

REPÚBLICA DE CHILE  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE



**OTORGA Y AMPLÍA PLAZOS PARA  
EFECTOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA  
EN PROCEDIMIENTOS QUE INDICA.**

**SANTIAGO, 15 de marzo de 2010.**

**RESOLUCIÓN EXENTA N° 227**

**VISTOS:**

Lo dispuesto en la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en la ley N° 19.880, que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los actos de los Órganos de la Administración del Estado; en el Decreto con Fuerza de Ley N° 1/19.653, que fija texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 18.575, Orgánica Constitucional sobre Bases Generales de la Administración del Estado; en el Decreto Supremo N° 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; la Resolución Exenta N° 7550, de fecha 7 de diciembre de 2009, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), publicada en el Diario Oficial el 15 de diciembre de 2009 y en el diario La Nación el 20 de diciembre de 2009, que aprueba Anteproyecto de la Norma de Emisión para Termoeléctricas; en las Resoluciones Exentas N° 135 y 138, de fecha 17 de marzo de 2010, de la Dirección Ejecutiva de CONAMA, publicadas en el Diario Oficial el 1 de marzo de 2010 y en el diario La Nación el 7 de marzo de 2010, que aprueban el Anteproyecto de Revisión de Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (DS. 90/2000 MINSEGPRES) y el Anteproyecto de Revisión de Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (DS. 46/2002 MINSEGPRES), respectivamente; y en la Resolución N° 1600, de 30 de octubre de 2008, de la Contraloría General de la República.

**CONSIDERANDO:**

La situación de calamidad pública que se ha verificado a lo largo del país con ocasión del fenómeno sísmico del 27 de febrero de 2010.

La imposibilidad en algunos casos y la dificultad en otros, de llevar a cabo con normalidad las etapas de consulta pública en los procedimientos asociados a la Norma de Emisión para Termoeléctricas, y a las revisiones de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (DS. 90/2000 MINSEGPRES) y de la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (DS. 46/2002 MINSEGPRES).

Que el plazo para la etapa de Consulta Pública, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión es de 60 días hábiles, contados desde la publicación en el Diario Oficial de la respectiva resolución que aprueba el anteproyecto respectivo. En el caso de la norma de emisión para termoeléctricas el plazo para la consulta pública venció el pasado día 11 de marzo de 2010. Para las revisiones del DS. 90/2000 MINSEGPRES y DS 46/2002 MINSEGPRES, el plazo de consulta pública se inició el 1 de marzo de 2010 y vence el 26 de mayo de 2010.

Que es deber de la Administración adoptar todas las medidas necesarias para lograr el pleno respeto de los principios de participación ciudadana y de igualdad de los interesados.

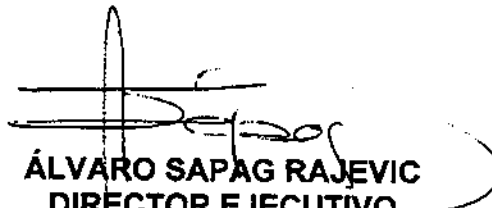
### RESUELVO:

**OTÓRGUESE** un plazo extraordinario de consulta pública en el procedimiento de dictación de la Norma de Emisión para Termoeléctricas, de 10 días hábiles contados desde la publicación en el Diario Oficial de la presente resolución. Dentro de dicho plazo cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto de norma.

**EXTIÉNDASE** el plazo de consulta pública en el procedimiento de revisión de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (DS. 90/2000 MINSEGPRES) y en el de revisión de la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (DS. 46/2002 MINSEGPRES) hasta el día 9 de junio de 2010.

**Anótese, publíquese en el Diario Oficial, comuníquese, y archívese.**



  
**ÁLVARO SAPAG RAJEVIC**  
**DIRECTOR EJECUTIVO**  
**COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE**

CRF/IHC

Distribución:

- Departamento Jurídico, CONAMA.
- Departamento de Control de la Contaminación, CONAMA.
- Departamento Participación Ciudadana, CONAMA.
- Expedientes Públicos de las Normas señaladas.
- Oficina de Partes, CONAMA.
- Archivo.

Lo que transcribo a Ud.  
 para su conocimiento  
 saluda atentamente a Ud.  
**NURY VALBUENA OVEJERO**  
 Oficial de Partes  
 Comisión Nacional del  
 Medio Ambiente (CONAMA)



Gobierno de  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

003587

270

ORD. : N° -

MAT. : Taller Consulta Pública anteproyecto Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas y la Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.

VALPARAÍSO, 07 ABR. 2010

DE : SRA. DIRECTORA DE CONAMA REGIÓN DE VALPARAÍSO

A : Según distribución

Junto con saludarle cordialmente, comunico a Ud. que la Comisión Nacional del Medio Ambiente, a través de las Resoluciones Exentas N° 138 y 135 del 17 de febrero del 2010, de la Dirección Ejecutiva, aprobó el anteproyecto de **Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (D. S. N° 46/2002)** y **la Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (D. S. N° 90/2000)**, respectivamente y ordenó someterlo a Consulta Pública, desde el 02 de Marzo de 2010 hasta el 09 de Junio del 2010, tiempo dentro del cual cualquier persona podrá formular observaciones al contenido del presente anteproyecto.

