda en embriones de *Mesodesma donacium* (Mollusca: Bivalvia) utilizando cloruro de cobre (II)

Publicación	Acuña, P., Inda J., y R. Zárate. 2000. Libro resumen XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Pág. 70.
Área Geográfica	Bahía Tongoy
Área	Bioensayos
Año	2000
Matriz	Agua
Análisis	Cloruro de cobre
Resumen	<p>Un bioensayo de toxicidad es un experimento usando un sistema biológico; este implica la exposición de un organismo en un material de prueba en donde se determina una respuesta. Los resultados son generalmente expresados en EC₅₀ (concentración que produce efecto en el 50% de los organismos) basados en la anormalidad o el desarrollo incompleto de la concha de la larva “D” o véliger.</p> <p>En la realización de este trabajo se utilizaron machas obtenidas desde la bahía de Tongoy, para la obtención de los gametos con los cuales se realizó la fecundación. Después de 2 horas los embriones fueron colocados en contenedores de vidrio en una concentración de 20 embriones / ml en 5 diluciones de CuCl₂ entre 10-30 µgL⁻¹ además de un control con agua de mar. Se monitoreo pH, oxígeno disuelto y temperatura antes de inocular los contenedores los cuales fueron colocados en un baño termostático a 20 ± 1°C. A las 48 horas se finalizó el bioensayo adicionando formalina buffer 4% a todos los contenedores exceptuando el grupo control en donde se determinó la sobrevivencia de las larvas. Se contó la totalidad de larvas normales y anormales en cada contenedor utilizando un microscopio de luz. Para determinar el valor de EC₅₀ de cada experiencia se utilizaron los programas computacionales Probit y Trimmed Spearman-Kärber. Se realizaron 17 experiencias con el fin de confeccionar una carta de vigilancia mediante la cual se obtuvo un EC₅₀ promedio de 18,41 µgL⁻¹ de CuCl₂ con un límite de confianza al 95% de 14,16 – 22,65 µgL⁻¹ y de 12,04 – 24,77µgL⁻¹ como límite de confianza al 99%. Se propone la utilización del CuCl₂ como tóxico de referencia en el control positivo de futuros bioensayos de toxicidad utilizando embriones de <i>Mesodesma donacium</i>.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“ Metales traza en los Sedimentos: Una Herramienta de gestión Ambiental para la Zona Costera”

Publicación:	Ahumada R. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 297-315
Área Geográfica	Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1990-1996
Matriz	Sedimento
Análisis	Metales Traza
Resumen	<p>Se hace una revisión sobre las características de algunos metales traza, como una forma de comprender la magnitud de los cambios de concentración en los sistemas naturales intervenidos por actividades antrópicas. Se caracterizan las fuentes principales, los procesos y las condiciones de equilibrio de largo plazo para las diferentes matrices en el agua de mar. Por otra parte, se discuten algunas hipótesis sobre el contenido de metales en el agua de mar, aspectos teóricos de su presencia y concentración como una forma de caracterizar este gran resumidero de residuos líquidos del planeta, que son los océanos.</p> <p>En los procesos de la minería o la industria, resultan eliminados al ambiente aguas residuales o derrames de concentrado cuyo destino final es el mar, alterando los equilibrios naturales. La gestión ambiental aplicada a las actividades mineras es la diferencia entre el desarrollo con protección del ambiente y la explotación de recursos indiscriminada y la contaminación de áreas importantes de la zona costera. Se presenta la experiencia en gestión ambiental, desarrollada por Minera Escondida Ltda. en Caleta Coloso, como caso de estudio. Este trabajo tiene la particularidad que corresponde a una de las primeras Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) realizados en Chile.</p> <p>Se presenta además el Programa de Vigilancia Ambiental con seis años de información y las actividades de mitigación derivadas de los resultados de esta actividad. El balance final de los resultados hasta ahora obtenidos muestran lo acertado de las medidas propuestas y una actividad minera desarrollada en forma limpia.</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Tratamiento y Disposición de Aguas Contaminadas”

Publicación Ahumada R. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 252-263

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Tratamientos

Resumen Los desechos industriales y aguas servidas de los centros poblados producen un deterioro importante del entorno a través de sus residuos líquidos y gaseosos. Ante esta realidad, la preocupación por mejorar el ambiente, los residuos industriales y urbanos se ha intensificado.

En los últimos 40 años, los residuos industriales han marcado hitos importantes en los cambios de la estructura ecológica del ambiente, incompatibilidad de uso de los cuerpos de agua y riesgos importantes al bienestar y salud del hombre. Si bien es cierto tempranamente se establecen criterios para el tratamiento de las aguas como un recurso importante para la vida de la sociedad (agua para bebida, riego y baño). En forma tardía se establecen normas y requisitos para el vertimiento de residuos en cuerpos de agua naturales con el objetivo de conservar la naturaleza de estos sistemas.

De esta forma se crea como necesidad impuesta el establecer diferentes tipos de tratamiento para mejorar la calidad de los residuos industriales líquidos. El objetivo del tratamiento de un residuo industrial es evitar el deterioro del cuerpo de agua receptor y respetar el derecho de usar las aguas para otros fines. En la medida que los cuerpos naturales de agua son usados, se produce su valoración y una mayor conciencia y demanda de su protección. En este sentido la vigilancia sobre los desechos y su control se hace una política permanente de la sociedad.

Con el propósito de conservar las características naturales del cuerpo de agua receptor se establecen dos criterios: a) Estándares de emisión, b) Objetivos de calidad ambiental.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Evaluación de Contaminantes mediante Factores de Carga”

Publicación Ahumada R. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 155-167

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Factores de Carga

Resumen En el presente trabajo se discute brevemente el concepto de uso de los océanos como un espacio de vertimiento de contaminantes, para después conocer la evolución que este concepto ha tenido en el tiempo. Finalmente, se discute algunos procedimientos orientados a usar los océanos estableciendo restricciones para la conservación de su calidad de vida.

El problema aún no ha sido resuelto y la utilización de los cuerpos de agua sigue siendo el espacio usado en los vertimientos, aunque con mayores restricciones y respondiendo a una sensibilidad cada vez mayor respecto de los contaminantes. Uno de los problemas con mayor dificultad de enfrentar es el establecimiento de un plan de uso, manejo y protección de los ambientes acuáticos, por la complejidad de las variables que deben ser consideradas en estos sistemas.

Las aguas naturales consisten en un conjunto de elementos inorgánicos disueltos, entre ellos gases, aniones y cationes que se encuentran en un estado de equilibrio geoquímico transiente. Para entender los procesos de alteración de los equilibrios de los sistemas en solución, es preciso conocer la dinámica del ciclo del agua y la capacidad de dilución de minerales.

La humanidad en su evolución social y cultural continúa siendo exitosa en el uso de la energía para el avance de su propia civilización. La energía producida por el hombre en algunos lugares excede la energía biológica producida por fotosíntesis. Sin embargo, los desechos producidos por el hombre son un elemento de perturbación en los sistemas naturales y comienzan a alterar los ciclos que han demorado tiempos de escala geológica en alcanzar su equilibrio. En este contexto, es donde comienza a buscarse una aproximación holística de las alteraciones producidas en la calidad ambiental o en ecosistemas marinos.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Niveles de Bioacumulación”

Publicación Ahumada, R. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 169-182

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Bioacumulación

Resumen Los conceptos de acumulación, bioacumulación y biomagnificación son comúnmente usados sin hacer grandes diferencias entre ellos. El concepto de acumulación es el mas general y cuando está referido a contaminación involucra la acumulación de un contaminante en el tiempo, en una fase o matriz determinada por sobre los niveles normales de concentración. Es pasivo respecto de la matriz y requiere de concentraciones con anomalías positivas en el agua, referidas a valores naturales. La bioacumulación está referida a la capacidad de los organismos de acumular selectivamente contaminantes en sus tejidos en contra de un gradiente de concentración. Es activo y selectivo, que requiere que la concentración del contaminante se encuentre por sobre un determinado umbral. Sin embargo es importante conocer las características del contaminante, ya que en el caso de los contaminantes orgánicos su capacidad de bioacumulación es inversamente proporcional a su solubilidad. La biomagnificación se refiere a la capacidad de acumulación de contaminantes a través de la ingestión de organismos que presentan bioacumulación, donde la introducción del contaminante responde a las concentraciones relativas a la dieta y no a la concentración ambiental.

Uno de los riesgos más importantes es que los organismos, en presencia de metales pesados son capaces de bioacumular metales traza y a su vez biomagnificar dichas concentraciones a través de la cadena trófica, lo que incrementa los riesgos de mortandad, riesgos a la salud y puede ocasionar severas pérdidas a la industria de alimentos de origen marino por el contenido de metales en los productos elaborados.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Distribución de Metales (Cu, Cr, Ni, Pb, Cd y Zn) en sedimentos de fondo de Bahía San Vicente”

Publicación: Ahumada R. y Tapia J. 1992. Libro Resúmenes XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago. Página 53.

Área Geográfica Bahía de San Vicente

Área Impacto Ambiental

Año 1992

Matriz Sedimento

Análisis Cu, Cr, Ni, Pb, Cd y Zn

Resumen Los metales disueltos en agua de mar, han alcanzado un balance geoquímico y se presentan en concentraciones bajas (g por litro). Los sedimentos marinos presentan concentraciones mayores, con valores de mg por kg. La fuente principal de metales que llegan al océano son los continentes. Esto puede ocurrir a través de las aguas de escurrimiento, ríos y partículas transportadas al mar por la atmósfera. En una escala local los aportes de origen antrópico pueden ser importantes y en algunos casos la distribución de metales en los sedimentos puede ser alterada por procesos de adsorción en material particulado y posterior sedimentación. En el presente trabajo se realiza el análisis de Cu, Cr, Ni, Pb, Cd y Zn en muestras de sedimentos de Bahía San Vicente. La técnica analítica usada es la digestión de la muestra, dilución y determinación mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica (AAS 1100 Perkin Elmer), a través de la técnica de llama con bola de impacto. Para la intercalibración de métodos, se usó un estándar certificado de sedimento denominado MESSI proveído por Marine Analytical Standards Program, Canadá. Los resultados obtenidos muestran patrones diferentes de distribución para los distintos metales. Los resultados de estas distribuciones se analizan y discuten en relación a la posible adsorción en partículas orgánicas y posterior sedimentación, o bien, a fuentes puntuales de origen antrópico.

Ubicación Biblioteca Instituto de Fomento Pesquero, Santiago.

Nombre del Proyecto

“Nivel de Metales Traza en Tejidos de Organismos Bentónicos en Bahía San Vicente, Chile”

Publicación:	Ahumada R. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Págs. 43-44.
Área Geográfica	Bahía de San Vicente
Área	Contaminación Marina
Año	1993
Matriz	Organismos
Análisis	Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Hg, Zn
Resumen	<p>La Bahía San Vicente es un área semi-cerrada localizada en la costa central de Chile (36°44'S; 73°09'W). En sus riberas, se ubica un complejo industrial con características heterogéneas, que vierte sus residuos líquidos, vía escurrimiento en la arena, al mar. Coexisten en el complejo industrial, astilleros, actividades de cabotaje, puerto pesquero artesanal, bancos de mariscos de explotación artesanal y áreas de cultivos marinos. El vertimiento de metales traza produce un riesgo de toxicidad potencial para las especies que habitan a la bahía e indirectamente para quienes consumen los mariscos provenientes de ella. El estudio del contenido de los metales traza (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Hg y Zn) se realizó en organismos bentónicos submareales, recolectados con una draga de 0,1 m². Las especies seleccionadas fueron; <i>Tagelus dombeii</i>, <i>Ghycimeris ovatus</i>, <i>Chromytilus chorus</i> y <i>Cancer coronatus</i>. El resultado de los análisis indica que el nivel de concentración de metales en el tejido de los organismos, mostró una mayor concentración de Zn en tejidos, seguido del Cu, Ni, Cd, Pb, Cr y Hg. No obstante, el factor de bioacumulación más alto lo posee el Cd, para todos los organismos analizados.</p>
Ubicación	Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Ssma. Concepción, Talcahuano.

Nombre del Proyecto

“Impacto a la Capacidad Ambiental de la Bahía Lota por los Residuos Líquidos de la Industria Pesquera”

Publicación:	Ahumada, R. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Página 64
Área Geográfica	Bahía de Lota
Área	Contaminación
Año	1998
Matriz	Agua
Análisis	Temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto, ion amonio, sólidos, aceite, grasas
Resumen	<p>Geográficamente la bahía Lota se ubica en el interior del Golfo de Arauco, en los 37° 05' 38" latitud S; 73° 10' 41" Longitud W, forma parte del borde costero de la ciudad de Lota. Tiene una superficie de 914.000 m², una profundidad promedio de 8 m y un volumen total estimado en 7.312.000 m³. La boca abierta al Suroeste y su ancho es dos veces mayor que su longitud. En la cabeza de la bahía existen dos empresas pesqueras que vierten sus residuos a la bahía. El objetivo del estudio es establecer el estado de alteración de las aguas de la bahía por esta actividad industrial y su capacidad de recuperación. Se realizó siete campañas de muestreo, las variables críticas elegidas fueron: temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto, ion amonio, sólidos, aceites y grasas y transparencia del agua. Se estableció una estación de referencia en la boca de la bahía, la que es contrastada con la estación mas interior. Los cambios en condiciones adversas en la columna de agua de la cabeza, muestran: un consumo de oxígeno 70%, concentración de ion amonio de 33,66 mM, concentración de grasas y aceites de 60 mg/l, sólidos volátiles con 25% g/l y transparencia del agua de 0,30 m de disco Secchi. Es conveniente mencionar que el componente estacional juega un rol decisivo en las alteraciones y en su recuperación, a pesar que los cambios parecieran irreversibles, en el invierno de 1997 ocurre una mejoría ambiental importante de la bahía</p>
Ubicación	Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción.

Nombre del Proyecto

“Contenido de Metales Traza en los Sedimentos de Caleta Coloso: Cuatro años de un Programa de Vigilancia Ambiental”

Publicación: Ahumada R. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 3

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Sedimento

Análisis Pb, Zn, Cu

Resumen Se presenta el estudio comparado, del contenido de metales traza (Pb, Zn y Cu) de los sedimentos superficiales de Caleta Coloso. Esta caleta ubicada al Sur de Antofagasta, se construyó un muelle mecanizado para el embarque de concentrado de Cu, a granel, de Minera Escondida. Como una forma de evaluar los impactos producido por esta actividad, se procedió a diseñar un programa de vigilancia ambiental de los sedimentos de Caleta Coloso. El plan de muestreo consideró la obtención de muestras del intermareal de playa Amarilla (8 sitios). El muestreo sublitoral usó una malla 100x100 metros, con 38 sitios de muestreo. Los sitios de muestreo fueron demarcados por un GPS (Geophysical Position System), Magellan, modelo NAV 2.000. El análisis químico de cobre, plomo y zinc, se realizó mediante Espectrofotometría de Absorción atómica, utilizando como referencia los estándares MESS-2 y PACS-1. Los análisis fueron realizados y certificados por el Centro de Investigación Minera y Metalúrgica de Antofagasta.

La información indica que no hay diferencias significativas al 95% en los valores de concentración del Pb y Zn con los resultados de las campañas de muestreo realizadas. El Cu es el elemento que presenta mayor variabilidad, no sólo para un mismo sitio, sino también en su distribución espacial. Se logró determinar un valor de concentración de línea base o valor natural, y con este valor de referencia definir las áreas impactadas e identificar las fuentes de impacto. Con estos antecedentes se propuso alternativas de mitigación.

A través de la información recopilada se entrega la evolución de cambios ocurridos en la concentración de los metales estudiados en los sedimentos de Caleta Coloso. La última campaña realizada muestra una disminución en los promedios globales (toda la información). Sin embargo las mayores concentraciones relativas se mantienen localizadas en las estaciones adyacentes al muelle mecanizado. Este último muestreo se realizó inmediatamente posterior a una faena de carga, de tal forma que podría asumirse que esta condición corresponde a los efectos residuales de contaminación.

Ubicación Fac. Ciencias, Universidad Católica de la Ssma. Concepción.

Nombre del Proyecto

“Residuos Orgánicos Líquidos: Cambios en Variables Ambientales de la Zona Costera”

Publicación: Ahumada R. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Págs. 60-61

Área Geográfica Bahía de Lota

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Agua, sedimento

Análisis DBO₅, DQO, oxígeno disuelto

Resumen El vertimiento de aguas residuales de la industria pesquera en la zona costera es una actividad inherente a este grupo de industrias. La evaluación del impacto producido es difícil de establecer, por cuanto estos residuos no son tóxicos y sus efectos se producen en forma indirecta por el cambio en variables ambientales que son esenciales para la vida de las especies. Por tanto, a diferencia de otras variables, su evaluación en el emisario se realiza mediante parámetros predictivos (i.e., DBO₅, DQO) y variables críticas (compuestos o elementos que son extraños a la matriz, que conforma el cuerpo receptor); en cambio, en el cuerpo de agua receptor debe identificarse las variables críticas sujetas a cambio: oxígeno disuelto, ión amonio, sólidos, grasas y aceites. La Capacidad Asimilativa del cuerpo de agua receptor para el oxígeno disuelto se establece como el dimensionamiento de la cuenca y se estima el contenido de oxígeno disuelto a través de la estimación del valor de saturación (en función de la temperatura y salinidad). Se integra los valores y se realiza un inventario global de oxígeno de saturación. Si los valores experimentales de la cuenca difieren de los de saturación estamos en presencia de una modificación ambiental que puede evaluarse por su nivel de concentración: porcentaje de diferencia y por la extensión de la cuenca afectada.

Dos matrices pueden ser evaluadas simultáneamente para determinar el impacto: columna de agua, que muestra la condición actual y los sedimentos que muestra el impacto en una escala de tiempo (años). Por último, la acumulación de material orgánico particulado en la matriz sedimento es un elemento que aumenta el consumo de oxígeno disuelto desde la columna de agua y por tanto disminuye la capacidad asimilativa del cuerpo de agua receptor de desechos orgánicos. Otro elemento, que puede alterar la capacidad asimilativa del cuerpo de agua receptor es la intrusión de las aguas pobres en oxígeno (ÁESS) que estacionalmente alcanzan la costa.

Un ejemplo de cálculo de capacidad asimilativa, variaciones estacionales y variaciones anuales, son presentado para un estudio realizado en Bahía Lota, con un registro de información de cinco años y una frecuencia de muestreo de 0,3 años.

Ubicación Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción.

Nombre del Proyecto

“Análisis de parámetros de Calidad Ambiental en relación a actividades industriales y de servicios en Bahía Quintero ”

Publicación:	Andrade H. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Págs. 45-46
Área Geográfica	Bahía Quintero
Área	Contaminación Marina
Año	1993
Matriz	Agua, organismos, sedimentos
Análisis	Coliformes, cobre, mercurio, cadmio, hidrocarburos
Resumen	<p>Con objeto de conocer el efecto de diversas actividades industriales y de servicios que se desarrollan en Bahía Quintero (32°46'S; 71°31'W), se analiza el impacto de las descargas de aguas residuales sobre el ecosistema costero de esta bahía.</p> <p>Entre los residuos se vierten aguas industriales provenientes de procesos de plantas procesadora de pescados y crustáceos, refinería de cobre, plata y oro, central termoeléctrica, terminales de petróleo y químicos, descarga de aguas servidas, entre otras.</p> <p>Durante un período comprendido entre 1989 y 1992, se procedió en forma sistemática a la toma de muestras de agua de mar, de organismos bentónicos y de sedimentos para la determinación de diferentes parámetros de calidad ambiental: microbiológicos, físicos y químicos.</p> <p>Los resultados encontrados muestran valores relativamente altos en los contenidos de coliformes, sobre 2.400 NMP/100 cc en el agua de orilla de los sectores ribereños en que se ubican los poblados de Ventanas y de Loncura y también relativamente altos en el sector cercano a la descarga de las aguas servidas de la ciudad de Quintero (sobre 350 NMP/100 cc).</p> <p>Los valores más altos en el contenido de cobre (36,6 ppm), mercurio (56,6 ppm) y cadmio (1,18 ppm) se registraron en los sedimentos de las cercanías de las instalaciones de la refinería; la misma situación se repite con respecto al contenido de estos elementos en los tejidos de <i>Perumytilus purpuratus</i> (142, 9, 33 y 7,25 ppm, respectivamente).</p> <p>El contenido de hidrocarburos de petróleo en agua de mar, organismos y sedimentos, muestra estar en relación la existencia del terminal petrolero y el tráfico marítimo de Quintero. Se discute, además, las relaciones de éstos y otros parámetros con algunas características hidrográficas y estacionales que presenta la bahía.</p>
Ubicación	Biblioteca Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso.

Nombre del Proyecto

“Balance de Masa en Punta Padrones, Bahía de Caldera-Chile”

Publicación: Arcos D., Núñez S. y Vargas F. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Página 68

Área Geográfica Bahía de Caldera

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua

Análisis Cu

Resumen Se presenta los resultados provenientes de un experimento de balance de masas (referido a cobre total), en el sector nerítico adyacente a Punta Padrones, Bahía de Caldera. El estudio tuvo como objetivo general el establecer la influencia de las actividades de carga de concentrado en la redistribución del cobre total en la columna de agua y los sedimentos marinos locales.

El diseño de muestreo consideró una escala espacial y temporal pequeña (metros, días) y dos sectores de estudio: a) un cubo imaginario asociado al sector costero adyacente a Punta Padrones y, b) el sector de la boca de Bahía de Caldera. En ambas subzonas, entre el 11 y el 29 de enero de 1997, se midieron in situ (CTD) las variables temperatura, salinidad y densidad, se estimó la dirección y rapidez de las corrientes a través de anclajes de correntómetros, se midió la concentración de cobre en agua de mar (grilla de estaciones) y se estimaron los flujos verticales y tasas de sedimentación por medio de trampas de sedimentos de múltiples tubos.

Los flujos verticales promedios de cobre, durante todo el período de estudio, en el sector de Punta Padrones, fueron de 975 ± 585 y $781 \pm \text{mg m}^{-2} \text{ día}^{-1}$. La dinámica de las aguas en el área de estudio mostró: a) la existencia de una circulación antihoraria, b) en la boca de la bahía un patrón de circulación en dos capas y, c) un tiempo de residencia de 1,4 días.

Los resultados del balance de masa en Punta Padrones incluyendo períodos de carga y no-carga de concentrado de cobre, indican una exportación neta de cobre total (rango = $12,22$ - $40,92 \text{ kg d}^{-1}$). La estimación de transporte de cobre a través de la sección transversal de la boca de la bahía reveló, en promedio, una exportación cercana a los $39,0 \text{ kg d}^{-1}$, valor que se encuentra en el orden de magnitud de los resultados obtenidos en el sector de Punta Padrones para una condición de no-carga y de los resultados teóricos de emisiones de polvo de concentrado al medio ambiente durante faenas de embarque ($3,48$ - $17,35 \text{ kg d}^{-1}$). Se destaca la alta variabilidad de pequeña escala (días) del sistema bajo estudio, aún sin la presencia de actividades de carguío (e.g., balance boca de la bahía (rango = 188 kg d^{-1} - $+225 \text{ kg d}^{-1}$)).

Aunque este estudio constituye el primer experimento de balance de masa para la región, se obtienen resultados razonables en atención a información reportada por CCMC sobre el aporte de cobre al sector de Punta Padrones y, a los transportes de entrada/salida de cobre hacia/desde la Bahía de Caldera. Estos últimos resultados parecen bajos

al ser contrastados con estudios de balance de masa (referidos a cobre) realizados en otros sectores costeros y estuarinos del mundo.

Ubicación

Departamento de Oceanografía, Instituto de Investigación Pesquera, Casilla 350, Talcahuano

Nombre del Proyecto

“Evaluación de la contaminación en bahía Flamenco, bahía Inglesa, bahía Salado y bahía Huasco de la región de Atacama, utilizando dos metodologías”

Publicación Ardiles, Vilma. 2001. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. Coquimbo. Requisito para el título profesional de Biólogo marino.

Área Geográfica Bahías III Región

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua, Sedimento, Macroinfauna

Análisis Cu, Fe, Mn

Resumen “Con el propósito de evaluar las bahías, en función de los principales grupos de invertebrados existentes (macroinfauna), temperatura, pH y la concentración de cobre, hierro y manganeso, presente en agua y sedimento, se realizó un total de 5 muestreos en los meses de Enero, Marzo, Mayo, Julio y Octubre.

Los muestreos de agua fueron realizados a 0 y 5 m de profundidad; los sedimentos fueron recolectados en la capa superficial (5 cm). Para la determinación de metales pesados se utilizó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Cada muestra de macroinfauna fue obtenida en cada sector de muestreo en fondos blandos en una área de 0,1 m².

Los resultados muestran que bahía Flamenco presenta mayor nivel de cobre en agua (superficial) y sedimento, mayor nivel de hierro en agua (a 5 m de profundidad) y menor diversidad; bahía Inglesa presenta mayor índice de diversidad; bahía Salado presenta los mayores valores de hierro en agua superficial y de manganeso en sedimento y mayor abundancia y biomasa; bahía Huasco presenta los menores valores de temperatura y pH, los mayores valores de cobre en agua (a 5 m de profundidad), de manganeso en agua, de hierro en sedimento, menor diversidad, menor abundancia, menor biomasa.

Curvas ABC muestran que bahía Inglesa y bahía Salado no se encuentran perturbadas, mientras que bahía Flamenco y bahía Huasco se encuentran en un estado de moderada perturbación.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Evaluación de la contaminación de las bahías Flamenco, Inglesa, Salado y Huasco (III Región), utilizando dos metodologías”

Publicación Ardiles, V. y J. Inda. 2000. Libro resumen XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Pág. 77.

Área Geográfica Bahías Flamenco, Inglesa, Salado y Huasco

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua

Análisis Cu, Fe

Resumen “Los principales problemas de contaminación corresponden al sector costero y especialmente a las bahías, debido a sus condiciones dinámicas, capacidades productivas y múltiples usos de carácter antropogénico que en ellas se realizan.

Se realizó un total de cinco muestreos (enero, marzo, mayo, julio, octubre) fijando tres estaciones en cada bahía. El muestreo de agua se realizó en duplicado a nivel superficial y fondo. Los sedimentos también en duplicado fueron recolectados en la capa superficial de 5 cm. Las muestras de macroinfauna de fondos blandos fueron obtenidas en triplicado en un área de 0,1 m². Para la determinación de hierro y cobre se utilizó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Shimadzu AA-670.

Los valores de hierro y cobre obtenidos fueron procesados estadísticamente mediante ANOVA de dos vías. Para la macroinfauna se calculó el índice de Shannon-Wiener, curvas ABC y posteriormente se realizó un análisis de componentes principales.

Los valores mayores de cobre, en agua y sedimento, corresponden a bahía Flamenco. Los valores mayores de hierro, en agua, corresponden a bahía Salado, mientras que en sedimento los valores mayores corresponden a bahía Huasco. Bahía Flamenco presenta la mayor biomasa; bahía Inglesa presenta mayor índice de diversidad, bahía Salado presenta mayor abundancia. Las curvas ABC mostraron que bahía Salado no se encuentra perturbada, el resto de las bahías se encuentra en un estado de moderada perturbación.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Efecto del cobre, hierro y manganeso en comunidades bentónicas de fondos blandos de bahías Flamenco, Inglesa, Salado y Huasco”

Publicación	Ardiles, V. y J. Inda. 2001. Libro resumen XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Pág. 8.
Área Geográfica	Bahías Flamenco, Inglesa, Salado y Huasco
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Macroinfauna bentónica
Análisis	Parámetros ecológicos
Resumen	<p>“La tercera región, con identidad histórica minera, presenta como uno de los principales agentes contaminantes los metales pesados. La contaminación de la macroinfauna bentónica no implica daño directo a la salud humana; pero sí pueden mediar daños a la salud pública, mediante bioacumulación de sustancias tóxicas depositadas en sedimentos.</p> <p>Con el propósito de evaluar efectos del cobre, hierro y manganeso en sedimento, sobre las comunidades bentónicas, se realizaron 5 muestreos (enero, marzo, mayo, julio, octubre). Los muestreos de sedimento fueron recolectados en la capa superficial de 5 cm y las muestras de macroinfauna en un área de 0,1 m². Para la determinación de metales pesados se utilizó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Shimadzu AA-670 acoplado a un registrador gráfico. Los valores de cobre, hierro y manganeso fueron procesados mediante ANOVA. Para la macroinfauna se utilizó análisis univariados (abundancia, biomasa, índice de diversidad de Shannon-Wiener) y análisis de clasificación. Posteriormente se realizó un análisis de factor (factores y Componentes principales).</p> <p>Los resultados muestran que bahía Flamenco presenta mayor valor de cobre y menor índice de diversidad; bahía Inglesa presentó valores intermedios de cobre, hierro y manganeso, junto al mayor índice de diversidad; bahía Salado presenta los mayores valores de manganeso, mayor abundancia y biomasa; bahía Huasco presenta los mayores valores de hierro junto a los menores valores de diversidad, abundancia y biomasa.</p> <p>El análisis de componentes principales no discrimina entre los metales estudiados para bahía Flamenco; para bahía Inglesa y Salado discrimina el manganeso; para bahía Huasco discrimina el manganeso y el hierro.</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Bioensayo de fertilización con erizo de mar *Arbacia spatuligera* para evaluar toxicidad del lastre limpio de los buques”

Publicación	Arévalo, Vitali. 1997. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. Coquimbo. Requisito para el título profesional de Biólogo marino.
Área Geográfica	Coquimbo
Área	Bioensayos
Año	1997
Matriz	Agua
Análisis	Toxicidad de lastre limpio
Resumen	<p>“Las descargas de lastre limpio desde los buques (LLB) ha recibido la atención de investigadores que definieron a los buques como un vector de transporte de organismos marinos exóticos. Hasta ahora, sólo se había especulado sobre la toxicidad del LLB.</p> <p>Se perfiló un método científico considerado como una prueba estática de toxicidad crónica en la evaluación de la toxicidad subletal del LLB, el bioensayo de fertilización en laboratorio con gametos de una especie nativa de erizo de mar <i>Arbacia spatuligera</i>.</p> <p>Este estudio planteó el problema de la toxicidad del LLB en base a : La Fuente del LLB extranjero o nacional, La Causa, pinturas marinas y ánodos de sacrificio usados en los tanques para lastre limpio de los buques (TLD, TLS); El Nivel, la calidad del recurso agua de mar; El Efecto, afecta significativamente la fertilización del erizo de mar bajo condiciones de laboratorio, por último se determinó algunos parámetros físico-químicos.</p> <p>El bioensayo de fertilización resultó un método sensible, de gran precisión, amplio espectro, estandarizado, una herramienta preventiva, que entregó un índice de la calidad del agua de mar usada como LLB y que entregó datos biológicos.</p> <p>El LLB fue caracterizado en este estudio por las altas concentraciones de algunos metales considerados por la US EPA como peligrosos: Cd, Cu, Ni, Mn, Zn y Hg. Existieron grandes diferencias con respecto a las concentraciones observadas en las muestras control de la IV y VIII regiones de Chile.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Instalación de Curtiembre en el Peñón”

Publicación	Aron, A.; Inda, J. Cuturrufo, G.; Berríos, M. Y E. Fonck. 1995. Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental. Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marima, Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	El Peñón, IV Región
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Evaluación de Impacto Ambiental
Análisis	Términos de Referencia
Resumen	<p>“La Evaluación de Impacto Ambiental, en el contexto actual, se entiende como un proceso de análisis que anticipa futuros impactos positivos y/o negativos de acciones humanas sobre el ambiente, permitiendo seleccionar alternativas, que cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan las consecuencias no deseadas.</p> <p>Un proceso de Evaluación de impacto ambiental para proyectos de inversión debe compatibilizar la protección ambiental y la ejecución de actividades humanas con el propósito de no deteriorar la calidad de vida de la población, permitir un uso sostenido de los recursos naturales y al mismo tiempo no constituir un impedimento para la ejecución de acciones que contribuyan al desarrollo del país o de la región. Lo anterior de acuerdo a los contextos económicos, sociales e institucionales y las características físicas y ecológicas del sector de emplazamiento del proyecto. La ventaja de un proceso de EIA radica en ser herramienta objetiva, eficaz e integral, en base a antecedente técnico-científicos, para el proceso de toma de decisiones.</p> <p>En la sistematización chilena de aquellos procesos productivos a los que se exige una Evaluación de Impacto Ambiental se encuentra, en la clasificación de industrias Varias, las de Procesamiento de curtiembres. Debido a lo anterior, se hace necesario realizar una EIA al proyecto Instalación de Curtiembre en la Localidad del Cruce El Peñón.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Determinación letales de cobre en el camarón de río del Norte (*Cryphiops caementarius* Molina, 1782)”

Publicación	Barbagelata Olgay, Mariella Lacazette Pinto, Leticia. 1985 Universidad de Antofagasta, Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Requisito para el Título de Ingeniero de Ejecución en Acuicultura.
Área Geográfica	Río Loa.
Área	Bioensayo
Año	1985
Matriz	Agua
Análisis	Concentración de Cu
Resumen	Se realizaron bioensayos estáticos para determinar los valores de concentraciones letales de cobre en <i>Cryphiops caementarius</i> en cinco ensayos de salinidad bajo condiciones de laboratorio. Los especímenes fueron recolectados en la desembocadura del Río Loa siendo aclimatados bajo condiciones experimentales a temperatura ambiente (t° promedio 21,8°C) y a una salinidad de 10 a 12%. Los valores del 96H LC ₅₀ (mg/l) determinados bajo la transformación de probabilidad – logarítmica fueron 2,25 (5% de salinidad), 3,88 (10% de salinidad), 3,86 (20% de salinidad), 3,5 (30% de salinidad) y 2,3 (35% de salinidad). Se concluye que el porcentaje de mortalidad es directamente proporcional a la concentración de cobre y al tiempo de exposición al metal, siendo la especie más sensible a la contaminación por Cobre en las salinidades extremas de 5 y 35%.
Ubicación	Biblioteca Especializada de Ciencia y Tecnología del Mar de la Universidad de Antofagasta. Biblioteca Colección General Universidad de Antofagasta

Nombre del Proyecto

“Contaminación Microbiológica del Hábitat de Organismos Marinos cercanos a Emisarios de la ciudad de Antofagasta”

Publicación Barreda Mancilla, M., A gusto Torres, M., León González, M., Gallardo Bugueño, Isabel y Rojo Gallardo A. 1977. Universidad de Chile, Depto. de Ciencia de la Salud. Requisito para optar al Título de Profesor de Pedagogía en Educación General Básica Mención Ciencias Naturales.

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación

Año 1977

Matriz Agua

Análisis Microbiología

Resumen Un importante aspecto de este problema es la contaminación del medio acuático marino por medio de aguas residuales y otros desechos que se vierten en las cercanías de sus costas o riberas.

Mientras que la población aumenta, se desarrolla y establece a orillas de los ríos, lagos o mares; la contaminación va con ella y va en aumento siguiendo la curva ascendente de la demografía. El desarrollo tecnológico conduce a la industrialización, cuyos desechos industriales y urbanos multiplican los efectos nocivos de los residuos.

Se ha pretendido que dentro de ciertos límites los medios naturales podrían absorber las evacuaciones, mediante procesos de degradación que neutralicen o transformen los desechos. Es posible que así fuera hace mucho tiempo, pero la situación actual es muy distinta. Se ha alcanzado y rebasado el punto crítico a consecuencia del crecimiento demográfico, la industrialización intensa, la evolución de los métodos agrícolas, la extensión de los centros urbanos, la creación de estaciones balnearias en costas y estuarios. La capacidad de absorción no es ilimitada y en algún momento constituirá un grave problema para salud humana.

Ubicación Biblioteca Especializa de Ciencia y Tecnología del Mar. Biblioteca Colección General. Universidad de Antofagasta.

Nombre del Proyecto

“Contaminación Microbiana en un Sector Residencial, por Aerosoles Provenientes de dos Emisarios, uno Submarino y otro Terrestre en una Franja Costera-Urbana de Antofagasta”

Publicación: Becerra S., Fuentes M. y Araya R. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 37.

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación Marina

Año 1993

Matriz Aire

Análisis Coliformes, enterococos

Resumen El incremento de la población urbana costera, trae consigo una mayor eliminación de aguas servidas al mar. A partir de este medio se generan aerosoles que portan a distancias microorganismos viables de origen intestinal, junto a sustancias químicas solubles que se esparcen sobre la misma población que los generan.

La captura de microorganismos se efectúa por impacto de los aerosoles sobre medios de cultivos selectivos en placas Petri expuestas abiertas durante una hora. Se establecen 10 estaciones de norte a sur espaciadas cada 200 m frente a dos emisarios; uno submarino, a 30 m de profundidad y 200 m mar adentro y otro a orilla de playa frente a un sector residencia. Se determina la presencia del grupo coliformes, enterococos y candida como microorganismos indicadores.

Los resultados se expresan en U.F.C. m²xhr, siendo el Grupo coliformes más frecuente que enterococos y candida y cuyas concentraciones aumentan en las estaciones cercanas a las fuentes emisoras con un incremento en los meses más templados (otoño, invierno).

Diversas condiciones ambientales pueden influir en los recuentos. El hallazgo de microorganismos, indicadores fecales al interior de las viviendas como en el exterior, pueden constituir un factor de riesgo epidemiológico y la ubicación de emisarios submarinos no impide la contaminación del entorno aéreo.

Ubicación Biblioteca Depto. Tecnología Médica, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Antofagasta

Nombre del Proyecto

“Bioacumulación de Cd. En *Aulacomya ater* (Molina 1782) (Cholga), su posible Detoxificación y Efectos de la Salinidad ”

Publicación:	Becerra R. 1994. Libro Resúmenes XIV Jornadas Ciencias del Mar. Puerto Montt. Página 76.
Área Geográfica	Bahía de Concepción
Área	Contaminación
Año	1994
Matriz	Organismo
Análisis	Cd, bioensayo
Resumen	<p>Con el fin de establecer los efectos del cadmio en la cholga <i>A. ater</i> se realizó bioensayos para determinar el LC (50) a 96 hrs. El cual fue de 4.8 ppm. Posteriormente los individuos se sometieron a un porcentaje del LC (50) para evidenciar procesos de bioacumulación y de detoxificación. Además se realizaron bioensayos utilizando diferentes salinidades.</p> <p>El proceso de bioacumulación, en cuatro semanas, mostró que las cholgas son capaces de llegar a incorporar de 5,5 ppm. a 138 ppm. El proceso de detoxificación aunque más lento, es posible. Los resultados mostraron que de 138.8 ppm. bioacumulados, las cholgas pueden eliminar, aproximadamente 10 ppm. de metal en ocho semanas. Los bioensayos con salinidad mostraron que las cholgas bioacumulan más cadmio a salinidades más bajas. Para 26 partes por mil, los individuos en una semana alcanzan la concentración de 115 ppm. del metal, en tanto que para 46 partes por mil estos bioacumulan 70 ppm.</p> <p>De los resultados anteriores se desprende que si bien las cholgas bioacumulan el metal estudiado, éste es posible de ser eliminado lentamente, sometiendo las cholgas a procesos de detoxificación en agua de mar con baja concentración de metal.</p>
Ubicación	Biblioteca Facultad de Ciencias, U. Católica de la Ssma. Concepción.

Nombre del Proyecto

“Determinación de Cadmio en *Macrocystis pyrifera*, *Cancer coronatus* y *Aulacomya ater* del Sector Lirquen, Bahía Concepción, Chile”

Publicación: Beltrán C., Manríquez E., Soto M. y Fernández E.. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 51

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación Marina

Año 1993

Matriz Organismos

Análisis Cd

Resumen El Cadmio es estudiado principalmente por ser un metal tóxico que en el medio marino puede ser bioacumulado o transferido por organismos a través de la cadena trófica hasta consumidores terminales.

En el presente trabajo se determinó el contenido de Cadmio mediante Voltametría de Redisolución Anódica (ASV) previa digestión ácida en bomba Parr en horno microonda en tres organismos marinos: *Macrocystis pyrifera* (huirón), *Cancer coronatus* (pancora) y *Aulacomya ater* (cholga), obtenidos en el sector Lirquén.