Dado lo relevante de estas normas la CONAMA Región de Valparaíso lo invita al Taller de Consulta Pública del anteproyecto de ambas Normas antes señaladas, a desarrollarse el **15 de Abril del 2010 entre las 09:15 – 13:30 hrs.** en el Hotel B. W. Marina del Rey ubicado en Ecuador 299 Viña del Mar.

Las consultas podrán ser presentadas a través de la plataforma e-PAC <http://epacplanesnormas.conama.cl/> o directamente por escrito en la Oficina Regional de CONAMA Valparaíso, ubicada en la Casa Central de la P. Universidad Católica de Valparaíso, Avda. Brasil 2950, Valparaíso.

Para interiorizarse y descargar los documentos sobre estos anteproyectos, puede visitar el sitio web:

- Norma Emisión de Residuos Líquidos Aguas Subterráneas, D.S 46 [http://epacplanesnormas.conama.cl/ver\\_detalle.php?id=19](http://epacplanesnormas.conama.cl/ver_detalle.php?id=19)
- Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, D.S 90 [http://epacplanesnormas.conama.cl/ver\\_detalle.php?id=18](http://epacplanesnormas.conama.cl/ver_detalle.php?id=18)

Se adjunta programa del taller de Consulta Pública.

Sin otro particular, le saluda atentamente

AL DEL MER



Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Sección Control Hídrico

**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región de Tarapacá  
Lugar : Oficinas CONAMA, Iquique.  
Fecha : 12 de abril 2010  
Hora : 09:00 a 13:00 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

N°	DOCUMENTO
1	Programa Taller
2	Lista de Asistencia



## TALLER DE CONSULTA PÚBLICA ANTEPROYECTOS NORMAS AMBIENTALES:

- Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D. S. N° 46/2002
- Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales D. S. N° 90/2000


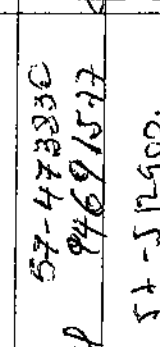
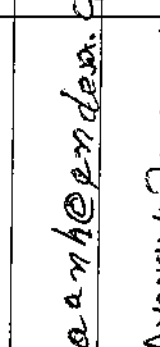
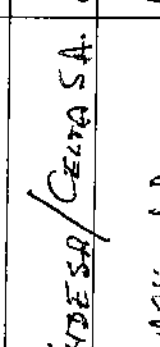
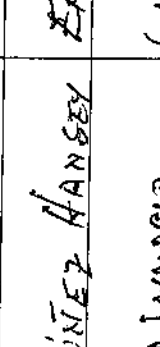
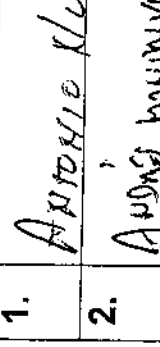


CONAMA Tarapacá, 12 de abril de 2010.

09:00 – 09:15	Recepción e inscripción.
09:20 – 09:30	<b>Bienvenida.</b> Directora Regional (S) de CONAMA Tarapacá. Sra. Sandra Peña Miño.
09:30 – 09:50	<b>Presentación:</b> "Participación Ciudadana en el proceso de elaboración de normas ambientales", Ricardo Pizarro O. Área de Educación Ambiental y Participación Ciudadana, CONAMA Tarapacá.
09:50 – 10:00	Preguntas.
10:00 – 10:40	<b>Presentación:</b> "NORMA D. S. 46/ 2002", Elizabeth Lazcano, Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Dirección Ejecutiva.
10:40 – 11:10	Preguntas.
11:10 – 11:40	Café.
11:40 – 12:20	<b>Presentación:</b> "NORMA D. S. 90/ 2000", Claudia Galleguillo, Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Dirección Ejecutiva.
12:20 – 12:50	Preguntas y/o Observaciones.
12:50	Cierre.

LISTA DE ASISTENCIA

“ANTEPROYECTO DE NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS D.S N° 46/2002  
Y ANTEPROYECTO DE NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS  
DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES D.S. N° 90/2000”

Iquique, 12 de abril 2010

	Nombre	Institución	Mail	Fono	Firma
1.	ANTONIO KUNZ HANSEN	EMPRESA/CEISA SA.	aanh@empres.cl	57-473330	
2.	ANDRÉS HORNOS LAMARCA	COPIELCA S.D	AMOVINDA@COPIELCA.CL	57-512900.	
3.	SERVICIO FUENTES TANCOS	AGUAS DEL ANTIPALCO	serviciofuentes@aguasdelantipalco.cl	57-408607	
4.	JOAQUÍN ANDRERA O.	U	joaquin.andrera@aguasdelantipalco.cl	57-403681	
5.	ANDRÉS LUCENA	AGUAS DEL ANTIPALCO	ANDRÉS.LUCENA@AGUASDELANTIPALCO.CL	57-403650	
6.	ANÍBAL BASTIENES RIVERO	✓	anibal_bastienes@aguasdelantipalco.cl	403644	
7.	MARITZA BARRERA D.	COMUNA	maritza_barrera@comuna.cl		
8.	OSCAR BERRÍO P.	INGENIERÍA Y CONSULTORÍA	oscar@ingep.cl	627.62.259	
9.	NOTIMÉDIA ROY A.	SEREMI SALUD	notimedia.roy@redsoluid.mh.cl	409852	