En *M. pyrifera* el rango de concentración de Cd fue de 2.6-4.7 ppm, en *C. coronatus* de 0.64-4.76 ppm y en *A. ater* de 2.79-5.72 ppm. Se estudió además la variación estacional de este metal en *M. pyrifera* encontrándose en primavera (noviembre de 1992) el mayor valor. En *C. coronatus* se analizó la parte comestible encontrándose una mayor concentración en los apéndices locomotores del organismo.

Los resultados obtenidos son similares a los citados por otros autores, en otra zona del litoral adyacente a la Bahía de Concepción (e.g., Caleta Lengua, tanto para *A. ater*, como la *C. coronatus*. No existen resultados publicados del contenido metálico para *M. pyrifera* en dicha zona.

Ubicación Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Ssma. Concepción, Talcahuano.

Nombre del Proyecto

“Identificación y Cuantificación de Hidrocarburos Clorados en Sedimentos entre Canal Baker y Canal Señoret”

Publicación:	Bonert C. y Estrada R. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Página 72
Área Geográfica	Canal Baker, Caleta Torte, Seno Falcon, Canal Señoret
Área	Contaminación
Año	1998
Matriz	Sedimentos
Análisis	Organoclorados
Resumen	<p>Entre el 14 de octubre y el 9 de noviembre de 1996 a bordo del buque AGOR “Vidal Gormaz” de la Armada de Chile, se efectuó el crucero CIMAR-FIORDO 2. oportunidad en la cual se obtuvieron muestras de sedimentos de fondo en las áreas del canal Baker (Punta Glaciar), Caleta Torte, Seno Falcon y canal Señoret (Puerto Natales), para determinar compuestos organoclorados persistentes (po DDT, ppDDDD. DDE. HCB.I Lindano, Aldrin, Dieldrin, Endrin, AR-54 y Ar-60).</p> <p>Los resultados muestran que el único analito detectado es el ppDDT, el cual está presente en Punta Glaciar (0.2 ng/g, muestra seca), Seno Falcon (0,3 ng/g, muestra seca) y Puerto Natales (0,6 ng/g, muestra seca).</p> <p>Se destaca la presencia de DDT como una señal de acumulación en sectores considerados remotos, pero de creciente actividad antrópica.</p>
Ubicación	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, Valparaíso

Nombre del Proyecto

“Evaluación preliminar de la presencia de metales pesados en recursos pesqueros de importancia comercial de la III región de Chile”

Publicación	Bore, D.; Robotham, H.; Trucco, R.; Fernandez, M.L. y J. Inda. 1987. Informe final, Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	III Región
Área	Contaminación
Año	1987
Matriz	Recursos Pesqueros Comerciales
Análisis	Cu, Fe, Hg, As
Resumen	<p>“El presente estudio evalúa de manera preliminar los niveles de cobre, hierro, mercurio y arsénico en recursos pesqueros de la III Región como área objetivo y de la I y IV Región de Chile como áreas testigo.</p> <p>Los recursos pesqueros considerados son: sardina española (<i>Sardinops sagax musica</i>), lenguado (<i>Paralichthys microps</i>), anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>), loco (<i>Concholepas concholepas</i>) y cholga (<i>Aulacomya ater</i>). La determinación de los metales antes señalados se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica.</p> <p>Con el fin de determinar las diferencias en los resultados obtenidos de las tres regiones, se realiza una comparación de diferencia de medias entre las áreas testigo y el área objetivo. Asimismo se realizó este análisis con el fin de comparar los valores en machos y hembras. Se aplicó también un análisis de componentes principales.</p> <p>En general los resultados del estudio permiten señalar que no hay diferencias significativas entre machos y hembras en las concentraciones de los metales analizados y que los mayores niveles de concentración en todos los elementos considerados se presentan en recursos pesqueros de la zona de Caldera, con diferencias altamente significativas en los niveles de cobre entre esta zona y las áreas testigo.</p> <p>El análisis de componentes principales mostró la presencia de un patrón de variación geográfica, separando el área objetivo de las áreas testigo.</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Comparación de los valores de la letalidad aguda (LC50) para Cadmio en juveniles y adultos de *Mesodesma donacium* (Mollusca: Bivalvia)”

Publicación	Burgos, G. y J. Inda. 1995. Libro resumen XV Jornadas de Ciencias. Coquimbo. Pág. 115.
Área Geográfica	Bahía Coquimbo
Área	Bioensayo
Año	1995
Matriz	Agua
Análisis	Cd
Resumen	<p>“El desarrollo urbano e industrial genera una gran variedad de desechos de origen natural y sintético, los que pueden ingresar al medio marino en concentraciones crecientes. Dentro de los principales contaminantes se encuentran los metales pesados, entre los que cabe destacar el cadmio como uno de los más peligrosos por sus efectos en la biota, principalmente en las zonas costeras.</p> <p>Uno de los grupos mas afectados por el ingreso de metales al medio marino es el de los moluscos bivalvos, debido a lo cual han sido usado extensivamente como organismos indicadores para el control de la contaminación ambiental.</p> <p>Ejemplares juveniles (30-40 mm) y adultos (70-80 mm) de <i>Mesodesma donacium</i> fueron obtenidos en el sector Punta de Teatinos de Bahía Coquimbo (29°56' S – 71°18' W). Los individuos fueron mantenidos en aclimatación por una semana, período luego del cual se procedió a realizar bioensayos en los dos rangos de talla simultáneamente a concentraciones nominales de cadmio en los tratamientos de 1.15, 1.55, 2.00, 2.40 y 2.80 mg/L; cada tratamiento al igual que el control fue realizado por triplicado. Para la realización de las experiencias se utilizó contenedores de vidrio con agua de mar microfiltrada (60 µ), recambio de agua y contaminante cada 24 h y control diario de t° y pH.</p> <p>Se utilizó en cada experiencia 26 individuos, siendo éstos mantenidos en inanición durante el transcurso del bioensayo.</p> <p>Los resultados mostraron valores promedios de (LC₅₀) = 1.69 mg/L para juveniles 7y de 1.26 mg/L para adultos. Esto indica que los individuos adultos poseen menor tolerancia a concentraciones elevadas de cadmio que los juveniles.</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Impacto Ambiental y Manejo de Invertebrados en una Pradera Intermareal de *Gracilaria*”

Publicación:	Buschmann A.H., Retamales C.A., Figueroa C., Muñoz M. y Briganti F. 1994. Libro Resúmenes XIV Jornadas Ciencias del Mar. Puerto Montt. Página 78.
Área Geográfica	Puerto Montt
Área	Contaminación
Año	1994
Matriz	Organismos
Análisis	Pesticidas
Resumen	<p>El bivalvo <u><i>Mytilus chilensis</i></u> y el poliqueto <u><i>Platynereis australis</i></u> han colonizado extensas áreas donde se realizan cultivos intermareales de <i>Gracilaria</i> en el sur de Chile. Para intentar controlar la abundancia de estos invertebrados se han utilizado diferentes métodos, entre ellos el uso de plaguicidas utilizados en la agricultura. Para evaluar la posibilidad de control de algunos plaguicidas se realizó un estudio experimental en la Zona de Piedra Azul y Quillaípe a 10 y 15 km. al sur-este de la ciudad de Puerto Montt. Este estudio permitió demostrar que la adición de pesticidas no afecta el reclutamiento de <u><i>M. chilensis</i></u> pero si el de <u><i>P. australis</i></u>. Los pesticidas no afectaron el crecimiento de <u><i>Gracilaria</i></u> durante el período de estudio. La aplicación de pesticidas produce un significativo aumento de la mortalidad de <u><i>Hemigrapus</i></u> (depredador de <u><i>Platynereis</i></u>) y otros invertebrados. Además, al comparar la abundancia de nemátodos y anfípodos presentes en los sedimentos en cuadrantes experimentales con y sin aplicación de pesticidas demostraron una disminución significativa ($P < 0,05$) y una recuperación igual o mayor a un mes luego de la aplicación de los plaguicidas.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad de Los Lagos, Departamento de Acuicultura, Osorno

Nombre del Proyecto

“Experiencias y Acciones de Protección Ambiental de Minera Escondida en el Puerto Coloso, Antofagasta: Una revisión Actualizada”

Publicación	Camacho, A.; Ojeda, J.M.; Castilla, J.C. y R. Ahumada. 1995. Ciencia y Tecnología del Mar. CONA (Nº Especial): 101-110.
Área Geográfica	Punta Coloso, Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua
Análisis	Descarga Submarina
Resumen	<p>“Minera Escondida Limitada explota un yacimiento de cobre localizado en el desierto de Atacama a 167 km al sureste de la ciudad de Antofagasta y a 3.100 metros sobre el nivel del mar. Escondida comenzó sus operaciones en diciembre de 1990, con una producción de 2.000 ton/día de concentrado de cobre. Los relaves son depositados en una cuenca natural adyacente a la mina (Salar de Hamburgo, 3.000 metros sobre el nivel del mar). El concentrado, en forma de pulpa, es transportado hidráulicamente hasta el puerto Coloso, ubicado 14 km al sur de Antofagasta, a través de una tubería de 170 km de largo. La pulpa de concentrado es recibida en Coloso en cuatro estanques agitadores para luego ser desaguada en una planta de filtros y el agua residual es tratada y en parte reutilizada antes de su vertimiento.</p> <p>La existencia de este proceso de desaguado planteó la necesidad de conocer con anticipación los posibles efectos que la descarga del excedente líquido pudiera tener en el ecosistema. Para ello se diseñó un programa que incluyó la simulación del proceso de tratamiento del agua en Coloso, el diseño de un sistema seguro de descarga, un estudio de verificación del funcionamiento del sistema, el establecimiento de una Línea Base y un programa de Monitoreo Ambiental Marino Costero.</p> <p>Se analizan los antecedentes técnicos y efectos sobre la columna de agua de la descarga submarina en punta Coloso, Antofagasta. Se describe el sistema de tratamiento de agua en el puerto Coloso y los criterios conceptuales para el diseño y selección del punto de descarga, el modelamiento de la pluma de dilución y dispersión del vertimiento en el medio receptor y la verificación al comienzo de la operación mediante un estudio con rodamina WT.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Minera Escondida’s Environmental Management in the Coastal Area at Coloso”

Publicación	Camaño, A. y E. Silva. 1995. En Colección de Apartados Científicos Ambiente Marino Antofagasta. Minera Escondida Limitada. Ed. en Santiago de Chile. 2000
Área Geográfica	Punta Coloso, Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua
Análisis	Usos zona Costera
Resumen	<p>“With the growing diversity of human activities and uses of the ocean, a series of conflicts have arisen. This occurs especially in the coastal areas where the increased impact generated by human activity is more easily noticed and emphasized.</p> <p>Chile has experienced an accelerated increase in the usage of its coastal areas due to urban development of cities and growth of industries in the coastal zone which in turn, have generated a series of problems related to the use of the ocean. Experience has demonstrated that certain uses are compatible, while others are totally or partially incompatible. For example, under certain circumstances, activities related to maritime transport, recreation, housing, and elimination of wastes (with a basic treatment), can be considered compatible. At the same time, the above are almost always incompatible with activities such a ocean farming and natural parks or reservations. It is evident that the use of a coastal area cannot permit a complete destruction of the coastal environment nor the complete prohibition of its development. The answer is to optimize the usage of coastal resources by facing the problem in a sensible and responsible manner. The preservation of the most valuable characteristics of the coastal area and the maximization of economical benefits do not have to be in conflict. On the contrary, both actions should form inseparable elements.</p> <p>This paper describes the different uses of the coastal area in Coloso, a bay located in northern Chile near Antofagasta. A historic summary of its development and later decline around 1930 is included, as well as the situation before 1989. Also discussed is the impact generated by the construction and start-up in 1990, of Minera Escondida’s filtration plant and ship loading port, emphasizing the environmental program currently in effect.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“La gestión ambiental de Minera Escondida y su incidencia en la zona costera de Coloso, Antofagasta”

Publicación	Camaño, A. 1995. En Colección de Apartados Científicos Ambiente Marino Antofagasta. Minera Escondida Limitada. Ed. en Santiago de Chile. 2000
Área Geográfica	Punta Coloso, Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua
Análisis	Gestión Ambiental
Resumen	<p>“La actual y creciente diversidad de actividades que se realizan en el sector costero genera una serie de conflictos derivados de sus múltiples usos. La conversión de áreas costeras en facilidades portuarias, industriales y de servicios; la sobreexplotación de importantes recursos hidrobiológicos; la creciente descarga de desechos que directa o indirectamente finalmente convergen hacia la zona costera, seguirá en aumento producto del desarrollo urbano e industrial que en los últimos años ha experimentado nuestro país.</p> <p>En 1990 Minera Escondida Ltda. (MEL) decidió instalar una planta y puerto de embarque para el concentrado producido en su mina. Posteriormente, estas operaciones se expandieron con la instalación de una planta destinada a utilizar parte del concentrado para la producción de cátodos de cobre, aumentando con esto el valor agregado del producto original. El desarrollo de esta actividad industrial planteó la necesidad de establecer medidas que permitieran compatibilizar los diferentes usos que desde antes de 1990 se venían desarrollando en el sector costero de Coloso. A continuación, se describe el impacto de la actividad de MEL en el sector costero y los diferentes programas y medidas realizadas con el fin de mantener en el tiempo las características de éste.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Tratamiento de Residuos Industriales de los Productos de Minera Escondida en Puerto Coloso”

Publicación	Camaño A. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 453-474
Área Geográfica	Punta Coloso Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1990
Matriz	Agua
Análisis	Planta de Tratamiento,Cu
Resumen	<p>“Se describen y analizan los antecedentes técnicos de la planta de tratamiento de aguas que Minera Escondida Limitada posee en Coloso, Antofagasta, desde el inicio de las operaciones en 1990 y las modificaciones realizadas para aumentar la eficiencia en la retención de sólidos suspendidos y los niveles de metales traza en el punto de emisión.</p> <p>Se mencionan los sistemas de control de metales, sólidos suspendidos, pH y flujo en el efluente en función de las concentraciones máximas de emisión impuestas por la Autoridad Marítima, responsable del control de la contaminación en el sector costero.</p> <p>Se comentan los resultados obtenidos de la aplicación de análisis estadísticos a las series de tiempo de metales traza en el efluente, especialmente el contenido de cobre disuelto, el cual se compara con los datos obtenidos de chequeos cruzados realizados con el Laboratorio de Química Inorgánica, Bioinorgánica y Ambiental de la Facultad de ciencias Básicas de la Universidad de Antofagasta.</p> <p>Se concluye que el mercurio en el efluente no registra ninguna variación y que el cobre, arsénico, cadmio, plomo, selenio y zinc describen un proceso estacionario sin mostrar incrementos importantes ni periodicidad a lo largo del período analizado. El cobre muestra altas correlaciones; el pH se mantiene estacionario, el flujo muestra un incremento derivado del aumento de producción y no existe correlación entre el pH y metales traza, ni entre metales y el flujo del efluente.</p> <p>Finalmente, se describen las medidas de mitigación implementadas para mejorar el control de polvo fugitivo desde las instalaciones y los usos alternativos que actualmente se le da al agua resultante del proceso de tratamiento en Coloso.</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Evaluación del Impacto Ambiental de la Descarga Submarina en Coloso”

Publicación:	Camaño A. 1992. Libro Resúmenes XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago. Página 58
Área Geográfica	Coloso-Antofagasta
Área	Impacto Ambiental
Año	1992
Matriz	Agua
Análisis	Cu, Bioensayos
Resumen	<p>El estudio de Impacto Ambiental de la Descarga Submarina en el Puerto de Coloso se realizó con el objeto de caracterizar los efectos que tendría el desaguado del concentrado de cobre que se efectúa en dichas instalaciones, (14 km al sur de Antofagasta). El puerto, construido por Minera Escondida entre 1988 y 1990, es utilizado para recibir y filtrar la pulpa de concentrado que se conduce por una tubería desde la mina y embarcado hacia distintos mercados alrededor del mundo.</p> <p>Esta evaluación comprende la descripción de los aspectos productivos, con énfasis en el procesamiento metalúrgico, y la caracterización del vertimiento efectuada antes del inicio de las operaciones del puerto a fines 1990. Se incluye además, el diseño de un sistema de tratamiento en el puerto, los criterios para la selección del punto de descarga, la ingeniería del sistema de disposición submarina, un completo modelamiento de la pluma de dilución y de la dispersión del vertimiento en el medio, con un pronóstico del impacto resultante.</p> <p>Asimismo, el estudio contempló el establecimiento de una detallada Línea Base Ambiental, con una definición de los escenarios probables considerados en el pronóstico de impacto. Se incluyen también, los resultados de las pruebas de verificación del modelamiento de la pluma de dilución, efectuadas con Rodamina WT a comienzos de 1991, durante la puesta en marcha del sistema de descarga submarina.</p> <p>Por otra parte, el plan de seguimiento y monitoreo menciona brevemente los resultados obtenidos tanto del primer año de operación de las instalaciones del puerto, como del programa de bioensayos realizado con agua del efluente como cuerpo receptor.</p>
Ubicación	Gerencia de Asuntos Ambientales, Minera Escondida Limitada, Santiago.

Nombre del Proyecto

“Cd, Cu and Fe levels in *Mesodesma donacium* of the El Faro, Peñuelas and Morrillos Beaches, IV Region, Chile”

Publicación	Cárdenas, T.; Trucco, R. & J. Inda. 1994. The Science of the Total Environment 142: 207-211
Área Geográfica	Peñuelas y Bahía Morrillos
Área	Contaminación
Año	1994
Matriz	Agua
Análisis	Cd, Cu, Fe
Resumen	<p>“The evaluation of heavy-metal contamination in marine environments by means of the biota, presents advantages over an evaluation using sediment or water, due to the ability of the organisms to bio-accumulate metals from the environment. This allows them to be used as contamination bio-indicators.</p> <p>The bivalve shellfish, among other benthic organisms can accumulate metals in their tissues, resulting in higher levels than those found in the environment. Some of the factors determining the bio-accumulation capacity among others, are: age, weight, size, sexual state, physiological condition and type of tissue of the organisms, in addition to the element and its chemical speciation.</p> <p>The means by which the filtration organisms obtain trace metals, besides the water, are: food and ingestion of dissolved organic and inorganic material, therefore, their levels will represent a time-varying average value, related to the availability of these metals.</p> <p><i>Mesodesma donacium</i> is a bivalve shellfish which, for the Chilean Fourth Region, represents a natural resource of socio-economic importance in the area of small-scale fishery, providing sustenance to a considerable group of persons dedicated to the gathering of marine resources in this zone.</p> <p>This study provides information on the levels of cadmium, copper and iron present in three tissue groups of <i>M. donacium</i> from three sectors of the IV Region, the El Faro and Peñuelas beaches, with notable anthropic influence due to the location nearby of two of the most important cities of the region: Morrillos beach is located 25 km from any urban settlement of importance and is therefore unaffected by pollution.</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Efecto del Cobre en el Desarrollo Larval de *Cancer polyodon* (Crustácea: Decapoda: Brachyura)”

Publicación: Cárdenas T., Trucco R.G. y Inda J.. 1992. Libro Resúmenes XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago. Págs. 60-61

Área Geográfica Bahía de Coquimbo

Área Impacto Ambiental

Año 1992

Matriz Organismo

Análisis Cu

Resumen El cobre, metal tóxico para crustáceos acuáticos, constituye una fuente de riesgo de contaminación costera. Esto hace necesario realizar estudios acerca de los efectos de este metal sobre la biota, en especial en los primeros estadios del desarrollo, que son los más sensibles a las fluctuaciones medioambientales.

Se realizaron bioensayos en larvas de *C.polyodon* determinando efectos de supervivencia, crecimiento y período de intermuda. Fueron utilizadas tres concentraciones de Cu, correspondiendo al 50% (T1), 100% (T2) y 150% (T3) de la concentración de mínimo riesgo, tratando 300 larvas, distribuidas en tres réplicas, con cada una de las concentraciones y una cantidad igual que en el control. Diariamente fueron realizados cambios de las soluciones experimentales, registrando, cobre, nutrientes salinidad, temperatura y pH. Las larvas fueron alimentadas con nauplii de *A.salina*.

El efecto del Cu en la supervivencia larval no presentó diferencias significativas con el control, observándose si una disminución en la duración de los estados zoea IV y V en T2 y T3 respectivamente. Respecto del crecimiento en los tres tratamientos hay una disminución entre un 10 y un 15% en el incremento acumulado en talla entre los estados zoea IV y megalopa, además se observan diferencias en el incremento relativo en talla en los otros estados larvales.

Ubicación Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

Nombre del Proyecto

“Respuesta del Crecimiento de Larvas de *Cancer polydon* expuestas a Cobre, Manganeso y Hierro”

Publicación:	Cárdenas T., Trucco R. y Inda J. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Págs. 55-56
Área Geográfica	Coquimbo
Área	Contaminación Marina
Año	1993
Matriz	Organismos
Análisis	Cu, Mn, Bioensayo
Resumen	<p>Algunos metales a niveles traza puede cumplir importantes funciones biológicas, como es el caso del Cu, Mn y Fe, sin embargo a concentraciones mayores pueden causar alteraciones importantes en el metabolismo o crecimiento de los organismos.</p> <p>En este estudio se evalúa la respuesta del crecimiento en talla de larvas de <i>C. Polydon</i> expuestas a concentraciones 50, 100 y 150% de CMR para Cu y Mn, y de 10, 25 y 50% de la concentración a la cual el Fe precipitó en agua de mar en ensayos previos. Los parámetros de crecimiento utilizados fueron: longitud espina rostral-espina dorsal (LRD), longitud espina rostral (LER), longitud cefalotorácica (LCe) y longitud de telson (LT).</p> <p>Los resultados obtenidos muestran que con el Cu el crecimiento LRD y LER es mayor en el control que en los tratamientos, LCe no presenta diferencias significativas entre tratamientos y el LT a pesar que en el control se presentan las mayores tallas, el incremento acumulado es mayor en 100% CMR.</p> <p>Para Mn, pese a que las mayores tallas de todas las estructuras se encontraron en el control, y el incremento total fue mayor en los tratamientos 100 y 150% CMR, excepto para LCe que no presentó diferencias significativas entre tratamientos.</p> <p>Finalmente para Fe, LRD, LER y LCe presentan el mismo patrón que para Mn, LT sin embargo, aunque no presenta diferencias significativas en el incremento acumulado se observa una tendencia a ser mayor en el control.</p>
Ubicación	Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Coquimbo.

Nombre del Proyecto

“ Bioensayos de toxicidad letal y subletal con cobre, manganeso y hierro en larvas del cangrejo *Cancer polyodon* Poëppig (1836), (Decapoda, Brachyura, Cancridae)”

Publicación Cárdenas, Tatiana. 1994. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. Coquimbo. Requisito para el título profesional de Biólogo marino.

Área Geográfica Bahía La Herradura de Guayacán

Área Bioensayos

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Cu, Mn, Fe

Resumen “*Cancer polyodon*, uno de los crustáceos decápodos que es capturado especialmente por el sector pesquero artesanal, presenta un desarrollo larval con una duración aproximada de 60 días, el que contempla 5 estados zoea y 1 megalopa, involucrando este periodo una serie de mudas sucesivas, durante las cuales estos organismos se tornan aún más sensibles.

Durante este estudio, se evaluó la toxicidad aguda y crónica de los metales cobre, manganeso y hierro, realizando para ello, bioensayos de flujo iterativo, con una duración de 96 horas los de toxicidad aguda y los de toxicidad crónica de todo el desarrollo larval.

La toxicidad aguda fue determinada por la obtención de los LC50 a 96 horas, por medio de análisis Probit, registrándose valores nominales de 0,8 mg/L de Cobre y 3,21 mg/L de Manganeso, este valor no fue estimado para el hierro, ya que las propiedades de este metal le hacen precipitar en agua de mar a altas concentraciones.

Los efectos de toxicidad crónica fueron determinados en la supervivencia, crecimiento y duración del desarrollo larval de *C. Polyodon*, por la exposición de estas a concentraciones subletales de cobre, manganeso y hierro, siendo determinadas estas concentraciones para los dos primeros metales por la aplicación del factor 0,01 del LC₅₀, que es utilizado como criterio de concentración de mínimo riesgo para organismos marinos.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“ Macrobentos Marino y Vigilancia Ambiental: El Sublitoral de Fondos Blandos de Punta Coloso”

Publicación	Carrasco F. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 245-275
Área Geográfica	Punta Coloso, Antofagasta
Área	Vigilancia Ambiental
Año	1990-1996
Matriz	Macroinfauna bentónica
Análisis	Parámetros ecológicos
Resumen	<p>Este estudio se enmarca dentro de un plan de vigilancia ambiental. Las muestras fueron recolectadas con una draga del tipo Petersen de 0,1 m² de superficie de mascada, en profundidades entre 50 y 60 m. En cada estación se analizaron 5 réplicas, 4 para el análisis de la biota y la restante para el análisis granulométrico y de contenido de materia orgánica.</p> <p>En el sedimento predominan arenas gruesas a medias-finas, con cantidades variables de conchilla, tendiendo a ser moderadamente seleccionado. El contenido de materia orgánica total es de relativamente bajo a moderado (4,85%-7,24%).</p> <p>Se identificó un total de 90 especies. La taxa más abundante correspondió a polichaeta, con una contribución siempre superior al 77% del total de la macroinfauna. La abundancia numérica varió por crucero entre 5210 ind/m² a 19160 ind/m². Con respecto a la biomasa, el grupo mejor representado fue molusca, conjuntamente con polichaeta. La biomasa varió por crucero entre 2,31 g (AFDW)/m² a 11,35 g (AFDW)/m². Individualmente, destacan las contribuciones numéricas de los poliquetos <i>Aricidea sp.</i>, <i>Magelona phyllisae</i>, <i>Papapriosnopio peruana</i> y <i>Tharyx longisetosa</i> y en biomasa el bivalvo <i>Tindariopsis elegans</i>, los poliquetos <i>Aricidea sp.</i>, <i>Magelona phyllisae</i>, <i>Parapriosnopio pinnata</i> y el gastrópodo <i>Nassarius gayi</i>.</p> <p>La diversidad específica varió entre H'= 1,106 y H'= 2,458, levemente superior al 50% de la diversidad máxima teórica, con un promedio por estación de 29 especies. Las curvas de rarefacción de Sanders-Hulbert, así como las RSA de dominancia, indican tanto una diversidad como dominancia moderadas.</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Sublittoral Macrobenthic Fauna off Punta Coloso, Antofagasta, Northern Chile: High Persistence of the Polychaete Assemblage”

Publicación Carrasco F. 1997. En Colección de Apartados Científicos Ambiente Marino Antofagasta. Minera Escondida Limitada. Ed. en Santiago de Chile. 2000

Área Geográfica Punta Coloso, Antofagasta

Área Ecología

Año 1990-1995

Matriz Macrobenthic Fauna

Análisis Polychaete Assemblage

Resumen “Temporal changes in composition and abundance of the sublittoral macrobenthic (>0,5 mm) polychaete infauna was studied off Punta Coloso, Antofagasta, for 5 years (1990-1995) at four stations located at depths of 50-60 m. The sandy sediments were sampled with a 0,1 m² Petersen type grab.

Polychaete contribution to the total fauna was consistently high numerically (from 74% to 93%) but more variable in terms of biomass (from 16% to 78%). The number of invertebrate species collected per cruise was relatively low (44-90 species) and the number of polychaete species ranged from 29 to 36 (overall cumulative number 45 species). The mean abundance of polychaete per station ranged from 1,666 to 41,620 mean biomass ranged from 0,29 to 36,98 g (AFDW)m⁻² and the overall biomass fluctuated from 2,39 to 11,35 g m⁻². The most abundant polychaete species included the small sized worms (Aricidea) (*Aricidea* sp. N., *Magelona phyllisae* Jones, *Prionospio peruana* Hartmann-Schroeder, and *Tharyx cf. longisetosa* Hartmann-Schroeder, and the medium sized *Paraprinospio pinnata* (Ehlers). Though some species reflected some degree of seasonality, overall temporal fluctuation of polychaete abundance does not show annual seasonal cycles but rather reflects long-term patterns.

This study suggests a high seasonal variability and interannual fluctuations in oceanographic conditions reported for the area. The high faunal affinities resulting from cluster and ordination analysis indicated the presence of a single and persistent polychaete assemblage.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Alteraciones en el Macrobentos Sublitoral de Bahía de San Vicente, Chile: Documentación de Defaunaciones”

Publicación: Carrasco F., Gallardo V. y Carvajal W. 1992. Libro Resúmenes XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago. Página 61.

Área Geográfica Bahía de San Vicente

Área Impacto Ambiental

Año 1992

Matriz Sedimento

Análisis Diversidad, dominancia ecológica

Resumen Es un hecho bastante reconocido, que el contaminante más difundido que afecta a las comunidades bentónicas marinas es el exceso de materia orgánica. Esta proviene principalmente de aguas servidas y efluentes industriales, conllevando a los conocidos síntomas de eutroficación, y en casos extremos una defaunación completa de los sedimentos.

La Bahía de San Vicente es uno de los pocos lugares en que existe registro histórico, por más de una década, aunque intermitente, del estado de los conjuntos faunísticos macrobentónicos sublitorales. Afortunadamente, como se trata de estudios hechos con metodologías semejantes ellos son comparables. Así por ejemplo, en las contribuciones aludidas se ha utilizado tomafondos tipo Smith-McIntyre de 0,1 m², y la fauna analizada ha sido la retenida por tamices geológicos de 0,5 mm de trama, siendo también comparables la situación de las localidades estudiadas.

Del análisis de dichas contribuciones, se puede concluir que el área más interior o cabecera de la bahía tiende a presentar en estos últimos años los sedimentos frecuentemente defaunados y más recientemente en una situación de defaunación total persistente. Notable es la desaparición de los gusanos poliquetos dominantes *Polydora socialis*, *Nephtys ferruginea* y *Cossura chilensis*. Esta última de un género que ha sido considerado en el tiempo un bioindicador de buenas condiciones de salud del bentos. En el área contigua también se observaría la acción estresante, con reemplazo de especies, fuertes dominancias ecológicas, diversidades específicas deprimidas, etc., condiciones que serían consistentes con las predicciones del modelo de Pearson & Rosenberg.

Ubicación Biblioteca Departamento de Oceanología, Universidad de Concepción.

Nombre del Proyecto

“Variabilidad y Vigilancia del Macrobentos Sublitoral sometido a Contaminación: El caso de Bahía Concepción, Chile”

Publicación:	Carrasco F.D. y Gallardo V.A. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Página 90
Área Geográfica	Bahía de Concepción
Área	Contaminación Acuática
Año	1997
Matriz	Sedimento
Análisis	Materia orgánica, dominancia
Resumen	<p>Se analiza las variaciones temporales de mediano término de la macroinfauna (>0,5 mm) entre abril 1988 y enero 1991. La fauna se recolectó en 2 estaciones, una frente a Talcahuano (7 m) y otra en el centro de la bahía (22 m). La finalidad de este estudio fue analizar el macrobentos en relación a la detección y vigilancia de cambios inducidos por el exceso de materia orgánica. Las muestras fueron tomadas cada 2 meses con una draga Smith-McIntyre de 0.1 m² y en cada estación se obtuvo 3 réplicas que se submuestrearon con un sacatestigos de 10 cm de diámetro (12 réplicas por estación). En Talcahuano la abundancia numérica varó entre 0 y 1.017 indivs. 0.1 · m⁻² y la biomasa entre 0 y 0,96 g. AFDW 0,1 · m⁻² y la biomasa entre 0,01 y 2,97 g AFDW 0,1 · m⁻². La abundancia y biomasa frente a Talcahuano exhiben en 1988 curvas irregulares con valores moderados, macrofauna que desde ese año exhibe una profunda depresión. Las fluctuaciones de los dominantes <i>Carazziella carrascoi</i>, <i>Rhynchospio glutaea</i> y <i>Capitella capitata</i> determinan la forma de la curva de la abundancia total, verificándose recolonizaciones y defaunaciones. En el centro de la bahía la curva es más regular, mostrando dos pronunciados máximos y una marcada depresión de su número entre enero 1989 y marzo 1990. El poliqueto <i>Paraprionospio pinnata</i> domina ampliamente en número (77%) y biomasa (49%) y determina la tendencia de la curva general de abundancia. A continuación se sitúan los poliquetos <i>Cossura chilensis</i> y <i>Aricidea pigmentata</i>. Si se excluye <i>P. pinnata</i> resulta una curva donde se observa periodicidad estacional y anual de la abundancia numérica, situación esta última también compartida por la curva de la biomasa. La pobreza observada se debe a reducidos números de <i>P. pinnata</i>, producto de un reclutamiento fallido en la temporada 1988-1989 (enero y marzo 1988) y que se insinúa también debilitado en enero y marzo 1990. Talcahuano presenta conjuntos de especies variable en el tiempo, con eventos sucesionales marcados que incluyen profundas defaunaciones. En el centro de la bahía la fauna es más predecible, con fluctuaciones y sucesiones más regulares y con una mayor estabilidad.</p>
Ubicación	Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción,

Nombre del Proyecto

“ Las Comunidades Intermareales de la Bahía San Jorge: Estudios de Línea Base y el programa Ambiental de Minera Escondida Ltda. En Punta Coloso”

Publicación	Castilla J. C.. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 221-244
Área Geográfica	Punta coloso. Antofagasta
Área	Línea Base
Año	1989-1996
Matriz	Comunidades Intermareales
Análisis	Parámetros ecológicos
Resumen	<p>El trabajo resume y analiza información sobre las comunidades intermareales de sustrato rocoso de la Bahía San Jorge, en particular en torno a la localidad de Punta Coloso. El trabajo en terreno se realizó con métodos no remocionales. La información se relacionó con: las especies de invertebrados y algas presentes, franjas de zonación intermareal, organismos dominantes, porcentajes de cobertura de especies sésiles respecto al sustrato primario y diversidad biológica. En todas las campañas se realizaron respaldos fotográficos de las características biológicas más resaltantes de cada franja intermareal.</p> <p>El análisis de la información muestra la existencia de comunidades intermareales constituidas por alrededor de 50-60 especies, con franjas intermareales notoriamente estructuradas y caracterizadas por competidores dominantes como algas incrustantes lithothamnioides, el tunicado <i>Pyura praeputialis</i>, el mitílido <i>Perumytilus purpuratus</i> y cirripedios. La franja intermareal Alta contiene escasos macroorganismos sésiles y se caracteriza por presentar altos porcentajes de sustrato libre.</p> <p>Se estudiaron 11 índices de diversidad biológica para las franjas Intermareales medias de los 5 sitios seleccionados y para las 12 campañas de terreno. Los análisis de los resultados para el índice de diversidad E5 de la serie de Hill fueron realizados en forma comparativa con un modelos de Anova de tipo BACI (Before and After Control Impact), para las 12 campañas sub-agrupadas en aquellas realizadas previo al inicio de las actividades de MEL en Punta Coloso (1,2 y 3), contra las 9 restantes (4-12), realizadas con posterioridad al inicio de tales actividades. Los resultados muestran que, respecto a dicho índice, no se observan diferencias significativas entre los valores observados Antes y Después.</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Evaluación de la Actividad Tóxica de Metales y Aguas Residuales mediante Bioensayos”

Publicación: Castillo G., Vila I. Y Neild E. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 94

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Organismos

Análisis Cu, Cd, Cr, Hg

Resumen La ecotoxicología es una disciplina de uso creciente en la estimación de los posibles efectos deletéreos de residuos que se descargan al ambiente. En este trabajo se propone un conjunto de organismos que conforman una batería de bioensayos multitrófica, de operatoria simple, sensible frente a tóxicos y que entrega resultados reproducible. La batería de bioensayos incluyó organismos de tres niveles tróficos: *Lactuca sativa*, *Panagrellus redivivus*, *Bacillus subtilis*, *Daphnia magna*, *Hydra attenuata* y *Oncorhynchus mikiss*, con capacidad para detectar toxicidad aguda, crónica o subletal y actividad mutágena, la cual se ensayó con Cu (II), Cd (II), Cr (VI), Hg (II) y se validó con efluentes de aguas residuales. La batería de bioensayos respondió con alta eficiencia en la detección de toxicidad, los ensayos fueron fáciles de realizar y en general, los resultados indicaron buena repetibilidad. El grado de toxicidad detectado con respecto a los metales fue el siguiente: Hg>Cu>Cr, siendo los organismos más sensibles *O.mikiss* y *H. attenuata*. El ranking obtenido por las muestras ambientales de afluente-efluentes del tratamiento de residuos líquidos de una curtiembres osciló entre 87,5% y 93,7%, clasificando como altamente tóxicos; mientras que los afluentes-efluentes del tratamiento de aguas servidas domésticas demostraron ser de menor toxicidad (28,1% a 3,12%).

Se discute acerca de las diferencias en la sensibilidad de respuesta de los organismos frente a los tóxicos y a la importancia del uso de baterías de ensayo para ampliar el espectro de detección de elementos contaminantes.

Ubicación Dpto. Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Casilla 228-3, Santiago

Nombre del Proyecto

“Monitoreo Marino en Bahía Corbeta Papudo, Isla Guarello, XII Región”

Publicación: Castillo J., Furet L., Cendra C., Figueroa S. y Urrutia A. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 86

Área Geográfica Bahía Corbeta Papudo

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Agua, sedimentos, organismos

Análisis Hidrocarburos, sólidos suspendidos, totales y sedimentables

Resumen Como parte de la política ambiental de la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A., la cual comprende la protección y preservación del medio ambiente, así como dar cumplimiento a la legislación vigente, en este caso requerimientos de la autoridad marítima, la empresa ha desarrollado con el apoyo técnico del Instituto de Investigación Pesquera, una serie de estudios tendientes a caracterizar el medio ambiente marino de la zona de Bahía Corbeta Papudo, Isla Guarello, XII Región (50°22'S-72°20'W), lugar donde se realiza la extracción de caliza. La información recopilada ha permitido establecer las medidas de mitigación que se han implementado en el mediano y largo plazo, a objeto de preservar las condiciones ambientales de la bahía.

Se presentan los principales resultados del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) llevado a cabo entre 1997 y 1998, el cual comprendió campañas de muestreos del medio ambiente acuático con una frecuencia semestral. En el cuerpo de agua se muestreó un total de 8 estaciones, con el objeto de conocer las condiciones hidrográficas del área. Además, en la columna de agua se cuantificaron parámetros como oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, totales y sedimentables, grasas y aceites e hidrocarburos totales. Igualmente, en cuatro de las ocho estaciones muestreadas se efectuó la caracterización de los sedimentos y comunidades bentónicas sublitorales, considerando aspectos tales como abundancia, biomasa, riqueza específica, diversidad, granulometría y materia orgánica total. Complementario a lo anterior, se realizaron determinaciones de correntometría lagrangiana, mediante el empleo de derivadores superficiales (0,5m) y subsuperficiales (10m), así como la caracterización de las aguas de escurrimiento.

Entre los principales resultados destacan que: en hidrografía se determinó que los índices termohalinos observados para cada período de estudio indican que las aguas presentes en el área son las típicas de aquellas identificadas como de Agua de los Fiordos. En los aspectos dinámicos se determinó que existen flujos de aguas superficiales y subsuperficiales, los cuales son influenciados fundamentalmente por el viento, tanto en condiciones invernales como estivales. En lo que respecta a las concentraciones de parámetros de la columna de agua, los resultados de las dos campañas de muestreo indican que las concentraciones de varios de los parámetros cuantificados son inferiores a las registradas en otras áreas donde también se desarrollan actividades portuarias. Finalmente, en las comunidades bentónicas sublitorales se encontró un total de 70 especies o formas discriminadas, pertenecientes a 9 taxas mayores. El

grupo con mayor abundancia numérica en ambas campañas estuvo compuesto por poliquetos, en tanto que los grupos mejor representados en términos de biomasa fueron *Echinodermata* y *Mollusca*. Finalmente, en lo que respecta a las aguas de escurrimiento, se desprende que la calidad de éstas depende de las variaciones en las precipitaciones.