10.	JUAN PABLO TORQUE UMBICA	ATI - AG.	Muchicumbi San de los Andes - cl	57 585001 58 5035	
11.	Juan Selas Contreras	DETA - POP	juan.selas1@pop.gov.cl	572266	
12.	David Sánchez	DOF.	David. Sandoz pop.gov.cl	572002	
13.	Juan Polanco	DOF	juan.polanco1@pop.gov.cl	572002	
14.	GABRIEL HERNANDEZ	ADA	GABRIEL HERNANDEZ @AGUASDELALTIPLANO	426542	
15.	Mónica Pizarro Zepeda	Comuna Paviwota	mponzo15@comuna.cl	585212	
16.	Dora Gálvez	Asamblea Comunal	mponzo15@comuna.cl	408401	
17.	ABRILIA ROSA	CDS	gabriela.rosa21@gmail.com	9413810	
18.	Arturo Urbina V.	Movimiento Social Defensor de las Aguas - FEA	urbina.v@fead.cl	81438129	
19.	Renzo Arovená Matucana	Aguas del Altiplano SA	renzo.arovena@aguasdelaltiplano.cl	94215918	
20.	JOSEPH MORGAN	ORGANIZACION ATAKAPTA SUSTENTABLE	JOSEPH MORGAN FENGAL @HTMAIL.COM	94562799	
21.					
22.					
23.					
24.					



**Dirección Ejecutiva**  
**Departamento Prevención y Control de la Contaminación**  
**Sección Control Hídrico**

**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región de Valparaíso  
Lugar : Hotel Marina del Rey, Ecuador 299, Viña del Mar  
Fecha : 15 de abril 2010  
Hora : 09:15 a 13:30 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

<b>Nº</b>	<b>DOCUMENTO</b>
1	Programa Taller
2	Lista de Asistencia





**TALLER DE CONSULTA PÚBLICA  
ANTEPROYECTOS NORMAS AMBIENTALES**

- Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D. S. N° 46/2002
- Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales D. S. N° 90/2000

15 DE ABRIL 2010

**LUGAR**

Hotel Marina del Rey, Ecuador 299, Viña del Mar

<b>TALLER DE CONSULTA PÚBLICA Región de Valparaíso</b>	
<b>HORA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
09:15	<b>Recepción y Registro</b>
09:30	<b>Bienvenida</b> Sra. Karina Francis G. <i>Directora Regional CONAMA Región de Valparaíso</i>
09:40	<b>Presentación 1</b> Participación Ciudadana en Procesos de Elaboración de Normas Ambientales <i>Área Educación Ambiental y Participación Ciudadana, CONAMA Región de Valparaíso</i>
10:00	<b>Preguntas</b>
10:10	<b>Presentación 2</b> NORMA D. S. 46/ 2002 Elizabeth Lazcano <i>Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Dirección Ejecutiva</i>
11:00	<b>Preguntas</b>
11:30	<b>Café</b>
12:00	<b>Presentación 3</b> NORMA D.S. 90/2000 Claudia Galleguillo Canales <i>Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Dirección Ejecutiva</i>
12:50	<b>Observaciones y Consultas</b>
13:30	<b>Cierre</b>

Hoy

TALLER DE CONSULTA PÚBLICA

Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D. S. N° 46/2002  
 Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas  
 de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales D. S. N° 90/2000

Fecha : Jueves 15 de Abril de 2010

Hora : 09:15 hrs.

Lugar : Hotel Marina del Rey, Ecuador 299, Viña del Mar

N°	SEXO		NOMBRE	CARGO - INSTITUCIÓN	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
	F	M						
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	David Sanz Rodriguez	Coordinador		27335411	dsanz@ceiaa.gov.ec	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alejandra Opazo					
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jorge Peñaloza Bobadilla	Ingeniero S. I. S. Chile Coordinador	J. CARRERA 2057 COPINACORSA S.A.	2498177	emb.carrera@siibobadilla.cl	
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Freddy Cortez			58576202	freddy.cortez24@71100.com	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Patricia Rojas Ferrada	SECRETARÍA	CARRERA 4000 CALLE 112		proyectos@sema.gov.ec	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gabriel Barraza B.					
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manuel Ibarra	PROFESOR SENADESA	VICTORIA ROSA VALCADO	76249135	risos@sema.gov.ec	
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Milenka Soutullo Soto					
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carolina Arredondo					

003394

N°	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCIÓN	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
10	X		Loreto Vidal Fiedli	Prof. Andes		2392534 98940863	lvfiedli@ crucesul.com	
11			Carolina Araya Faúndez					
12	X		Cristhan Vega Herrera	Asistente FAPOR-ELIAS	V.ño del Mar	2737085	cristhanvega@ wriston.com.cl	
13	X		Paula Ossandon	Asistente Supervisor Hielo	Av. V.ño del Mar	2737085	Paula Ossandon @crucesul.com	
14		X	Eugenio de la Maza	Asistente Jefe de Mantenimiento EX-FUERO LAS FUENTES	Av. P. N. 2182	3180734 67275954	emaza@ crucesul.com	
15	X		Manuel Martínez	REDES ELÉCTRICAS CUT - TRANVIA	Av. P. N. 2182	7773568	manueltm@ crucesul.com	
16			Cecilia Vallejos					
17		X	Claudio Mata	Docente	Av. S.ºh. Martín G.º	2217130	claudiomata@ crucesul.com	
18	X		Rodrigo Silva Haun	Jefe Centro VUL	Av. Aguas Calientes 755	2462865	RSilva@ crucesul.com	
19	X		Felipe Ladrón de Guevara	Asistente EX-FUERO LAS FUENTES		2209933	felipe.ladron@ crucesul.com	
20			Lizandro Salinas Rojas					
21	X		Claudia Contardo	Asistente EX-FUERO LAS FUENTES	Av. P. N. 2182	2209933	claudiacontardo@ crucesul.com	
22	X		Marcarona Cortés Vega	Coord. Navegación EX-FUERO LAS FUENTES	AV. CAJAMON 180	2202815	marcarona@ crucesul.com	

VALPO

DIRECCIÓN D.V.U.