Ubicación

Instituto de Investigación Pesquera

Nombre del Proyecto

“Descripción de las Condiciones Ambientales del Cuerpo de Agua Principal de la Marisma Rocuant”

Publicación: Constanzo J. y Rudolph A. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 102

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Agua

Análisis Oxígeno disuelto, temperatura, nutrientes

Resumen La Marisma Rocuant ubicada en la cabeza de Bahía Concepción (36°42'S, 73°02'W) alcanzó un alto grado de polución, producto de la actividad antropogénica de las últimas tres décadas. A través de un esfuerzo conjunto entre la I. Municipalidad de Talcahuano y empresas del sector se efectuó la canalización de su cuerpo de agua principal (Canal el Morro) y el traslado hasta la bahía de los principales efluentes contaminantes. Se describe el estado ambiental de este cuerpo de agua, a través de su contenido de oxígeno disuelto, temperatura y nutrientes (nitratos, fosfatos y amonio). Para ello se realizó tres muestreos durante noviembre y diciembre de 1998. Se trabajó en 14 estaciones distribuidas en su cuerpo de agua principal y el sector adyacente en la bahía. En el agua superficial de la bahía se midió desde 4,3 a 5,6 ml oxígeno/l en llenante y de 2,36 a 3,28 ml oxígeno/l en vaciante. La presencia de interferentes no hizo posible su determinación en el sector Canal el Morro. En este sector los nutrientes fluctuaron desde 0,17 a 2,12 $\mu\text{mol N-NO}_3^-/\text{l}$, 35,5 a 49,8 $\mu\text{mol N-NH}_4^+/\text{l}$ y 14,81 y 17,66 $\mu\text{mol P-PO}_4^{3-}/\text{l}$ a diferencia del sector adyacente en la bahía que presentó 3,15 a 6,01 $\mu\text{mol N-NO}_3^-/\text{l}$, 21,1 a 40,9 $\mu\text{mol N-NH}_4^+/\text{l}$ y 4,05 y 3,18 $\mu\text{mol P-PO}_4^{3-}/\text{l}$. La comparación de la información obtenida con la de años anteriores, permite concluir que las medidas de mitigación adoptadas y la disminución ostensible de las pesquerías han contribuido a la recuperación de parámetros físico-químicos de este cuerpo de agua.

Ubicación Facultad Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción

Nombre del Proyecto

“Comparación de la Actividad de las Transaminasas GOT y GPT en el Bivalvo *Ameghinomya antiqua*, en dos Sectores de la VIII Región: una Aproximación a su Rol como Biomarcadores de Toxicidad”

Publicación: Constanzo J. y Narváez C.G. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 94

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Organismos

Análisis Aminoácidos libres y proteínas totales

Resumen En moluscos, el estudio de las transaminasas GOT y GPT se ha orientado mayoritariamente a su rol en la osmorregulación, en la que proveen la mayor parte de los aminoácidos libres que participan. Existen antecedentes respecto al comportamiento de estas enzimas frente a xenobióticos y a metales pesados como el Cadmio que provocan alteración en su funcionalidad.

Con el objetivo de obtener una línea base en la actividad de transaminasas, se midió los valores de GOT, GPT, Aminoácidos libres y Proteínas totales en *Ameghinomya antiqua* proveniente de Bahía Concepción, zona con elevada alteración antrópica, y Bahía Coliumo como zona control. Los resultados obtenidos indican diferencias significativas para la actividad de GOT y GPT en hemolinfa de *A. antiqua* en Bahía Concepción, observándose mayor actividad enzimática (238,5 U/l) en relación a Bahía Coliumo (179,81 U/l). Los valores de concentración de aminoácidos libres para Bahía Concepción (69,67 g/%) son significativamente mayores que en Bahía Coliumo (45,80 g/%), al igual que los valores de Proteínas totales (39,52 g/l y 24,85 g/l respectivamente). Esto indicaría que Bahía Concepción presenta un ambiente menos favorable para la transaminación en *A. antiqua*, que Bahía Coliumo. Probablemente el aumento de la actividad de transaminasas en hemolinfa de *A. antiqua* se deba a pérdida de la integridad celular del hepatopáncreas, donde se observa disminución de la actividad de las transaminasas para los individuos de bahía Concepción, esto indicaría que *A. antiqua* de bahía Concepción presenta alteraciones en los mecanismos de osmorregulación y disfuncionalidad en el hepatopáncreas.

Ubicación Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Ssma. Concepción

Nombre del Proyecto

“Cuantificación de los niveles de cobre y su relación con la variabilidad que presenta la macroinfauna bentónica de bahía Coquimbo (29°56’S – 71°18’W)”

Publicación	Cuturrufo, G., Inda J., Fernández, M.L., Trucco, R.G. y G. Torrejón. 1995. Libro resumen XV Jornadas de Ciencias. Coquimbo. Pág. 119.
Área Geográfica	Bahía Coquimbo
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua, Macroinfauna
Análisis	Cu, Parámetros ecológicos
Resumen	<p>“En la franja costera de bahía Coquimbo, se desarrolla una variada gama de actividades productivas de tipo industrial y artesanal entre las que se pueden destacar: cultivos marinos, actividades de la industria pesquera y actividades portuarias entre otras, las cuales generan diversas alteraciones al medio, tanto por la adecuación para su establecimiento como por las actividades de su operación y mantención.</p> <p>Con el fin de caracterizar la bahía de Coquimbo, en función de los principales grupos de invertebrados existentes (macroinfauna) y la concentración de cobre presente en agua y sedimento, se realizó un total de cuatro muestreos, dividiendo a la bahía en cuatro sectores de acuerdo a su principal actividad productiva (S-1= Puerto, S-2= Pesca, S-3= Cultivos, S-4= Punta de Teatinos).</p> <p>Los muestreos de agua fueron realizados a nivel superficial y fondo. Los sedimentos fueron recolectados en la capa superficial de 5 cm. Para la determinación de cobre se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica Shimadzu AA-670 acoplado a un registrador gráfico PR-4. Cada muestra de macroinfauna fue obtenida en fondos blandos en un área de 0.1 m².</p> <p>Los resultados muestran que el área comprendida entre el sector portuario y de pesca, es el que presenta las mayores concentraciones de cobre en agua y sedimento, con dominancia en la macroinfauna de los grupos Bivalvia (principalmente las almejas <i>Gari solida</i> y <i>Semele solida</i>) y Polychaeta (principalmente las familias Arenicolidae y Lumbridae). Situación inversa ocurre en el sector de Punta de teatinos en donde se registran los menores valores de cobre en agua y sedimentos, con dominancia en la macroinfauna de individuos de crustácea (principalmente Gammaridos).</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Programa de Monitoreo versus Programa de Biomonitorio del Ambiente Acuático”

Publicación Chuecas L. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 407-449

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Organismos

Análisis Metales traza

Resumen Se analiza niveles de metales traza en el ambiente marino (particularmente en animales) y procesos y mecanismos que rigen su toxicidad/tolerancia en esos sistemas. Se entrega información sobre la toxicidad potencial de metales (biológicamente esenciales o no) para organismos a una “biodisponibilidad de umbral”, i.e., concentración de la fracción de iones libres de un metal al límite de iniciar su acción tóxica. Estas concentraciones de umbral varían entre metales, entre tipos de organismos y con las características físico-químicas del medio, siendo algunos de los metales (incluyendo los esenciales como Cu) muy tóxicos a niveles de traza. Las respuestas de los organismos a metales presentes en el medio acuático y/o en su alimento dependen en gran medida de la capacidad de las especies para regular niveles almacenados en sus tejidos. Los organismos superiores tienen la habilidad de regular niveles de muchos metales, mientras que los invertebrados marinos sólo pueden regular algunos y dentro de ciertos límites, lo cual determina su generalizado uso como biomonitores. Una estrategia alternativa en animales que no pueden regular niveles fisiológicos de metales, es desintoxicar y almacenar los metales en formas inocuas. El conocimiento de la manera en que los animales responden a la potencial concentración tóxica es de gran importancia para estimar la contaminación mediante el análisis de las concentraciones en muestras biológicas. Los efectos tóxicos pueden ser causados a niveles de individuo, población o ecosistema, afectando la composición de las especies y niveles de producción.

Los Programas de Biomonitorio utilizan respuestas biológicas de organismos para estimar los efectos de diferentes concentraciones de contaminantes químicos sobre diferentes niveles de organización biológica, información de gran importancia para establecer políticas de control de la contaminación en el ambiente acuático.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Impacto Ambiental de los efluentes de la Minería del cobre en el sistema hidrobiológico del estero Carén”

Publicación Edding, M.; Aron, A.; Berríos, M.; Flores, H.; Fonck, E.; Inda, J.; Miranda, C.; Moraga, J.; Olivares, J.; Pacheco, A.; Silva, A.; Trucco, R.; Uribe, E. 1995. Programa de Investigación para ser presentado a Codelco-Chile División El Teniente. Universidad Católica del Norte.

Área Geográfica Embalse Carén

Área Contaminación

Año 1992-1995

Matriz Agua

Análisis Condiciones hidrográficas y químicas, Biota, Bioensayos

Resumen “El medio ambiente es un concepto que puede ser objeto de diferentes interpretaciones, según el propósito con que se enfoque. Así, puede haber definiciones tanto desde la perspectiva naturalística, desde el punto de vista de las actividades humanas productivas, desde un enfoque recreacional, como del conservacionista.

Los contaminantes ambientales pueden ser de variados tipos productos de la combustión, polvo en suspensión, organismos patógenos, gases, vertidos y solventes industriales, fertilizantes, pesticidas agrícolas, ruido, extremos de temperatura y radiaciones. La presencia de cualquiera de estos factores no constituye necesariamente contaminación pues los sistemas biológicos responden de diferente forma a ellos.

El agua es uno de los recursos naturales más abundantes. No obstante, las aguas continentales, cuya demanda es creciente, son escasas y considerándose un recurso limitado es importante su conservación.

Se establecieron investigaciones sobre las determinantes físicas de los diferentes cuerpos de agua, composición química, biota (composición específica de bacterias, plancton, vegetación hídrica y ribereña, peces, invertebrados bentónicos).

Por su heterogeneidad producto de los muy disímiles objetos de estudio, las metodologías específicas de cada investigación se exponen en cada uno de los capítulos y secciones pertinentes.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Estudios de Línea Base o del Área de influencia del Proyecto. Una aproximación Biológica del Problema”

Publicación Edding M. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 264-288

Área Geográfica

Área Ambiental

Año 1994

Matriz Medio Ambiente

Análisis Impacto Ambiental

Resumen “Pocas actividades de campo puede estar tan llenas de controversia como las de los estudios de impacto ambiental. Esta realidad se produce como producto de los intereses encontrados de las actividades productivas y de las tendencias conservacionistas.

El desarrollo del análisis de los sistemas naturales y las consecuencias de la intervención antrópica en ellos es una materia que en la actualidad afecta a la mayoría de los países y es un requisito de todo proyecto que pueda afectar el ambiente.

El estudio del impacto ambiental puede ser definido como una alteración del ambiente causado por alguna actividad o factor. El cambio puede ser físico, químico, biológico, social o económico. La naturaleza del cambio es generalmente compleja y difícil de enmarcar en los parámetros habituales. El éxito de los estudios de impacto ambiental depende en gran medida de los antecedentes existentes del área que se pretende evaluar.

El conocimiento previo de la estructura, organización y funcionamiento del ecosistema es fundamental para poder efectuar predicciones de las consecuencias que puede tener una perturbación del ambiente. Por lo general, el conocimiento que se posee de la zona costera es escaso. En muchas oportunidades el poco conocimiento de la flora y la fauna atenta contra una adecuada descripción del ecosistema. Por este hecho se estima necesario que se desarrollen proyectos de investigación para determinar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Esta es una tarea compleja y se requiere una vez mas de la participación de variados especialistas.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Copper transfer and influence on a Marine Food Chain”

Publicación Edding, M. & F. Tala. 1996. Trabajos de la Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte.

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1996

Matriz Agua

Análisis Cu

Resumen “Copper is an essential element, required for normal growth by all plants and animals; and a regular constituent in the environment. This heavy metal is an essential micronutrient that at higher concentrations can be deleterious to algae and other aquatic biota. Copper toxicity to algae depends upon the individual species, their physiological and environmental conditions, and the chemical forms of metal in the medium. When copper is accumulated by phytoplankton it can be transferred and may produce toxic effects on zooplankton.

Different species of microalgae present different capacities of resistance to copper. Cyanophyceae pre-cultured in a Cu-enriched medium (635 μgCuL^{-1}) showed an EC_{50} that could reach 318 μgCuL^{-1} for *Plectonema radiosum* and 339 μgCuL^{-1} in *Phormidium sp.* *Senedesmus*, *Selenastrum* and *Chlorella* were reported able to accumulate copper and other metals ions with an efficiency of 67-98%. Also, *Dunaliella* resisted concentrations from 0.38 μgCuL^{-1} (*D. minuta*) up to 50.8 μgCuL^{-1} (*D. acidophila*) depending on the pH of the medium. Once the microalgae are copper-enriched, the copper that is part of the cell can be transferred to the surrounding water and to its predator producing uncertain effects. This study observed the effect of copper on the growth of *Dunaliella tertiolecta* and *Isochrysis galbana* that are currently used as food for hatchery-grown scallop larvae (*Argopecten purpuratus*). We observed the path of copper from the water column into the microalgal cell and the effect of copper-enriched food on the scallop larvae.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Chañaral: ¿Verdad o Mito de la Contaminación de sus Playas?”

Publicación:	Fernández E., Silva M.L., Sánchez I., Pavez O., Díaz R. y Fabry P. 2001. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 31
Área Geográfica	Bahía de Chañaral
Área	Contaminación
Año	2001
Matriz	Sedimento
Análisis	Cu
Resumen	Desde 1938 y hasta 1991 los relaves de Potrerillos y El Salvador se vaciaron, a través del río Salado, en el litoral de Charañal; el costo medio ambiental, sanitario, calidad de vida y en recursos naturales renovables fue asumido íntegramente por la comunidad de Chañaral. Como una contribución a las posibles alternativas de desarrollo comunal, que pasan sin lugar a dudas por la solución o aceptación del problema relaves, en este trabajo se presentan resultados de monitoreos medio ambientales que involucran material particulado del aire, relaves y agua del litoral. Los resultados en general valores no avalan una continuidad de contaminación del aire por relaves: El PM10 sobre pasa el valor de la norma ($150\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) sólo en 9 oportunidades que resultan comparables a otros sectores de la Región (comuna de Tierra Amarilla por ejemplo). Los análisis de las muestras de arenas obtenidas en la zona intermareal presentan valores mucho menores que las obtenidas en la playa de relaves: pH 6,5 y 4,0; Cu 0,08 y 0,35%; As 14 y 66 ppm respectivamente. Las muestras de agua de mar de la zona intermareal presentan valores de Cu (190 ppb) con 2 ordenes de magnitud por sobre los medidos más al interior y en otras áreas de la región.
Ubicación	Universidad de Atacama, IDITEC, Centro de Estudios del Medio Ambiente, Casilla 247, Copiapó

Nombre del Proyecto

“Establecimiento de Línea de Base para Estudios Cinéticos de Sorción, en Condiciones Reales, de Cobre, Cadmio y Mercurio en Sedimentos Fluviales de Reciente Introducción en Bahía Huasco”

Publicación: Fernández E., Pesenti E. y Sánchez I. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Págs. 89-90

Área Geográfica Bahía Huasco

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua Sedimento

Análisis Hg, Cu, Cd

Resumen En Bahía Huasco (III Región) existe una relativa intensa actividad industrial (termoeléctrica con carbón, pellets de minerales de hierro, etc.), agrícola y pesquera. Además de ser lugar de asentamiento urbano, desemboca en ella el río Huasco, en cuya cuenca se desarrolla minería, agricultura propia de ambientes semidesérticos o áridos y se asientan aglomeraciones cuyas aguas servidas se vierten también a su caudal. Producto de las intensas lluvias y acumulación de nieve ocurridas en el invierno recién pasado, su cauce aumento de manera no recordada durante el presente siglo. Dicho aumento significó un arrastre de enormes cantidades de sólidos (a pesar de la sedimentación que ocurre en el tranque Santa Juana, de reciente construcción) que fueron introducidas a la Bahía embancándola con decenas de centímetros de sólidos y al mismo tiempo, terminando con actividades de cultivos de gracilaria y con bancos naturales de almejas y machas.

En este trabajo, presentamos los resultados iniciales, que denominamos línea de base o tiempo cero, de un estudio periódico que permita conocer la velocidad de cambio que presentarán dichos sólidos en lo relativo a sus concentraciones de Hg, Cu y Cd. Dicho estudio, además de los citados muestreos periódicos en la bahía misma, contempla también los correspondientes en toda la cuenca del río en lo relativo a aire, agua y suelo.

Las muestras marinas se obtuvieron con botellas tipo Niskin y buceo. Los rangos de resultados encontrados (en mg/kg) para sedimentos son los siguientes: Cd; 0,134-0,139; Cu 29,88-33,97 y Hg; 0,12-0,14. Por supuesto los valores en aguas fueron mucho menores: NSD (con límite de detección de 0,5 mg/l), 3-6 y NSD (límite 0,07 mg/l) respectivamente. Los análisis se efectuaron por espectrofotometría de absorción atómica y polarografía. Los resultados fueron valorados con material certificado.

Ubicación Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas IDICTEC, Universidad de Atacama, Copiapó.

Nombre del Proyecto

“Concentraciones de Cd, Pb, Cu, Hg y Zn en Bahía Huasco e Influencia del Río y Sedimentación Aérea”

Publicación: Fernández E., Pesenti E. y Sánchez I. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 107

Área Geográfica Bahía Huasco

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Agua, sedimento, organismos

Análisis Cd, Pb, Cu, Hg, Zn

Resumen Bahía Huasco, pequeña bahía ubicada en III Región de Atacama (entre los paralelos 28° 25' y 29° 28' LS y los meridianos 71° 12' y 71° 14' LW) alberga la ciudad del mismo nombre, dos generadoras térmicas de electricidad (funcionan con carbón) y una planta de pellets de mineral de hierro. A ella desemboca también el río Huasco cuya cuenca de 10.670 Km², está conformada por las de los ríos Conay, Chollay, El Tránsito, El Carmen y Huasco. En ella habitan aproximadamente 64.730 personas (Censo de 1992) y conforma uno de los último ecosistemas fluviales antes del desierto de Atacama.

En este trabajo se presentan y discuten los resultados obtenidos sobre muestras de aguas, sedimentos y organismos (crustáceos y moluscos) recolectados en 4 estaciones de la Bahía y en períodos diferentes. Estos contenidos se analizan en función de las concentraciones, de los mismos metales, medidas en muestras de aguas del río obtenidas justo antes de su desembocadura e inmediatamente después de la ciudad de Vallenar (la más populosa de la cuenca y ubicada a 50 km de la Bahía). Se entregan también resultados de medidas de variables meteorológicas (velocidad y dirección de vientos) y de la cuantificación y composición del material particulado sedimentable del aire. Las muestras de aguas, sedimentos y material biológicos se obtuvieron con las metodologías habituales para este tipo de estudio. El material sedimentable del aire se obtuvo mediante muestreadores pasivos de 24 cm de diámetro por 26 de profundidad, instalados a una altura promedio de 3 m (metodología recomendada por la OMS en su manual de operaciones para la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire).

Ubicación Universidad de Atacama, IDITEC, Avenida Copayapu 485 Copiapó

Nombre del Proyecto

“Determinación de contaminantes en el medio marino. Análisis de Metales Pesados”

Publicación Fernández M. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 236-244

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Metales Pesados

Resumen “Los efectos producidos por la introducción de metales pesados en el medio acuático son complejos debido a la movilidad de estos y a la capacidad que poseen muchos organismos marinos de bioacumularlos.

Es importante entonces, conocer como se lleva a cabo la evaluación de estos con el propósito de proteger la biota, conociendo previamente sus niveles y distribución en la columna de agua y sedimento.

Es importante destacar que algunos organismos marinos son utilizados en programas de vigilancia de contaminación medioambiental debido a su potencial bioacumulador.

El análisis de contaminantes tales como metales pesados en el medio acuático se lleva a cabo a través de varias etapas, entre ellas:

- Recolección de Muestras
- Pre-tratamiento y Almacenamiento de muestras
- Métodos generales de Análisis de Trazas de Metales

Se hace la diferencia entre Muestras de Agua, Organismos o Sedimentos.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Control Ambiental en Maricultura: Contaminación por Alimentación en Cultivo de Peces”

Publicación Flores H. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 87-107

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Alimentación en Cultivo de peces

Resumen “Entre los usos que hace el hombre, se tiene a la Acuicultura como una de las actividades a través de la cual los sistemas de cultivo tienen repercusiones en el medio ambiente que pueden ser causa de conflictos, ya que a menudo las aguas en que se desarrollan los diferentes sistemas de cultivo pueden ser utilizadas también por otros usuarios con diversas finalidades.

De acuerdo a los criterios sobre incidencias ambientales señalado por (GESAMP), se ha propuesto una clasificación de los impactos ambientales más esperables de la actividad Acuícola, entre los que se pueden destacar: (1) Alteración de la calidad de los cuerpos de agua, (2) Alteraciones tróficas en los sistemas, (3) Alteraciones de hábitats en los ecosistemas, (4) Alteraciones en la estructura de las comunidades.

Las mayores repercusiones ambientales que se presentan en el medio marino debido a las actividades acuícolas se pueden destacar por una parte, el efecto de las construcciones de balsa jaula sobre una masa de agua, las que tienden a ocupar espacio, modificar el régimen de flujo del agua y tener implicancias en el aspecto estético. Sin embargo, en el cultivo de peces, el principal impacto sobre el medio ambiente se debe prioritariamente al método de cultivo, ya que dependiendo de él, se afecta directamente a la concentración de nutrientes y de metabolitos presente en la masa de agua.

En el caso de los cultivos intensivos de peces, donde se destacan principalmente los de especies Salmonídeas, los niveles de desechos producidos por alimentación, modifican tanto la calidad del agua como la de los sedimentos presentes, siendo aconsejable para el desarrollo sustentable de esta actividad productiva la aplicación de metodologías y técnicas, que permitan proteger de manera eficaz el medio ambiente.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Análisis de Hidrocarburos en Sedimentos de Bahía Concepción por Cromatografía en Capa Fina”

Publicación: Franco C., Rudolph A., Becerra J. y Barros A. 2001. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 33

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 2001

Matriz Sedimento

Análisis Hidrocarburos

Resumen En bahía Concepción (36°40' Lat. Sur; 73°02' Long. Oeste), por sus condiciones de abrigo se desarrollan en su entorno actividades tan disímiles como: portuarias (puertos Talcahuano, Lirquén, Penco y Tomé), descarga de combustible, astilleros, industriales, artesanales, etc. Estas introducen diversos contaminantes en la bahía, entre los que se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Estas son sustancias tóxicas y persistentes que presentan afinidad por la fracción húmica de los sedimentos. Se analizan muestras de sedimentos de 5 estaciones ubicadas en la cabeza de bahía Concepción, utilizando cromatografía en capa fina (diclorometano:n-hexano, 3:7). Los resultados se comparan con una muestra patrón de HAP (2-6 anillos aromáticos). Los sedimentos de las estaciones en los extremos de la transecta i.e., cercanas a los puertos de Penco y Lirquén y desembocadura del río Andalién (Est.1) y puerto de Talcahuano (Ests 4 y 5) presentaron las mayores concentraciones de hidrocarburos alifáticos ($R_f=0,94-0,96$). Los HAP (2-6 anillos, $R_f=0,54-0,70$, principalmente de origen pirogénico) se observaron en todas las estaciones y en mayor proporción en las estaciones 4 y 5, además de, compuestos polares no saponificables ($R_f=0,09-0,25$). Los resultados indican al puerto de Talcahuano, como el área de mayor acumulación de hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos, lo que concuerda con el modelo de circulación. (Ahumada y Chuecas 1979; Arcos et al., 1994)

Ubicación Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sssma. Concepción

Nombre del Proyecto

“Variación Temporal y Espacial de los Contenidos de Metales Traza en los Sedimentos del Sistema Estuarial Valdivia”

Publicación: Fuentes N. Y Pino M. 2001. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 34

Área Geográfica Estuario Río Valdivia

Área Contaminación

Año 2001

Matriz Sedimentos

Análisis As, Cr, Cu, Cd, Hg, Ni, Pb y Zn

Resumen Con el objetivo de determinar la distribución espacial y temporal de los contenidos de los metales traza AS, Cr, Cu, Cd, Hg, Ni, Pb y Zn, se extrajeron testigos sedimentarios desde tres sectores del sistema estuarial Valdivia. Los testigos se obtuvieron mediante buceo autónomo utilizando tubos de PVC de 60 cm de largo y 10,5 cm de diámetro, obteniéndose tres réplicas por estación. La concentración de los metales traza se determinó mediante técnicas estándar de espectrofotometría de absorción atómica. Las relaciones entre las características sedimentológicas y las concentraciones de metales traza se analizaron mediante diferentes tipos de análisis uni- y multivariados. El análisis intrasitio demostró que no existe relación alguna entre la sedimentología y los contenidos de estos metales y que existen variaciones temporales significativas de las concentraciones. El análisis intersitio confirmó que existen también diferencias significativas en la distribución espacial de los contenidos de los metales traza, con algunas excepciones, dentro de igual orden de magnitud. Al comparar tales contenidos con los registros geoquímicos del área se determinó que estos dependerían principalmente del aporte natural de metales al sistema, exceptuando al Zn que podría tener origen antrópico. Sin embargo, la alta variabilidad y contenidos mayores en la estación ubicada en el sector urbano del estuario podría indicar que algunos metales en este sector son producto también de aportes antropogénicos

Ubicación Instituto de Geociencias, UACH

Nombre del Proyecto

“Análisis del Contenido de Materia Orgánica Total, Hidrocarburos Aromáticos Totales y Metales Trazas en Sedimentos de Bahía San Vicente y su relación con las Comunidades Litorales”

Publicación: Furet L., Núñez S., Arcos D., Vargas H. y Tapia H. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Págs. 65-66.

Área Geográfica Bahía de San Vicente

Área Contaminación Marina

Año 1993

Matriz Sedimentos

Análisis Hidrocarburos, Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Fe, As, Co y Sn

Resumen Con el objeto de evaluar la calidad del ambiente litoral de Bahía San Vicente, se analizó, entre enero y octubre de 1991, el contenido de materia orgánica (MOT), hidrocarburos aromáticos totales (HAT) y elementos trazas (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Fe, As, Co, y Sn) en sedimentos litorales del área de estudio y, el estado de sus comunidades.

El diseño de muestreo consideró 14 estaciones para el análisis de sedimentos y 7 para la evaluación del estado de las comunidades litorales.

Los resultados indican valores bajos de MOT (<1%) en sedimentos, siendo levemente superiores en sectores caracterizados por una mayor actividad industrial. Las concentraciones de HAT son moderadas para el período de estudio ($x=0.235$ ppm, $n=56$, rango=0.002-6.40 ppm), presentando las máximas concentraciones en los sectores medio y sur de la bahía (1.60 y 2.70 ppm, respectivamente). Las concentraciones de metales traza fueron relativamente bajas, siendo importante el zinc ($x=29.67$ ppm, $n=56$, rango=1.38-83.53 ppm) para todas las estaciones de muestreo.

La información presenta cierta estacionalidad, par alas variables HAT y metales traza. Así, los HAT presenta mínimas concentraciones promedio en el mes de octubre ($x=0.04$ ppm, $n=14$, rango=0.002-0.25 ppm), siendo los máximos valores encontrados en marzo ($x=0.92$, $n=14$, rango=0.35-6.40 ppm). Los metales de estacionalidad, a excepción de Cu, Cd, Pb y Sn que presentan concentraciones promedios mayores durante el período estival. Los valores de MOT en sedimentos litorales presentaron similares concentraciones para el período estival. Los valores de MOT en sedimentos litorales presentaron similares concentraciones para el período de estudio.

Se discuten los resultados en relación a la estructura de la comunidad litoral y a las características físicas de los sedimentos, en función de los períodos y sectores de muestreo estudiados.

Ubicación Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano.

Nombre del Proyecto

“Caracterización de las Poblaciones de *E. analoga* que Habitan Playas del Litoral de Antofagasta, con Diferente Contenido de Cobre en Sedimentos”

Publicación: Furet L, López I., Aracena O., Camaño A. y Vargas F. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 59

 rea Geográfica Bahía de Antofagasta

 rea Contaminación

Año 1995

Matriz Sedimento, organismos

Análisis Cu

Resumen *Emerita analoga*, se ha utilizado como indicador de alteraciones ambientales, por su abundancia y amplia distribución geográfica. El propósito del presente trabajo es caracterizar los patrones espacio-temporales de densidad, la distribución de tamaño y las relaciones longitud-peso de poblaciones de *E. analoga* bajo la influencia directa de la actividad industrial (Playa Amarilla) y sin ella (Playa Rinconada).

Las muestras fueron tomadas bimensualmente, ente julio 1993 y enero de 1994, en transectos perpendiculares a la costa. Se determinó el contenido de cobre en *Emerita* y materia orgánica, cobre y granulometría en sedimentos.

El contenido de cobre en los sedimentos de P. Amarilla fluctuó entre 23 y 59 ppm, y en P. Rinconada entre 14 y 80 ppm. En *E. análoga* fluctuó entre 66,48 a 499,66 [ug/g peso seco] en P. Amarilla entre 50,03 a 171,07 [ug/g peso seco] en Rinconada. La densidad de organismos fue mayor y más variable en P. Amarilla (19 ± 49 y 1039 ± 3562 ind./m²), con máximos en julio y noviembre, respecto a Playa Rinconada (21 ± 24 y 308 ± 525 ind./ m²). En general las densidades aumentaron en los niveles inferiores del intermareal, sin una segregación vertical entre megalopas, machos y hembras. En ambas playas se observaron distribuciones de tallas con dos o tres modas, explicadas por las diferencias entre megalopas, machos y hembras. Las relaciones longitud-peso para ambas poblaciones, son semejantes (e.g. enero 1994), p. Amarilla = $2,9 \exp -4^* \text{ L.C. exp } 3,01$ ($r^2=0,94$ y $n=500$); P. Rinconada = $2,8 \exp -4^* \text{ L.C. exp } 3,06$ ($r^2=0,96$ y $n=246$). Se encontraron ejemplares de mayor talla en Playa Rinconada.

Se concluye que las relaciones entre las concentraciones de cobre en los sedimentos y la densidad de las poblaciones de *E. analoga* en el área de estudio, muestran que no existiría un efecto negativo sobre ellas.

Ubicación Instituto de Investigaciones Pesqueras

Nombre del Proyecto

“Efecto de Aguas Receptoras de los Residuos Líquidos de Industrias de Celulosa, Localizadas en la Cuenca del Río Bío-Bío (VIII Región) sobre la Tasa de Crecimiento de la Microalga *Selenastrum capricornutum* y Reproducción del Cladocero *Daphnia pulex*”

Publicación: Gaete H., Larrain A., Baeza J. y Rodríguez J. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Página 91

Área Geográfica Río Bío-Bío

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua

Análisis DBO, DQO, AOX, EOX

Resumen Uno de los cuerpos lóticos afectados por la descarga de efluentes industriales en Chile es el río Bío-Bío (VIII Región). Entre éstos destacan, los de las industrias de celulosa, que contienen entre otros agentes químicos elevadas cantidades de compuestos organoclorados potencialmente tóxicos. Para evaluar el potencial efecto de las aguas receptoras de estos residuos sobre la comunidad biológica acuática, se seleccionaron dos industrias de celulosa denominadas industrias A y B, en cada una de ellas durante el período de bajo caudal, se tomaron muestras de agua del río en tres estaciones de muestreo: antes de la descarga (preimpacto), en el lugar de descarga (impacto) y después de la descarga del efluente final (postimpacto). Las muestras de agua fueron refrigeradas y transportadas al laboratorio donde se evaluó su toxicidad crónica y se determinaron algunas características químicas (AOX, EOX, DBO, DQO). Los bioensayos se realizaron con un organismo representativo de los productores primarios (*S. capricornutum*) y otro de los consumidores primarios (*D. Pulex*). Los resultados mostraron que las aguas receptoras de los residuos líquidos de la industria A no provocaron efectos inhibitorios sobre la tasa de crecimiento de *S. capricornutum*, excepto en uno de los períodos. Por el contrario, en las aguas receptoras de la industria B, se observó inhibición en la estación de impacto durante todo el estudio, sin embargo se recuperó notablemente el crecimiento en la estación de postimpacto. En el caso de la reproducción en *D. Pulex*, en ambas industrias se observó una estimulación. Los efectos tóxicos sobre *S. Capricornutum*, en la industria B, se debieron a la mayor presencia de compuestos organoclorados (AOX), los cuales se correlacionaron inversamente con la tasa de crecimiento. En tanto, que la estimulación de la reproducción en *D. Duplex* se debería al aporte de materia orgánica que los organismos utilizarían como fuente de alimentación. En general los efectos de estas industrias dependen de las características del proceso de producción, sistema de tratamiento de sus riles y de las características del cuerpo receptor.

Ubicación

Nombre del Proyecto

“Alteraciones Histopatológicas Producidas por el Tributilestaño (TBSn) en el Chorito, *Mytilus edulis chilensis* (Bivalvia; Mytilidae)”

Publicación: Gallardo C., Lohrmann K. y Mitrovich J. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 118

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Organismos

Análisis Granulocito, Desorganización tisular

Resumen La contaminación marina por compuestos biocidas organoestañados, como el tributilestaño (TBSn), compuesto activo de las pinturas antifouling, ha sido estudiada en los últimos años en Europa y Japón, donde se ha comprobado su alta toxicidad sobre los organismos marinos, prohibiéndose su utilización. En Chile se utiliza tributilestaño sin restricciones y probablemente algunos ecosistemas marinos presentan algún grado de anomalías o al menos se encuentran sensibilizados al contaminante.

Se expuso durante 30 días, a tres grupos (con dos réplicas) de 20 choritos *Mytilus edulis chilensis* (Hupe, 1854) a concentraciones de 0.025 ug/L, 0.05ug/L y 0.1ug/L de TBSn, y un grupo control de 20 individuos en agua de mar: Para el análisis histopatológico se fijaron los individuos en Davidson's, se procesaron según técnicas histológicas de rutina, se cortaron de 5µm y se tiñeron con hematoxilina – eosina, ARTETA y PAS.

En los individuos tratados se presentaron alteraciones en los tejidos epiteliales del intestino anterior y posterior, como pérdida de cilios y desorganización tisular. En filamentos branquiales se observó infiltración de hemocitos neoplásicos. A la concentración de 0.025ug/L de TBSn, se encontró granulocitomas en el tejido vesicular conectivo de la masa visceral y del manto. En todos los individuos tratados se observó infiltración de granulocitos eosinofílicos alrededor de los divertículos digestivos y acinos gonadales. Esta respuesta fue máxima en los individuos tratados con 0.05ug/L, en que el tejido vesicular conectivo fue reemplazado por los granulocitos, lo cual sugiere una reacción del organismo frente al contaminante.

Ubicación

Nombre del Proyecto

“Metales Pesados en una Cadena Trófica Bentónico-Demersales: Antecedentes Preliminares”

Publicación:	González F., Silva M., Schalscha E. y Becerra J. 1994. Libro Resúmenes XIV Jornadas Ciencias del Mar. Puerto Montt. Página 89.
Área Geográfica	Golfo de Arauco
Área	Contaminación
Año	1994
Matriz	Sedimentos, organismos
Análisis	Cd, Pb, Hg
Resumen	<p>Los sedimentos en el sector Norte del Golfo de Arauco presentan características notables de fango reducto, con alto contenido de materia orgánica, debido principalmente a las condiciones hidrodinámicas y de geomorfología del golfo. Por sus características, se esperaba encontrar allí una zona de acumulación de metales producto de la actividad industrial y urbana. En este trabajo se investigaron por espectroscopia de absorción atómica de llama los niveles de cadmio y plomo; y por espectroscopia de absorción por arrastre por vapor frío los niveles de mercurio presentes en sedimentos y organismos que conforman una cadena trófica que se sustenta de la materia orgánica contenida en los sedimentos.</p> <p>La biodisponibilidad y la transferencia fueron cuantificadas en los niveles tróficos. Se encontró que cadmio y plomo tenían una baja transferencia al comportamiento biológico; menos del 10% biodisponible en los sedimentos se encontró en los organismos.</p>
Ubicación	Depto. de Oceanografía, Facultad Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción

Nombre del Proyecto

“Metales Pesados en los Sedimentos y en la Biota del Golfo de Arauco”

Publicación: González F., Silva M., Schalscha E. y Becerra J. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 62

Área Geográfica Golfo de Arauco

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Sedimentos

Análisis Cd, Hg, Pb

Resumen Estudios de niveles de cadmio, mercurio y plomo en sedimentos, en el material en suspensión y en la biota conformada por langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), congrio negro (*Genypterus maculatus*) que vive en el sector norte del Golfo de Arauco fueron determinados. Las características de fango reductor y el alto contenido de materia orgánica de esta zona serían propicias para la acumulación de metales pesados y posterior traspaso a los recursos biológicos y al hombre, especialmente en los sectores más cercanos al golfo.

En el presente trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones: En los sedimentos del sector norte del Golfo de Arauco existe niveles de concentración de cadmio y mercurio totales que dan factores de enriquecimiento superiores a uno. Para Cadmio es de 12.45 y para mercurio de 1,45 en relación a la corteza terrestre. El plomo es el metal más biodisponible en términos globales.

El aporte de metales desde el material particulado a los sedimentos es mayor para el plomo y el cadmio que para el mercurio.

La distribución geográfica de los metales en el material particulado sigue la tendencia de la misma en el sedimento y los patrones de distribución geográfica de los metales que tienden a abrirse hacia la Boca Grande. El análisis de conglomerado verificó la coincidencia de la distribución geográfica entre sesión y sedimento.

El traspaso de metales desde el sedimento a la biota es mayor para el cadmio, seguido por el plomo y menor para el mercurio, si se usa como referencia el contenido de metales presente en el langostino como biomasa total húmeda. Desde el langostino al congrio negro, el traspaso es mayor para el plomo, seguido del cadmio y finalmente el mercurio. Al hombre llega estimativamente por consumo de pescado en el mismo orden.

Ubicación Dpto. de Biología Molecular, Facultad de Ciencias Biológicas, Casilla 152C, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Inducción de Metalotioneínas en *Choromytilus chorus*”

Publicación:	González R. 1994. Libro Resúmenes XIV Jornadas Ciencias del Mar. Puerto Montt. Página 90.
Área Geográfica	Bahía de Concepción
Área	Contaminación
Año	1994
Matriz	Organismos
Análisis	Metalotioneínas
Resumen	<p>La evaluación de los efectos biológicos a niveles subletales, producidos por la contaminación marina por metales pesados esta aún poco estudiada. Las metalotioneínas son proteínas de bajo peso molecular, ricas en cisteína y capaces de unir cationes metálicos. Por esta característica se les ha asignado un rol en la detoxificación de dichos iones. Tres grupos de <i>Choromytilus chorus</i> (aproximadamente 6 cm. de longitud), previamente aclimatados fueron expuestos a 0.01, 0.1 y 1 ppm. de Cd (++) en agua de mar durante seis días. La concentración de metalotioneínas fue analizada mediante RP-HPLC. Los resultados sugieren que metalotioneínas son inducibles en estos organismos, siendo éste, al parecer, un proceso saturable a altas concentraciones de Cd (++) (1 ppm.) La concentración de estas proteínas para un cuarto grupo control debería ser inducida por 0.13 ppb de Cd (++) presente en el agua de mar. Dicha concentración es muy cercana a la concentración determinada para este metal en la Bahía de Concepción (0.1 ppb). Luego, la determinación de la concentración tisular de metalotioneínas en tiempo y espacio, utilizando diversos organismos que presenten inducción de la proteína, es un potencial marcador bioquímico para detectar y evaluar los efectos biológicos subletales, en los estados tempranos de contaminación por Cd (++)</p>
Ubicación	Depto. De Oceanografía Fac. Cs. Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción.

Nombre del Proyecto

“Determinación del Contenido de Metales Pesados (Cd, Cu, Pb y Zn) en *Durvillaea antarctica* (Chamizo) Arito, en la Desembocadura del Río Bío-Bío y Bahía Coliumo, VIII Región , Concepción, Chile”

Publicación:	Gutierrez P., Salamanca M. y Alveal K. 2001. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 45
Área Geográfica	Desembocadura Río Bío-Bío y Bahía Coliumo
Área	Contaminación
Año	2001
Matriz	Organismos
Análisis	Cd, Cu, Pb, Zn
Resumen	<p>El ingreso de metales pesados en algas está relacionado con la disponibilidad en el medio marino, que depende de condiciones como salinidad, temperatura, pH y tiempo de inmersión de los individuos, afectando la incorporación y acumulación en tejidos la que será transferida a otros niveles tróficos, incluido el hombre que la utiliza como alimento, espesantes en la industria de alimentos, cosmética y farmacéutica. <i>Durvillaea antarctica</i> es un recurso explotado en nuestro país y es exportada principalmente a Japón. El objetivo es determinar la concentración de Cd, Cu, Pb y Zn en <i>D. Antarctica</i> extraídas desde la desembocadura del río Bío- Bío y la segunda, como zona turística y extracción artesanal de recursos. Las muestras fueron obtenidas entre agosto y diciembre del año 2000, se transportaron en contenedores de plástico con hielo al laboratorio. La concentración fue medida por voltametría de redisolución anódica, previa liofilización, digestión y ataque ácido de las frondas. Los resultados obtenidos indican que existen diferencias en las concentración de Cd, Cu, Pb y Zn entre ambas zonas de muestreo, para el caso de la desembocadura, se registraron mayores valores de Cd (0,96 ppm), Cu (8,55 ppm) y Zn (181,13 ppm), y para la bahía Coliumo mayor concentración de Pb (0,97 ppm), seguido por Cu (2,04 ppm), Cd (0,67 ppm) y Zn (45,37 ppm)</p>
Ubicación	Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Concentración de cobre en tejidos blandos de *Perumytilus purpuratus* y *Pyura praeputialis* en Punta Coloso, Antofagasta, Chile”

Publicación	Hernández A. y Mauricio Landaeta. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 333-348
Área Geográfica	Punta Coloso. Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1989 a 1997
Matriz	Organismos
Análisis	Cu
Resumen	<p>Se analizó la concentración de cobre determinado en base húmeda y seca en tejidos blandos de <i>Perumytilus purpuratus</i> y <i>Pyura praeputialis</i> recolectado en cinco estaciones intermareales de Punta Coloso, Antofagasta, entre septiembre de 1989 y febrero de 1997.</p> <p>Previo el análisis y de acuerdo a la naturaleza de la información, los datos crudos fueron normalizados mediante el algoritmo de Tukey de escala de potencias. Los resultados de los análisis de varianza y de covarianza empleados en la detección de los posibles efectos provocados por la acción de Minera Escondida Ltda. (MEL) en la concentración de cobre sobre <i>P. purpuratus</i> y <i>P. Praeputialis</i> revelaron que existen diferencias significativas entre los individuos recolectados en las estaciones control y los recolectados en las estaciones cercanas a las instalaciones de MEL. Sin embargo en <i>P. Purpuratus</i> tales diferencias se deben a mayores valores de la concentración del metal en los ejemplares recolectados en las estaciones impactadas entre agosto de 1991 y agosto de 1994; período luego del cual la concentración de cobre en <i>P. Purpuratus</i> disminuye paulativamente hasta alcanzar niveles similares a los registrados durante la etapa previa al funcionamiento de MEL. Sólo en la estación 3, que se ubica dentro de las instalaciones de MEL, se observa un máximo en los niveles de cobre para el muestreo realizado en febrero de 1997. Las diferencias encontradas en los niveles de cobre en <i>P. Praeputialis</i> se deben a situaciones puntuales durante los meses de agosto de 1995 y 1996 en la estación 3 y no a la tendencia general de la serie</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Análisis espacio-temporal de la concentración de cobre disuelto y total en Punta Coloso, Antofagasta, Chile”

Publicación	Hernández A. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 317-331
Área Geográfica	Punta Coloso. Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1989-1997
Matriz	Agua
Análisis	Cu
Resumen	<p>Se analizó el comportamiento de la concentración de cobre disuelto y total en aguas costeras del sector intermareal de Punta Coloso, Antofagasta, y en la columna de agua del sector submareal subyacente al emisario submarino de Minera Escondida Ltda. (MEL).</p> <p>Previo al análisis y de acuerdo a la naturaleza de la información, los datos crudos fueron normalizados mediante el algoritmo de Tukey de escala de potencias. Los resultados de los análisis de varianza y de covarianzas empleados en la detección de los posibles efectos provocados por la acción del cobre, producto de las actividades de MEL, sobre los ambientes inter y submareal revelaron que, en el intermareal, existen diferencias significativas entre las estaciones control y las más cercanas a las instalaciones de MEL. A partir de 1995, los niveles de cobre en agua de mar disminuyen, observándose tendencias similares en todas las estaciones. Los niveles de cobre submareal, adyacentes al emisario, mostraron niveles y fluctuaciones menores que las del sector intermareal. En general, las estaciones submareales muestran una leve tendencia ascendente entre 1992 y 1997, aunque los niveles de concentración se encuentran bajo la referencia EPA para cobre disuelto en agua de mar (2,9 µg/L)</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Determinación de la Toxicidad Aguda del Cadmio en Embriones de *Chlamys Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819)”

Publicación: Herrera C. y Inda J. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 68.

Área Geográfica Bahía de Coquimbo

Área Contaminación Marina

Año 1993

Matriz Organismo

Análisis Cd, bioensayo

Resumen Los trabajos realizados en metales pesados que tienen un efecto deletéreo en los organismos se han abocado a estudios de toxicidades en juveniles y adultos, siendo menor la información a nivel de larvas y embriones que son menos tolerantes a los contaminantes que adultos de las mismas especies, lo que indica que estos estados del ciclo de vida son críticos y apropiados para estudios de toxicidades.

El objetivo de este trabajo es determinar el LC₅₀ del Cd en embriones del ostión del norte, *Chlamys Argopecten purpuratus*. Para esto se cuantificó la formación de larva D a las 36 horas post-fecundación, se trabajó con 5 tratamientos (0.5, 1, 2, 4, 6 ppm. Concentración nominal), y tres réplicas de cada uno, las concentraciones de Cd se obtuvieron de una solución patrón de Cloruro de Cd utilizando para esto un tritisol de calidad analítica Merck.

La fecundación se realizó en frascos de vidrio de capacidad un litro en donde 120.000 ovocitos se fecundaron con espermatozoides en una relación 1:7, a los cuales se les agregó las concentraciones ya indicadas.

El LC₅₀, 16 y 84 del Cd obtenido para los embriones del ostión del norte mediante transformaciones Probit fue de 1.84 ppm., 1.39 ppm. Y de 2.44 ppm respectivamente.

Ubicación Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

Nombre del Proyecto

“Monitoreo de Parámetros Físicoquímicos y Biológicos en el Puerto de Coquimbo y Estudio de Impacto Ambiental de los relaves Mineros mediante el Uso de Bioensayos en la Hoya Hidrográfica del Río Elqui”

Publicación	Inda, J. 1996. Proyecto El Indio, Tercera Etapa, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	Bahía de Coquimbo
Área	Contaminación
Año	1996
Matriz	Agua, Sedimento, Macroinfauna
Análisis	Cu, Fe, Mn
Resumen	<p>“Compañía Minera El Indio Ltda., subsidiaria de Barrick Chile Ltda., explota un yacimiento de Oro, Plata y Cobre en la alta cordillera de la Región de Coquimbo. Los procesos extractivos son realizados a tajo abierto y subterráneo y mediante lixiviación en pilas para el mineral de baja ley, siendo los productos finales concentrado de Cobre, Oro y Plata, barras de Metal Doré y Trióxido de Arsénico. Desde el año 1992, la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte, con el apoyo de Compañía Minera El Indio, se encuentra realizando un programa de estudio de las variables bióticas y abióticas que están interactuando en la Bahía Coquimbo, tomando como factor de perturbación, entre otras causas, los embarques de concentrado de mineral realizadas específicamente en el recinto portuario perteneciente a EMPORCHI. Actualmente, este esfuerzo conjunto ha permitido el desarrollo de tres Etapas de Estudio, encontrándose las dos primeras completamente finalizadas.</p> <p>El presente estudio ha sido subdividido en tres capítulos, el primero de los cuales comprende un Resumen Ejecutivo que integra los resultados obtenidos por los estudios específicos confrontándolos con los generados en las anteriores etapas de monitoreo (1993-1995), discutiéndose acerca del significado de los mismos. El segundo capítulo se denomina Monitoreo de Parámetros Físicoquímicos y biológicos en el Puerto de Coquimbo e incluye dos secciones. En la Sección 1 son entregados los estudios sobre calidad Físicoquímica de agua y sedimentos; en la Sección 2 se incorpora lo relacionado a ecología submareal de fondos blandos. Los antecedentes del organismo ejecutor del proyecto son entregados en el tercer capítulo. Un cuarto capítulo, Estudio de Impacto Ambiental de los Relaves Mineros mediante el Uso de Bioensayos en la Hoya Hidrográfica del Río Elqui, se encuentra en etapa de diseño de muestreo.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Programa de Monitoreo de la calidad del agua, sedimentos y recursos bentónicos, Puerto Guayacán. Compañía Minera del Pacífico S.A. en Bahía La Herradura de Guayacán. Coquimbo, Chile”

Publicación Inda, J.; López, A.; Zárata, R. 1999. Informe Final. Depto. de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. 96 pp.

Área Geográfica Bahía La Herradura

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Agua, Sedimento y Macroinfauna

Análisis Cu, Fe, Mn

Resumen “El crecimiento de la población, el desarrollo de las ciudades y el progreso tecnológico han ocasionado una serie de conflictos derivados de la explotación de los recursos naturales y contaminación ambiental. La consecuencia de todo ello ha provocado la alteración de los ciclos de materia y energía, con la consiguiente degradación de los ecosistemas y la puesta en peligro del equilibrio poblacional entre numerosas especies y el hombre.

La inquietud de realizar estudios ambientales surge como respuesta a fuertes presiones de uso y riesgo a que está sometida la zona costera, lo que reclama el establecimiento de prioridades de uso, procedimientos en la resolución de conflictos y regulaciones suprasectoriales que tiendan a mantener la calidad ambiental de estas, evitándose situaciones de colapso que pudieran acarrear severos perjuicios económicos y sociales.

La administración del medio ambiente debiera traer consigo un conjunto de disposiciones y actuaciones necesarias para lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente, para que la calidad de vida de las personas y el patrimonio natural sean lo más elevado posible. En estas actividades se presentan los estudios de evaluación de impacto ambiental, dentro de los cuales se encuentra el Plan de Vigilancia o Programa de Monitoreo Ambiental, parte del cual se incluye en este informe.

El importante aumento del uso de técnicas de monitoreo durante los últimos treinta años, para definir las diferencias espaciales y temporales de la disponibilidad de contaminantes en los ecosistemas acuáticos, confirman la utilidad y versatilidad de estos métodos.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Metales pesados en *Xanthochorus cassidiformis* extraídos en las bahías de Coquimbo, La Herradura y Tongoy, Chile”

Publicación	Inda, J.; Bakulic, Y.; Cortes-Monroy, J. y G. Villalón. 1993. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. Serie Ocasional 2: 93-98
Área Geográfica	Bahía Coquimbo, Bahía La Herradura y Bahía Tongoy
Área	Contaminación
Año	1993
Matriz	Organismo
Análisis	Cd, Fe, Ni
Resumen	<p>“El caracol rubio <i>Xanthochorus cassidiformis</i>, es un recurso renovable de importancia económica para la IV Región, comercializándose en mercados extranjeros como producto congelado y en conserva. Por ser un producto alimenticio y de exportación es necesario conocer los niveles de metales pesados.</p> <p>Se recolectaron manualmente individuos en las bahías de Coquimbo, La Herradura y Tongoy, seleccionando dos tallas por bahía de 30 y 60 mm, con 22 individuos por talla con dos muestreos en el tiempo, abril y mayo de 1991.</p> <p>La parte comestible fue separada de la concha y se analizó de acuerdo a las especificaciones de UNEP/FAO/IAEA; cuantificándose los metales cadmio, cobre, hierro y níquel en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Shimadzu AA-670, con un Registrador PR-4. Se utilizó la metodología del estándar. Para comparar la precisión y exactitud se usaron muestras de biota preparadas por AISA-234.</p> <p>Los mayores valores obtenidos para cadmio se encuentran en los ejemplares de las bahías de Tongoy, con 4,62 mg/Kg, y en La Herradura con 5,88 mg/kg en la talla de 60 mm. Para hierro los mayores valores se encuentran en la bahía de Tongoy con 151,28 mg/kg y para níquel los mayores valores corresponden a los individuos de la bahía La Herradura con 4,02 mg/kg en la talla de 60 mm. Los valores se discuten relacionándolos con las características existentes en las diferentes bahías.</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Línea de base para la evaluación de impacto ambiental de las operaciones de almacenamiento y embarque de concentrado de Trióxido de Arsénico en el puerto de Coquimbo. I Etapa.”

Publicación Inda, J.; Trucco, R.; Fernández, M.L.; Cuturrufo, G.; Cárdenas, T. 1994. Informe Final. Depto. de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. 203 pp.

Área Geográfica Bahía Coquimbo

Área Contaminación

Año 1993-1994

Matriz Agua, Sedimento, Macroinfauna

Análisis Cu, Fe, As, Sn, S

Resumen “La contaminación marina ha sido tratada en los últimos tiempos bajo el desarrollo de los componentes que encierran los programas de investigación básica en áreas de interés nacional, por medio del fortalecimiento de medios institucionales, financieros y jurídicos que constituyen en su conjunto una estrategia para el futuro control y vigilancia de la contaminación marina regional.

Compañía Minera El Indio explota un yacimiento de Oro, Plata y Cobre en la alta cordillera de la región de Coquimbo. Los procesos extractivos son realizados a tajo abierto y subterráneo y mediante lixiviación en pilas para el mineral de baja ley, siendo los productos finales: concentrado de Cobre, Oro y Plata, barras de Metal Doré y Trióxido de Arsénico.

La importancia del trióxido de arsénico radica en que es un compuesto ampliamente usado en agricultura principalmente como herbicida y pesticida. Debido a esto la entrada de arsénico al sistema se ha incrementado ostensiblemente.

El arsénico es considerado un metal tóxico y su forma trivalente, As (III), es considerada la más tóxica de todas, lo que se debe principalmente que a concentraciones mayores a las normales, ataca los grupos Thiol que se encuentran en los centros activos de un gran número de enzimas presentes en los organismos vivos.

Este informe comprende el estudio desde invierno de 1993, hasta otoño de 1994. Se realizaron 4 muestreos con el fin de comparar espacial y temporalmente las diferentes variables bióticas y abióticas que interactúan en bahía Coquimbo.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Estudio de Impacto Ambiental en puerto de Embarque de mineral de hierro perteneciente a Compañía Minera del Pacífico S.A. en Bahía La Herradura de Guayacán, Coquimbo, IV Región”

Publicación	Inda, J.; Trucco, R.; Cuturrufo, G.; Maltés, O. Fernández, M.L; Berríos M.; Pacheco, A.; Olivares, J.Moraga, J. y G. Torrejón. 1995. Términos de referencia propuestos, Estudio de Línea Base Primera Etapa. Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	Bahía La Herradura de Guayacán
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua, Sedimento, Biota
Análisis	Cu, Fe, Cd, Pb, Zn y Mn
Resumen	<p>“En el sector Sur de la ciudad de Coquimbo, se sitúa Bahía La Herradura de Guayacán en la cual Compañía Minera del Pacífico S.A. (CMP), desde 1955 acopia en pilas en sus patios de operación mineral de hierro a granel en una superficie aproximada de 10 Ha., este mineral es transportado a este centro de almacenamiento principalmente por vía ferroviaria desde las minas El Romeral.</p> <p>Aledaño al sector de acopio de mineral, se encuentra en las concesiones marítimas de la empresa el muelle mecanizado propiedad de CMP denominado “Puerto de Guayacán”, el cual se utiliza para embarcar los minerales de hierro en diferentes barcos principalmente a mercados externos dependiendo de los convenios y contratos que la Compañía lleva a cabo. Estos embarques se realizan desde las pilas de acopio por medio de sistemas de correas transportadoras que permiten el carguío directo a los barcos.</p> <p>La bahía la Herradura de Guayacán es muy compleja desde el punto de vista ambiental, ya que los agentes de cambio involucrados en el medio ambiente tanto en el pasado como presente son muy variados, entre los que cabe destacar: desechos domésticos, vaciados de relaves de cobre y mineral de manganeso, actividad pesquera industrial, embarques de mineral de hierro, investigaciones marinas, docencia, cultivo de algas y moluscos, actividad recreacional y turística, entre otros.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Contaminantes en el medio marino”

Publicación Inda, J. y R. Trucco. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 1-33

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Medio Marino

Análisis Metales Pesados, Sedimento, Gases, Especiación química

Resumen “En la década del sesenta el hombre aprecia por primera vez su planeta desde el espacio. Las fotografías de esas imágenes recorrieron el planeta tierra, proyectando un mensaje no sólo de gran hazaña sino de un gran golpe en la conciencia humana. Visto desde el espacio pasamos a ser un planeta pequeño y finito. La percepción nítida de las fronteras del planeta Tierra viene a subrayar la necesidad de esos límites, que no podemos seguir vulnerando sin arriesgar la propia viabilidad de la vida presente y futura de nuestro planeta.

Toda la vida del hombre ocurre en relación inevitable con su medio ambiente. En especial, el mejoramiento de la calidad de vida que es el objetivo central del desarrollo, necesita que la relación con el ambiente sea armónico y sustentable. El medio ambiente es reconocido como la integración de sistemas Físicos, Químicos, Biológicos y humanos, es decir, la interacción entre el hombre y su entorno.

La contaminación se define como “la presencia en el ambiente, por acción del hombre de cualquier sustancia química, objetos, partículas, microorganismos, forma de energía o componentes del paisaje urbano o rural, en niveles y proporciones que alteren la calidad ambiental y por ende la posibilidad de vida”. Existen variados problemas ambientales, ellos se pueden agrupar en cuatro grandes grupos:

1. Fenómenos de contaminación Aire- Suelo- Agua,
2. Degradación de los recursos
3. Deterioro del medio construido
4. Problemas del ámbito social

Diferentes metodologías pueden utilizarse para evaluar estos cuatro grandes grupos de problemas, sus estudios están basados en el principio de desarrollo sustentable.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Aguas de Relave de la Minería del cobre y su Impacto Ambiental”

Publicación	Inda, J.; Trucco, R. Y M.L. Fernández. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	Contaminación
Área	Estero Carén, Chile.
Año	
Matriz	Agua
Análisis	Cd, Cu
Resumen	<p>“La utilización de aguas continentales es fundamental para el desarrollo industrial de un país, no obstante, ello implica una posible alteración en las propiedades naturales de éstas, provocando un posible impacto sobre los sistemas hidrobiológicos.</p> <p>La compañía minera El Teniente de CODELCO-CHILE, construyó un embalse para la descarga de los relaves de los tratamientos mineros del cobre, con lo cual se consigue que los sedimentos de estos relaves queden en este embalse y las aguas utilizadas sean vertidas en la hoya hidrográfica del Carén, escurriendo finalmente al Lago Rapel.</p> <p>Con la finalidad de evaluar la distribución de metales traza en la hoya hidrográfica del Estero Carén (Chile), se estudia quincenalmente durante un año los niveles de concentración de cadmio, cobre, manganeso y molibdeno en 19 estaciones ubicadas a lo largo del estero incluyendo sus afluentes.</p> <p>Las muestras de agua fueron colectadas superficialmente en envases de polipropileno, filtradas a 0,47 μ y tratadas según APHA (1980). El análisis de los diferentes niveles de metales se realizó en duplicado mediante lectura directa en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Shimadzu AA-670 y registrados en una impresora PR-4 acoplada al equipo. Los valores se expresan en mg/L del metal.</p> <p>Los resultados obtenidos indican que en la columna de agua las concentraciones de cadmio y cobre que provienen de las aguas de relave no sobrepasan los valores estipulados en la norma chilena para agua potable y regadío. Para el caso de manganeso éste sobrepasa levemente el valor mencionado por la norma chilena para agua de regadío (para agua potable la norma no especifica valores).</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Diagnóstico de la Calidad Ambiental en Bahía Inglesa. III Región, Chile”

Publicación	Inda, J. 1999. Informe Final, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	Bahía Inglesa, III Región
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Agua, Sedimentos, Tejidos
Análisis	Microbiológicos, Toxinas, Metales pesados
Resumen	<p>“La III Región de Atacama, constituye el límite norte del sistema morfológico de valles transversales, el cual se estructura desde el río Copiapó hasta el valle del Aconcagua en la V Región de Valparaíso, y está representada en Atacama por los valles de los ríos Copiapó y Huasco. El clima de esta región se caracteriza por ser una zona desértica en que existe una escasa magnitud de precipitaciones y la ocasionalidad de su ocurrencia.</p> <p>El presente estudio tiene por objeto obtener las bases para la implementación de un sistema de certificación de calidad de aguas para el sistema de bahías de III Región de Atacama, para este caso de bahía Inglesa, de acuerdo a las exigencias establecidas por la Comunidad Europea (CE) y por el Food and Drug Administration (F.D.A.) de los Estados Unidos en el marco del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB).</p> <p>En todos los aspectos analizados Bahía Inglesa fue considerada un Área Aprobada. Dichos parámetros evaluados fueron: Coliformes Totales en agua de mar, Coliformes fecales en carne de moluscos, V. cholerae en agua de mar, Salmonella en carne de moluscos, Staphylococcus en carne de moluscos, Coliformes Fecales en sedimento, Salmonella en sedimento, VPM/VDM/VAM en carne de moluscos, Comunidades Planctónicas, Metales Pesados en carne de moluscos, Metales Pesados en Sedimentos y Condiciones Oceanográficas.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Empleo de Bioensayos in situ con juveniles del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* , en jaulas de fondo para Evaluar la Calidad de los Sedimentos de bahía Coquimbo (IV Región)”

Publicación Inda, J.; Cuturrufo, G.; Torrejón, G. y M.L. Fernández. Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina, Universidad Católica del Norte

Área Geográfica Bahía Coquimbo

Área Bioensayos

Año

Matriz Agua, Sedimento, Tejidos

Análisis Metales Pesados

Resumen “La determinación de calidad de sedimentos es necesaria para identificar y reconocer áreas que se encuentren afectadas por algún tipo de contaminación. En la actualidad esta determinación ha sido realizada, principalmente, mediante análisis químico. No obstante se ha sugerido que la evaluación de calidad de sedimentos debe involucrar, al menos, dos a tres categorías de mediciones, tales como: Cuantificación de la concentración del contaminante en el ambiente, Evaluación de la toxicidad de muestras ambientales y Cuantificación de los cambios en la biota residente, con énfasis en la infauna. Las tres categorías de mediciones en conjunto constituyen la denominada Triada de Calidad de Sedimentos.

Una de las razones que se da para el uso de la triada de calidad se refiere a que el análisis químico de los sedimentos por sí solo entrega escasa información acerca de los daños biológicos que ocurren a la biota involucrada, pero es necesario para determinar el grado y naturaleza de la contaminación, permitiendo además identificar las posibles fuentes contaminantes. Por otra parte, aunque la evidencia directa obtenida mediante los bioensayos sirve para establecer el significado toxicológico de los datos químicos, éstos al ser generalmente ejecutados en laboratorio, no pueden recrear con exactitud las condiciones naturales bajo las cuales la biota está expuesta al contaminante. Además, los bioensayos permiten una mejor evaluación de la calidad de los sedimentos ya que en estos existe una integración de todas las variables medioambientales y los contaminantes. La cuantificación de los cambios en la biota que habita los sedimentos es necesaria para validar los datos de laboratorio. Sin embargo, los cambios comunitarios por si solo entregan poca evidencia acerca del efecto químico tóxico in situ.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Comparación de dos técnicas de análisis para Cadmio, Calcio, Cobre, hierro, Magnesio y Manganeso en sedimentos marinos de la bahía de Tongoy y sus niveles”

Publicación	Inda, J. y R. Trucco. 1990. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	Bahía Tongoy
Área	Contaminación
Año	1990
Matriz	Sedimento
Análisis	Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn
Resumen	<p>“La constante preocupación del hombre por los compuestos contaminantes en el ecosistema y la consecuente bioacumulación por organismos marinos vivos hace necesario estudiar sistemas de análisis confiables y rápidos que permiten verificar si las diferentes bahías están siendo sometidas a interacciones provocadas por el hombre.</p> <p>Diversos autores especifican que en el caso de Chile, parte del desarrollo se está haciendo en base a su potencialidad minera, debido a la explotación minera, en especial del cobre y del hierro, los que pueden generar algunos productos de desechos que al ser vaciados sin ningún tratamiento al medio marino provocan un cambio en las condiciones de vida y en la ecología del lugar.</p> <p>Los sedimentos de la bahía en estudio poseen condiciones muy favorables para algunos cultivos de importancia económica. De acuerdo a los antecedentes históricos en esta bahía existió una fundición de cobre y hierro; dos muelles de embarque, uno destinado a la carga y descarga de carbón de piedra y el otro destinado para la carga de barras de cobre.</p> <p>Se comparan los resultados obtenidos por dos Técnicas Analíticas de Sedimentos, una propuesta por Analytical Methods Manual (Canadá, 1982) y otra utilizada por Hershelman, Schafer y Young (1981) para los análisis de Cadmio, Calcio, Cobre, Hierro, Magnesio y Manganeso. Se relacionan los resultados con cuatro tipos de granulometría de grados -1,0; 0,0; +0,1; +3,0 y sin tamizar.</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Niveles de cadmio en agua, sedimento y especies de interés económico de Bahía Coquimbo (29°56’S-71°18’W)”

Publicación	Inda J., Fernández, M.L. y G. Cuturrufo. 1995. Libro resumen XV Jornadas de Ciencias. Coquimbo. Pág. 126.
Área Geográfica	Bahía Coquimbo
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua, sedimento y especies
Análisis	Cd
Resumen	<p>“Debido al creciente desarrollo urbano, las zonas costeras han recibido una creciente influencia antropogénica que en algunos casos ha conllevado a deterioro en la calidad del medio ambiente marino. Dentro de este contexto el cadmio ha cumplido un importante papel como contaminante ya que puede ingresar al medio marino debido a actividades que se relacionan con explotaciones mineras, industria metalúrgica y la disposición de fangos de aguas servidas.</p> <p>El muestreo fue realizado en bahía Coquimbo, la cual fue dividida en cuatro sectores de acuerdo a su principal actividad productiva (S-1= Puerto, S-2= Pesca, S-3= Cultivos, S-4= Punta de Teatinos).</p> <p>El cadmio fue determinado en agua, sedimentos y especies biológicas por medio de digestión ácida y posterior lectura mediante un espectrofotómetro de absorción atómica Shimadzu AA-670 acoplado a un registrador gráfico PR-4.</p> <p>Los valores de cadmio obtenidos fueron procesados estadísticamente mediante análisis de varianza de una vía y prueba de comparaciones múltiples con un nivel de confianza de un 95%.</p> <p>Los valores de cadmio en sedimentos son uniformes en toda la zona de estudio, encontrándose que estos niveles son ostensiblemente menores a los reportados para zonas costeras con alguna influencia de la actividad minera (III Región).</p> <p>Los resultados en especies indican que los mayores valores de cadmio tisular son registrados en gónadas de moluscos (<i>Argopecten purpuratus</i>) y branquias de crustáceos (<i>Homalaspis plana</i> y <i>Cervimunida johni</i>) respectivamente.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Identificación de una Fuente Puntual de Incorporación de PAHS en el Área de la Desembocadura del Río Bío-Bío”

Publicación: Inzunza B., Barra R., Orrego R. y Gavilán J.F. 2001. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 51

Área Geográfica Río Bío Bío

Área Contaminación

Año 2001

Matriz Sedimento

Análisis Hidrocarburos aromáticos policíclicos

Resumen La presencia de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) en la parte baja del río Bío-Bío ha sido demostrada empleando análisis químicos y biomarcadores. Sin embargo, el origen de la(s) fuentes(s) de emisión no ha sido determinado. En el presente trabajo se determinó la posible entrada de PAHs a través de una fuente puntual (efluente industrial) en el área de la desembocadura del río Bío-Bío. Se tomaron muestras de sedimento de cuatro zonas del río: preimpacto, impacto, postimpacto y desembocadura; más un sedimento control del río Itata. Ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* fueron expuestos a estos sedimentos por 21 días; después de ser sacrificados se les extrajo la bilis para realizar el análisis de fluorescencia. Se realizaron análisis químicos a cada muestra de sedimento, más la muestra del efluente, para determinar la presencia de PAHs. El análisis de fluorescencia biliar total mostró diferencias significativas entre los peces expuestos a los sedimentos de la zona de impacto y postimpacto, respecto a los organismos expuestos a los sedimentos control (Río Itata), preimpacto y desembocadura. Estos resultados fueron corroborados con los análisis químicos de PAHs realizados a los sedimentos, concluyendo finalmente que una de las fuentes de incorporación de PAHs en el área estudiada correspondería al efluente industrial analizado como fuente puntual.

Ubicación Centro EULA-Chile, Casilla 160C

Nombre del Proyecto

Niveles de Tolerancia a cobre Cu² en vibrionáceas asociadas al bivalvo *Argopecten purpuratus* (Lamarck,1819).

Publicación	Jorquera M, Andrés Camaño, María Angélica Mondaca y Carlos Riquelme. Niveles de Tolerancia a cobre Cu ² en vibrionáceas asociadas al bivalvo <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck,1819).
Área Geográfica	Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Organismos, Agua
Análisis	Resistencia bacteriana, Cu, Cr, Zn, Cd y Hg
Resumen	<p>Se estudió el efecto de Cu² en vibrionáceas asociadas a <i>Argopecten purpuratus</i> (ostión del Norte). Especímenes de <i>A. purpuratus</i> fueron expuestos a 20 y 40 ug Cu²/l en condiciones de cultivo. Se realizaron análisis bacteriológicos y de contenido de Cu² en branquia, glándula digestiva y riñón. Posteriormente, se aislaron vibrionáceas tolerantes a Cu², determinando su tolerancia a diversos metales pesados (e.g, Cu, Cr, Zn, Cd y Hg) y resistencia antibacterianos. Además se determinó la presencia de plásmidos en vibrionáceas multiresistentes. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: i) no se observó diferencias cuantitativas de bacterias heterotróficas totales en organismos con y sin adición de Cu², ii) se encontró asociación en forma natural, en branquia y glándula digestiva de vibrionáceas tolerantes a Cu², oscilando entre un 20 a 40 % de las vibrionáceas totales iii) en organismos expuestos a Cu² se observó un incremento significativo de vibrionáceas tolerantes en riñón y glándula digestiva durante el experimento iv) se determinó que el riñón en <i>A. purpuratus</i> es claramente un órgano bioindicador medido como concentración de Cu² en tejido v) se encontró que vibrionáceas tolerantes a Cu² presentan una alta tolerancia a metales (Zn, Cr y Cd) y antibacterianos vi) se evidenció la presencia de plásmidos en vibrionáceas tolerantes a Cu²</p>
Ubicación	Biblioteca Especializa de Ciencia y Tecnología del Mar. Biblioteca Colección General. Universidad de Antofagasta.

Nombre del Proyecto

“Contaminación del Río Loa: Una Contingencia Multisectorial”

Publicación: Kuschel F., Serrano A., Peña S. Cancino X., Palma W., Román A. y Padilla C. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Págs. 99

Área Geográfica Río Loa

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Organismos

Análisis As, Pb, Hg, Cd, Carbono total

Resumen El presente trabajo por finalidad, dar a conocer la coordinación y el esfuerzo Multisectorial frente a la Contingencia Ambiental producida en el río Loa, el cual en su recorrido de 410 Km. desde su nacimiento al pie del volcán Miño, desemboca en el Pacífico a los 21° 21' L.S., constituyendo el límite natural entre las I y II regiones, lo que originó una competencia administrativa para el tratamiento integral del problema.

El sistema de circulación en la desembocadura del río arrastró los agentes contaminantes hacia el Norte, siendo afectadas las caletas pesqueras de jurisdicción de la I Región, lo que generó una alerta sanitaria preventiva prohibiéndose la extracción y comercialización de algunos productos del mar en caletas afectadas por la contaminación, en especial caleta Chipana. Por tal motivo y a iniciativa del Gobierno Regional de Tarapacá se creó una comisión multisectorial conformada por los servicios Públicos; Conama, Salud, Armada de Chile, Sernapesca y Universidad Arturo Prat. En su labor esta comisión se planteó dos objetivos primordiales cuales fueron a) Detectar elementos tóxicos que puedan poner en riesgo la salud y la vida de las personas directamente o a través del consumo de productos marinos contaminados y b) Evaluar el impacto negativo sobre el ambiente a mediano y largo plazo que pudieran producir los elementos contaminantes presentes en el agua. Para tal efecto se desarrolló una metodología de trabajo definiendo: Zonas de muestreo, que comprendió desde los Choros al sur de la desembocadura del río Loa, hasta Punta Blanca al norte de ésta; especies a muestrear, entre otras cholga, ostión, almejas; y contaminantes como As, Pb, Hg, Cd, Espumantes, Carbono total, etc. Los que fueron analizados por el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), organismo de referencia nacional.

De los resultados de los análisis preliminares realizados por el ISP, se logró establecer que del total de posibles agentes contaminantes, sólo los metales trazas Arsénico y Cadmio eran los más relevantes.

La sumatoria de esfuerzos y recursos tanto humanos como económicos desplegados por las instituciones involucradas, permiten concluir que existe a nivel regional una capacidad de reacción frente a eventuales contingencias ambientales, Sin embargo la complejidad del problema suscitado, que involucra dos regiones y ecosistemas diferentes requiere compromisos de un nivel superior de ámbito nacional.

Ubicación

Nombre del Proyecto

“Anfípodos como Indicadores de Biodisponibilidad de Metales Pesados”

Publicación: Lancellotti D.A., Trucco R.G., Inda J. y Fernández M.L. 1992. Libro Resúmenes XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago. Págs. 71-72

Área Geográfica Coquimbo

Área Impacto Ambiental

Año 1992

Matriz Organismos

Análisis Metales pesados

Resumen Las especies de anfípodos talítridos han sido sugeridas como invertebrados marinos potenciales para el monitoreo de contaminación por metales pesados, debido a dos razones básicas: no regulan la concentración corporal de metales pesados y son cosmopolitas, abundantes y de tamaño adecuado para la manipulación.

Entre los talítridos, el género *Hyale* corresponde al grupo más abundante en la zona de Coquimbo. Cinco especies se distribuyen diferencialmente entre algas y gradiente de exposición al oleaje. En zonas con mediano a alto grado de exposición al oleaje *H.grandicornis* abunda en algas del género *Ulva*, y en menor abundancia y en algunas épocas del año, se encuentra *H.media* y *H.hirtipalma*. En sectores protegidos, *H.rubra* y *H.maroubrae* son los habitantes exclusivos del grupo entre las algas del género *Ulva*.

Las concentraciones de los metales pesados en *H.grandicornis* y *H.rubra* se correlacionan significativamente con las concentraciones en cada uno de ellos presentes en frondas de *Ulva rigida*. La concentración de los respectivos metales para las otras especies del género no respondieron a relaciones lineales con respecto a las concentraciones de estos metales en las algas. Las diferencias en dichos patrones son atribuidas a los diferentes mecanismos de alimentación que poseen las especies del género.

Estos resultados apoyan la utilización de *H.grandicornis* como bioindicador de contaminación de metales pesados.

Ubicación Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

Nombre del Proyecto

“Detección de Colifagos y su relación con otros Parámetros Microbiológicos de Contaminación Fecal en Aguas del Emisario de Iquique”

Publicación:	Langenegger J. y Mondaca M. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Págs. 100-101
Área Geográfica	Bahía de Iquique
Área	Contaminación
Año	1998
Matriz	Agua
Análisis	Coliformes
Resumen	<p>Desde el punto de vista sanitario, la estimación de los parámetros microbiológicos es de gran importancia en la evaluación de la calidad de las aguas. De esta forma, trazadores biológicos y los microorganismos que deben controlarse con absoluta rigurosidad son los que tienen una clara relación con las aguas de desechos y excretas. En la actualidad, el único parámetro o indicador de contaminación fecal son las bacterias coliformes (Totales y Fecales). Con la finalidad de determinar la presencia de colifagos, indicadores de contaminación viral de origen fecal y de relacionarlos con otros indicadores microbiológicos, se analizaron muestras del emisario de la ciudad de Iquique. Los muestreos fueron realizados en un lapso de 30 días en el período Febrero-Marzo de 1998. Se investigó la presencia de colifagos de acuerdo al método descrito por Grabrow (1986) utilizando como cepa indicadora <i>Escherichia coli</i> B. El recuento de enterococos se realizó mediante la técnica de filtración por membrana. Los coliformes totales (CT) y fecales (CF) fueron determinados según la técnica del NMP. Para los recuentos totales de bacilos Gram (-) y bacterias heterotróficas se utilizaron los medios McKonkey y R2A respectivamente. Los colifagos se detectaron en un rango de $7,4 \cdot 10^5$ a $1,3 \cdot 10^5$ calvas/100 ml. Los recuentos de enterococos variaron entre un 1 a $3,9 \cdot 10^6$ UFC/100 ml, mientras que las CT y CF presentaron mayores concentraciones de hasta $9,3 \cdot 10^8$ / 100 ml. La carga bacteriana presente en término de bacterias heterotróficas totales variaron entre 10^6 y 10^7 UFC/ml, y los bacilos Gram (-) entéricos fluctuaron entre un 5 y 87% del total de microorganismos aislados, encontrándose en el orden de 10^5 a 10^7 UFC/ml.</p>
Ubicación	Departamento Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Iquique.

Nombre del Proyecto

“Cambios en Comunidades Meiobénticas Asociadas a Relaves de Cobre en el Norte de Chile”

Publicación: Lee M.. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Págs. 113-114

Área Geográfica Bahía de Chañaral

Área Contaminación Acuática

Año 1997

Matriz Sedimento

Análisis Cu, abundancia

Resumen Desde aproximadamente 1940 el relave sin tratamiento de la mina de cobre El Salvador impactaron bahía Chañaral por casi 35 años, para luego ser desviados a la localidad de Caleta Palito, 10 km al norte de Chañaral, hasta 1990. En 1990 el material particulado del relave comenzó a ser depositado en un tranque de decantación construido en Pampa Austral, y desde entonces las “aguas claras” se continúan vertiendo en Caleta Palito. Trabajos previos de nuestro grupo se han centrado en aspectos relacionados a invertebrados y algas marinas que colonizan el sustrato rocoso de la zona intermareal de la zona afectada, sin tener en cuenta las playas de arena, naturales y artificiales, que ocurren en el sector. Así, el objetivo general del presente estudio es determinar el efecto del relave sobre la meiofauna en las playas de la zona de Chañaral.

Se seleccionó un total de 5 playas, y en cada una de las cuales se establecieron dos transectos paralelos entre MHW y MLW. En cada transecto se colectaron 5 muestras de arena en estaciones uniformemente distribuidas. Las muestras fueron preservadas en formalina 10% y en el laboratorio se identificaron y cuantificaron los principales taxa. Las comparaciones entre todas las playas se hicieron mediante un análisis no paramétrico Kruskal-Wallis; playas físicamente similares en granulometría y pendiente fueron comparadas mediante el test de Wilson. Finalmente, se estimó la relación entre la razón Nemátodo-Copépodo y a) el tamaño promedio de grano del sedimento, b) el cobre disuelto, y c) el cobre asociado con el sedimento.

El análisis de rangos indica que las playas difieren significativamente en el número de individuos, produciendo un gradiente de menor a mayor abundancia a medida que aumenta la distancia del punto de descarga. La razón Nemátodo-Copépodo para cada una de las playas fue: Zenteno 9.84, Palito 37,90, Blanca 393.67, Isla Pan de Azúcar 10.37, Pan de Azúcar 11.50. Dicha razón se correlacionó fuertemente con el cobre disuelto afectan marcadamente la comunidad de meiofauna en las playas del área de Chañaral.

Ubicación Departamento de Ecología, P. Universidad Católica de Chile, Santiago.

Nombre del Proyecto

“Evaluación de las Enfermedades de Peces Asociadas a las Descargas de Aguas Servidas en los Lenguados *Paralichthys microps* (Günther, 1881) y *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867), como Bioindicadores de la Polución Ambiental Costera en la Bahía Concepción. Parte II. Histopatologías”

Publicación: Leonardi M. y Tarifeño E. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Págs. 115-116.