0000000000

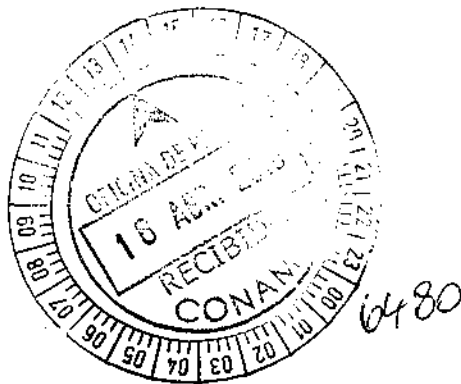
N°	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCIÓN	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
23			Claudio Bauría	profesor de física	La Polvorosa 100 Alameda de la Victoria	511135	bauria@bauria.cl	
24			Ninoska Guillardes	SAB, Guadalupe	Guadalupe 111 Alameda de la Victoria	94 22881	ninoska.guillardes@bauria.cl	
25			Aurora Espinoza	asesora de sistemas SAB	Alameda de la Victoria 161	33 314970	aurora.espinoza@bauria.cl	
26			Alejandra Witt	coordinadora G4. SAG	Francia 765 Guillote	33-311470	alejandra.witt@bauria.cl	
27			Raul Donoso	ESVIL jefe de mantenimiento	Alameda de la Victoria 161	94 3374	raul.donoso@bauria.cl	
28			Catherine González Galvez	Asistente de laboratorio Laboratorio de Física	Alameda de la Victoria 300 SAG	6 922 6721	cgonzalez@bauria.cl	
29			Julio Aris F.	BIOLÓGICO Asistente de laboratorio	Alameda de la Victoria 300 SAG	242617	julisaris@bauria.cl	
30			Silvia Balfovinos					
31			Valeria Castillo Antezana	asesora de sistemas SAB	Alameda de la Victoria 161	33-711657	valeria.castillo@bauria.cl	
32			María Soledad Bastias Tasso					
33			Rodrigo García	asesor de la escuela SAB	Alameda de la Victoria 161	222730 7116366	rodrigo.garcia@bauria.cl	
34			Yovanka de Negri	asesora de sistemas SAB	Alameda de la Victoria 161	33-711657	yovanka.de-negri@bauria.cl	
35			Alvaro Ehujo					

00  
00  
00  
00

Nº	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCION	DIRECCION	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO	FIRMA
36	X		Dani Vargas S	SECRETARÍA	Barro Colorado	7772000	Dani.Vargas@uniba.ac.cr	
37			Rodrigo Garcia Caballero					
38			Milka Kera P.					
39	X		Felipe Hernández O.	ÁSES EJECUTIVO	Calle Carera 36	96001002	Felipe.Hernandez@uniba.ac.cr	
40			Gabriela Simpson					
41	X		Alejandra Herrera	ASISTENTE	Avda. SJO, piso 3	2260305	alejandra.herrera@uniba.ac.cr	
42	X		KARINA RAMÍREZ	SAC (Buculeta)			karina.ramirez@uniba.ac.cr	
43	X		AURORA FERRER	JUNTA DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN	Avda. Burgués 1960	241.0738	aurora.ferrer@uniba.ac.cr	
44	X		Teresita Quirós	Cooperativa		9489128	teresita.quirós@uniba.ac.cr	
45	X		Natalia Rojas	Estadística	Carretera Interamericana (I Inter)	9899987	natalia.rojas@uniba.ac.cr	
46	X		Tatiana Rojas	Ingeniería de Mecánica	Carretera Interamericana (I Inter)	97967015	tatiana.rojas@uniba.ac.cr	
47	X		PABLO LARA	SUSPESIA	Barro Colorado 100	2000765	pablo.lara@uniba.ac.cr	
48	X		USCAV VIDAL	EDUCACIÓN	Barro Colorado 1944	2578571	usca.vidal@uniba.ac.cr	

Nº	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCION	DIRECCION	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO	FIRMA
49	X		Patricia Lizama	Encargada Unidad Unidad Académica	Av. España 3030	32-291133	Patricia.Lizama@unilima.edu.pe	
50			Karen Osaruna	Encargada Unidad Medio Ambiente Unidad Académica	C. Parque del El Molino	33-280628	Karen.Osaruna@unilima.edu.pe	
51	X		Doris Oliva	Universidad de Valparaíso	Gran Bretaña 1411, P. 816	32-2253375	Doris.Oliva@unilima.edu.pe	
52			Alicia Espinoza	Encargada Regional Estr. Alumnos				
53	X		Nora C. Proschke	DOA	Connell 160	32-32302		
54	X		Rosario Rojas	Unidad Médica	Av. Pío delgado 83 P. 505	32-291000	Rosario.Rojas@unilima.edu.pe	
55	X		Gabriel Simpson	ESURC Tipe RPTC	4 Paredes 99	32-2201010	Gabriel.Simpson@unilima.edu.pe	
56	X		Consuelo Cortés	Centro de Colectores	4 Paredes 99 Unidad de Higiene	32-2201010	Consuelo.Cortes@unilima.edu.pe	
57	X		Excmo. Amparo	Unidad MUN. URBANA	AV. RECTOR 1110	2810015	Amparo@unilima.edu.pe	
58	X		IRIMÉ FLORENTI	MEJORAMIENTO MUN. DE VALP.	ENTRADA VENTANAS 597	291805	IRIME.FLORENTI@unilima.edu.pe	
59	X		CRISTIAN ANDRÉS	SEUNAPESA	VICTORIA 28 SE VALP.	2819279	Cristian.Andres@unilima.edu.pe	
60	X		Priscilla MONTAÑA	SEUNAPESA	28 SE VALP.	2819279	Priscilla.Montana@unilima.edu.pe	
61	X		José Carlos Sánchez	Unidad MUN. URBANA	Unidad de Higiene Unidad de Higiene	1121003	José.Carlos.Sanchez@unilima.edu.pe	





003600

MEMORÁNDUM N° 104 /

RANCAGUA, 15 ABR 2010

A : SR. HANS WILLUMSEN, DEPTO. DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN CONAMA  
DE : SR. VERÓNICA GONZÁLEZ ASCUÍ, DIRECTORA REGIONAL (s) CONAMA REGIÓN  
DE O'HIGGINS  
MAT. : OBSERVACIONES A MODIFICACIONES DECRETO SUPREMO 90

Adjunto envío a usted, observaciones y consultas sobre modificaciones del Decreto Supremo 90/00, norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos aguas marinas y continentales superficiales.

- Se requiere saber si el embalse Rapel, al cual drenan las subcuenca los ríos Tinguiririca y Cachapoal se califica como un cuerpo de agua lacustre según la definición 3.13 de la normativa. Es de mucho interés saber como considerar al embalse Rapel, dado que es un cuerpo de agua que recibe importantes aportes de emisiones líquidas de manera indirecta a través de las subcuencas como de manera directa al propio embalse. Lo anterior es relevante para las exigencias de dichas emisiones, determinando si éstas deben utilizar la Tabla 3, destacando que embalse se encuentra en un proceso fuerte de eutrofización.
- Se requiere mayores especificaciones sobre el tema de las aguas de contacto. Esta consulta surge del punto 2.5 de la presentación realizada sobre el DS 90, en la cual se indica que no se considerará el agua de contacto en esta normativa y que se analizará caso a caso en el SEIA. En la región de O'Higgins existe intensa actividad minera, por lo cual se requiere mayor detalle del tema, pues a juicio del equipo de trabajo, al no existir normativa es complejo hacer exigencias en el SEIA.
- De acuerdo a la experiencia en temas de fiscalización y seguimiento, el sistema de automonitoreo como control de la norma no es efectivo dado que, los establecimientos



emisores acomodan el monitoreo a condición de obtener bajas concentraciones y no reflejan períodos reales de producción.

- La forma de muestreo compuesta que considera varias horas de toma de muestra implica una cierta vulnerabilidad del proceso ya que el emisor tiene el tiempo suficiente para manipular la situación. Ej concretos. Titulares que durante el muestreo diluyen los riles.
- En el punto 6.4 de la presentación, se indica el caudal como requisito para determinar si un efluente es fuente emisora, según valor característico. La consulta apunta a que si existe un caudal menor a 5 m<sup>3</sup>/d, sólo bastará con hacer el análisis según los valores arrojados en al Tabla de Valor Característico, de ser así como considerar efluentes menor al caudal indicado con alto contenido de metales pesados, no reflejados en el primer análisis (valor característico)

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



*VG*  
Verónica González Ascuí  
Directora Regional (s)  
Comisión Nacional del Medio Ambiente  
Región de O'Higgins

*me*  
VGAMCA/vao  
Archivo CONAMA Región de O'Higgins



Dirección Ejecutiva  
Departamento de Gestión de Calidad del Aire

**MEMORÁNDUM N° 08/ 2010**

- De : Sr. Marcelo Fernández Gómez  
Jefe Departamento de Gestión de Calidad del Aire  
Comisión Nacional del Medio Ambiente
- A : Sr. Hans Willumsen Alende  
Jefe Departamento Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente
- Mat. : Envía copia de Observaciones pertinente a la consulta pública de normas en agua.

Fecha: 19 de abril de 2010.

A través del presente se envía a usted copia de las observaciones realizadas por la Confederación Nacional de Pescadores artesanales de Chile al anteproyecto de la norma de emisión para termoeléctricas.

Al revisar las observaciones indicadas se ha constatado que algunas de estas, tienen un vínculo con las normas que están en consulta pública, D.S. 90/2000 y D.S. 46. Por tal razón, se ha estimado pertinente que usted tome conocimiento de estas y las integre al proceso que corresponda.