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación Acuática

Año 1997

Matriz Organismos

Análisis Histopatológico

Resumen Estudios preliminares en laboratorio en *P. Microps* y *P. adspersus* han demostrado que la descarga de aguas servidas del emisario submarino Penco-Lirquén en la bahía Concepción produce patologías a nivel macroscópico e histológico en piel, branquias e hígado. Estas histopatologías corresponden a dermatitis crónica, edema branquial y hepatitis con abundancia de centros de melanomacrófagos, de acuerdo a los criterios estandarizados por el International Council for the Exploration of the Sea (ICES) reconocidos como indicadores de polución ambiental. (ICES 1989).

De este modo se evaluó en su hábitat natural las histopatologías que puedan existir en ambas especies de lenguados que habitan en la bahía Concepción y se determinó cuál histopatología o enfermedad en estos organismos pueden ser usadas como evidencias del deterioro ambiental costero por el efecto de las descargas de aguas servidas dentro de un programa de vigilancia.

Para tal efecto se realizaron durante un año muestreos estacionales: oceanográficos, bacteriológicos, químicos, y observación histopatológica a nivel de piel, branquias e hígado, en ambas especies de lenguados tanto en el área de residencia (bahía de Dichato). Se registra la prevalencia de las patologías subletales a nivel histológico asociadas a la descarga de origen doméstico, en una muestra de 112 individuos entre ejemplares *P. microps* y *P. adspersus*.

Los resultados indican que los lenguados *P. microps* y *P. adspersus* que habitan la bahía Concepción muestran en su hábitat natural una alta prevalencia y ocurrencia de histopatologías asociadas con descargas de aguas servidas, siendo afectada la totalidad de la muestra analizada. Las histopatologías registradas en ambas especies corresponden a: i) dermatitis crónica, ii) telangiectasia laminar, iii) hiperplasia branquial, iv) edemas branquiales y v) hepatitis con abundancia de melanomacrófagos; estas dos últimas con mayor prevalencia. Se encontró diferencias significativas entre las estaciones del año para las histopatologías; telangiectasia laminar ($p < 0,01$); hiperplasia branquial ($p < 0,01$) y hepatitis c/ centros de melanomacrófagos ($p < 0,01$). Por otra parte en los meses de primavera-verano se presentan las mayores prevalencias de histopatologías branquiales. En la zona control ambas especies no presentan histopatologías.

Ubicación

Biblioteca Departamento de Zoología. Universidad de Concepción. Chile

Nombre del Proyecto

“Aspectos Reproductivos de *Emerita analoga* Stimpson, 1857, en Playas del Litoral de Antofagasta con Diferente Contenido de Cobre en sus Sedimentos”

Publicación: López I., Aracena O. Camaño A. Furet L. y Vargas F. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 89

 rea Geográfica Bahía de Antofagasta

 rea Contaminación

Año 1995

Matriz Sedimento, organismos

Análisis Cu, Materia Organica

Resumen *Emerita analoga*, se ha utilizado como indicador de alteraciones ambientales, por su abundancia y amplia distribución geográfica. El propósito del presente trabajo es conocer el comportamiento reproductivo de poblaciones de *E. analoga* (bajo la influencia de actividad industrial (Playa Amarilla y sin ella (Playa Rinconada, ubicada al norte de Antofagasta).

Los muestreos se realizaron bimensualmente entre julio 1993 y enero de 1994. En Playa Amarilla se realizaron tres transectos, perpendiculares a la línea de la costa y uno en Playa Rinconada. En cada transecto se tomó una muestra original y dos replicas a los 8, 12, 15, 18, 21, 25 y 28 metros, respecto a la pleamar del día anterior. Paralelamente, se determinó el contenido de cobre en *E. analoga* y materia orgánica, cobre y granulometría en sedimentos.

El contenido de cobre en los sedimentos fluctuó entre 23 y 59 ppm en Playa Amarilla y entre 14 y 80 ppm en Playa Rinconada. En *E. analoga* fluctuó entre 66,48 y 499,66 [ug/g peso seco] en P. Amarilla y entre 50, 03 y 171,07 [ug/g peso seco] en Rinconada. En ambas playas se observan aumentos de porcentajes de hembras con huevos y de machos con esperm toforos en septiembre y enero, siendo mayor en septiembre para P. Amarilla y en enero para Rinconada. La proporción sexual se aleja de lo normal en ambas playas, siendo más abundantes los machos, especialmente en P. Amarilla. El reclutamiento ocurre en diferentes meses en ambas playas. Para P. Amarilla, la talla mínima de hembras con huevos fue de 12 mm de longitud cefalotor xica (L.C.) Para esta misma playa la relación número de huevos versus talla de hembras, en primavera se define por la ecuación Número de Huevos (NH)=0,21*L.C.^{3,17}, ($r^2=0,5$) y en verano-otoño es: NH=1,17* L.C.^{3,39}.

A la fecha es posible concluir que no hay evidencias que las diferencias observadas en el comportamiento reproductivo de estas poblaciones se deban a concentraciones diferenciales de cobre de ambas localidades.

Ubicación Instituto de Investigaciones Pesqueras.Colon 2780. Talcahuano

Nombre del Proyecto

“Bioensayos con elutriados de sedimentos provenientes de bahía Coquimbo y La Herradura de Guayacán sobre células espermáticas de *Arbacia spatuligera* (Echinodermata: Arbacioida) y su influencia en la fecundación

Publicación	López, A. y J. Inda J. 2000. Libro resumen XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Pág. 146.
Área Geográfica	Bahía Coquimbo, bahía La Herradura
Área	Bioensayos
Año	1998
Matriz	Elutriados de sedimentos
Análisis	Fe, Cu, Cd
Resumen	<p>“Los sedimentos son un componente integral de los sistemas acuáticos. Se originan de las diferencias de asentamiento existentes entre las partículas terrígenas en suspensión introducidas al sistema que precipitan como resultado de procesos químicos y biológicos. Basándose en esto, los sedimentos son vistos como un reservorio o registro de contaminantes de origen antrópico. Los estudios de evaluación de calidad de sedimentos (triada) incluyen: estudios químicos, bioensayos de toxicidad y estudios de comunidades bentónicas.</p> <p>La evaluación de calidad de sedimentos se realizó en 5 sectores tanto para bahía Coquimbo como para bahía La Herradura, mediante bioensayo de toxicidad con <i>Arbacia spatuligera</i>. La determinación de cobre, hierro y cadmio en sedimentos y elutriados fue realizada según APHA, mediante Espectrofotometría de Absorción atómica. El contenido de carbono orgánico se determinó mediante el método de Gaudette et al., (1974). En los elutriados se midió pH, tº y oxígeno disuelto. Tóxico de referencia se utilizó CuCl₂.</p> <p>Los índices de toxicidad calculados EC₅₀, NOEC y LOEC identifican a los sectores S-1 y S-2, de ambas bahías como los de más alta toxicidad. En bahía Coquimbo, en la mayoría de los casos la toxicidad se ve explicada por el contenido de cobre. En bahía la Herradura la toxicidad se explica en la mayoría de los casos por el contenido de cobre y cadmio.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Evaluación de Sensibilidad y capacidad bioindicadora para pruebas de Toxicidad Aguda LC₅₀ en cobre de: *Girella Laevifrons*, *Mugil cephalus* y *Anisotremus scapularis*”

Publicación	Malinarich Rodríguez, María Alejandra. 1994. Universidad de Antofagasta, Facultad de Recursos del Mar, Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Requisito para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Acuicultura.
Área Geográfica	Antofagasta 23°18 Lat.S.
Área	Contaminación
Año	1994
Matriz	Agua
Análisis	Toxicidad Aguda LC ₅₀
Resumen	<p>El presente estudio, entrega información sobre tres especies marinas locales: <i>Mugil cephalus</i>, <i>Anisotremus scapularis</i> y <i>Girella laevifrons</i>. Las dos primeras especies son alternativas de producción (Bardach, 1986) y/o utilización como organismos bioindicadores nativos, para la determinación de efectos de la contaminación por sulfato de cobre sobre la biota marina local.. El estudio se centrará en la aplicación de Pruebas de Toxicología de efectos Agudos (tipo estática, sin recambio), cuya información se analizará con pruebas estadísticas específicas.</p> <p>En general, las tres especies estudiadas muestran ser lo suficientemente sensibles como para ser consideradas especies indicadoras de toxicidad, con la salvedad de que la que presenta menos problemas de captura y manipulación es <i>M.cephalus</i>.</p>
Ubicación	Biblioteca Especializada de Ciencia y Tecnología del Mar. Biblioteca Colección General. Universidad de Antofagasta.

Nombre del Proyecto

“Evaluación del Impacto Ambiental de Sustancias Contaminantes”

Publicación Marcovecchio J. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 289-312

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Impacto Ambiental

Resumen “El crecimiento demográfico que ha sufrido el planeta, con el consecuente aumento de las actividades urbanas e industriales, la escasez de evaluaciones integrales que permitan interpretar el valor ecológico, social y económico de los ecosistemas fundamentalmente los costeros y la falta de políticas adecuadas de planificación y manejo de los mencionados ambientes son las principales causas que originaron problemas de contaminación y de impacto ambiental en los ecosistemas acuáticos, con la consecuente pérdida de recursos naturales y económicos.

Los hechos anteriormente mencionados han motivado la búsqueda de técnicas y métodos de estudio que permitan identificar los problemas ambientales y sus fuentes generadoras, posibiliten la cuantificación del problema y finalmente sean confiables como para establecer medidas de manejo que mitiguen los conflictos existentes en la relación naturaleza / sociedad. De esta manera se ha desarrollado la Evaluación de impacto Ambiental, que es una poderosa herramienta de planificación que permite identificar los conflictos que puede ocasionar el desarrollo de un proyecto, evaluar el deterioro ambiental producido por alguna actividad, y simultáneamente proporcionar los elementos que ayuden a seleccionar la mejor alternativa o a establecer medidas que minimicen el deterioro del sistema natural o de sus recursos.

En una gran cantidad de países se ha incorporado este tipo de análisis dentro de sus políticas ambientales, aplicándose como requisito a todos los proyectos que puedan ocasionar daños significativos al ambiente. La implementación de esta técnica a través de procesos político-administrativos está dando excelentes resultados y permite certificar que los modelos de crecimiento y desarrollo económico sean compatibles con la conservación y uso sostenible de recursos.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Impacto Ambiental por Relaves de Cobre en Comunidades Intermareales Rocosas de la III Región ”

Publicación: Miethke S., Castilla J.C. y Oliva D. 1992. Libro Resúmenes XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago. Página 76

Área Geográfica Chañaral

Área Impacto Ambiental

Año 1992

Matriz Comunidades de Roca

Análisis Comunidades Intermareales

Resumen Desde 1938 los relaves de la mina de cobre El Salvador fueron conducidos a través del lecho del río Salado hacia la playa de arena de Chañaral (26°20'S). A partir de 1975 los relaves fueron desviados a través de un canal artificial 8 km. al Norte hasta el roquerío de Caleta Palito. En Abril de 1990, por una decisión judicial, estos relaves dejaron de depositarse en la costa. Inmediatamente después de cesar la depositación de relaves, se realizó un muestreo de las comunidades intermareales de roca en 7 sitios que incluían Caleta Palito, sitios cercanos y sitios alejados varias decenas de kilómetros al norte y al sur del foco de contaminación. A través de transectos intermareales perpendiculares al mar se determinaron las coberturas de especies sésiles usando cuadrantes de 1 m² con 196 intersecciones.

Los resultados muestran que la diversidad de especies disminuye drásticamente en los sitios más impactados por la contaminación en comparación con los sitios alejados. En los primeros, la Chlorophyta *Enteromorpha* sp. y algas del grupo de las ceremiales muestran alta dominancia.

Análisis de “cluster” y nodales muestran asociaciones de grupos de especies características de sitios altamente contaminados, intermedios y no contaminados. En este trabajo se discuten metodologías para analizar impactos pro relaves de cobre en ecosistemas intermareales y la necesidad de seguir realizando estudios en estos sitios para evaluar procesos de restauración de la biodiversidad.

Ubicación Biblioteca Instituto de Fomento Pesquero, Santiago.

Nombre del Proyecto

“Contaminación Microbiológica en agua de mar”

Publicación Miranda C. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 34-77

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Microorganismos

Resumen “Los organismos patogénicos para el hombre que son transmitidos por el agua incluyen bacterias, virus y protozoos. Los organismos transmitidos por el agua usualmente crecen en el tracto intestinal y dejan el cuerpo por medio de las fecas.

La contaminación fecal de los cuerpos de agua ocurre principalmente en ríos, lagos y zonas marinas costeras y si estos sistemas no son tratados propiamente, los patógenos pueden ingresar a un hospedador cuando estos tienen contacto con tales sistemas.

Probablemente una de las bacterias patogénicas más importantes transmitidas por vía acuática es la *Salmonella typhi*, responsable de la fiebre tifoidea y *Vibrio cholerae*, causal del cólera. Los virus transmitidos por el agua incluyen al virus de la poliomielitis y otros virus del grupo de los enterovirus, así como los virus causantes de la hepatitis. Las bacterias, virus y hongos patogénicos humanos alcanzan los sistemas acuáticos marinos principalmente mediante los desechos orgánicos.

El tiempo de supervivencia para la mayoría de las bacterias patógenas es mayor en ríos y en lagos que en el mar, considerando que el agua de mar es en cierta forma bactericida para aquellos microorganismos no marinos. El peligro de contraer una infección durante el baño sólo existe habitualmente en las cercanías de emisarios de alcantarillado. Sin embargo, el peligro de infección a través de partículas en suspensión o trozos pequeños de carne o pez por acción de aves amplía significativamente su supervivencia y capacidad de infección ya que los patógenos, en tales materiales de carácter proteico, son protegidos contra el efecto bactericida del agua de mar, y puede, por ende, multiplicarse.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Contaminación Térmica en el mar producida por plantas termoeléctricas”

Publicación Moraga J. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 78-86

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Planta termoeléctrica

Resumen “Al hablar de contaminantes físicos del ambiente marino, se puede referir a cualquier alteración en las condiciones físicas del medio, desde la modificación de las líneas costeras por la construcción de puertos, muelles, rompeolas, etc. que cambian la circulación de las aguas, el transporte de sedimentos, arena, como al vaciado de aguas con características diferentes a las del océano, cambiando sus condiciones naturales.

Este trabajo se refiere al vaciado de aguas de mayor temperatura que las aguas del mar, debido al uso que se hace de ellas como refrigerante o condensante en plantas termoeléctricas o nucleares. En las plantas nucleares, a parte de los problemas de peligrosidad intrínseca por la radioactividad, está la eliminación de gran cantidad de calor en mayor proporción que las termoeléctricas.

En algunos lugares, mandatos o prohibiciones de eliminar aguas cálidas en regiones frías, como los Grandes Lagos o el Golfo de Maine, han obligado a construir grandes estanques de enfriamiento, desconociendo las consecuencias que esto podría traer, como el alto costo de la electricidad y más importante aún, los cambios climáticos de indeseables consecuencias que produce como el aumento de la neblina, congelamiento de carreteras, y las secuelas derivadas como el incremento de accidentes en carreteras.

Se realizó un análisis del problema físico que involucra el vaciado de aguas más cálidas al medio marino, considerando los procesos que pueden ayudar a mitigar el impacto, haciendo referencia a algunos estudios efectuados incluyendo la modelación.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Concentración de elementos químicos como antecedentes para un estudio de posible contaminación marina producida por una planta de tratamiento de cobre en la bahía de Antofagasta”

Publicación	Moya, Germán, 1982. Universidad del Norte. Departamento de Pesquerías. Antofagasta. Requisito para el título profesional de Ingeniero Ejecución en Pesca
Área Geográfica	Bahía de Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1982
Matriz	Agua
Análisis	Cu, Zn, Ni y Co
Resumen	<p>La contaminación marina en la II Región se extiende desde Tocopilla por el Norte hasta Chañaral por el Sur afectando principalmente a los sectores portuarios: Tocopilla, Mejillones, Antofagasta, Tal Tal y Chañaral. Además, existen zonas del litoral que pueden estar afectadas por descargas como el río Loa, Carolina de Michilla y Paposos por el efecto de faenas mineras que allí se realizan.</p> <p>Los principales focos de contaminación son Antofagasta, Chañaral y Tocopilla por descargas industriales mineras y aguas servidas. En el caso de Antofagasta los principales contaminantes son: aguas cloacales, residuos orgánicos e inorgánicos, petróleo y dispersantes, desechos de dragados y residuos inertes.</p> <p>Las plantas de lixiviación de cobre pueden ser de percolación que arrojan al mar desechos como: Sólidos (gangas) ripios, barros; Líquidos (relaves) CuSO_4, FeSO_4, H_2SO_4 y agua.</p> <p>De acuerdo a los análisis realizados el Cu, Zn, Ni y Co serían los principales elementos de posible contaminación marina provocada por la planta de tratamiento de cobre que afecta la bahía de Antofagasta.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. N° 35. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Outfall/Diffuser System Works Well al Coloso in Chile”

Publicación	Muggli, D.; Mastrangelo, L & P.C. Pelletier. 1997. En Colección de Apartados Científicos Ambiente Marino Antofagasta. Minera Escondida Limitada. Ed. en Santiago de Chile. 2000
Área Geográfica	Punta Coloso, Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1997
Matriz	Agua
Análisis	
Resumen	<p>“Minera Escondida is the world’s largest copper mine. Its capacity is more than 800 kt/a (880,000 stpy) of copper. The Escondida open pit mine operates at an elevation of 3,100 m (10,170 ft). It is located in the Atacama desert about 160 km (100 miles) southeast of the port of Antofagasta.</p> <p>At Coloso, 14 km (8 miles) south of Antofagasta, copper concentrate is dewatered by filtration for storage and shipment to overseas markets. Concentrate filtrate water, after being treated to remove suspended solids, is discharged at 60 m (200 ft) depth into the Pacific Ocean.</p> <p>This effluent is free of particulates. However, it does contain metal levels above US Environmental Protection Agency (EPA) receiving water criterion. EPA standards are more strict than Chilean receiving water guidelines. However, a multiport diffuser provides rapid mixing of seawater remain below EPA receiving water guidelines.</p> <p>The Escondida Mine began operation in December 1990 at a rated mill capacity of 35 kt/d (38,500 stpd). Since then, the complex has since undergone three expansions. In 1996, it processed 115 kt/d (127,000 stpd) of ore.</p> <p>The study’s objective was to determine the performance of the outfall/diffuser system by measuring dilution factors using fluorescent Rhodamine dye and to determine if copper concentrations are below the US Environmental Protection Agency (EPA) water quality criterion of 2.9 µg/L total copper. Rhodamine dye was injected into the outfall/diffuser system. An oceanographic survey using an in situ fluorometer was conducted to measure dye concentrations in the effluent plume.</p> ”
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Aporte Atmosférico de Plomo Total a los Sedimentos de la Bahía Concepción”

Publicación:	Muñoz P. y Salamanca M.A. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Págs. 127-128.
Área Geográfica	Bahía de Concepción
Área	Contaminación Acuática
Año	1997
Matriz	Sedimento
Análisis	^{210}Pb
Resumen	<p>El plomo es considerado como uno de los metales en traza cuyo ciclo biogeoquímico ha sido influido significativamente por las actividades humanas. Muchos estudios han demostrado que éstas son las responsables de aportes significativos de plomo a los ambientes costeros a través de los ríos y la atmósfera principalmente. La mayor parte de este metal es movilizado por la utilización de combustible fósil y procesos industriales que forman aerosoles, siendo transportado por la atmósfera a grandes distancias, alcanzando niveles de contaminación de escala global, o bien ser depositado en las cercanías de las fuentes de emisión. El área aledaña a la bahía Concepción es una zona fuertemente industrializada y de gran expansión urbana, por lo cual recibe la carga de desechos vaciados directamente a la atmósfera y a las aguas a través de emisarios o en las descargas municipales. En este estudio se evaluó el aporte atmosférico, considerado una de sus vías de transporte más importante. Para estimar esta fracción se utilizó los sedimentos de las marismas que se han reconocido ampliamente como reservorios de aportes atmosféricos, según las estimaciones de flujos de elementos en traza e isótopos desarrollada por McCaffrey y Thompson (1980). En este estudio se utilizó la marisma del río Raqui, zona alejada de grandes centros urbanos, lo cual permite evaluar los aportes regionales de plomo en una escala de tiempo de al menos décadas. Se realizaron muestreos con saca testigos en la zona alta de la marisma del río Raqui y no influidas por las mareas de seis testigos de la bahía Concepción, abarcando un área hasta la zona de la plataforma. La distribución espacial de plomo en los sedimentos (inventarios), muestra un gradiente de concentración hacia la parte interna de la bahía, determinando que los sedimentos de la bahía Concepción representan un importante reservorio de este metal. La fracción atmosférica presente en éstos, puede estimarse a través de los cálculos de las razones de $\text{Pb}/^{210}\text{Pb}$. Así, se observa que en la zona de la plataforma las concentraciones de plomo en los sedimentos son casi exclusivamente el reflejo de flujos atmosféricos regionales, en cambio en la entrada e interior de la bahía éstos corresponden sólo a un 37% y 5% respectivamente. Esto indica que los flujos que sostienen estas altas concentraciones de plomo en los sedimentos al interior de la bahía son el reflejo de flujos atmosféricos influidos por una fuerte contaminación local y una rápida remoción desde la atmósfera y columna de agua, por la presencia de material fino particulado presente en ambas fases, de tal forma que resultado neto son altas concentraciones de plomo restringidas a un área relativamente pequeña.</p>
Ubicación	Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Estimación de los Flujos de Pb a los Sedimentos y su Acumulación en Organismos Bentónicos (*P. pinnata*) en Bahía Concepción”

Publicación: Muñoz P. y Salamanca M.A. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 155

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Sedimento, Organismo

Análisis Pb

Resumen El Pb es un elemento altamente insoluble y reactivo con las partículas con efectos tóxicos reconocidos en los organismos aún en bajas concentraciones. Su corto tiempo de residencia en la columna de agua se debe a su asociación con las partículas siendo especialmente disponible para los organismos bentónicos. Este trabajo se centró en la estimación de la concentración de Pb en el material particulado y en poliquetos (*Paraprionospio pinnata*), este último escogido por ser un organismo sedimentívoro (deposit-feeder) descrito como el más representativo de la Bahía Concepción. Los muestreos se realizaron en dos períodos del año (Agosto '97 y Marzo '98), colectando muestras de organismos en 4 estaciones en un transecto hacia la entrada de la bahía e instalando dos trampas de sedimento; una al interior y otra en la entrada de la misma. Los resultados indican un porcentaje de MOT en el material particulado similar en ambos períodos (-21-25%) siendo mayor el flujo de Pb promedio sin considerar resuspensión fue un 30% menor al estimado en Marzo, lo cual indicaría que los flujos están relacionados con la variabilidad de las fuentes de Pb y no con el flujo de partículas. Los flujos de Pb aparentes, estimados desde la concentración de Pb en los organismos, son mayores en Agosto coincidentes con el mayor flujo de partículas y Pb disuelto bajo los 20 m de profundidad causado por la resuspensión, constituyendo así una fuente extra de Pb para los organismos.

Ubicación Universidad de Concepción, Departamento de Oceanografía

Nombre del Proyecto

“Evaluación de los Aportes de Plomo Fluviales, de Emisarios y Atmosférico a los Sedimentos de Bahía Concepción”

Publicación: Muñoz P. y Salamanca M. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Págs. 60-61

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Sedimento

Análisis Pb

Resumen El Pb es considerado uno de los metales pesados más tóxicos, cuyo ciclo biogeoquímico ha sido influenciado significativamente por las actividades humanas (gasolina, actividad minera, producción de insecticidas, pinturas antioxidantes, soldadura, refinerías de petróleo y construcción de baterías). Es un elemento altamente insoluble y reactivo con las partículas (grupos carbonatos, OH-, MO, aluminosilicatos, óxidos de Fe y Mn) llegando rápidamente a los sedimentos, por lo tanto tiene un corto tiempo de residencia en la columna de agua. En Concepción la utilización de gasolina plomada es de 208981 m³año⁻¹ (SEC, 1995), esto determina un aporte de 41 ton año⁻¹ de Pb liberado a la atmósfera; además es un área fuertemente industrializada, por lo cual la Bahía Concepción presenta una variada gama de posibles fuentes de contaminación . Se han determinado altas concentraciones de Pb en los sedimentos sostenidos por flujos entre 9 a 4.2 ug/cm² año (Muñoz y Salamanca 1999). En este estudio se presentan los flujos de plomo aportados por el río Andalién, Esteros Bellavista y Penco, Rocuant, emisarios Municipales (Penco, Tomé). De éstos se observa que el principal aporte de Pb es el río Andalién debido al mayor caudal que presenta. Mediciones en las precipitaciones indican flujos máximos durante los primeros eventos de lluvia, manteniéndose en un promedio de 1.36 ug/cm² año el resto del período. Considerando los aportes atmosféricos locales como los derivados de la utilización de las bencinas, cuya principal fase de arrastre son las precipitaciones (4.56 ug/cm² año), comparativamente serían la principal fuente de plomo a los sedimentos de la bahía.

Ubicación Universidad de Concepción, Departamento de Oceanografía, Concepción

Nombre del Proyecto

“Evaluación de Materia Orgánica y Nitrógeno y su relación en los sedimentos de la bahía de Tongoy, IV Región, Chile”

Publicación Navarrete W y Evangelina Valenzuela. 1985. Requisito para optar el Título de Químico Laboratorista, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad de La Serena.

Área Geográfica Bahía Tongoy

Área Contaminación

Año 1985

Matriz Sedimento

Análisis Materia Orgánica y Nitrógeno

Resumen Además de los sedimentos de origen terrígeno, en el fondo del mar, se deposita otros de origen orgánico, los que están constituidos principalmente por conchas, huesos de animales, caparazones, restos de troncos, hojas de vegetales, acumulación de detritus, fragmentos de algas, calizas, corales.

A medida que nos alejamos de las costas predominan sedimentos de origen orgánico sobre los terrígenos, más afuera predominan los elementos del plancton animal como caparazones de foraminíferos y flagelos. El material formado por minerales y fragmentos de rocas se depositan en el fondo del mar cuando las corrientes no tienen la velocidad suficiente para seguir transportándolo, por esta misma razón primero se depositan las partículas más grandes y luego las más pequeñas. El modo como se efectúa la sedimentación difiere de una situación a otra, dependiendo del lugar y de la naturaleza del sedimento. Es más rápida en áreas continentales y mares superficiales y más lenta en las profundidades abisales oceánicas.

La determinación de carbono orgánico es importante en la actualidad debido a las determinaciones de oxidabilidad (demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno). Con respecto al Nitrógeno, éste está formando parte de la materia orgánica. El nitrógeno no se encuentra ni en las rocas ni en los minerales primarios de la corteza terrestre ya que la totalidad proviene de la atmósfera, a través de los procesos de fijación, que producen la combinación de este elemento con hidrógeno u oxígeno.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Caracterización Tecnológica de las Arenas Contaminadas de la Playa de Chañaral”

Publicación:	Pavez O. Y González M. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 165
Área Geográfica	Bahía de Chañaral
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Sedimento
Análisis	Cu
Resumen	<p>La bahía de Chañaral esta ubicada en la III Región Atacama. Durante años los relaves provenientes del mineral El Salvador y Potrerillos de Codelco-Chile, fueron depositados en la costa de la bahía a través de la hoya hidrográfica del río Salado, terminando con la flora y fauna de la playa de Chañaral.</p> <p>Con el propósito de obtener la información necesaria que permita en el futuro buscar posibles alternativas de tratamiento metalúrgico para estas arenas, se realiza en el presente trabajo una caracterización tecnológica de las arenas de la playa de Chañaral. Para realizar dicho estudio se seleccionaron en la bahía cuatro zonas de muestreo, las cuales se identificaron como zona amarilla, zona verde, zona café y zona de afloramiento de agua. Para efectuar el muestreo se trazó un rectángulo en la zona correspondiente, el cual se subdividió en cuadrados pequeños y el sondeo se efectuó vértice por medio. En el muestreo se empleó una sonda de 150 cm de largo y 5 cm de diámetro, la cual estaba dividida en tres segmentos de –40 cm cada uno, lo que permitió tomar muestras superficiales, intermedias e inferiores en las profundidades de 0-40 cm, 40-80cm, y 80-120 con respectivamente.</p> <p>Todas las muestras obtenidas se caracterizaron mediante análisis granulométrico, análisis químico, densidad, solubilidad y análisis mineralógico – microscópico.</p> <p>Los resultados alcanzados muestran que la especie mineralógica más abundante en la playa es el sulfuro de cobre, covelina. En menor proporción se encuentran bornita, calcopirita, crisocola, molibdenita. También se encuentran presentes materiales correspondientes a la ganga de los relaves, tales como pirita, óxidos de fierro, cuarzo y feldespatos. La ley de cobre varía de una zona a otra y de una capa a otra y oscila entre 0,1 a 0,5% Cu. Los tamaños de las partículas, en general, son inferiores a 20 mallas Tyler</p>
Ubicación	Departamento de Metalurgia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Atacama

Nombre del Proyecto

“Determinación de los Efectos Genotóxicos del Benzopireno y Carbaril en el ADN Nuclear de los Eritrocitos de *Oncorhynchus mykiss*, mediante Microelectroforesis de Células Aisladas”

Publicación: Peñalosa M. y Gavilán J. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 166

Área Geográfica Rio Bío-Bío, Pingueral, Itata

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Sedimento

Análisis Benzopireno, carbaril

Resumen En el ambiente acuático los xenobióticos por lo general no se encuentran en forma aislada, sino que conforman mezclas complejas, las cuales pueden provocar diferentes respuestas a nivel bioquímico y genético. Desde el punto de vista genético estos compuestos pueden provocar un daño latente, que afectaría la sobrevivencia y el fitness individual y poblacional. Se determinaron los efectos genotóxicos del Benzopireno y Carbaril, en eritrocitos de *Oncorhynchus mykiss* mediante microelectroforesis de células aisladas, utilizando como sustrato sedimento proveniente de tres ríos de la Octava Región (Bío Bío, Pingueral, Itata). Los resultados obtenidos mostraron que los eritrocitos de los individuos que se encontraban con Benzopireno y Carbaril, al día 5, presentaban un mayor número de núcleos con daño en su ADN, con respecto al control ($P < 0.0001$), observándose lo mismo para el día 20. Los individuos que se encontraban con sedimento inoculado del río Itata presentaban mayor número de núcleos dañados, con respecto a los otros dos ríos ($P < 0.0001$). Estos resultados demostrarían que existe un efecto genotóxico conjunto del Benzopireno y Carbaril en el ADN nuclear de eritrocitos de *O. Mykiss*, pero éste efecto estaría asociado al tipo de sedimento en que se encuentren los compuestos y su posible interacción con otros compuestos presentes en ellos, lo que explicaría en parte la alta incidencia de núcleos con daño en su ADN para Itata, el cual se considera como una zona de baja intrusión antrópica.

Ubicación Fac. de Ciencias, Universidad Católica de la Ssma. Concepción

Nombre del Proyecto

“Contaminación con Pesticidas Persistentes en Sedimentos de Lagos Costeros y Andinos de Chile Central”

Publicación: Pozo K., Cisternas M., Urrutia R., Pacheco P., Focardi S. y Barra R. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 168

Área Geográfica Laguna Chica y Grande San Pedro Concepción, Lago Leu-Leu e Icalma

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Sedimento

Análisis Organoclorados persistentes

Resumen Se presenta los resultados de una investigación realizada en los lagos Chica y Grande de San Pedro, Leu-Lleu e Icalma en Chile Central, para evaluar la presencia, distribución y tendencias en la depositación de compuestos organoclorados persistentes (COP), DDTs y HCHs en núcleos de sedimento obtenidos en la parte más profunda de dichos cuerpos de agua. Los contaminantes orgánicos fueron extraídos en sistema Soxhlet con n-hexano. La identificación y cuantificación de los compuestos se realizó por cromatografía gaseosa con detector de captura de electrones de ^{63}Ni , usando el método de patrón externo. Los pesticidas organoclorados identificados en los sedimentos fueron: alfa-HCH, Lindano, Heptacloro, Aldrin, pp'-DDE, pp'-DDD. Destaca la presencia de pp'-DDE y pp'-DDT y de alfa y gamma-HCH en todos los lagos analizados. Se encontró variación en los contenidos de pesticidas entre los lagos que pueden asociarse al uso de la cuenca, y a los cambios introducidos por el hombre en los sistemas naturales. Los resultados indican claramente diferencias en las concentraciones de pesticidas organoclorados cuando se comparan los lagos más influenciados por la actividad humana con aquellos clasificados como más prístinos. Se observó correlaciones significativas entre los metabolitos del DDT pp'-DDE y el pp'-DDD en las lagunas Chica y Grande de San Pedro indicando un origen común de la contaminación, pero no se observó ninguna relación significativa con el pp'-DDT indicando una contaminación relativamente nueva con este pesticida cuyo uso en Chile es prohibido.

Ubicación Centro EULA Chile, Universidad de Concepción Casilla 160C-Concepción

Nombre del Proyecto

“Técnicas para la determinación de oxígeno y nutrientes de importancia en Oceanografía Química”

Publicación Olivares J. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 245-251

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Oxígeno y Nutrientes

Resumen “El aprovechamiento de las zonas costeras, incluidas las bahías son cada vez mayor, debido a una amplia gama de actividades que el hombre desarrolla en ellas, algunas de estas son: extracción de recursos, puertos, turismo, cultivos marinos, embarques de minerales, etc. Cada una de estas actividades genera una alteración al medio. Para minimizar este efecto es necesario entender los procesos oceanográficos que en ella ocurren y así poder tomar las medidas precautorias correspondientes.

El conocimiento de la variabilidad de los parámetros físicos, químicos y biológicos en una zona que se proyecta utilizar, es una de las herramientas que los estudios oceanográficos entregan para el mejor apoyo a esa actividad.

En el mar se encuentran disueltos todos los gases de la atmósfera siendo los más abundantes el nitrógeno, el oxígeno y el anhídrido carbónico, de los cuales el último se halla principalmente como carbonato y bicarbonato, debido a que reacciona químicamente con el agua de mar.

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros de bastante importancia para la vida en el océano y muy susceptible de ser alterado por diversos contaminantes, por lo cual es generalmente estudiado en las zonas en donde se realizan actividades que puedan alterar el medio. Se pueden realizar midiendo el oxígeno como tal o en algunas de sus aplicaciones, tales como demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO).

La mayor parte del oxígeno disuelto en el agua de mar proviene de la atmósfera por Absorción y en menor parte es originado en el proceso de la fotosíntesis, que tiene lugar en la capa superficial hasta la profundidad a la que llega la luz con la intensidad necesaria para que el proceso se desarrolle normalmente.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Monitoreo *in Situ* de la Contaminación Acuática a través del uso de Biomarcadores Medidos en *Oncorhynchus mykiss*”

Publicación:	Orrego L., Barra R. y Gavilán J.F. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 166
Área Geográfica	Río Bío-Bío
Área	Contaminación
Año	2000
Matriz	Organismo
Análisis	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
Resumen	<p>Biomarcadores bioquímicos de contaminación evaluados en peces han indicado que el sector bajo del río Bío-Bío (Chile Central) presenta un estado crítico de contaminación. Sin embargo, tradicionalmente estos trabajos se han realizado a través de ensayos de laboratorio, pero ¿qué ocurre en condiciones de campo?, para responder esta pregunta se realizó un experimento donde peces de la especie <i>Oncorhynchus mykiss</i> (40,08±13,33 g; 14.25±1.88 cm) fueron expuestos durante 41 días a las condiciones de naturales del río en el período Agosto-Septiembre de 1999, para ello se utilizó la metodología de enjaulamiento. Se evaluó el curso temporal de la respuesta de distintos biomarcadores, para ello se sacrificó peces (n=8) a los 0,5, 10, 20 y 41 días de exposición. Los biomarcadores medidos fueron: la inhibición de la acetilcolinesterasa cerebral (AchE), enzima que regula la neurotransmisión, y que es inhibida específicamente por insecticidas organofosforados y carbamatos, la inducción del citocromo P450 1A1 a través de la actividad Benzo(a)pireno monoxigenasa (BPMO), enzima que es inducida para detoxificar compuestos aromáticos policíclicos (PAHs) y organoclorados (dioxinas y furanos) y además la fluorescencia biliar y sincrónica de la bilis que revela exposición a PAHs. Los resultados indican que no hubo una inhibición de la AchE durante los 41 días de exposición, por otra parte se observó una fuerte inducción (32 veces) de la actividad BPMO, después de los 21 días de exposición, inducción que se mantuvo hasta el final del experimento. Consecuente con lo anterior, se observó un aumento de fluorescencia biliar, y la aparición de metabolitos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en la bilis de los peces. Se discuten las ventajas y limitaciones de la metodología empleada.</p>
Ubicación	Unidad de Sistemas acuáticos, Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Biomarcadores para Evaluar la Contaminación de Sedimentos en la Desembocadura de los Ríos Bío-Bío e Itata”

Publicación:	Orrego L., Gavilán J.F. y Barra R. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Págs. 157-158
Área Geográfica	Desembocadura Río Itata y Bío-Bío
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Organismos, sedimentos
Análisis	Biomarcadores
Resumen	<p>Se evaluó mediante el uso de Biomarcadores, el grado de contaminación de tipo agro-industrial que presentan las desembocaduras de dos de los más importantes sistemas hidrográficos de la octava región, los ríos Bío Bío e Itata. Se diseñó un bioensayo crónico de toxicidad de 21 días, con 54 peces juveniles de la especie <i>Oncorhynchus mykiss</i>, los que fueron expuestos en el laboratorio a sedimentos naturales de la desembocadura del Bío Bío e Itata (utilizando sedimentos de la desembocadura del río Pingueral como control). Adicionalmente se inoculó los sedimentos con 10 ppm de Benzo(a)pireno y Carbaril.</p> <p>Los Biomarcadores medidos fueron: Inhibición de la acetilcolinesterasa cerebral (AChE) e inducción del CYP 1A1 medido como la actividad etoxiresorrufina-O-de-etilasa (EROD) y la Benzopireno monooxigenasa (BPMO), además de algunos metabolitos en la bilis de los peces mediante fluorescencia biliar. Se relacionó la información obtenida con algunos análisis de las características de los sedimentos, como los porcentajes de carbono orgánico, materia orgánica y análisis texturales.</p> <p>Se observó respuestas diferenciales de los biomarcadores entre las truchas expuestas a sedimentos de los ríos Bío Bío e Itata comparados con los obtenidos para el río Pingueral. La actividad de la AchE que fue inhibida inicialmente en casi un 50% en el caso de los tres ríos, no fue capaz de recuperarse en las truchas expuestas a sedimentos inoculados del río Bío Bío, además de la inducción del CYP 1A1 detectada en truchas expuestas a sedimentos naturales de este último. Se discute la aplicación de esta metodología en programas de monitoreo.</p>
Ubicación	Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Letalidad aguda (LC₅₀) del Cobre en juveniles de la almeja *Semele solida* proveniente de Bahía Coquimbo, Chile”

Publicación	Palma, R., Inda J., López, A. Y R. Zárate. 1995. Libro resumen XV Jornadas de Ciencias. Coquimbo. Pág. 131.
Área Geográfica	Bahía Coquimbo
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua, Organismo
Análisis	Cobre
Resumen	<p>“La importancia de algunos moluscos como bioacumuladores de metales pesados ha sido ampliamente descrita en la literatura, pudiendo sus efectos reflejarse en la abundancia y distribución de ellos. Es importante destacar que cuando alguna especie bioacumuladora pueda ser utilizada para el consumo humano, puede constituir un serio problema para la salud.</p> <p>El molusco bivalvo <i>Semele solida</i> es escogido como especie de estudio debido a su fácil obtención, amplia distribución geográfica y principalmente debido al habitual consumo como alimento.</p> <p>El cobre es un elemento que geológicamente se encuentra activo y ampliamente distribuido en Chile, además es considerado, en ciertos niveles, esencial para el crecimiento y desarrollo, pero sobre determinadas concentraciones puede evidenciar efectos adversos sobre algunos parámetros considerados normales en los organismos.</p> <p>Un total de 18 acuarios con 20 individuos, de talla comprendida entre 28 a 32 mm fueron utilizados para la determinación de la LC₅₀ 96 horas. El bioensayo se realizó en condiciones estáticas, con oxígeno a saturación y medición constante de pH y temperatura. Las soluciones de prueba fueron preparadas a partir de Titrisoles de cobre como cloruro (Merck p.a.).</p> <p>El análisis de datos se realizó mediante análisis Probit, obteniéndose un valor de LC₅₀ 96 horas de 1.02 mgL⁻¹ de cobre, el cual es evidentemente superior al descrito para juveniles y adultos de <i>Argopecten purpuratus</i>. Se discute la resistencia de la especie a esta concentración, en relación a la conducta mostrada de cierre valvar y talla utilizada.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Emisario Submarino y Difusor del Efluente”

Publicación	Pelletier C. y P.E Greisman. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 279-296
Área Geográfica	Punta Coloso. Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1991, 1995
Matriz	Agua
Análisis	Dilución, Cu
Resumen	<p>El diseño de un sistema de descarga marina comienza con la determinación de los criterios de calidad de agua que deben cumplirse en el borde externo de la zona de mezcla. A partir de este criterio y conociendo el flujo y la composición química del efluente, se pueden calcular las diluciones y niveles de tratamiento requeridos.</p> <p>La descarga al océano del agua de filtrado fue seleccionada como la alternativa más práctica respecto del reciclaje (requiriéndose además una tubería de alta presión de 160 kilómetros de longitud).</p> <p>Se diseñó un sistema emisario-difusor de múltiples descargas, capaz de exceder los estrictos criterios de calidad para el cuerpo de agua receptor. El fuerte régimen de olas de la costa chilena hizo necesario poner especial énfasis en la estabilización del sistema para resistir las cargas hidrodinámicas.</p> <p>En enero de 1991, se realizó una verificación del comportamiento del sistema emisario-difusor. Los resultados demostraron que las diluciones esperadas fueron superadas y que el sistema estaba operando de acuerdo a las predicciones de los modelos numéricos.</p> <p>En 1995, la longitud del emisario se extendió con el fin de absorber el efecto de un incremento de la capacidad de producción de concentrado y en consecuencia un mayor volumen de agua residual.</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Características de Metales Importantes en Contaminación Marina y Toxicología”

Publicación Pössel G. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 108-154

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Cd, Hg, As, Cu, Sn

Resumen “Los metales deben sus propiedades distintivas a su estructura electrónica, lo cual también determina sus propiedades químicas. El comportamiento metálico se debe a la configuración electrónica, es decir, al modo como los electrones llenan los niveles y los orbitales atómicos.

En el organismo, los niveles de metales esenciales son mantenidos en ventanas de concentración, bajo cuyos umbrales mínimos aparecen signos y síntomas de deficiencia y sobre cuyos umbrales máximos aparecen signos y síntomas de toxicidad.

Un aspecto importante de la toxicología de los metales es su habilidad para interactuar y han sido reconocidos desde hace mucho tiempo como un importante problema de contaminación. Muchos de éstos metales se vuelven tóxicos a determinados niveles de concentración y no son fácilmente eliminados del ecosistema por procesos naturales de oxidación, precipitación o volatilización.

La retención de metales pesados en el mar, puede ocurrir a través de su adsorción o atrapamiento en sedimentos, su conversión a especies solubles o su incorporación a plantas y animales del hábitat. Como resultado de este fenómeno el contaminante metálico permanece en el sistema hasta mucho tiempo después de que la fuente de contaminación ha cesado de actuar.

Los organismos acuáticos pueden incorporar metales pesados a través de varias formas. Entre ellas: incorporación directa desde la solución marina, adsorción en la superficie corporal, o a través de ellas, a través de la alimentación, ingestión de metales contenidos en partículas orgánicas.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Efecto de Elementos Tóxicos en Zoosporas de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta: Laminariales)”

Publicación:	Ramírez M. y Correa J. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 170
Área Geográfica	Caleta Huanillo, Las Cruces y Pucatrihue
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Organismos
Análisis	Bioensayos, Cu, Zn
Resumen	<p>Las macroalgas muestran un alto grado de variabilidad en la respuesta a ambientes contaminados, dificultando de esta forma su utilización en bioensayos toxicológicos (Ho, 1984, Rand 1995). Sin embargo, dentro del grupo de las Laminariales, existen especies que han mostrado un alto grado de sensibilidad y similitud en las respuestas intra e interpoblacional frente a elementos contaminantes (Anderson y Hunt 1988, Bidwell <i>et al.</i> 1998). En la costa de Chile un representante de este grupo es <i>Lessonia nigrescens</i>, la cual además de ser considerada una especie clave en la estructuración de las comunidades litorales, se encuentra ausente en áreas contaminadas por metales pesados. Estas características la convierten en una especie blanco en evaluaciones del nivel de contaminación en ambientes costeros. En el presente trabajo se evaluó el efecto del cobre, zinc y agua del relave de la mina de cobre El Salvador sobre la germinación de zoosporas y el desarrollo temprano de gametófitos de <i>L. nigrescens</i> provenientes de tres poblaciones de la costa de Chile (Caleta Huanillo, Las Cruces y Pucatrihue), lo que cubre una distancia de aproximadamente 2.000 km. Los EC50 obtenidos no muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las poblaciones. Los coeficientes de variación obtenidos fluctuaron entre 10 y 22.3%, lo que representa un nivel aceptable de variabilidad intrapoblacional en los bioensayos. Los NOEC muestran diferencias no significativas entre poblaciones. El grado de sensibilidad de las respuestas utilizadas fue similar en todas las poblaciones. Considerando su importancia ecológica y las ventajas metodológicas de estos bioensayos se recomienda a <i>L. nigrescens</i> para bioensayos toxicológicos en ambientes marinos.</p>
Ubicación	Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago

Título de Proyecto

“Efectos del Cobre y Cadmio sobre dos especies de clorofíceas: *Dunaliella salina* y *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butch”

Publicación	Rivera Saavedra, dalia. 1994. Universidad de Antofagasta, Facultad de Recursos del Mar, Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Requisito para optar al Título de Ingeniería de Ejecución en Acuicultura.
Área Geográfica	II Región
Área	Contaminación
Año	1994
Matriz	Agua, Algas
Análisis	Cu, Cd
Resumen	<p>Este seminario pretende otorgar información acerca de los efectos tóxicos del cobre y cadmio como agentes algistático o algicidas sobre dos especies de clorofíceas : <i>Dunaliella salina</i> y <i>Tetraselmis suecica</i> a través de la estimación de sus densidades en presencia de distintas concentraciones de los metales, en dos medios de cultivo, uno recomendado pro UNESCO (FAO. 1982) para pruebas de toxicidad con metales trazas que contiene un quelante sintético Sodio Etilendiamino Tetracético (NaEDTA) y los efectos de los mismos metales para las especies mencionadas en una modificación del medio UNESCO que consiste en suprimir el EDTA, para comprobar si la presencia del quelante en el medio de cultivo atenúa los efectos de los metales en las pruebas.</p> <p>La microalga <i>Dunaliella salina</i> es más apropiada para ser utilizada en pruebas toxicidad que <i>Tetraselmis suecica</i> por presentar mayor tasa de crecimiento; por ser una especie nativa y por demostrar mayor sensibilidad ante la presencia de metales en el medio.</p>
Ubicación	Biblioteca Especializada de Ciencia y Tecnología del Mar. Biblioteca Colección General. Universidad de Antofagasta.

Nombre del Proyecto

“Uso de Granulos de Lipofuscina. Razón O/N y Supervivencia en Emersión de *Perumytilus purpuratus* como Indicadores de Contaminación en la Bahía San Jorge (II Región – Chile)”

Publicación: Riveros A., Zúñiga M., Espinoza C. y Camaño A. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Págs. 118-119

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Organismo

Análisis Cu, gránulos de lipofuscina

Resumen Los biomarcadores son una herramienta de la ecotoxicología que corresponden a señales medibles de cambios en procesos celulares y bioquímicos que son inducidos por contaminantes y pueden constituir un índice sensible de exposición subletal a agentes contaminantes. La aplicación de biomarcadores en la evaluación de aguas costeras permite alertar tempranamente daños en niveles biológicos superiores (e.g. poblacional y comunitario).

Se está realizando un estudio ecotoxicológico aplicando biomarcadores de distintos niveles biológicos para evaluar la calidad de aguas marinas costeras de Bahía San Jorge de Antofagasta, utilizando el mitílido *Perumytilus purpuratus*. Además se incluye la determinación de cobre en agua y organismos.

Se están extrayendo muestras de *P. purpuratus* y de agua en tres estaciones de la bahía: 1) Biwater: Ubicada en el área receptora de un efluente urbano de Antofagasta, 2) Escondida: en la zona del Puerto de embarque de concentrado de cobre en Coloso y 3) Control: al sur de Coloso, donde no existen descargas antrópicas. Se realizaron cortes histológicos en tejido digestivo de individuos adultos para detectar la presencia de gránulos de lipofuscina, estructura insolubles constituidas por residuos lipoproteicos de membranas y por contaminantes orgánicos e inorgánicos. Se determinó el consumo de oxígeno y la excreción de amonio en el laboratorio para calcular la razón O/N que indica la utilización relativa de proteínas en la obtención de energía metabólica. Además, se determinó el tiempo de supervivencia en emersión, como un índice de condición y capacidad de respuesta al estrés ambiental. Los resultados indicaron cantidades similares de gránulos de lipofuscina en organismos control y Coloso. Al contrario en Biwater se observaron alteraciones estructurales de las células digestivas y una gran vacuolización. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos para los experimentos de emersión y la razón O/N.

Ubicación Instituto de Investigación Pesquera Colón 2780 Talcahuano

Nombre del Proyecto

“Evaluación del Contenido de Cobre-Metalotioneínas en Poblaciones Naturales y Transplantes de *Perumytilus purpuratus* en la Bahía San Jorge (II Región-Chile) ”

Publicación: Riveros A., Zúñiga M., Camaño A. y Román D.. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Págs. 185-186

Área Geográfica Bahía Antofagasta

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Organismos

Análisis Cu, metalotioneínas

Resumen Las metalotioneínas son proteínas citosólicas cuya función se relaciona con la homeostasis de metales dentro de las células y pueden ser inducidas en forma específica por la presencia de algunos iones metálicos en el ambiente, por esta razón se utilizan como biomarcadores de exposición en el monitoreo de contaminación acuática por metales.

Se realizó una evaluación del contenido de cobre-metalotioneínas (Cu-MT) en poblaciones de *Perumytilus purpuratus* de tres sectores costeros de la Bahía San Jorge de Antofagasta y se determinó el contenido de cobre en tejidos (branquias, gónadas y resto) y en agua de mar. Se consideró un sector no intervenido directamente con efluentes (Control) y otros dos que reciben descargas antrópicas: Coloso (Puerto de Minera Escondida Ltda.) y Biwater (área de descarga de efluentes domésticos e industriales). Se realizó un muestreo inicial en marzo de 1998 en las poblaciones naturales de los tres sectores y además transplantes desde el sector control. Posteriormente, se realizaron dos muestreos (a los 45 y 90 días) de *P. purpuratus* desde las poblaciones naturales y desde los transplantes. Se midió el contenido de Cu-MT expuestos a concentraciones subletales de cobre en condiciones de laboratorio y en los individuos obtenidos de terreno. La metodología para la obtención de Cu-MT consistió en la separación de los tejidos de individuos (machos y hembras). Luego, éstos fueron homogeneizados en buffer Tris-HCl 20 mM, Hepes 20mM, pH 8,6, conteniendo 250 mM de sacarosa, 500 mM de NaCl, 1mM de β -mercaptoetanol y 0.5 mM de PMSF. Cada homogeneizado fue centrifugado a 10.000 g por 10 min. Luego el sobrenadante fue tratado a 100°C por 5 min y nuevamente centrifugado a 10.000 g por 10 min a 4°C. Posteriormente, las proteínas fueron separadas por cromatografía en columnas de filtración Sephadex G-75. Finalmente se seleccionaron fracciones para determinar el contenido total de cobre, a través de espectrofotometría de absorción atómica.

Las mediciones de cobre indicaron mayores concentraciones en agua y tejidos (branquias, gónadas y resto) de organismos de Biwater en todos los muestreos, tanto en organismos de las poblaciones naturales como transplantados. En todas las cromatografías se detectó un peak de cobre en las fracciones de proteínas que correspondían con el peso molecular de metalotioneínas (estándar de Zn-MT). Con respecto a las muestras obtenidas en el control no se observan diferencias del contenido de Cu-MT entre meses, entre poblaciones naturales y transplantes, ni entre machos y hembras. Las muestras obtenidas en Coloso presentan el mismo patrón

cromatográfico que los controles, excepto la muestra de los machos de julio de la población natural que presentó mayor concentración de Cu-MT. Para las muestras de Biwater, se encontraron mayores variaciones, con altas concentraciones de Cu-MT en las muestras de poblaciones naturales de hembras de los meses de mayo y julio y con la máxima concentración en los machos de julio de las poblaciones naturales.

Con respecto a los organismos expuestos a cobre en condiciones de laboratorio, se observó un aumento gradual de las concentraciones de Cu-MT a mayores concentraciones de exposición (40-80 ppb de Cu), tendencia que fue más clara en los machos.

Los resultados indican que las actividades realizadas en Puerto Coloso no se relacionaban con el contenido de cobre en tejidos de *P. purpuratus* ni tampoco con el contenido de Cu-MT en estos organismos.

Ubicación

Centro EULA- Universidad de Concepción, Concepción

Nombre del Proyecto

“Viabilidad de Espermios de Erizo de Mar (*Tetrapygyus Níger*) para evaluar a la Toxicidad de Aguas Marinas: Casos Colcura, Playa Blanca, Lenga, Rocuant, Coliumo y Dichato – VIII Región”

Publicación: Riveros A. y Zúñiga M. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 85-86.

Área Geográfica Bahía de San Vicente y Concepción

Área Contaminación Marina

Año 1993

Matriz Organismo

Análisis Bioensayo

Resumen El impacto de contaminantes sobre el potencial reproductivo de los organismos es de importancia por sus consecuencias sobre las poblaciones y comunidades. La fertilización de equinoideos ha resultado ser sensible a un amplio rango de compuestos metálicos y orgánicos.

Se estandarizó un ensayo, de corto plazo, con gametos de *Tetrapygyus níger*, el cual fue utilizado para evaluar la calidad de las aguas en la zona costera de la VIII Región: Colcura (Lota), Playa Blanca (Coronel) cercana a industrias pesqueras, Lenga (Bahía de San Vicente) donde existen efluentes industriales, Rocuant (Bahía de Concepción) que recibe descargas de pesqueras, Coliumo y Dichato.

Se expuso espermios de *T. níger* a diluciones seriadas (100, 50, 25, 12.5, 6.25 y 3.25%) de agua de mar de cada lugar, utilizando como control y agua de dilución la obtenida en Dichato. Como estándar se utilizó sulfato de cobre. Después de exponer 1 h los espermios, éstos fueron incubados con los huevos durante 20 min y se detuvo la fertilización con formalina.

Los controles (Dichato) presentaron un alto porcentaje de huevos fertilizados (94.2 ± 1.7) y se estimó una concentración de menor efecto observado (LOEC) de 12.5 ppb para el cobre. Una comparación de las muestras de agua a 100% entregó tres grupos con fertilizaciones estadísticamente diferentes: Dichato (94.2 ± 1.7) - Coliumo (89.7 ± 2.7) - Colcura (89.3 ± 1.9) - Playa Blanca (81.7 ± 6.0) - Lenga (79.9 ± 5.3) y Rocuant (59.5 ± 14.9). Se diferenciaron estadísticamente Dichato-Coliumo-Colcura sin efectos aparentes de Playa Blanca (LOEC 50%), Lenga (LOEC 6.25%) y Rocuant (LOEC 25%) con efectos aparentes.

Los resultados de este trabajo apoyan los obtenidos con *A. spatuligera*, que indican que las aguas de Rocuant y Lenga presentan efectos significativos sobre la fertilización.

Ubicación Biblioteca Departamento de Oceanología, Universidad de Concepción.

Nombre del Proyecto

“Estudio del efecto letal y teratogénico en embriones del ostión del Norte *Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819 (Mollusca: Bivalvia) tratados con tributilestaño”

Publicación Rodríguez, Reinaldo. 1999. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. Coquimbo. Requisito para el título profesional de Biólogo marino.

Área Geográfica Coquimbo

Área Bioensayo

Año 1999

Matriz Agua

Análisis Tributilestaño

Resumen En este trabajo se estudia los efectos del tributilestaño (TBSn) en embriones del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus*, a través de bioensayos de toxicidad aguda y teratogenicidad. Esta especie es un bivalvo filtrador, ampliamente distribuido en la costa norte de Chile y sur del Perú. El gran interés que se ha producido en estos últimos años por cultivar este molusco y su proximidad a potenciales fuentes de emisión de TBSn, convierte a este bivalvo en un recurso de alto riesgo para la salud humana.

Se realizaron bioensayos de toxicidad aguda, con el propósito de estimar la mortalidad al test de letalidad (LC_{50} 24 h) y bioensayos de teratogenicidad para caracterizar y evaluar su efecto sobre el desarrollo embrionario en esta especie.

El rango de concentraciones para la toxicidad aguda fluctuó entre 0,01 y 5 $\mu\text{g/L}$. El test de Letalidad (LC_{50} 24 h) arrojó un resultado de 0,88 $\mu\text{g/L}$. El rango de concentraciones utilizado en el test de teratogenicidad varió entre 0,05 y 0,5 $\mu\text{g/L}$. En estos bioensayos se observó un marcado efecto inhibitorio y de retardo del desarrollo embrionario en el tratamiento de 0,5 $\mu\text{g/L}$, efecto que fue observado más leve en la concentración menor.

Las dos concentraciones utilizadas presentaron un efecto significativo sobre la producción de embriones anormales, los cuales presentan una alteración en el patrón de segmentación y en la distribución de los blastómeros.

Es fundamental considerar el posible efecto de este contaminante sobre la actividad reproductiva de especies marinas que habitan nuestro litoral, ya que puede paulatinamente alterar el equilibrio ecológico de nuestras costas.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Estudio Preliminar del contenido de Metales Pesados (Cu, Pb, Zn y Hg) en agua del mar y en *Perumytilus purpuratus*, en Bahía San Jorge, Antofagasta”

Publicación Rodríguez Herrera, Tatiana. 1997. Universidad de Antofagasta, Facultad de Recursos del Mar, Depto. de Acuicultura. Requisito para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura.

Área Geográfica Bahía San Jorge

Área Contaminación.

Año 1997

Matriz Agua

Análisis Cu, Pb, Zn, Hg.

Resumen En el caso particular de la Bahía San Jorge de la ciudad de Antofagasta, existen importantes actividades minera, portuarias, industriales, químicas, etc. Este espectro de actividades más las referencias del tipo de contaminantes descargados en esta bahía (metales pesados, compuestos orgánicos e inorgánicos, y otros químicos) (3) han llevado al presente estudio a entregar un diagnóstico preliminar de la concentración de cuatro metales pesados (cobre, plomo, zinc y mercurio) en agua de mar costera y en el mitílido *Perumytilus purpuratus*.

La mayores concentraciones de cobre, plomo, zinc y mercurio en agua de mar se encuentran en la estación 5 (descarga P.A.I). La estación 4, sector del puerto de Antofagasta, también presentó las mayores concentraciones de plomo. Las mayores concentraciones de cobre, zinc y mercurio en agua de mar se dieron en meses cálidos, es decir, primavera y verano. En cambio en plomo fue en otoño.

El zinc es el metal más bioacumulado por *Perumytilus purpuratus*. La concentraciones en *Perumytilus purpuratus* de cobre y mercurio son más altas en la estación 5. Las concentraciones de zinc en *Perumytilus purpuratus* son más altas en la estación 1, sector de referencia sur, “El lenguado “.

Pareciera que el sexo no juega una relevancia en la incorporación de metales en *Perumytilus purpuratus*, excepto en el cobre, en donde las hembras presentan mayores concentraciones que los machos. No existe una clara definición de predilección por bioacumular los metales por parte de *Perumytilus purpuratus*, pero en los meses de verano se encontraron mayores concentraciones.

Ubicación Biblioteca Especializada de Ciencia y Tecnología del Mar. Biblioteca Colección General. Universidad de Antofagasta.

Nombre del Proyecto

“Efectos de Toxicidad Aguda por Cadmio en un Bivalvo Marino, *Choromytilus chorus* (Molina, 1782)”

Publicación: Román G., Rudolph A. y Ahumada R. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 86.

Área Geográfica Golfo de Arauco

Área Contaminación Marina

Año 1993

Matriz Organismo

Análisis Cd, bioensayo

Resumen A través de vil ensayos específicos de toxicidad aguda, por cadmio, se estiman índices de letalidad para concentración y tiempo (i.e., $CL_{50_{96h}}$ TL50) sobre ejemplares juveniles de *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) recolectados en verano e invierno de 1991, desde un banco natural del golfo de Arauco (36°6' 47"S y 73° 09' 10"W). Esta información se complementa con observaciones conductuales y con la determinación de la concentración bioacumulada por los organismos.

En el bioensayo con organismo juveniles recolectados en verano se estimó una $CL_{50_{96h}}$ de 2,7 ppm y de 3,0 ppm para organismos juveniles recolectados en invierno. La concentración bioacumulada en organismos vivos no presenta diferencias significativas entre ambos bioensayos (i.e., 31,16 ppm para verano y 32,4 ppm para invierno). En cambio, en organismos muertos se observa una mayor amplitud en el rango de bioacumulación (i.e., 36,57 ppm para verano y 59,67 ppm para invierno). Después de 5 semanas de aclimatación a las condiciones de laboratorio, los organismos no fueron capaces de modificar su concentración bioacumulada.

Se discute la validez de las concentraciones máximas permisibles obtenidas de las $CL_{50_{96h}}$, con organismos que presentan una capacidad ampliamente reconocida de acumular metales.

Ubicación Universidad Católica de Valparaíso.

Nombre del Proyecto

“Transformaciones Regionales, Medio Ambiente y Manejo de la Zona Costera de Antofagasta”

Publicación:	Romero H. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 53-85
Área Geográfica	Punta Coloso. Antofagasta
Área	Manejo Integrado
Año	1998
Matriz	Región
Análisis	Metodologías de Manejo Ambiental
Resumen	<p>Se presenta un marco de referencia introductorio conceptual, espacial y temporal, para analizar el contexto en que se ha desarrollado el proyecto Coloso de Minería Escondida. Conceptualmente se presentan algunos aportes recientes sobre manejo integrado de la zona costera, provenientes de experiencias internacionales, que permiten dar cuenta de las dificultades territoriales-institucionales y los principios que se han planteado para resolverlas. El manejo integrado de las zonas costeras utiliza los conocimientos científicos disponibles en forma interactiva y multidisciplinaria, reconoce la incertidumbre que rodea muchos de los pronósticos de la dinámica medioambiental a escala global y local, sugiere la proposición de objetivos múltiples y enfatiza la necesidad de adoptar estrategias preventivas y consensuadas entre los diversos actores.</p> <p>La región de Antofagasta es pionera en la reestructuración territorial del país y se ha constituido en una de las que atrae mayores capitales de inversión en proyectos que incentivan y densificarán mucho más en los próximos años, el uso intensivo del borde pesquero, por lo que la gestión adecuada y sustentable, en términos estratégicos y operacionales ambientalmente sólidos de ésta área, es uno de los mayores desafíos que enfrenta en la actualidad.</p> <p>El proyecto Coloso, interpretado dentro de los marcos conceptuales mencionados es un excelente ejemplo de desarrollo de los procedimientos de manejo integrado de zonas costeras. Al mismo tiempo, ilustra sobre los efectos medioambientales complejos que ha generado, en especial respecto a los cambios en el uso del suelo, restauración de la naturaleza y capacidad de negociación, todos aspectos necesarios de considerar en la evaluación de los impactos ambientales de los numerosos proyectos que se localizarán en el territorio regional.</p>
Ubicación	Minería Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Indicadores de Daño a Nivel Subletal en Organismos Marinos”

Publicación: Rudolph A. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 181

Área Geográfica

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Organismos

Análisis Bioensayo, hidrocarburo

Resumen Los desechos producidos por la actividad antrópica comúnmente son evacuados hacia ambientes naturales, lo que produce a los organismos variados y complejos problemas. La determinación de la toxicidad de los desechos sobre los organismos, requiere de una respuesta cuantificable. Se utiliza para evaluar el riesgo de muerte, las pruebas de toxicidad aguda que se expresan como LC_{50} o LT_{50} . En el caso de tóxicos que ingresan en concentraciones subletales, es factible evaluar las modificaciones que éstos producen en la actividad enzimática, bajo el supuesto que el efecto de una sustancia tóxica sobre una población se origina primero con una reacción enzimática y en un organismo. Se analizan el efecto de concentraciones crecientes de la fracción de hidrocarburos del petróleo acomodada en agua (FHAA), sobre *Onchorhynchus mykiss* juveniles (i.e., $18,87 \pm 0,22$ cm y un peso de $63,11 \pm 3,33$ g). Para ello se evaluó la actividad del sistema de monoxigenasas dependiente de citocromo P-450 (sistema MFO), involucrado en el metabolismo de hidrocarburos (i.e., a través del análisis de la actividad EROD) y aparición de daño molecular (i.e., medición de actividad transaminasas), como celular (i.e., análisis histológico). La concentración madre de FHAA resultó constituida principalmente por hidrocarburos aromáticos entre C-8 a C-26. Se estimó letal para *Onchorhynchus mykiss* una concentración de ca. 1,74 ppm, en 18 días de exposición. Se observó que, en las distintas concentraciones de la FHAA ensayadas (i.e., 0,043 y 2 ppm), el hígado de los organismos se encontró alterado respecto del grupo control. La actividad MFO, medida como actividad EROD, se encontró estimulada en relación directa con el tiempo de exposición al tóxico. De las transaminasas analizadas en el plasma, respecto del grupo control, sólo mostró diferencias significativas la concentración de aspartato aminotransferasa (GOT). Los cortes histológicos en los organismos mostraron diferencias tanto en el tejido de piel, branquias como en hígado, respecto al control. En este estudio se observó una relación entre aumento de actividad del sistema detoxificador (aumento actividad EROD) y daño a nivel molecular (presencia de transaminasas en el plasma), como a nivel celular (daño a nivel tejido de piel, branquias y en hígado) causadas por las distintas concentraciones de la FHAA, las que visualmente resultaban no significativas. Se ha observado además que, en especies marinas: *Cancer coronatus* y *Tagelus dombeii*, recolectados desde bahías con distinto grado de alteración antrópica i.e., bahías Concepción, San Vicente y Coliumo, la actividad del sistema MFO (medido como EROD y BPH) presenta significativas diferencias dependiendo si éstos provenían de un área con alta o baja actividad antrópica.

Ubicación

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Ssma Concepción.

Nombre del Proyecto

“El Sistema Mooxigenasas de Función Mixta (MPO) como Indicador de Contaminación por Xenobióticos”

Publicación: Rudolph M. y Rudolph A. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 139

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Organismos

Análisis Monoxigenasa de función mixta

Resumen Los métodos de detección temprana de efectos causados por xenobióticos a nivel celular, constituyen una herramienta importante en la regulación de la salud ambiental. La actividad enzimática del sistema de monoxigenasa de función mixta (MPO) se induce ante la presencia de contaminantes orgánicos, especialmente hidrocarburos aromáticos polinucleares. De forma que, la detección de un aumento en su actividad puede ser considerada como un índice predictivo de contaminación.

El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento del sistema MPO en organismos marinos con diferentes métodos de medición de actividad, como una forma de optimizar el uso de especies, y métodos en programas de vigilancia de xenobióticos. Se trabajó tres especies marinas: *Tagelus dombeii* (Lamarck, 1818), *Cancer coronatus* (Molina 1782) y *Paralichthys microps* (Günther 1881). La actividad de MPO se midió en microsomas (tejido hepático o sistema digestivo), utilizando tres métodos: a) actividad BPH; b) actividad EROD y c) cantidad de citocromo P450.

El método más sensible para evaluar la actividad del sistema MPO, fue el análisis de la actividad BHP. La mayor actividad BHP se observó en los organismos recolectados en verano en la Bahía Concepción. En *Paralichthys microps* esta actividad fue de $59,39 \pm 6,13$ [pmol/30min/mg de proteína]; en *Tagelus dombeii* la actividad BPH en verano fue de $11,99 \pm 2,6$ [pmol/30/min/mg de proteína]. La actividad BHP fue mayor en verano que en invierno.

La actividad EROD fue detectada en *Paralichthys microps*, *Cancer coronatus* y *Tagelus dombeii* en verano, en Bahía Concepción. No fue posible detectar actividad EROD en *Cancer coronatus* ni en *Tagelus dombeii* para invierno en las Bahías de Coliumo y San Vicente. En cambio si se detectó actividad recolectadas en la Bahía Concepción durante el verano.

El estudio del sistema MPO a través de la medición de citocromo P450, fue exitoso sólo en *Paralichthys microps*.

La mayor actividad del sistema MPO, observada en las especies de Bahía Concepción, puede atribuirse al efecto antrópico producido por la alta acumulación xenobióticos en la bahía, efecto que se incrementa en el verano.

Se concluye que la medida de la actividad BPH es la más adecuada para evaluar la actividad del sistema MPO, siendo *Tagelus dombeii* la especie que presenta mayores ventajas comparativas.

Ubicación

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sssma. Concepción.

Nombre del Proyecto

“San Jorge en el Norte de Chile”.

Publicación	Salamanca M, A. Camaño, Bibiana. Jara & Tatiana Rodríguez. Gayana 64 (2): 195 – 204, 2000
Área Geográfica	Bahía de Antofagasta
Área	Contaminación
Año	2000
Matriz	Agua de mar
Análisis	Cu, Pb y Zn
Resumen	<p>En este estudio se realizó una investigación espacialmente extensiva para conocer la distribución de Cu, Pb y Zn en el agua de la zona intermareal del sector costero de Bahía San Jorge, cerca de la ciudad de Antofagasta, que representa la mayor diversidad poblacional (260.000 habitantes), en el norte de Chile. La zona costera de esta bahía es intensamente utilizada como área de descarga de diferentes fuentes de contaminación. Los resultados indican que el Cu disuelto varía entre 0.97 y 1.65 mg l⁻¹, al sur del área de estudio y frente a la zona industrial de la ciudad respectivamente. El Pb disuelto varía entre 0.019 y 0.029 mg l⁻¹ y el contenido de Zn entre 1.7 mg l⁻¹ en la parte norte del área de estudio y 2.0 mg l⁻¹, frente a la descarga de la zona industrial. La distribución de la fracción particulada de Cu es similar a la disuelta, con concentraciones que varían entre 126.8 mg g⁻¹ y 467.2 mg g⁻¹. El Pb particulado presenta un rango entre 9.8 y 33.8 mg g⁻¹ y el Zn entre 149.7 y 403.5 mg g⁻¹. La distribución espacial encontrada es el resultado de los diferentes aportes locales y del sistema de corrientes litorales que diluyen los aportes así como el agua se mueve hacia el norte. La fracción particulada es la forma más abundante de los metales, probablemente debido al aporte del polvo atmosférico proveniente del Salar de Atacama, representando una fuente natural de metales a las aguas de la bahía.</p>
Ubicación	Biblioteca Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Campus Universitario. Concepción.

Nombre del Proyecto

“Historia de la Contaminación por Metales en traza en dos áreas costeras del norte y centro-sur de Chile”

Publicación	Salamanca, M.A. y A. Camaño. 1994. <i>Gayana Oceanología</i> 2:31-48.
Área Geográfica	Punta Coloso, Antofagasta, II Región y Talcahuano, VIII Región
Área	Contaminación
Año	1988 y 1993
Matriz	Agua
Análisis	Cu,Cd,Hg, Pb
Resumen	<p>“Los sedimentos marinos de áreas costeras cercanas a centros urbanos e industriales generalmente contienen concentraciones de metales en traza superiores a los niveles naturales. Para establecer el significado de estos valores es fundamental conocer la concentración preindustrial de los metales en los sedimentos. Utilizando radioisótopos (Pb^{210}, vida media 22,3 años) se puede datar estos sedimentos y determinar los niveles preindustriales.</p> <p>En este estudio se presentan los resultados de las dos únicas mediciones realizadas en Chile al respecto. La primera en 1988 en Talcahuano, VIII Región, en un testigo recolectado en los sedimentos de la marisma Rocuant. La segunda corresponde a una realizada en 1993 en dos testigos de sedimentos sublitorales de Caleta Coloso, Antofagasta, II Región.</p> <p>En la marisma de Rocuant existe un sostenido aumento de Cu, Cd, Hg y Pb a partir de 1945, coincidente con la puesta en marcha de la siderúrgica Huachipato en 1947 y el desarrollo industrial posterior. En Caleta Coloso el aumento de Cu sobre los niveles preindustriales es desde 1960 y coincide con el aumento de la producción de Cu en los años 1960-1970 de la Gran Minería.</p> <p>Esta metodología ha establecido que los sedimentos superficiales de Rocuant contienen 10 veces los niveles pre-industriales de Cu, Cd, Pb y Hg y 5 a 6 veces el valor preindustrial de Cu en Caleta Coloso.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Una aproximación al Ciclo Biogeoquímico del Cobre en el Ambiente Marino Costero”

Publicación Salamanca M. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 377-403

Área Geográfica Punta Coloso. Antofagasta

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua

Análisis Cu

Resumen “ El cobre, junto a la plata y al oro están presentes en forma nativa en la naturaleza y han sido probablemente conocidos por el hombre por más tiempo que ningún otro metal libre. En Chile existen importantes yacimientos cupríferos de tipo pórfido, estrechamente asociados con las manifestaciones ígneas calcoalcalinas andinas de edad cenozoica, distribuidas a lo largo de una franja discontinua de dirección N-S.

El cobre se ha definido como un elemento “tipo nutriente”, debido a que su distribución vertical es similar a la de estas sustancias y además, como otros cationes, participa en las actividades fisiológicas de los organismos marinos, implicando con ello que su abundancia relativa es regulada en cierta medida por procesos biológicos.

Las concentraciones naturales de cobre en un área particular pueden ser afectadas por las actividades antropogénicas, aunque su distribución es determinada por los mismos procesos geoquímicos que afectan a elementos en traza.

El ciclo biogeoquímico agrupa un amplio espectro de conceptos de diversas ciencias que tienden a una conceptualización o modelo de distribución y abundancia de un determinado elemento en un ambiente en particular. La presencia de diferentes procesos que modifiquen la direccionalidad del intercambio entre las distintas fases del sistema, determinan entonces el tiempo de residencia en cada fase y fijará la escala de tiempo del ciclo.

Gran parte del Cu en el ambiente marino se concentra en los organismos, por lo tanto, el ciclo orgánico determina que una gran cantidad de Cu sea remineralizado y otra precipitada, formando parte de los sedimentos ricos en materia orgánica.

Ubicación Biblioteca Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Campus Universitario. Concepción.

Nombre del Proyecto

Variabilidad Temporal del Cobre en un Área del Intermareal, Punta Coloso, Antofagasta.

Publicación	Salamanca M, A. Camaño y A.C. La Mura 1997 Libro Resúmenes XVII Congreso de Ciencias del Mar. Santiago- Chile. Página 145.
Área Geográfica	Punta Coloso, Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1997
Matriz	Agua
Análisis	Cu
Resumen	<p>El Cu está ampliamente distribuido en la corteza terrestre y es uno de los pocos elementos que forman depósitos que permiten su explotación. El Cu además se considera un micronutriente esencial, ya que forma parte de los procesos fisiológicos de plantas y animales, especialmente en los organismos marinos.</p> <p>Sus fuentes de origen son variadas: proviene de minerales terrestres, sistemas hidrotermales, de los sedimentos, aportes antropogénicos, depositación atmosférica, ríos, etc.</p> <p>La actividad minera ha sido considerada una de las principales fuentes antropogénicas de este metal, vía material particulado presente en la atmósfera o a través de emisarios. Minera escondida Ltda. mantiene un monitoreo del Cu total y disuelto en la zona de Punta Coloso y emisario ubicado en el mismo lugar.</p> <p>El objetivo de este estudio es caracterizar la variabilidad temporal de la distribución inter e intranual del Cu total, disuelto y particulado, este último determinado por diferencia, en el intermareal. Se consideró una escala de tiempo mensual y anual, desde septiembre de 1989 a mayo de 1996 en 5 estaciones de Punta Coloso (23°47' latitud sur y 70°30' longitud oeste). Los análisis se realizaron por Potenciometría de Redisolución de Iones computarizada. (Jagner and Aren, 1970; Jagner et al., 1981; Román et al., 1991).</p> <p>Las concentraciones de Cu total intranual no muestran variaciones significativas. Sin embargo, los promedios de las concentraciones interanuales presentan mayor variabilidad, especialmente en la estación F, ubicada en el sector de la Caleta Coloso. Las mayores variaciones corresponden a los años 1989 y 1991.</p>
Ubicación	Biblioteca Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Campus Universitario. Concepción.

Nombre del Proyecto

Contenido de Cu, Pb y Zn en *Perumytilus purpuratus* ("Choritos Maico") en la Zona Costera del Litoral de Antofagasta, II Región. Chile.

Publicación	Salamanca M., A.Camaño T. Rodriguez y B. Jara. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Pág. 47
Área Geográfica	Bahía de Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Material Biológico
Análisis	Cu, Pb y Zn
Resumen	<p>En el presente estudio se evaluó el contenido de Cu, Pb y Zn en machos y hembras de <i>Perumytilus purpuratus</i> ("chorito maico"), recolectados entre Junio y Diciembre de 1996, en 7 localidades del intermareal de Bahía San Jorge, Antofagasta. Los resultados no muestran diferencias significativas entre machos y hembras respecto al contenido de estos metales. Los mayores contenidos de Cu y Pb se encuentran en el Puerto de Antofagasta y en la cercanía de una Descarga Industrial, en el sector norte de Antofagasta, coincidente con las mayores concentraciones de estos elementos en el agua. El Zn muestra una distribución uniforme. Análisis de Componentes Principales tiende a agrupar al Cu y Zn y separar el Pb, indicando diferente origen. Análisis de Cluster, al considerar todos los metales, muestra una clara separación del sitio correspondiente a la Descarga Industrial. Los Factores de Concentración (FC) son del orden de 105, siendo similares entre machos y hembras. Para el caso de Cu, el FC varía entre (50.832, Descarga Industrial y 14.045, Las Rocas). El Pb presenta valores superiores variando entre 98.340 y 19737 en los mismos lugares que para el Cu. El Zn es el que presenta los mayores valores de FC con un rango que varía entre 89.924 en El Lenguado y 61.753 en Murallones. La información obtenida en este estudio indica claramente que los altos valores del FC muestra que el contenido de Cu, Pb y Zn provienen principalmente de una descarga industrial a la cual se puede agregar el aporte atmosférico del Pb. La secuencia de acumulación de metales es Zn > Cu > Pb.</p>
Ubicación	Biblioteca Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Campus Universitario. Concepción.

Nombre del Proyecto

“Estimación de los Aportes Antropogénicos de Plomo a los Sedimentos de Bahía Concepción”

Publicación: Salamanca M. y Muñoz P. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 142

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Sedimento

Análisis Pb

Resumen Los sedimentos marinos de áreas costeras cercanos a centros urbanos e industriales generalmente contienen concentraciones de metales en traza superiores a los niveles naturales, lo cual indica un origen antropogénico.

Uno de los mayores problemas en el estudio de procesos de contaminación por metales traza es que estos tienen dos fuentes; una natural y otra antropogénica. Ambas fracciones pueden llegar al ambiente costero mezcladas por las mismas vías geoquímicas, por tanto se requiere contar con muestras de sedimento lo suficientemente profundas que aseguran obtener aquellas de periodos pre industriales. Bahía Concepción está rodeada de un área fuertemente industrializada y urbana, presentando así todas las posibles fuentes de contaminación producidas por este desarrollo.

El objetivo del presente estudio es estimar el aporte antropogénico de plomo sobre los niveles naturales presentes en los sedimentos de Bahía Concepción, estableciendo con ello la real magnitud del grado de contaminación de los sedimentos de este cuerpo de agua costero y la capacidad de retención de los contaminantes que recibe.

Se analizaron muestras de sedimentos de 7 testigos colectados en Bahía Concepción con longitudes que variaban entre 50 y 100 cm seccionados cada 2 cm de espesor. El plomo contenido se determinó por Absorción Atómica a una Long. De Onda de 217.4 nm. Se determinaron los inventarios de plomo ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) para cada estación de acuerdo a las estimaciones de los excesos de plomo, tomando como referencia las concentraciones de los sedimentos más profundos.