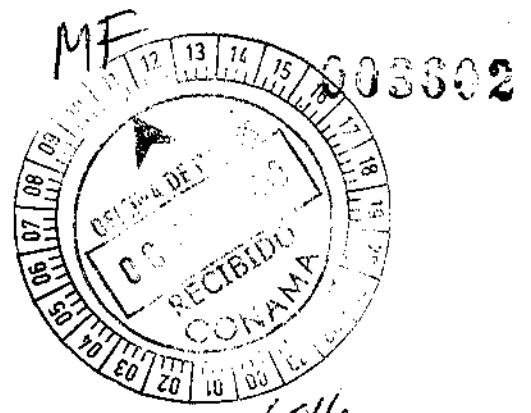
Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

  
Marcelo Fernández Gómez  
Jefe Departamento de Gestión de Calidad del Aire  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

  
CGC/aat

C.c:

- Archivo Departamento de Gestión de Calidad del Aire
- Expediente norma



ORD. : Nº 274  
ANT. : Sin antecedentes  
MAT. : Remite docto. de Confederación Nacional  
de Pescadores de Chile

Valparaíso,

07 ABR. 2018

DE : SR. DIRECTORA REGIONAL  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGIÓN DE VALPARAÍSO

A : SR. ÁLVARO SAPAG RAJEVIC  
DIRECTOR EJECUTIVO  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Junto con saludarle cordialmente, adjunto remito a Ud. para los fines que procedan, Carta de la Confederación Nacional de Pescadores de Chile, con Observaciones e Indicaciones al Anteproyecto de Norma Emisión para Termoeléctricas.

Sin otro particular, le saluda atentamente,

  
KARINÁ FRANCIS GAJARDO  
DIRECTORA REGIONAL  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGIÓN DE VALPARAÍSO



KFG/mpc  
Adj.: Lo indicado  
c.c.: Archivo



### Observaciones e Indicaciones al Anteproyecto de Norma Emisión para Termoeléctricas.

El anteproyecto presentado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente tiene algunas carencias y omite algunos temas de importancia para la pesca artesanal de Chile, según pasamos a exponer.

Los temas que no han sido considerados o han sido parcialmente expuestos:

1. Capacidad de carga.
2. Modificaciones a otras normas.
3. Modelo utilizado para la simulación.
4. Parámetros faltantes a controlar.
5. Tecnología de control.
6. Consumo de agua de mar utilizada.
7. Áreas de manejo.
8. De los alcances de la norma.
9. Temperatura del agua de mar.
10. Químicos anti-fouling.

1. **Capacidad de carga:** Este tema no ha sido considerado en la normativa, como un principio fundamental de la norma, definida claramente como:

*"El máximo valor posible de elementos o agentes internos o externos, que un espacio geográfico o lugar determinado puede aceptar o soportar por un período o tiempo determinado, sin que se produzcan daños, degradación o impida la recuperación natural en plazos y condiciones normales o reduzca significativamente sus funciones ecológicas que los organismos (humano, animales, vegetales, etc.) para mantener su productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación, sin afectar la facultad que tiene un medio (aire, agua y suelo) para absorber ciertos elementos extraños sin que ello implique cambios en sus relaciones esenciales."*

El Estado debe realizar estudios de capacidad de carga de los ecosistemas, que vayan acorde con las condiciones climatológicas, geográficas, etc. en las cuales indique la capacidad de carga por zonas, tanto costeras, como del interior del país. Esto se justifica, con el simple hecho que ocurrió con las salmoneras en el sur de Chile, demostrando que todo ecosistema tiene un límite de absorción de los contaminantes, además de incluir la reversibilidad o recuperación que pueden tener el medio ambiente tras una larga exposición por contaminantes.



2. **DS N°90/2000, DS N°46/2002:** Este decreto que norma la emisión de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, no regula, o bien, es necesario modificar ciertos parámetros indicados en el Decreto Supremo. los siguientes parámetros requieren de ser considerados o modificados:
  - **SO<sub>2</sub>:** Este compuesto Químico, no considerado en el Decreto Supremo N°95/2000, reacciona con el agua, acidificando las aguas superficiales, provocando ácido sulfúrico. El cual puede perjudicar la salud humana y provocar un daño ecológico. El H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, es un compuesto corrosivo que puede provocar la muerte de las personas y de especies bióticas.
  - **Temperatura:** Las descargas de Riles (Residuos Industriales Líquidos), deben ser en una menor temperatura a la que indica la norma (DS N°90/2000). Principalmente, por los daños que provoca estas temperaturas en la flora y fauna acuática, provocando en algunos casos la muerte de algunas especies, las cuales dependen comunidades humanas.
3. **Modelo utilizado para la simulación:** El modelo OSE2000, es una herramienta deficiente y obsoleta, indicado lo anterior, se solicita utilizar otros tipos de modelos más actualizados y que generan datos más cercanos con la realidad presente y futura del efecto de las termoeléctricas sobre las comunidades humanas y de los ecosistemas.
4. **Parámetros faltantes a controlar:** El Metano y otros gases derivados por la combustión de gases, tales como el gas natural, gas natural licuado, etc. es un compuesto considerado como gas de efecto invernadero. Sin embargo, en la norma de las termoeléctricas, no se le considera tecnologías de control o equipos que controlen sus emisiones. Por lo tanto, es fundamental que también esté considerado dentro de la norma.
5. **Tecnología de Control:** La principal observación que se realiza acerca de la eficiencia de los equipos, se basa principalmente en que los datos indicados por el informe técnico concuerdan, pero no ha sido indicado que la eficiencia del proceso de este tipo de tecnología, son reales en un sistema ideal, es decir, un sistema continuo.