Los perfiles de los excesos de plomo en los sedimentos no son uniformes, presentando una capa homogénea en los primeros 5 cm la cual aumenta hasta los 10-12 cm de profundidad (cerca de la boca de la bahía) probablemente por efecto de bioperturbación.

La distribución del plomo en los sedimentos muestran un patrón espacial claro, en el cual los testigos de las estaciones dentro de la Bahía tienen altos inventarios respecto de aquellos localizados en la boca de la bahía y plataforma adyacente. Estos resultados indicarían un aporte desde fuentes probables como Talcahuano, Penco y Río Andalién ubicados en la parte sur. El plomo presente en la columna de agua es rápidamente removido por las partículas orgánicas y arcillosas e incorporado a los sedimentos en el interior de la bahía, donde se encuentran valores tres veces más altos a los encontrados fuera de ésta. Esto determinaría un escaso transporte de

plomo hacia fuera de la bahía, indicando que los excesos de plomo en la plataforma adyacente reflejarían aporte atmosférico, principalmente.

Ubicación

Departamento Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Estudio de la tolerancia a metales pesados y multiresistencia a antibióticos de vibrionáceas aisladas desde Tejidos de *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) provenientes de la II y VIII Región”

Publicación Saldías Dinamarca, Carlos A. 1999. Universidad de Antofagasta, Facultad de Recursos del Mar, Depto. de Acuicultura. Importancia Requisito para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura.

Área Geográfica II y VIII Región

Área Contaminación.

Año 1999

Matriz Agua

Análisis Cu, Cd, Zn, Cr, As y Hg.

Resumen El presente estudio analiza el componente de Vibrios de la microflora asociada a adultos de *Argopecten purpuratus* y del agua circundante en la II región (La Rinconada) y VIII región (Bahía Coliumo). Se evaluó la tolerancia de Vibrios a diversos metales (Cu, Cd, Zn, Cr, As y Hg) y resistencia antibióticos (Ampicilina, Gentamician, Amikacina, Tetraciclina, Cloranfenicol, Ciprofloxacina, Sulfametoxtropim y Oxalina). Simultáneamente se determinó la concentración de cobre y arsénico en tejidos de *A. purpuratus* y agua de mar.

En ambos sectores estudiados, el porcentaje de Vibrios asociados a tejidos de *A. purpuratus* fluctuó entre un 20% y 40 % del total de bacterias heterótrofas y el 70% de estos resultó ser tolerantes a cobre a una concentración de 150 ppm. Un importante porcentaje de vibrionáceas presentó una alta tolerancia a variados metales pesados y resistencia antibióticos, que fue mayor en Vibrios provenientes de la II Región. La concentración de cobre en tejidos (glándula digestiva y riñón) de *A. purpuratus* varió de 13 a 255 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Organismos de la II región presentaron una mayor acumulación de este metal respecto a organismos provenientes de la VIII región. La presencia de arsénico fue similar en ambas regiones tanto en tejidos (glándula digestiva y riñón) como en muestras de columna de agua. Los valores oscilaron entre 0.7 y 3.2 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

En el presente trabajo, se discute que la presencia de metales en el ambiente y tejidos de bivalvos expone a las bacterias residentes a una presión selectiva capaz de modificar la flora bacteriana, por lo cual, es posible observar un alto porcentaje de vibrios tolerantes a metales. Además se entregan importantes antecedentes sobre la resistencia de Vibrios a diversos agentes antibacterianos.

Ubicación Biblioteca Especializada de Ciencia y Tecnología del Mar. Biblioteca Colección General . Universidad de Antofagasta.

Nombre del Proyecto

“Ensayos de toxicidad aguda con el rotífero de agua dulce *Brachionus calyciflorus* en la determinación de la calidad del agua del río Elqui y sus afluentes.

Publicación	Sanhueza, A., Inda J., y R. Zárate. 2000. Libro resumen XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Pág. 191.
Área Geográfica	Río Elqui
Área	Bioensayos
Año	1999
Matriz	Agua
Análisis	Cu, Fe y As
Resumen	<p>Se evaluó la calidad de las aguas del río Elqui, por la presencia de contaminación con Cu, Fe, Mn, Hg y As como productos del tratamiento de minerales. Dicha evaluación se realizó a través de análisis químicos y bioensayos de toxicidad aguda con cistos de resistencia de <i>Brachionus calyciflorus</i>. Los muestreos fueron realizados en marzo y agosto de 1999, en 12 estaciones. Se determinó arsénico, cobre y hierro a través de Espectrofotometría de Absorción Atómica. Se evaluó la toxicidad aguda calculando parámetros toxicológicos: LC50, UT, LOEC y NOEC. Se realizó paralelamente un control positivo con k2Cr2O7. Se realizó ANDEVA de una vía, test de comparaciones múltiples (SNK), regresiones múltiples, Análisis de cluster y análisis de factor (componentes y factores principales). En la determinación del LC50 ,se utilizó método Probit y Spearman-Karber. En la determinación de LOEC y NOEC se usó Toxstat y comparaciones múltiples de Dunnetts.</p> <p>Los contenidos de arsénico indican que de las 12 estaciones, 6 en marzo y 12 en agosto, estarían sobre la NCh 409/1, una estación en marzo y 7 en agosto, estarían sobre la NCh 1333. Con respecto a cobre 6 y 9 estaciones estarían sobre ambas normas; para hierro 12 y 8 estarían sobre ambas normas. Los altos contenidos de estos metales se ven reflejados en las estaciones río arriba (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5), las cuales están cercanas a faenas mineras y ubicadas en sectores de alta erosión. Se determinó un modelo predictivo de los posibles valores del LC50 que se obtendría del comportamiento de los metales y variables analizadas, el cual explica el 59,54% de la variación del LC50 y un 80,229% del UT, para marzo y un 79,298% y 84,069% para agosto. Al realizar el análisis de componentes principales la mejor relación con el LC50 la presentan los parámetros cobre, temperatura y hierro, en marzo, mientras que para agosto se presenta una mayor relación con los parámetros cobre y hierro.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Ensayos de toxicidad aguda con el rotífero de agua dulce *Brachionus calyciflorus* en la determinación de la calidad del agua del río Elqui y sus afluentes.

Publicación Sanhueza, A., Inda J., y R. Zárate. 2000. Libro resumen XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Pág. 191.

Área Geográfica Río Elqui

Área Bioensayos

Año 1999

Matriz Agua

Análisis Cu, Fe y As

Resumen Se evaluó la calidad de las aguas del río Elqui, por la presencia de contaminación con Cu, Fe, Mn, Hg y As como productos del tratamiento de minerales. Dicha evaluación se realizó a través de análisis químicos y bioensayos de toxicidad aguda con cistos de resistencia de *Brachionus calyciflorus*. Los muestreos fueron realizados en marzo y agosto de 1999, en 12 estaciones. Se determinó arsénico, cobre y hierro a través de Espectrofotometría de Absorción Atómica. Se evaluó la toxicidad aguda calculando parámetros toxicológicos: LC₅₀, UT, LOEC y NOEC. Se realizó paralelamente un control positivo con k₂Cr₂O₇. Se realizó ANDEVA de una vía, test de comparaciones múltiples (SNK), regresiones múltiples, Análisis de cluster y análisis de factor (componentes y factores principales). En la determinación del LC₅₀ se utilizó método Probit y Spearman-Kärber. En la determinación de LOEC y NOEC se usó Toxstat y comparaciones múltiples de Dunnett.

Los contenidos de arsénico indican que de las 12 estaciones, 6 en marzo y 12 en agosto, estarían sobre la NCh 409/1, una estación en marzo y 7 en agosto, estarían sobre la NCh 1333. Con respecto a cobre 6 y 9 estaciones estarían sobre ambas normas; para hierro 12 y 8 estarían sobre ambas normas. Los altos contenidos de estos metales se ven reflejados en las estaciones río arriba (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5), las cuales están cercanas a faenas mineras y ubicadas en sectores de alta erosión. Se determinó un modelo predictivo de los posibles valores del LC₅₀ que se obtendría del comportamiento de los metales y variables analizadas, el cual explica el 59,54% de la variación del LC₅₀ y un 80,229% del UT, para marzo y un 79,298% y 84,069% para agosto. Al realizar el análisis de componentes principales la mejor relación con el LC₅₀ la presentan los parámetros cobre, temperatura y hierro, en marzo, mientras que para agosto se presenta una mayor relación con los parámetros cobre y hierro.

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Contenido de Fe en *Enteromorpha spp.* (C. Agardh) J, Agardh 1883; colectadas en la Bahía La Herradura de Guayacán”

Publicación Sepúlveda, Cristian. 1998. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. Coquimbo. Requisito para el título profesional de Biólogo marino.

Área Geográfica Bahía La Herradura de Guayacán

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Organismo

Análisis Fe

Resumen En esta bahía opera el puerto de desembarque de hierro más importante de la IV Región. El almacenamiento y embarque de este metal, contribuye con material particulado a la bahía. Algunos estudios indican que los sedimentos de las zonas más cercanas a este puerto, presentan una concentración más alta de hierro en comparación con otras zonas dentro de la bahía.

Con estos antecedentes, se planteó un diseño de monitoreo para evaluar el hierro biodisponible en algunas zonas de la bahía; para ello se utilizaron parches de *Enteromorpha spp.* como bioindicadores.

Se proyectaron 7 zonas dentro de la bahía y una en la playa de Totoralillo, la cual fue utilizada como control; durante 6 meses se tomaron muestras de tejidos y agua a nivel superficial.

Los resultados indicaron que las variaciones espaciales fueron más importantes que las temporales. La distribución espacial de los contenidos de hierro se descompuso en dos gradientes; uno basado en la distancia ($r=-0,7592$) y el otro en la profundidad ($r=-0,7899$).

Se propone que el hierro adosado a los parches del alga fue determinante en los niveles de hierro encontrados en las distintas zonas. En este contexto, el proceso de SCAVENGING, habría sido la principal forma de bioacumulación en *Enteromorpha spp.*

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Letalidad Aguda (LC₅₀) y Efecto Histopatológico producidos por el Trifenilfluoruroestaño (TFFSn) sobre Juveniles de *Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819

Publicación	Smith, Y. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	Bahía Tongoy
Área	Contaminación
Año	
Matriz	Organismos
Análisis	TFFSn
Resumen	<p>Durante las últimas décadas una de las preocupaciones principales en los estudios de contaminación marina ha sido la intrusión antrópica de metales pesados al ambiente marino, los cuales aumentan su toxicidad al estar enlazados a compuestos orgánicos simples. Dentro de este tipo de compuestos se encuentran los organoestañados, existiendo una gran variedad de estos con características de biocida, los que son utilizados principalmente como aditivos en pinturas marinas con capacidad antiincrustante (antifouling).</p> <p>Estos tienen diferentes efectos tóxicos y biológicos, disociándose en el agua en la forma de hidróxidos y probablemente metilados en el ambiente acuático ya sea por rutas biológicas, como abióticas lo que permite el fácil transporte al interior de la célula, con un período de degradación de 7 a 15 días.</p> <p>Debido a lo anterior, se hace necesario evaluar riesgos a que podría estar sometido el ambiente marino y conocer su sensibilidad a los contaminantes. Con este fin se realiza el Test de Letalidad Aguda LC₅₀ mediante bioensayos de carácter preliminar y definitivo. Este test evalúa la concentración letal de un tóxico en la cual el 50% de los individuos expuestos en 96 horas sobrevive. Sin embargo, los bioensayos constituyen una aproximación general de la respuesta de los organismos frente a elementos tóxicos. Las condiciones fisiológicas como el efecto experimental controlado y la producción de catabolitos pueden alterar los resultados.</p> <p>Este trabajo pretende evaluar la toxicidad del TFFSn y su efecto histopatológico en juveniles de ostión del norte, especie que presenta una amplia distribución geográfica, disponibilidad durante todo el año, conocimiento de su biología y ser un recurso comercial de importancia en la zona norte de Chile.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Estudios de Impacto Ambiental en Ambientes Dulceacuicolas y Marinos de la X Región: Como y donde evaluar”

Publicación:	Soto D. y Neira P. 1992. Libro Resúmenes XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago. Página 92.
Área Geográfica	Puerto Montt
Área	Impacto Ambiental
Año	1992
Matriz	Agua
Análisis	Nitrógeno, fósforo
Resumen	<p>Para lograr la preservación y usos sostenidos de los ambientes acuáticos en Chile, existe actualmente la necesidad de evaluar los tipos de impacto que los afectan.</p> <p>Durante 1991 y 1992 se ha llevado a cabo una evaluación del estado ambiental en el lago Llanquihue adecuando un diseño muéstrela que considere tres tipos de tratamientos: efecto ciudad, efecto salmonicultura y sitios controles. Se ha incursionado además en forma preliminar, algunos ambientes marinos en zonas aledañas a Puerto Montt.</p> <p>Este tipo de diseño muéstrela y el uso de variables respuestas clásicas tales como la relación N:P y la composición planctónica han resultado muy útiles para evaluar impactos antrópicos específicos en una dimensión temporal y espacial. Se ha demostrado la escasa utilidad de muestreos únicos localizados ya que la determinación de los controles es engorrosa por cuanto resulta difícil delimitar una situación”control” o natural. Por ejemplo determinar estrictamente el impacto de una actividad de acuicultura cuando en las cercanías existe el efecto ciudad o de otra actividad.</p> <p>Se discuten los resultados obtenidos comparando ambientes marinos y dulceacuicolas.</p>
Ubicación	Biblioteca Facultad de Pesquerías y Oceanografía, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt.

Nombre del Proyecto

“Efecto industriales sobre la condición terminal y estuarina del Río Bío-Bío”

Publicación:	Stuardo J., Chuecas L., Valdovinos C., Figueroa R. y Briano V. 1993. Libro Resúmenes XIII Jornadas Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 93.
Área Geográfica	Concepción
Área	Contaminación Marina
Año	1993
Matriz	Sedimento
Análisis	DBO, DQO, nutrientes, sólidos suspendidos, hidrocarburos, fenoles, dominancia, abundancia
Resumen	Diversos análisis de la condición actual y pasada del Río Bío-Bío, han concluido que mientras hace alrededor de 50 años atrás se capturaban especies de peces marinos a la altura del puente ferroviario, en la actualidad el embancamiento acelerado del sector próximo a la desembocadura y la formación de un umbral, ha desplazado al estuario a una condición costera abierta atípica. Tal condición presenta en la actualidad efectos positivos trascendentes en las interrelaciones abióticas y bióticas de los procesos costeros. Por otra par, se ha especulado mucho sobre los aspectos negativos de los aportes de contaminantes al agua del río resultante del variado desarrollo industrial. Un estudio anual realizado en 8 estaciones a lo largo de la orilla norte y sector interno de la desembocadura para evaluar los efectos del ril de PETROX S.A. sobre la fauna bentónica, permite concluir que las características topográficas e hidrodinámicas, la granulometría, la materia orgánica de los sedimentos, DBO, DQO, nutrientes y sólidos en suspensión no son afectados por el ril Sin embargo, se encontró una mayor concentración de Hidrocarburos Totales Superficiales y Fenoles Totales Subsuperficiales frente al emisario, y de alquitrán depositado en las riberas del sector estudiado. Mayor abundancia relativa de algunas especies, ligada a dominancia, valores bajos de la diversidad de Shannon y mayores valores de equidad en verano, fueron indicadores de perturbaciones en la comunidad bentónica de diversos biotopos. Se definen las características ambientales, los biotopos presentes y los límites actuales de la condición estuarina.
Ubicación	Biblioteca Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción.

Nombre del Proyecto

“Efecto de la Descarga de Aguas Servidas por un Emisario Submarino en la Bahía Concepción (Chile Central) en los Lenguados *Paralichthys microps* (Gunther, 1881) y *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) en la Bahía de Concepción, Chile: Evidencias Experimentales”

Publicación: Tarifeño E. y Leonardi M. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 87

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Organismos

Análisis Bioensayo

Resumen El desarrollo urbano de las áreas costeras ha puesto gran presión sobre el medio marino como medio receptor de aguas servidas de origen doméstico sin tratamiento previo. Esta situación ha creado la necesidad de establecer metodologías de evaluación del impacto que este tipo de vertimientos produce sobre las comunidades bentónicas cercanas a los emisarios submarinos.

En Chile, la política de saneamiento ambiental está impulsando la construcción de emisarios submarinos para eliminar las aguas servidas de los centros urbanos. Tal es el caso del emisario puesto en operación en marzo de 1994 dentro de la Bahía Concepción (Chile Central). Sin embargo, aún no existe claridad a nivel nacional del efecto potencial sobre el medio marino de esta solución ingenieril.

En base a los resultados de bioensayos en los lenguados *Paralichthys microps* y *Paralichthys adspersus* con aguas contaminadas por los vertimientos de este emisario submarino, que demostraron el apareamiento de enfermedades tales como: i) erosión de aletas, ii) úlceras circulares en la piel, iii) erosión opercular y iv) descamación de la piel asociadas directamente a este tipo de contaminación, se planificó un programa de vigilancia realizado desde junio a noviembre de 1994 para determinar la prevalencia de estas enfermedades en las poblaciones naturales de los lenguados que habitan dentro de la Bahía Concepción.

Los resultados indican que la enfermedad de mayor prevalencia corresponde a la erosión de aletas, con una secuencia de daños macroscópicos de aletas enrojecidas, aletas erosionadas y finalmente aletas con radios expuestos. Otros daños observados fueron heridas circulares en el pedúnculo caudal, en el lado pigmentado del pez y en el opérculo.

Como referencia de comparación (muestra de control) se consideró la base de datos de los muestreos de estas poblaciones de lenguados que han sido realizados desde 1987 y que indican la ausencia anterior a 1994 de estas enfermedades.

Ubicación Dpto. de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción

Nombre del Proyecto

“Efecto de la Descarga de Aguas Servidas por un Emisario Submarino en Juveniles y Adultos de los Lenguados *Paralichthys microps* (Gunther, 1881) y *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) en la Bahía de Concepción, Chile: Evidencias Experimentales”

Publicación: Tarifeño E. y Leonardi M. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 88

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Organismos

Análisis Respuestas Fisiológicas

Resumen El presente estudio examinó los efectos sobre juveniles y adultos de los lenguados *Paralichthys microps* y *Paralichthys adspersus* de la descarga de aguas servidas de origen doméstico mediante un emisario submarino dentro de la Bahía Concepción (Chile). Para ello, se realizó un bioensayo con la exposición de 5 peces durante 45 días a una mezcla de aguas servidas y agua de mar simulando las condiciones ambientales en las áreas bentónicas cercanas al emisario (Grupo A) y comparar los efectos con 5 peces de control (Grupo B) mantenidos por igual lapso en agua de mar limpia.

Los resultados indican que los efectos más notorios observados en el Grupo A fueron: i) cambios en el patrón original de pigmentación en el lado izquierdo de los peces y una hipersecreción de mucus en la piel, ii) daños macroscópicos en piel, aletas, branquias e hígado, y iii) daños en los tejidos tegumentario, branquial y hepático. Estos efectos corresponden a enfermedades tales como la erosión de aletas, úlceras en la piel, daños en las lamelas branquiales y tejido hepático de acuerdo a los criterios estandarizados por el International Council for the Exploration of the Sea (ICES) cuyas causas han sido fehacientemente asociadas con la polución ambiental. En el caso del Grupo B, no se observaron daños ni mortalidades.

La relación de este tipo de enfermedades con la descarga en el mar de aguas servidas domésticas que no han sido tratadas previamente para disminuir su carga contaminante es analizada. Además, se discute la conveniencia e conocer las respuestas individuales de cada uno de los componentes de los ecosistemas frente a los aportes contaminantes o polutantes, respuestas que están en gran medida determinadas por las características fisiológicas propias del individuo afectado y las condiciones ambientales cuando ocurre la introducción del contaminante.

Ubicación Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Microorganismos Indicadores de Contaminación Fecal en Recursos Bentónicos y Agua de Mar del Sur de Chile”

Publicación: Teuber C.J., González M.L., López D.A., Uribe J.M. y Pérez M.C. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Página 152.

Área Geográfica Corral y Calbuco

Área Contaminación Acuática

Año 1997

Matriz Agua

Análisis Microbiológico

Resumen La explotación de recursos bentónicos constituye una actividad económica relevante en el Sur de Chile. Optimizar y diversificar el uso de estos recursos requiere mantener la calidad de las aguas costeras, por cuanto el acceso a los mercados exige el cumplir estrictas normas sanitarias. La calidad del agua está relacionada con la presencia de bacterias coliformes y patógenas como *Escherichia coli*. La concentración de estos microorganismos en los tejidos de invertebrados filtradores podría asociarse a la concentración de ellas en el agua.

En este estudio se evalúa la concentración de bacterias, número más probable (NMP) de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli*, en el tejido de dos especies de bivalvos y a dos niveles de profundidad del agua en dos localidades del sur de Chile. Además, se verificó la relación entre el tejido y el agua.

En Corral (39°51'S, 73°26'W) y Calbuco (41°44'S, 73°05'W), se cuantificó la presencia de bacterias en muestras periódicas de agua y durante otoño, en las especies de mayor consumo: *Ameghinomya antiqua* (“almeja”) y *Mytilus chilensis* (“chorito”). Se utilizó la metodología propuesta por American Public Health Association (APHA), International Standards Organization (ISO) e International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF).

En ambas localidades existió una lata relación entre las concentraciones en el agua y en el tejido de los animales. No obstante, se observaron diferencias entre localidades, aunque ambos sitios de muestreo son aledaños a asentamientos urbanos. En Calbuco no se encontraron valores sobre la norma internacional para CT y CF en aguas y no se detectó *E. coli*. Se registraron diferencias en las concentraciones de bacterias entre especies en una misma localidad.

Los resultados son discutidos en términos de factores que inciden en la variabilidad de los índices bacteriológicos del agua y moluscos, así como de sus proyecciones respecto al uso de estos recursos con fines comerciales.

Ubicación Lab. de Ictiopatología y Microbiología Acuática y Lab. de Cultivos Marinos, U. de Los Lagos, Osorno

Nombre del Proyecto

“Utilización de *Odontesthes regia* (Atherinidae), del Pacífico Sur-Oriental, como Organismo de Ensayo, Estudio de su Sensibilidad con 6 Químicos”

Publicación: Troncoso L., Silva J. Bay-Schmith E. y Larrain A. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 187

Área Geográfica Estuario Lenga

Área Contaminación

Año 1999

Matriz Organismos

Análisis Zn, Cu, Cd, bioensayo 2,4-D, PCP

Resumen Los bioensayos con peces de agua dulce y marinos son ampliamente utilizados en otros países para estudiar la toxicidad de un compuesto específico o de efluentes complejos. En particular, especies estuarinas de la familia Atherinidae (*Mendía beryllina*, *M. Mendía*, *M. peninsulæ*), son utilizadas como organismos de ensayo para evaluar la calidad de los efluentes y aguas receptoras por la US EPA. En el hemisferio sur, la especie equivalente a *Mendía* sp. es *Odontesthes regia*, comúnmente llamada “pejerrey del mar” y se encuentra ampliamente distribuida a lo largo del litoral de Chile.

En esta investigación se estudia la sensibilidad que el “pejerrey de mar” *Odontesthes regia* presenta a distintos compuestos orgánicos (2,4-D y PCP) e inorgánicos (Zn, Cu y Cd), para proponerlos como especie apta para ensayos de toxicidad. El bioensayo de toxicidad aguda con *O. Regia* es un test de 48 horas, en el cual se utilizan como organismos de ensayo larvas de entre 7-28 días de vida, eclosionadas en el laboratorio a partir de ovas traídas del estuario de Lenga (VIII Región). Las larvas son expuestas a distintas concentraciones de un tóxico conocido para evaluar el efecto que estos producen en la sobrevivencia de éstas. El efecto inmediato que se mide es la mortalidad de las larvas al término de la prueba. Para determinar el LC₅₀ – 48 h (concentración en la cual muere el 50% de los organismos expuestos) se utiliza el programa estadístico Probit, desarrollado por la EPA para estos efectos.

En la estandarización del método se utilizó como tóxico de referencia K₂Cr₂O₇, el cual da como resultado un LC₅₀-48 h promedio de 88.18 mg/L. La sensibilidad que esta especie presenta a los tóxicos estudiados, expresados como LC₅₀-48 h son los siguientes: 2,4 – D= 240,15 mg/L; PCP =0,023 mg/L; Zn=9,53 mg/L; Cu=0,057 mg/L; Cd=18,5 mg/L. La sensibilidad que presenta esta especie a los compuestos ensayados es equivalente a los resultados obtenidos con otras especies de peces, lo que la hace una especie adecuada para la evaluación de los efectos producidos por la introducción de contaminantes al ambiente marino.

Ubicación Lab. de bioensayos, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Bioacumulación de Arsénico en diferentes tallas de la macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) (Mollusca: Mesodesmatidae) de la bahía de Coquimbo, IV Región”

Publicación	Troncoso, S. y J. Inda. 2000. Libro resumen XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Pág. 202.
Área Geográfica	Bahía Coquimbo
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Organismo
Análisis	Bioacumulación de As
Resumen	<p>“Los bivalvos son unos de los organismos utilizados para los estudios de contaminación marina, que pueden ser originados, entre otras, por la actividad minera que presenta entre sus productos primarios o secundarios el arsénico. Este elemento natural de la corteza terrestre que con el desarrollo integral pueden elevarse las concentraciones a niveles mayores que los naturales, peligrando el medioambiente. Estos niveles mayores pueden afectar la biota presente en los diferentes ecosistemas en forma estacional.</p> <p>Se estudió la bioacumulación de arsénico en machas en la bahía de Coquimbo, las machas se dividieron en tres tallas: menores de 3,0 cm (Talla 1); entre 3,1 y 6,0 cm (Talla 2) y mayores de 6,1 cm (Talla 3). En la bahía se fijaron 4 sectores con un transecto cada uno. La recolección de especies se realizó en forma manual con 18 muestras por transecto. El agua y sedimento se realizó según las indicaciones de APHA (1992). La determinación de arsénico se efectuó en un Espectrofotómetro de absorción Atómica Varian SPECTR AA.220 con Generador de Hidruro.</p> <p>Los resultados son de 0,70 mgL⁻¹ de arsénico para la Talla 1; 10,3 mgL⁻¹ de arsénico para la Talla 3. Los valores de arsénico para agua de mar se encuentran entre 0,06 y 0,17 mgL⁻¹. Para sedimentos son de 17,0 y 30,5 mg L⁻¹.</p> <p>Los análisis estadísticos indican que existe una relación entre la Talla y el contenido de arsénico en las machas ($r^2=0,62$), con el sedimento también una relación directa ($r^2=0,85$) y con el agua un r^2 de 0,97.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Estudio de Línea Base Proyecto Turístico Los Changos”

Publicación	Trucco, R.; Inda, J.; Illanes, J.; Cuturrufo, G. Y M. Fernández. 1993. Informe preliminar Caracterización Biótica y Abiótica del Sector de Lagunillas Norte. IV Región. Coquimbo, Chile.
Área Geográfica	Sector Lagunillas, IV Región.
Área	Evaluación de Impacto Ambiental
Año	1993
Matriz	Línea Base
Análisis	Caracterización Biótica y Abiótica
Resumen	<p>“El medio ambiente es un concepto que puede ser objeto de diferentes interpretaciones, según el propósito con que se enfoque. Existen diferentes definiciones, ya sea desde una perspectiva naturalista, de las actividades humanas productivas y desde el punto de vista recreacional o conservacionista, entre otras.</p> <p>Otro punto de vista importante, es considerar el medio ambiente como la integración de los sistemas físicos, biológicos y sociales. Desde esta perspectiva es congruente considerar el sector de Lagunillas Norte, como un ecosistema definido por las interacciones de los sistemas antes mencionados dentro del marco geográfico referido a la zona de desarrollo del proyecto turístico. La ventaja de esta visión radica en que sus límites quedan determinados por los objetivos que se fijen, de acuerdo a la problemática a estudiar, en concordancia con el desarrollo y calidad de vida.</p> <p>Las proposiciones legislativas ambientales contemplan la Evaluación de Impacto Ambiental a proyectos industriales futuros, o bien a empresas que ya se encuentren en funcionamiento. Esta evaluación de impacto ambiental se realiza principalmente de acuerdo a las alteraciones que pueda afectar la presencia de estos proyectos, teniendo en cuenta la magnitud de la perturbación y ubicación geográfica con respecto a centros urbanos.</p> <p>Según la legislación actual el proyecto turístico Los Changos, cuya factibilidad de instalación se está evaluando en el Sector de Lagunillas Norte, no es considerado como un proyecto del tipo contaminante, además de no encontrarse cerca de centros urbanos o residencias importantes. Sin embargo, la instalación de este involucra algunas alteraciones en el ecosistema.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Bioensayos, una herramienta para la evaluación de Contaminación”

Publicación Trucco, R.; Inda, J.; Cárdenas y G. Cuturrufo. 1994. Contaminación marina. Libro de preedición. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 183-235

Área Geográfica

Área Bioensayo

Año 1994

Matriz Agua

Análisis Múltiples

Resumen “Se entiende como bioensayo a una prueba en la cual un tejido vivo, organismo o grupo de ellos son empleados como reactivos para la determinación de la potencia de alguna sustancia fisiológicamente activa y de función desconocida, o cuya actividad se desea investigar.

Los bioensayos se utilizan en contaminación como pruebas directas para medir el efecto tóxico de uno o más contaminantes en una o varias especies de organismos, los cuales son expuestos a concentraciones crecientes de un tóxico. El objetivo de estos es establecer la concentración que es suficiente para producir, luego de un tiempo de exposición predeterminado, una respuesta específica e indicativa de su toxicidad, como por ejemplo la mortalidad, que es el criterio más utilizado para evaluar el efecto tóxico de los contaminantes. También el crecimiento, reproducción u otros procesos fisiológicos son usados como parámetros de toxicidad. Los datos generados en los bioensayos son utilizados para evaluar los efectos de tóxicos que estén siendo descargados en el medioambiente acuático.

La trascendencia de los bioensayos radica en que estos permiten una mejor evaluación de ambientes relevantemente tóxicos en sitios contaminados que los análisis puramente químicos, ya que en estos existe una integración entre todas las variables medioambientales y los contaminantes, siendo además complementarios con los antecedentes biológicos obtenidos en descripciones comunitarias realizadas en terreno y con análisis químicos que en conjunto entregan información sobre la naturaleza de los contaminantes, la magnitud del problema y los posibles métodos de tratamiento del área

Ubicación Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Evaluación de la Calidad del Agua Superficial de la Cuenca del Río Chillán”

Publicación: Urrutia R., Pozo K., Barra R., Debels P., Araneda A. y Mendoza G. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 204

Área Geográfica Río Chillán

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Agua

Análisis DQO, DBO5, pH, nutrientes

Resumen La calidad del agua de un río, es el resultado de un conjunto de procesos que tienen lugar en diferentes localidades de la cuenca de drenaje. Actualmente se acepta que la mayoría de los estudios de la calidad del agua deberían efectuarse a nivel de cuenca, considerando tanto las fuentes puntuales como las difusas de ingreso de contaminantes. En el presente trabajo se entregan los resultados preliminares de la evaluación de la calidad del agua de la red hídrica de la cuenca del río Chillán.

La cuenca del río Chillán se ubica en la provincia de Ñuble, VIII Región, y tiene una superficie de 754 km², con una longitud de su curso principal de 115 km. aprox. Los principales usos del recurso hídrico en esta cuenca lo constituyen el riego y el uso potable.

El análisis de calidad de agua, considera ocho estaciones a lo largo del curso principal y diez estaciones en los principales afluentes. Los parámetros. Los parámetros utilizados en la evaluación de la calidad del agua fueron temperatura, color, conductividad, pH, oxígeno, DBO, DQO, nutrientes (nitrógeno y fósforo), sólidos suspendidos, plaguicidas, metales pesados, coliformes fecales, coliformes totales y estreptococos.

Los resultados obtenidos hasta la fecha, evidencian un importante deterioro de la calidad del agua en la parte baja de la cuenca, debido al efecto de la descarga de aguas servidas de la ciudad de Chillán y a el reducido caudal del río, producto de la extracción para el riego. Los parámetros que presentaron un marcado aumento fueron coliformes fecales, nutrientes y conductividad. Se evalúa la contribución de los diferentes usos del suelo en el deterioro de la calidad del agua, así como el efecto de este deterioro, sobre las actividades que se desarrollan en la cuenca.

Ubicación Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción

Nombre del Proyecto

“Utilización del Molusco *Diplodon chilensis* como Filtro Biológico para la Disminución de Coliformes Fecales en Aguas Servidas”

Publicación: Vallejos P. y Delucchi M.. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Página 157

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación Acuática

Año 1997

Matriz Agua

Análisis Coliformes

Resumen Se realizaron experiencias de laboratorio y terreno *integrando Diplodon chilensis* con plantas acuáticas (*Echornia crassipes*) para determinar su capacidad de retención de coliformes presentes en aguas servidas. Las aguas tratadas contenían niveles iniciales de coliformes entre 10^4 y 10^{11} NMP/100 ml, los cuales fueron reducidos en forma significativa por los módulos de tratamiento biológico, alcanzando en algunos casos niveles inferiores a la norma de aguas para regadío ($<10^3$ NMP/100ml).

Las cantidades de coliformes retenidas por los moluscos dependían de la temperatura, nivel de oxígeno disuelto y del estado de condición individual. El tiempo mínimo de exposición para obtener una reducción significativa ($P<0,001$) de coliformes fue de 48 horas, a una densidad de 5 a 7 individuos/ litro y considerando una tasa de filtración de 2,5-3 ml/individuo/minuto. El tiempo máximo de tratamiento de las aguas servidas con moluscos, para producir una disminución significativa ($P<0,001$) del número de coliformes, fue de 10 días.

La capacidad depuradora que posee *D. chilensis* es evidente, creando una buena alternativa de bajo costo para la reutilización de las aguas servidas, como fuente de regadío.

Ubicación Cidera Bío-Bío, Anibal Pinto 372, Of. 72, Concepción

Nombre del Proyecto

“Efectos de la Preexposición y Exposición a Concentraciones Subletales de Cobre sobre la Actividad Valvar y Adherencia al Sustrato en Juveniles de *Choromytilus chorus*”

Publicación: Vallejos P. y Zúñiga M. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 164

Área Geográfica Bahía de Concepción

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Organismo

Análisis Cu

Resumen Las respuestas conductuales son una buena medida para estimar la condición fisiológica de bivalvos expuestos a condiciones de estrés ambiental. Se determinó el efecto que tienen la preexposición a concentraciones subletales de cobre sobre las respuestas conductuales adherencia al sustrato (i.e. fijación del biso) y la actividad valvar (i.e. abertura y cierre de las valvas) en juveniles de *Choromytilus chorus* durante ensayos de toxicidad subletal con cobre. La fijación del biso fue afectada en forma significativa ($P < 0.001$) por el aumento en la concentración y tiempo de preexposición a concentraciones subletales de cobre (40, 80, 120, 160, 200 $\mu\text{g l}^{-1}$ de Cu^{2+} durante 2, 4, 8, 16 días) y presentó una relación lineal negativa significativa ($P < 0.001$) con la concentración de exposición. Por el contrario, la actividad valvar no fue considerada como una respuesta subletal significativa, debido a que presentó una baja correlación ($P > 0.1$) con la concentración de exposición a diferentes concentraciones y tiempos de preexposición. El porcentaje relativo de mortalidad en juveniles de *C. chorus* de longitud modal 15 mm presentó una relación lineal positiva con la mortalidad en juveniles de 30 mm ($r = 0.805$, $P < 0.001$). La respuesta conductual fijación del biso presentó una relación negativa con la mortalidad relativa en ambos tamaños ($r = -0.880$; $P < 0.001$). Por medio de ensayos de toxicidad subletal se determinó que concentraciones de preexposición superiores a 40 $\mu\text{g l}^{-1}$ de Cu^{2+} producen una disminución significativa en la tolerancia de los mitilidos al cobre después de los 4 días de preexposición. Se concluyó que la interacción entre el tiempo y la concentración de preexposición definen la tolerancia a cobre en *C. chorus*.

Ubicación Dpto. Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción

Nombre del Proyecto

“Análisis de las Concentraciones de Metales Traza en la Biota y Sedimentos en Bahía San Vicente”

Publicación: Vargas F., Furet L. y Arcos, D. 1994. Libro Resúmenes XIV Jornadas Ciencias del Mar. Puerto Montt. Págs. 124-125.

Área Geográfica Bahía de San Vicente

Área Contaminación

Año 1994

Matriz Sedimentos, organismos

Análisis Cd, Cu, Fe, Pb, Zn

Resumen El presente trabajo es parte del Programa Mínimo de Evaluación de Impacto Ambiental desarrollado en Bahía San Vicente durante los años 1991-1992. En este período se efectuaron 4 muestreos estacionales en sedimentos litorales (56 estaciones) y dos sublitorales (22 estaciones), en los cuales se determinó las concentraciones de cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc, y materia orgánica. Por otra parte, también se cuantificó estos metales en los bivalvos intermareales Perumytilus purpuratus y Semimytilus algosus.

En sedimentos litorales y sublitorales, las concentraciones de materia orgánica son mayores en las estaciones cercanas al Puerto Pesquero de San Vicente ($x=0,934\%$ y $x=2,9\%$ respectivamente).

En cuanto a los metales traza, las mayores concentraciones en sedimentos litorales se encontraron en la parte central de la bahía en concentraciones similares a otros estudios realizados en zonas cercanas. Por otra parte, en los sedimentos sublitorales, los mayores contenidos de metales se encuentran en aquellas estaciones que están en el interior de la poza de San Vicente. Los valores promedios obtenidos en este estudio están dentro de los rangos determinaos por otros autores.

Las concentraciones de algunos metales (e.g. Cadmio, Zinc) en Aulacomya ater (U. de Concepción 1985) son superiores a lo reportado por este estudio para P. purpuratus. Para el caso de S. algosus la concentración de Plomo es mayor a la encontrada en las dos especies anteriores.

Se discuten los resultados por período de estudio obtenidos en este estudio en relación a la información descrita en el “Programa de Vigilancia Ambiental de la Bahía San Vicente”, del año 1993.

Ubicación Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A. Colón 2780. Talcahuano

Nombre del Proyecto

“Distribución de Pequeña Escala de Cobre Total en Agua de Mar, Bahía de Caldera - Chile”

Publicación: Vargas F., Núñez S. y Arcos D. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Págs. 131-132

Área Geográfica Bahía Caldera

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua

Análisis Cu

Resumen Entre el 11 y 29 de enero de 1997 se realizó en Punta Padrones, Bahía Caldera, in estudio de Balance de Masa referido a cobre. El diseño de muestreo consideró dos sectores de estudio: I) una grilla de doce estaciones alrededor del muelle del Puerto Punta Padrones, II) una transecta de cinco estaciones en la boca de la bahía. En el sector I se colectaron muestras de agua en presencia y ausencia de actividades de embarque (5 cruceros) de concentrado de cobre, mientras en el sector II no hubo actividades de carguío (3 cruceros). En cada estación se colectó muestras a 4 profundidades (dos sobre la termoclina y dos bajo ella). Todos los implementos utilizados para la toma de muestras fueron adecuadamente pre-tratados. Las determinaciones de cobre se realizaron mediante Potenciometría de Redisolución en el modo de solución estacionaria durante el paso de redisolución (PSASS). La verificación analítica se determinó con estándares certificados (CASS-3).

Las concentraciones de cobre durante todo el período de estudio fluctuaron entre 0,306 y 14,906 ug/l. En general, las concentraciones varían entre 0,415 y 7,570 ug/l. En el sector I, los valores más altos se encontraron en el crucero 2 tanto a nivel superficial como de fondo, mientras que en el sector II fue el crucero I.

De acuerdo al análisis estadístico aplicado al sector I (por crucero de muestreo) se encontró que sólo existen diferencia significativas ($p < 0,05$) entre los estratos de profundidad en el crucero 1 y 4, mientras que existen diferencias significativas entre estaciones (para un mismo crucero) en el crucero 1,2 y 4. El análisis del sector II indicó que no existen diferencias significativas entre los estratos de profundidad pero si las hay entre las estaciones consideradas, encontrándose que las mayores concentraciones se asocian al sector suroeste de la boca de la bahía.

Se concluye que la concentración promedio de cobre total en todo el estudio (2,5 ug/l) son menores a: a) las informadas en el estudio de Línea Base realizado por CCMC, b) a otros estudios realizados en la misma zona (4ug/l), c) a la concentración propuesta por la EPA (2,9 ug/l), d) a las concentraciones obtenidas durante el desarrollo de los distintos Programas de Monitoreos de CCMC. La actividad de embarque de cobre en el Puerto Punta Padrones, no presenta un efecto significativo en la matriz estudiada.

Ubicación Compañía Contractual Minera Candelaria, Tierra Amarilla, Copiapó

Nombre del Proyecto

“Monitoreo de las Concentraciones de Metales en Sedimentos de Bahía Caldera, con Especial Énfasis en el Puerto de Embarque de Concentrado de Cobre de Minera Candelaria”

Publicación: Vargas F. y Zúñiga M. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 208

Área Geográfica Bahía Caldera

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Sedimentos

Análisis Cu, Cd, Pb, Fe, Zn

Resumen Este trabajo es parte del Programa de Monitoreo Marino de la Compañía Contractual Minera Candelaria desarrollado semestralmente desde 1993 a la fecha.

Se realizaron mediciones de cobre, cadmio, plomo, hierro y zinc en los sedimentos (fracción de 2 mm) de las estaciones C-01, C-02, C-03, C-04, C-013 (alrededor del Puerto de Embarque), C-08, C-09 (Cercanas a la ciudad de Caldera) y C-10. Las muestras fueron colectadas con draga del tipo Van veen de 0,1 m², secadas a 105°C, cernidas en un tamiz de 2 mm y tratadas con ácidos (nitríco y perclórico concentrados) para analizar el contenido de metales (espectrofotometría de absorción atómica). Como estándar de referencia se utilizó Mess-2.

Los resultados indican que cobre, hierro y zinc presentan un comportamiento similar en su distribución espacial, encontrándose mayores concentraciones en C-08 y C-09 (>200, >50-60 y >5.000 ug⁻¹, respectivamente) y menores en las estaciones cercanas al puerto y extremas de la bahía (<15-100, <10-50 y 1.000-5.000 ug⁻¹, respectivamente).

Hasta el invierno de 1998, la tendencia para el hierro en C-01, C-02, C-03, C-08 y C-09 fue a aumentar para posteriormente disminuir en el tiempo. Al contrario, las demás estaciones han presentado concentraciones de hierro uniformes.

El plomo y cadmio han presentado una tendencia espacial diferente. Para el plomo, sólo C-08 ha presentado concentraciones superiores (15-40 ug⁻¹) que las demás estaciones (<5-10 ug⁻¹) y las estaciones del Puerto de Embarque han tendido a una disminución en el tiempo desde >20 a <5 ug⁻¹. El cadmio ha presentado concentraciones mayores en C-01 a C-04 y menores en C-08 y C-09, evidenciando una relación significativa con la profundidad de muestreo ($r=0,69$; $p<0,001$); es decir a mayor profundidad mayor concentración.

Con el objetivo de determinar un identificador de variaciones anómalas en las concentraciones de metales, se realizó un análisis de regresiones. Este indica que el cobre y zinc se relacionan positivamente con el hierro ($r^2<0,70$, $p<0,001$ y $r^2=0,5-0,7$; $p<0,001$), mientras que el plomo y cadmio no presentan relación con este metal.

Los resultados se comparan con los criterios de calidad para sedimentos y se discuten aspectos relevantes del Programa de Monitoreo a ser considerados en el futuro.

Ubicación

Compañía Contractual Minera Candelaria Tierra Amarilla, Copiapó

Nombre del Proyecto

“The effects of mining pollution on subtidal habitats of northern Chile”

Publicación	Vásquez, J. A.; Matsuhira, B.; Vega, M.A; Pardo, L.M. y D. Véliz. 2000. Trabajos de la Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte.
Área Geográfica	Carrizal Bajo, Caleta Constitución
Área	Contaminación
Año	1996-1997
Matriz	Agua
Análisis	Metales pesados
Resumen	<p>“Mining is the most important commercial activity in Chile, producing more than 60% of the total national income. In northern Chile, where mining extraction is concentrated, solid and liquid pollutants resulting from copper and iron ore processing are discharged to the ocean. The studies on the effects of mining pollution on coastal marine environments in Chile mainly consist of the evaluation of heavy metal concentrations in organisms and intertidal sediments. There are no references on the effects of mining discharges on populations and communities of the shallow subtidal habitats. During 1996-1997, covering more than 1500 km of coast (in polluted and control areas), we studied (1) the chemical characterization of copper and iron discharges, (2) the distribution of heavy metals in <i>Lessonia trabeculata</i> (frond, stipe and holdfast), (3) the distribution of heavy metals in seawater, (4) changes on <i>Lessonia</i> composition and quality of phycocolloid and morphology, (5) the effects upon the macroinvertebrate community associated with <i>Lessonia</i> holdfast and on the rocky subtidal community. All these variables were examined over time, at different depths and at various distances from copper mining cause more ecological perturbation than those from iron extraction. However, the lack of organisms in areas close to mining activities could be caused by the accumulation of fine sediments more than the heavy metal content per se.</p> <p>This work shows that the levels of heavy metals in seawater, plants and alginates of <i>Lessonia</i> in contaminated and pristine sites are highly variable. In this context, environmental factors, such as coastal circulation, local orogenic processes, tectonic movement, shore topography, coastal upwelling and global oceanographic phenomena, such as El Niño, must be considered in the future in the interpretation of the effects of heavy metals in coastal marine communities.</p>
Ubicación	Biblioteca Universidad Católica del Norte sede Coquimbo. CEDOC. Larrondo 1281. Coquimbo. Chile

Nombre del Proyecto

“Efectos Ambientales de la Actividad Salmonera en Bahía Metri: Zona Intermareal”

Publicación:	Vergara P. 1999. Libro Resúmenes XIX Congreso de Ciencias del Mar. Antofagasta. Página 208
Área Geográfica	Bahía Metri
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Organismos
Análisis	Cobertura, densidad
Resumen	<p>El auge de la salmonicultura en Chile, una actividad que puede producir diversos efectos ambientales, requiere de métodos sistemáticos y validados que permitan conocer estos efectos, con la finalidad de conciliar los intereses del desarrollo y los del medio ambiente en el ansiado desarrollo sustentable. Por ello en el presente trabajo se pretende conocer los efectos ambientales de la salmonicultura en Bahía Metri (41°36iS; 72°42iW).</p> <p>Para ello, en forma previa a la instalación de un centro salmonero en Bahía Metri, se inició un estudio de monitoreo ambiental registrándose datos de variables bióticas y abióticas durante 8 meses; una vez instalado el centro se continuó con el muestreo por espacio de 2 años. A estos registros de un monitoreo ambiental bajo el diseño “Beyond BACI” (Before-After-Control-Impact) se les aplicó un análisis de varianza (Modelo Proc Mixed) en el Módulo ANDEVA del programa computacional SAS.</p> <p>Se analizan aquí los efectos en la Cobertura y Densidad de los organismos en la zona intermareal del área estudiada.</p> <p>Los resultados señalan que existen efectos en la cobertura total de organismos en la zona impactada entre antes y después de la instalación del centro salmonero. De igual modo existen efectos en la densidad total de organismos en la zona impactada.</p>
Ubicación	Universidad de Los Lagos, Departamento de Acuicultura y Recursos Acuáticos, Osorno

Nombre del Proyecto

Distribución Espacial De Cobre En Sedimentos Superficiales De Bahía San Jorge, Antofagasta.

Publicación	Yevenes M, M. Salamanca, A. Camaño 2001 Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 113.
Área Geográfica	Bahía San Jorge
Área	Contaminación
Año	2001
Matriz	Sedimentos
Análisis	Cu
Resumen	<p>Los principales problemas de contaminación en el norte de Chile corresponden al sector costero, especialmente las bahías, debido a sus condiciones dinámicas y múltiples usos antropogénicos, que en ellas se realizan. El cobre es uno de los metales pesados más estudiados en esta zona principalmente, por la intensa actividad minera y portuaria que lo contiene.</p> <p>El cobre llega al medio marino, floclula, precipita y se desplaza a los sedimentos, por lo que el conocimiento de la concentración y distribución en esta matriz permite determinar su disponibilidad en el medio marino y detectar procesos de contaminación en un área costera particular (Salamanca, 1994). Es reconocido que los sedimentos son integradores temporales que pueden entregar un registro histórico de los niveles de metales que predominaron en el sistema. La distribución y abundancia de cobre, como la de otros metales, es significativamente afectada por la granulometría, así los granos de menor tamaño presentan una mayor razón superficie / volumen aumentando la tendencia de acumulación de metales traza, siendo el factor más importante en la depositación de estos elementos (Mayer & Fink, 1980). En la presente investigación se pretende establecer la distribución espacial de cobre en sedimentos de bahía San Jorge en cuyo límite se ubica la ciudad de Antofagasta, la cual se caracteriza por diversas actividades de servicios y apoyo al sector minero y portuario. Con este propósito se tomó muestras de sedimentos superficiales en 25 estaciones en Bahía San Jorge. El análisis de cobre fue realizado a través de voltametría de redisolución anódica (ASV) y el análisis granulométrico a través de un tamizador Sieve Shaker.</p> <p>Los resultados indican que las mayores concentraciones de cobre (400-791 µg/g), se registran en las estaciones cercanas a la franja costera, las que están asociadas significativamente a la porción más fina del sedimento (<63µ), situación que la distribución espacial de cobre en Bahía San Jorge es claramente afectada por entradas de fuentes locales y por la hidrodinámica de la bahía.</p>
Ubicación	Biblioteca Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Campus Universitario. Concepción.

Nombre del Proyecto

“Evaluación de la Calidad Acuática de Bahía San Jorge a través de Ensayos de Toxicidad Crónica con Gametos del Erizo de Mar *Arbacia spatuligera*”

Publicación	Zúñiga, M, Espinoza C, Camaño A. Ciencia y Tecnología del Mar 22: 59-74, 1999
Área Geográfica	Bahía de Antofagasta
Área	Contaminación
Año	1999
Matriz	Agua, ensayos de Toxicidad Crónica
Análisis	Cu, Zn, Pb y Hg
Resumen	<p>“Se determinó la calidad del agua en treinta estaciones de la zona costera de Bahía San Jorge, comparando la distribución espacial de la toxicidad crónica (fertilización de <i>A. spatuligera</i>) con parámetros ambientales (pH, oxígeno disuelto, salinidad, sólidos totales y amonio) y las concentraciones de metales (cobre, mercurio, plomo, cinc) del agua de mar. Los porcentajes de fertilización en <i>A. spatuligera</i> fluctuaron entre 94.1 y 99.5% sin diferencias significativas entre estaciones ($p > 0.001$), aunque existió un leve gradiente de toxicidad, mayor toxicidad en los sectores centrales de la bahía, principalmente cerca de los emisarios domésticos e industriales y menor toxicidad en los sectores extremos de la bahía (Coloso y La Chimba). Las concentraciones de oxígeno disuelto variaron entre 4.88 – 5.91 mg/l, la salinidad entre 31.03 – 33.67 psu, los sólidos suspendidos entre 8.90 – 13.40 mg/l, el pH entre 8.12 – 8.24 y el amonio entre 3.67 – 11.92 mg/l, todos sin diferencias significativas entre sectores ($p < 0.001$). La temperatura varió entre 16.72 – 20.40 C y fue dependiente de la hora de muestreo. Las concentraciones de Cu fluctuaron entre 0.967 – 16.323 ug/l, las de zinc entre 1.57 – 6.62 mg/l y las de plomo entre 0.017 – 0.093 mg/l. Sólo el sector del Puerto de Antofagasta presentó concentraciones de plomo (0.089 ± 0.004 mg/l) y cobre (9.959 ± 6.152 mg/l) significativamente superiores que el resto de las estaciones ($p < 0.001$). Los niveles de mercurio fluctuaron entre 0.003 – 0.136 mg/l, con la mayoría de las estaciones presentando concentraciones superiores que las detectadas en aguas naturales (0.003 mg/l) y que el criterio de toxicidad crónica (0.025 mg/l). Se puede concluir que, desde el punto de vista de toxicidad crónica la bahía presenta un estado de calidad acuática normal, aunque desde el punto de vista químico, las estaciones del puerto de Antofagasta y sus cercanías, presentan concentraciones relativamente altas de Cu y Pb.</p>
Ubicación	Minera Escondida Limitada, Avenida de la Minería 501 Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Evaluación de Impacto y Línea Base Ambiental del Proyecto Escondida en Puerto Coloso”

Publicación	Zúñiga M. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 135-158
Área Geográfica	Punta Coloso. Antofagasta
Área	Evaluación Impacto Ambiental
Año	1989-1990
Matriz	Línea Base
Análisis	Macro y microfauna, Metales pesados
Resumen	<p>Se discute el desarrollo de un programa ambiental por parte de Minera Escondida Limitada en el área de Coloso para obtener una Línea Base Ambiental, previo al inicio de las operaciones, para predecir los impactos ambientales posteriores de la descarga del emisario submarino de Escondida, establecer las medidas de mitigación necesarias para reducir el impacto ambiental y desarrollar un Programa de Monitoreo para verificar los pronósticos de impacto ambiental y medir los impactos reales de las operaciones de Escondida.</p> <p>El estudio consideró una serie de criterios para decidir si los efectos ambientales adversos eran significativos: magnitud, duración y frecuencia, grado de reversibilidad, probabilidad de ocurrencia, incertidumbre científica de los efectos ambientales adversos y el contexto ecológico. La sensibilidad del ecosistema marino en Coloso fue evaluada basándose en la información recopilada sobre especies de importancia ecológica, económica y/o de consumo humano.</p> <p>Dentro del proceso de evaluación se señalaron una serie de impactos ambientales adversos significativos que podrían ocurrir en Coloso debido a las actividades industriales, los cuales fueron clasificados ya sea como impactos debido al acopio y transporte de concentrado en la Planta Coloso, a la actividad portuaria o debido a la descarga del efluente submarino.</p> <p>Durante el estudio de Línea Base se analizaron especialmente las comunidades del intermareal y submareal rocoso, pelágicas y submareales de fondos blandos. Además se determinaron las concentraciones de metales en agua de mar, indicando que durante la Línea Base ningún metal analizado en el intermareal sobrepasó la norma US EPA.</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Ecotoxicología de Metales en el Ambiente Acuático: Una Revisión Actualizada”

Publicación	Zúñiga M. En D. Arcos (Ed.), Minería del cobre, ecología y ambiente costero. Editora Aníbal Pinto S.A. Chile. 1998. Págs. 349-376
Área Geográfica	Punta Coloso. Antofagasta
Área	Ecotoxicología
Año	1998
Matriz	Agua
Análisis	Pruebas de Toxicidad
Resumen	<p>“Se discuten aspectos relevantes de la ecotoxicología, incluyendo la necesidad actual de un enfoque ecotoxicológico integrado, especialmente en el campo de la contaminación por metales pesados. Se discute el uso de las pruebas de toxicidad en la evaluación de la calidad de aguas, sedimentos y efluentes, incluyendo entre éstas las pruebas de toxicidad microbianas (Microtox, SOS-Chromatest, ATP-TOX. Prueba de Ames), pruebas de toxicidad con vegetales (<i>Selenastrum capricornutum</i>, <i>Lemna sp</i> <i>Macrocystis pyrifera</i>), pruebas de toxicidad con invertebrados (<i>Daphnia sp.</i>, <i>Artemia</i>, moluscos, equinodermos), pruebas de toxicidad con peces (<i>Oncorhynchus mykiss</i>, <i>Atherinops affinis</i>) y las con sedimentos (anfípodos, quironómidos). Además, se incluye una sección sobre diversos biomarcadores utilizados para la detección del impacto acuático producido por metales pesados: biomarcadores fisiológicos, moleculares y celulares.</p> <p>Se incluyen resultados de los programas de bioensayos de toxicidad aguda y crónica realizados con especies continentales (<i>Cheirodon pisciculus</i>, <i>Daphnia pulex</i>) y marinas (<i>Aulacomya ater</i>, <i>Hyale sp.</i>, <i>Loxechinus albus</i>, <i>Arbacia spatuligera</i>) utilizados para evaluar los efectos tóxicos del efluente y emisario submarino y los programas de efectos biológicos del cobre sobre mitílidos marinos transplantados en sistemas suspendidos frente a las instalaciones de puerto Coloso, Antofagasta.</p>
Ubicación	Minera Escondida Ltda. Avenida La Minería 501, Casilla 690. Antofagasta. Chile

Nombre del Proyecto

“Análisis del contenido de Metales en Sedimentos de Bahía Caldera, III Región y su implicancia en el Monitoreo a Largo Plazo de Minera Candelaria”

Publicación: Zúñiga M. y Vargas F. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Página 162.

Área Geográfica Bahía Caldera

Área Contaminación Acuática

Año 1997

Matriz Sedimento

Análisis Cu, Pb, Hg, Cr, Cd, Fe y Zn

Resumen En las últimas décadas se ha desarrollado una intensa actividad industrial en Bahía Caldera, con la presencia de muelles multipropósitos para carguío de minerales y descarga de petróleo, astilleros y pesqueras y con el puerto de embarque de Minera Candelaria ubicado en el extremo oeste de la bahía. De acuerdo con el Programa de Monitoreo de Metales en Sedimentos (Cu, Pb, Hg, Cr, Cd, Fe y Zn), se analizan resultados obtenidos durante enero de 1996 y se comparan con estudios previos. Las concentraciones de cobre fueron de $70,6 \pm 94,7$ ug/g, aunque inferiores a la norma USA (100ug/g). El sector industrial-urbano de Caldera presentó concentraciones de cobre (178,8-188,9 ug/g) significativamente superiores ($p < 0.005$) que los sectores extremos de la bahía (21,2-21,7 ug/g), característica mantenida desde 1993. Hierro presentó concentraciones entre $3580,8 \pm 1468,1$ y $5322,7 \pm 1493,6$ ug/g y zinc ente 45.5 ± 17.03 ug/g, ambos con concentraciones significativamente mayores ($p < 0.001$) en los sectores industrial-urbanos, pero en ningún caso sobrepasando la norma USA (21.200 ug/g) no presentaron diferencia significativas ($p = 0.028$) entre sectores, aunque los niveles del sector industrial-urbano fueron levemente superiores ($21,2 \pm 9,8$ ug/g), pero bajo los niveles naturales (< 25 ug/g) y sin sobrepasar la norma USA (50 ug/g). Las concentraciones de cromo ($17,4 \pm 4,1$ ug/g) no presentaron diferencias entre sectores ($p = 0,244$) y a excepción del sector urbano (25.3 ± 1.81 ug/g), no sobrepasaron la norma USA (25 ug/g). La concentración promedio de mercurio fue $0,06 \pm 0,05$ ug/g, presentando una distribución homogénea y sin diferencias significativas ente sectores ($p = 0,060$), aunque el norte de la bahía presentó concentraciones mayores ($0,11 \pm 0,10$ ug/g) que la norma USA (1,0 ug/g), lo cual se ha mantenido desde 1993. Las concentraciones de cadmio en el sector oeste ($5,59 \pm 0,64$ ug/g) fueron significativamente mayores ($p < 0,006$) que en los sectores interiores y norte ($3,82 \pm 1,60$ ug/g) y la norma USA (1,0 ug/g), lo que se ha mantenido desde 1993. Se concluye que los sedimentos de Bahía Caldera presentan niveles relativamente altos de cobre, hierro, zinc y plomo en el sector costero industrial-urbano y que en toda la bahía los niveles de cadmio sobrepasan la norma.

Ubicación Compañía Contractual Minera Candelaria, Avenida Apoquindo 4499, 4ºPiso, Santiago

Nombre del Proyecto

“Detección de Cobre-Metalotioneínas (Cu-MT) y su utilización como Indicadores de Calidad Acuática en Puerto Coloso, Antofagasta”

Publicación: Zúñiga M.A., Espinoza C. y Camaño A. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Págs. 162-163.

Área Geográfica Bahía Antofagasta

Área Contaminación Acuática

Año 1997

Matriz Organismo

Análisis Cu, Metalotioneínas

Resumen Como biomarcadores, las MT tienen como ventaja la rapidez de respuesta y especificidad para los metales, por lo que representan un gran potencial para la detección de la biodisponibilidad ambiental de metales. Este trabajo fue diseñado para determinar la relación existente entre las concentraciones de cobre en tejidos blandos y cobre unido a fracciones proteicas del tipo metalotioneínas en *P. purpuratus* y *A. ater*, trasplantados a Puerto Coloso y mantenidos experimentalmente por un período de 2 meses. Se incluyen resultados de los niveles de Cu-MT inducidos en ambas especies por la exposición de laboratorios a concentraciones subletales de cobre (10-80 ug/l).

En experiencia de laboratorio se detectaron diferencias significativas en la fijación de cobre a MT entre las dos especies. *A. ater* presentó un nivel máximo de fijación entre 10-20 ug/l de cobre (10-17 veces mayor con respecto al nivel normal) con una reducción significativa de la fijación de 40 ug/l y 100% de mortalidad a 80 ug/l. La tendencia de fijación en *P. purpuratus* fue directamente proporcional a la concentración de cobre del medio, con un máximo de 3 veces en la fijación a 80 ug/l.

En experiencias en terreno, *P. purpuratus* presentó concentraciones de cobre en los tejidos (4,06 – 8,85 ug/g). Durante el período de exposición no se observó aumento de las concentraciones de cobre en ninguna de las dos especies. Sí se detectaron diferencias significativas en los niveles de cobre unido a MT y al igual que en laboratorio, *A. ater* presentó mayores niveles de fijación que *P. purpuratus*. Durante el período de exposición los individuos de *A. ater* expuestos a Puerto Coloso presentaron un aumento significativo de 3 a 7 veces la fijación de cobre con respecto al lugar de referencia, aunque muy inferior al aumento de la fijación a MT producida en experiencias de laboratorio a 10 mg/l de cobre. En *P. purpuratus*, la fijación de cobre aumentó significativamente durante el período de exposición, aunque sin diferencias significativas entre sitios.

Se concluye que *A. ater*, tanto en laboratorio como en terreno, presentó niveles de cobre unido a MT significativamente mayores que *P. purpuratus*. Desde un punto de vista molecular y de acuerdo con los resultados obtenidos, *A. ater* podría utilizarse como biomarcador, ya que es capaz de detectar leves cambios en los niveles ambientales de cobre.

Ubicación Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A., Colón 2780, Talcahuano

Nombre del Proyecto

“Razón Oxígeno/Nitrogeno (O/N) en *Perumytilus purpuratus* y *Aulacomya ater* Expuestos en Sistemas Experimentales de Terreno para Determinar la Calidad Ambiental de Puerto Coloso, Antofagasta”

Publicación: Zúñiga M.A., Espinoza C. y Camaño A. 1997. Libro Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar. Santiago. Página 161

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación Acuática

Año 1997

Matriz Organismos

Análisis Cu, consumo oxígeno, amonio

Resumen Se presentan resultados de la condición fisiológica (consumo de oxígeno, excreción de nitrógeno) y contenido de cobre en tejidos de *P. purpuratus* y *A. ater* transplantados y expuestos en sistemas suspendidos por 30 y 60 días al área marina adyacente a Puerto Coloso, frente a las instalaciones de Minera Escondida Limitada. Las concentraciones promedio de cobre del agua de mar en los sitios de trasplante fue de $1,555 \pm 0,473$ ug/l, sin diferencias significativas ($p < 0,001$). Ambas especies mostraron diferencias significativas ($p < 0,001$) en el contenido de cobre total, presentado *P. purpuratus* concentraciones (4,74-7,73 ug/g) mayores que *A. ater* (3,23-4,55 ug/g), las que no difirieron significativamente de las concentraciones de cobre en individuos de referencia (4,06-8,85 ug/g en *P. purpuratus* y 3,19-4,81 ug/g en *A. ater* durante todo el período de exposición.

Después de 30 días de exposición *P. purpuratus* presentó tasas de consumo de oxígeno (32,87-34,31 ug/g/h/l) significativamente mayores ($p < 0,001$) que *A. ater* (30,31-26,18 ug/g/h/l) significativamente mayores que las tasas a 60 días (24,25-24,75 ug/g/h/l en *P. purupuratus* y 17,98-20,72 ug/g/h/l en *A. ater*). En ambos períodos las tasas de consumo en individuos de referencia (31,44ñ-14,06 ug/g/h/l par *P. purpuratus* y 22,81-15,68 ug/g/h/l para *A. ater*) fueron iguales o menores que las tasas en individuos expuestos a Puerto Coloso.

Las tasas promedio de excreción de amonio en *P. purpuratus* a los 30 días (0,50-0,61 ug/g/h/l) fueron similares a las tasas de excreción a los 60 días (0,35-0,60 ug/g/h/l), a diferencia de *A. ater*, donde las tasas de excreción a los 30 días (0,22-0,30 ug/g/h/l) fueron significativamente mayores que las tasas a los 60 días (0,35-0,60 ug/g/h/l). Las mayores tasas de excreción se presentaron en *P. purpuratus* del área de referencia (1,14-0,88 ug/g/h/l).

Las razones O/N en *P. purpuratus* a los 30 días (62-83) fueron significativamente mayores que a los 60 días (50-52) y ambas mayores que las razones en individuos de referencia (49-29). De igual forma, las razones O/N en *A. ater* a los 30 días (114-80) fueron mayores que a los 60 días (60-80) y ambas mayores que las razones en individuos de referencia (25-80).

Se concluye que *P. purpuratus* y *A. ater* mantenidos en sistemas suspendidos en Puerto Coloso mejoraron su condición con respecto a los

individuos de referencia, lo cual se debería a diversos factores internos (e.g., menor densidad de individuos) y externos (e.g., mayor disponibilidad de alimento, mayor oxigenación y mayor difusión de productos de excreción).

Ubicación

Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A., Colón 2780, Talcahuano

Nombre del Proyecto

“Evaluación Química y Toxicológica de la Calidad Acuática en Bahía San Jorge, Antofagasta”

Publicación: Zúñiga M., Espinoza C. y Camaño A. 1998. Libro Resúmenes XVIII Congreso de Ciencias del Mar. Iquique. Página 136

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación

Año 1998

Matriz Agua

Análisis Cu, Hg, Pb, Ph, oxígeno disuelto, salinidad, sólidos totales y amonio

Resumen El uso integrado de bioensayos de toxicidad con especies nativas y la medición cuantitativa de los contaminantes presentes en el ambiente marino, entregan una visión adecuada del posible impacto producido por las actividades industriales y urbanas de la zona evaluada. En este estudio se determina la calidad del agua en treinta estaciones de la zona costera de Bahía de San Jorge, comparando la distribución espacial de la toxicidad crónica (fertilización en *Arbacia spatuligera*) con las concentraciones de metales pesados (cobre, mercurio, plomo) y parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto, salinidad, sólidos totales y amonio).

La concentración de oxígeno disuelto varió entre 5,24 y 5,64 mg/l la salinidad entre 31,91 y 33,67 psu, los sólidos suspendidos entre 10,07 y 11,87 mg/l el pH entre 8,17 y 8,21 y el amonio entre 5,03 y 8,61 mg/l, todos estos parámetros sin diferencias significativas entre sectores ($p < 0,001$). La temperatura varió entre 16,86 y 19,59°C y fue dependiente de la hora de muestreo.

Las concentraciones de cobre fluctuaron entre 1,145 y 16,323 mg/l, las de zinc entre 1,57 y 6,62 mg/l, las de plomo entre 0,017 y 0,093 mg/l y las de mercurio entre 0,010 y 0,136 mg/l. Las concentraciones de plomo ($0,089 \pm 0,004$ mg/l) y cobre ($9,959 \pm 6,152$ mg/l) en el sector del puerto de Antofagasta fueron significativamente superiores que en el resto de las estaciones.

Los porcentajes de fertilización en *A. spatuligera* fluctuaron entre 94,1 y 99,5%, sin diferencias significativas entre estaciones, aunque se observó un leve gradiente de toxicidad, con la mayor toxicidad en los sectores centrales de la bahía, principalmente donde se ubican emisarios domésticos e industriales y la menor toxicidad en los sectores extremos de la bahía (Coloso y La Chimba).

A partir de un análisis de regresión múltiple, incluyendo todas las variables, se obtuvo el siguiente modelo: **Fertilización** $79,988 + 3,18$ **oxígeno disuelto** $+ 0,267$ **sólidos totales** ($r^2 = 0,308$, $p < 0,01$).

Al incluir sólo las variables relacionadas con contaminación, aunque no significativo ($r^2 = 0,104$; $p = 0,077$), se obtuvo el siguiente modelo: **Fertilización** $10,507 + 23,62$ **amonio**. Comparado con otros lugares evaluados con el mismo enfoque, se concluye que Bahía San Jorge presenta una calidad acuática relativamente buena, a excepción de los sectores urbanos ubicados al centro de la bahía.

Ubicación

Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A., Colón 2780,
alcahuano

Nombre del Proyecto

“Integración de Bioensayos de Laboratorio, Variables Ambientales y Niveles de Contaminantes Orgánicos e Inorgánicos en Aguas Costera de la VIII Región”

Publicación:	Zúñiga M., Riveros A., Becerra J. y Larraín A. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 173
Área Geográfica	Bahía San Vicente
Área	Contaminación
Año	1995
Matriz	Agua
Análisis	Cu, Cd, Hg, DDT, DDC
Resumen	<p>Ensayos de toxicidad crónica con gametos del erizo mar <i>Arbacia spatuligera</i> fueron utilizados para evaluar la calidad del agua en 9 sectores costeros de la VIII Región y se determinó su relación con variables ambientales (pH, turbidez, oxígeno disuelto y salinidad), concentraciones de metales (cobre, mercurio, cadmio) y compuestos orgánicos (lindano, aldrin, dieldrin, fenoles totales, DDE, DDT y grasas totales). El método de fertilización fue el utilizado por Zúñiga et al. (1991) y Riveros & Zúñiga (1993). Los porcentajes de fertilización en Rocuant (14.1±6.0) y San Vicente (22.5±10.0) fueron significativamente menores ($P<0.05$) que en los sectores Chivilingo, Coronel, Lenga, Talcahuano, Penco, Tomé y Dichato (promedio agrupado de 70.5±13.0). Las correlaciones entre la fertilización y las variables oxígeno-disuelto ($r=0.843$), pH ($r=0.830$), turbidez ($r=-0.683$) y grasas totales ($r=-0.888$) fueron significativas ($P<0.01$). Por Análisis de Componentes Principales (PCA) sobre las variables estandarizadas se agruparon fertilización-oxígeno-ph (dos primeros componentes explican 73% de la varianza). Por análisis de regresión múltiple se obtuvo el modelo: Fertilización = 30.009 + (9.456 Oxígeno) + (-0.059 Grasas totales) ($r^2=0.844$; $P<0.001$). Las estaciones de Rocuant y San Vicente fueron agrupadas y separadas de las demás por Análisis Discriminante (Hotelling-Lawley Trace, $P<0.001$). Se concluyó que los sectores costeros de Rocuant y San Vicente tienen condiciones ambientales que caracterizan zonas eutroficadas (e.g., altos niveles de compuestos orgánicos y bajas concentraciones de oxígeno), lo cual es consecuencia de descargas orgánicas de origen industrial. Se demostró, a través de bioensayos de laboratorio, que estos sectores tienen un efecto negativo significativo sobre la fertilización de <i>A. spatuligera</i>.</p>
Ubicación	Dpto. Oceanografía Universidad de Concepción, Casilla 2407-10 Concepción

Nombre del Proyecto

“Bioensayos de Toxicidad para Evaluar la Calidad de las Aguas Adyacentes al Emisario Submarino de Minera Escondida Limitada”

Publicación: Zúñiga M. y Camaño A. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 175

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Agua

Análisis Cu

Resumen Durante febrero de 1993 se realizaron ensayos de fertilización con gametos de *Loxechinus albus* para estimar la toxicidad de las aguas adyacentes a la descarga del emisario submarino de Minera Escondida Ltda. Se tomaron muestras de agua a 60 m de profundidad, considerando un diseño especial de muestreo que consistió en un círculo concéntrico a 0, 100, 200 y 400 m desde el difusor del emisario y la intersección del círculo con los cuatro puntos cardinales. Además se incluyó una muestra de agua superficial sobre el difusor.

Los porcentajes de fertilización para muestras tomadas desde el difusor fueron de 55.3 ± 5.3 y difirieron significativamente de la fertilización en las muestras de superficie (68.8 ± 3.4) y controles (66.5 ± 4.0). Por otra parte, se obtuvieron porcentajes de fertilización mas bajos para muestras tomadas a diferentes distancias del emisario (46.1 ± 9.5). No se detectó una relación significativa entre la fertilización y el contenido de cobre en las muestras de agua ($r=0.23$), pero si, una correlación positiva importante entre el contenido de oxígeno del agua y la fertilización ($r=0.43$). En general, las muestras de agua tomadas alrededor del emisario presentaron bajas concentraciones de oxígeno (0.79 ± 0.33 mg/L), lo cual tuvo efectos notorios sobre la fertilización. Se concluyó que, más que los niveles de cobre presentes en el agua, son las condiciones normales de hipoxia presentes alrededor del emisario (i.e., bajos contenidos de oxígeno), las que influyen marcadamente sobre la fertilización de *L.albus*.

Ubicación Minera Escondida Ltda. Avenida de la Minería 501. Antofagasta

Nombre del Proyecto

“Evaluación de la Calidad de Sedimentos Marinos mediante Ensayos de Toxicidad con *Emerita analoga*”

Publicación: Zúñiga M., Valdovinos C. y Figueroa R. 1995. Libro Resúmenes XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Página 174

Área Geográfica Bahías de Coronel, San Vicente y Concepción

Área Contaminación

Año 1995

Matriz Sedimento

Análisis Materia orgánica, pH, turbidez, salinidad, oxígeno disuelto

Resumen Técnicas rápidas y de bajo costo, basadas en la exposición de organismos a muestras de sedimentos, han sido frecuentemente utilizadas en programas de evaluación para determinar la distribución espacial y temporal de la toxicidad en los sedimentos. Sin embargo, pocos estudios han tratado de establecer relaciones causa-efecto existentes entre las características ambientales de los sedimentos y su toxicidad sobre organismos vivos. Ensayo de toxicidad aguda con juveniles del crustáceo decápodo *Emerita analoga* (5.8 mm) fueron utilizados con el fin de evaluar la calidad de los sedimentos marinos costeros de la VIII Región (bahías de Coronel, San Vicente y Concepción). Se colectó un total de 50 muestras de sedimento y agua de mar suprayacente. Durante el desarrollo de los ensayos se consideraron diluciones seriales simultáneas de agua y sedimento (desde 100 a 3% con un factor de 0.5) utilizando cámaras de 1 litro (150 g de sedimento más 500 ml de agua de mar). El diseño experimental incluyó 2 réplicas por muestra y 10 individuos por réplica. Después de 48 horas de exposición se determinó el porcentaje de sobrevivencia y se estimaron los LC_{50-48} horas con el método de Spearman-Kärber. Los valores LC_{50-48h} fueron relacionados con variables ambientales del agua (turbidez, salinidad, oxígeno disuelto y pH) y del sedimento (granulometría, Eh y materia orgánica). Los resultados mostraron que los sectores portuarios e industriales de esta bahías producían altas toxicidades ($LC_{50} < 3\%$) y los demás sectores extremos de la Bahía de Coronel y Lenga toxicidades moderadas a nulas ($LC_{50} > 70\%$). Los sectores con mayor toxicidad presentaron altos niveles de materia orgánica (entre 12-30%), bajos valores de Eh (< -200 mV), bajas concentraciones de oxígeno disuelto (< 1.5 mg L⁻¹) y bajos pH (< 7.4), condiciones que difirieron significativamente de las encontradas en los sectores de menor toxicidad, con bajos niveles de materia orgánica (0.7-1.2%), altos Eh (0-200 mV), mayores concentraciones de oxígeno disuelto (3-7 mg l⁻¹) y mayores pH (7.6-7.9). A través de análisis de regresión múltiple (Stepwise Regression Analysis) se estableció que la toxicidad es explicada en mayor grado por el contenido de materia orgánica en los sedimentos ($LC_{50-48h} = 66.657 + [-2.536 \text{ materia orgánica}]$, $r^2 = 0.448$, $P > 0.001$). Puede concluirse que la acumulación de materia orgánica derivada de las descargas industriales y portuarias produce condiciones ambientales de elevada toxicidad para los organismos bentónicos.

Ubicación Dpto. de Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción

Nombre del Proyecto

“Utilización de la Almeja *Protothaca thaca* para la Evaluación de la Calidad de Sedimentos Marinos alrededor del Puerto de Embarque de Concentrado de Cobre de Minera Escondida Limitada”

Publicación: Zúñiga M., Espinoza C. y Camaño A. 2000. Libro Resúmenes XX Congreso de Ciencias del Mar. Concepción. Página 218

Área Geográfica Bahía de Antofagasta

Área Contaminación

Año 2000

Matriz Sedimento, organismos

Análisis Cu

Resumen Se realizaron trasplantes de almejas desde un banco natural a sitios localizados inmediatamente al su (MS) y norte (MN) de Puerto Coloso y a dos sitios controles localizados 1 Km al sur (CS) y al norte (CN) de Puerto Coloso. Al inicio, 45,90 y 135 días se determinó el contenido de cobre en tejidos (músculo [M], hepatopáncreas [H] y resto de tejidos [RT]), agua de mar, fitoplancton y sedimentos.

Al inicio, la concentración de cobre en agua de mar ($\mu\text{g L}^{-1}$) fue $1,01 \pm 0,14$. Al final, las concentraciones de cobre en CS ($0,88 \pm 0,10$) y MS ($1,11 \pm 0,51$), fueron similares a las iniciales y las de CN ($2,33 \pm 0,16$) y MN ($1,79 \pm 0,18$) fueron significativamente mayores, aunque no sobrepasaron el criterio USEPA (3,1).

Al inicio, la concentración de cobre ($\mu\text{g g}^{-1}$) en fitoplancton fue $49,1 \pm 7,2$, manteniéndose constante en CS ($24,9 \pm 10,9$) y CN ($47,9 \pm 6,9$). MS presentó altas concentraciones a los 45 días ($219,6 \pm 93,9$), disminuyendo a concentraciones similares a las iniciales al final ($21,8 \pm 9,8$). MN presentó un aumento en las concentraciones de cobre en fitoplancton ($106,4 \pm 22,5$).

Las menores concentraciones de cobre en sedimentos ($\mu\text{g g}^{-1}$) se determinaron en CS (inicio: $13,1 \pm 1,1$; final: $14,6 \pm 0,3$) y las mayores en MN (inicio: $75,5 \pm 12,3$; final: $73,0 \pm 2,4$). CN y MS presentaron concentraciones intermedias de $39,7 \pm 0,7$ (CN) y $22,8 \pm 0,8$ (MS). Respecto al ER-L (34), las concentraciones en MN y CN fueron superiores y en MS y CS fueron inferiores. En ningún caso se sobrepasó el ER-M (270).

Las concentraciones de cobre ($\mu\text{g g}^{-1}$) en individuos trasplantados fueron $2,5 \pm 1,6$ (M) $12,0 \pm 4,8$ (H) y $3,4 \pm 1,6$ (RT). A excepción de H de individuos de MN, en todos los tejidos se produjo una disminución significativa del contenido de cobre, independiente del sector de trasplante. M presentó las menores concentraciones: desde $3,9 \pm 1,1$ (inicial) a $1,2 \pm 0,3$ (CS), $1,6 \pm 0,1$ (MS), $1,7 \pm 0,3$ (MN) y $0,7 \pm 0,1$ (CN). Las mayores concentraciones se determinaron en H, yendo desde $17,3 \pm 2,6$ (inicial) a $5,3 \pm 0,8$ (CS) $7,3 \pm 0,5$ (MS) y $6,5 \pm 0,5$ (CN). Contrariamente, las concentraciones de cobre en H de individuos de MN se mantuvieron constantes, siendo $14,1 \pm 2,5$ al final. Se discute el posible uso de *P. thaca* en el monitoreo de largo plazo de la calidad ambiental de Puerto Coloso.

Ubicación Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A., Colón 2780, Talcahuano