Un sistema continuo, tal como lo indica el nombre, es cuando el funcionamiento no se detiene en ningún momento. Por lo tanto y en consecuencia a lo referido anteriormente, la tecnología de control, necesita obligatoriamente una mantención y limpieza periódica, en este punto se genera una interrogante y que debe ser integrada

---

MONTEALEGRE 398 CERRO ALEGRE VALPARAÍSO – FONDO: 32-2339315 Fax: 32-2735201

[www.conapach.cl](http://www.conapach.cl) - [conapach2009@gmail.com](mailto:conapach2009@gmail.com)

a la norma, la cual indique claramente que las empresas eléctricas dueñas de las generadoras de electricidad, a través de la combustión de combustibles fósiles, han de tener mínimo dos secciones para el control de parámetros contaminantes. Esto se debe principalmente a lo siguiente:

- Si es suficiente que una tecnología de control de parámetros contaminantes, tiene que considerarse un equipo suplente, el cual tenga la misma eficiencia, para el reemplazo de la tecnología de control cuando se le realice mantenimiento.
- Durante la presentación en el EIA (Estudio de Impacto Ambiental) que realice la empresa eléctrica para la instalación de una Termoeléctrica, debe indicar como realizará la mantención de la tecnología de control, incluyendo, de qué manera mantendrá el sistema continuamente funcionando para evitar emisiones fuera de la norma durante la mantención de los equipos.
- Los equipos para controlar las emisiones, no debe contemplar solamente las emisiones atmosféricas, sino que de igual forma a realizar en suelos y cuerpos de agua subterráneas y superficiales, evitando de este modo todo tipos de vacío legal.

**6. Consumo de agua:** Este tema no ha sido ingresado dentro de la norma, lo cual es debe ser ingresado y considerar como condiciones hacia las empresas termoeléctricas, que deben disminuir su consumo de agua o ser más eficiente en el uso de ella.

**7. Áreas de manejo:** Muchas de la empresas que se están instalando o que ya están instaladas, ubican sus ductos de extracción de agua de mar y de descargas de Riles en cercanías de áreas de manejo, la norma no indica impedimentos de las empresas para realizarlo. Sin embargo, se ha comprobado en Chile y en otros países que no es compatible ubicarlas cerca de poblaciones de animales marinos, debido a que son afectados directamente.

En el caso de especies como larvas de moluscos, moluscos, crustáceos, etc. se ven afectado por la succión del ducto, provocando un daño en la producción y repoblación de las especies explotadas.

**8. De los alcances de la norma:** Normar las emisiones aéreas de las centrales termoeléctricas no basta para controlar su aporte de contaminantes al medio ambiente. Su emisión de manera directa al océano no está contemplada en el presente Anteproyecto y es una falencia fundamental de la propuesta. La ley 19.300 define las Normas de Emisión como "las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora." No hace distinción entre aire y



agua y, por lo tanto, la decisión de hacer sólo una norma para aire no tiene un fundamento técnico y constituye una distinción injustificada y arbitraria.

**9. Temperatura del agua de mar:** Tal y como lo hemos expresado anteriormente, entendemos que esta norma se refiere a las emisiones al aire de los contaminantes producidos por las plantas termoeléctricas, sin embargo consideramos que, aún aplicada junto con el Decreto Supremo 90, será insuficiente para garantizar la salud de los ecosistemas marinos en el área circundante a las centrales. Quizás el daño más grave producido por estas centrales está dado por el uso o toma de agua del mar para sus sistemas de enfriamiento. Una planta de este tipo puede succionar 80 mil metros cúbicos de agua del mar por hora, causando la muerte de larvas, plancton y una serie de organismos marinos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema. El agua es devuelto al medio con una temperatura mayor a la que fue tomada y, de acuerdo a numerosos estudios, el aumento en la temperatura del agua de mar generado por las descargas de agua provenientes del sistema de enfriamiento de plantas termoeléctricas produce mortalidad o reducción de funciones biológicas en distintas especies, tales como el loco (*Concholepas concholepas*) que una especie objetivo de la pesca artesanal a lo largo del mayor parte de la costa chilena. La Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (EPA) establece que la máxima variación de la temperatura del agua de mar causada por fuentes artificiales que permita mantener el estado natural de la flora y fauna marina es de 1°C durante todos los meses del año y sin sobrepasar la máxima de verano.

**10. Químicos Anti-fouling:** La gran cantidad de químicos anti-fouling utilizados en pinturas para revestir las instalaciones submarinas de la central se deben considerar como una fuente de emisión de contaminantes de las plantas termoeléctricas. La dilución de estas pinturas representa otro riesgo para la fauna marina, siendo los copépodos y bivalvos (en particular) los más afectados. Una vez más, estas especies marinas son objetivos importantes para las comunidades de pescadores artesanales en nuestro país.

Zoila Bustamante

Presidenta de Confederación Nacional de Pescadores Artesanales de Chile  
(CONAPACH)

ORD. N° 101125 /

ANT.: No hay

MAT.: Invita a participar en taller de Participación Ciudadana del Decreto Supremo N°90/00 en Puerto Montt.

SANTIAGO, 20 ABR. 2010

DE : Hans Wilumsen Alende  
Jefe Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

A : SEGÚN DISTRIBUCIÓN

En relación con el proceso de revisión de la *"Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N°90/2000"*, invito a usted a participar en el taller de Participación Ciudadana del anteproyecto de la norma mencionada, a realizarse el día viernes 23 de abril 2010, en el Salón Municipal ubicado en Av. San Felipe N°80, Puerto Montt.

En esta oportunidad se presentará la modificación a la Zona de Protección Litoral, cuya definición final contempla la consideración dentro de la Zona de Protección Litoral de Punta Puga al sur de Chile y la modificación a la metodología de aplicación de la fórmula en el resto del país.

Es importante mencionar que la definición de Zona de Protección Litoral fue analizada por el Comité Operativo de la norma y explicitada en el borrador N°7 de abril del año 2009, donde se consideraban las modificaciones contempladas en el actual anteproyecto, además del cierre de la totalidad de las bahías desde Arica a Punta Puga. Finalmente, a fines del mes de enero del 2010, la DIRECTEMAR considera que los antecedentes técnicos para cerrar las bahías eran insuficientes, por lo cual esta disposición es reemplazada por la facultad que posee la Autoridad Marítima para negar descargas en zonas frágiles debidamente fundamentadas.

Dada la relevancia de este tema en la ciudad de Puerto Montt, donde el sector pesquero está directamente relacionado con esta modificación, solicitamos la participación de los representantes del Comité Operativo de su institución, dado que ellos poseen el dominio adecuado de la normativa sectorial que puede ser parte de la discusión.

Sin otro particular, le saluda muy atentamente,

Hans Wilumsen Alende  
Jefe Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

MAH/CGC/jra  
DISTRIBUCIÓN:

- José Miguel Burgos, Jefe Departamento de Acuicultura, SUBPESCA
- Cristian Acevedo, profesional, SUBPESCA
- Pablo Lagos, Representante Comité Operativo, SUBPESCA
- Leonardo Nuñez, jefe Departamento Administración Pesquera, SERNAPESCA
- Cristian Andaur, Representante Comité Operativo, SERNAPESCA

c.c:

- Archivo Departamento Control de la Contaminación, CONAMA.
- Expediente Norma DS 90





Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Sección Control Hídrico

**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región de Los Lagos  
Lugar : Salón Municipal. Av. San Felipe N°80, Puerto Montt.  
Fecha : 23 de abril 2010  
Hora : 09:15 a 13:30 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

N°	DOCUMENTO
1	Lista de Asistencia
2	Minuta taller



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA DE LOS ANTEPROYECTOS DE REVISIÓN DE NORMA DEL DECRETO 90/2000 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES Y DEL DECRETO SUPREMO 46/2002 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS.

PUERTO MONTT, 23 DE ABRIL 2010

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	DIRECCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO Y TELEFONO	FIRMA
1.- CLAUDIA SILVA	VENTISQUEROS	Chiriquihue km 14	CSILVA@VENTISQUEROS 77669260	
2.- VICTOR ARAUJO	RESO. PACIFIC STAR	BETA V-815 KM 52	VARAUJO@PDS.CL 4882 Y3	
3.- SOLEDAD RAMIREZ	COCOS U.S.A.	0, HIGGINS 300, Colbuco	marisol.ramirez@cocos.cl 481216 - 481288	
4.- AIGLE BEGEL	—	—	begel@atr.net	
5.- DANIELA SPANHON	HAM VIVO.	Ahorreiros KV 12.	dspanhon@hamvivo.cl	
6.- NUTKULU FUEA	GLACIUMBE	Colón 102. P.O. Valdivia.	78493636 NFUEA@glaciumbe.com	
7.- FOLSON ROYSSON	Arme Huastla	Tobolli km 8 97 km	folson.roysson@arme-huastla.cl	
8.- WAYSI UMBUTIA	Wuesteex post Funchal	Ocidental 2501	gumbutia@wuesteexpostfunchal.com	
9.- PAULA FIGUEROA	—	—	P.Figueroa@—	
10.- PAMELA SILVA	Kaweshkar Calle de Rodas	Esplanada 1028 Calle Princesa	Psilwa@kaweshkar.cl 05-2779060	



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA DE LOS ANTEPROYECTOS DE REVISIÓN DE NORMA DEL DECRETO 90/2000 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES Y DEL DECRETO SUPREMO 46/2002 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS.

PUERTO MONTT, 23 DE ABRIL 2010

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	DIRECCIÓN	CORREO ELECTRONICO Y TELEFONO	FIRMA
1.- PABLO JARA A.	KAWESHKAR,	ICALMA 1020	Pjara@kaweshkar.cl 84084407	
2.- Mario Teo C.	MUJICA PALMAD LANGUILLE	E. WERNER 450,	244552.	
3.- Rodrigo Moreno F.	Cetersa S.A.	K. 1170, P. 550A 25710	rmoreno@latorsa.cl 534165	
4.- Verónica Ullegos	Fundación Chinguilile	Camino Chinguilile Km 12. Pto. Montt	veronicaulegos@fundacionchinguilile.cl 65-253345	
5.- Mardo López B	EMSA	Cordón 52	Mlopez@emsa.cl 282233	
6.- Kevin Scherpense	GO RE	Seminario 164 Cas. 1	Kscherpense@go-re.cl 65-260745	
7.- Fabián Ceballos	SERNAPESCA	Gov. Regional 2° piso.	257244 - 254152	
8.- Claudio Poz Torres	SALMOPNECOS SA	JANERQUE 160 Ciudad	65-672207 / salmopnecos.cl	
9.- César Villanar C	CONAMA			
10.- Cristian Riandul	ANAM S.A.	Pre I Baizer 100	Criandul@anam.cl	

00000000

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA DE LOS ANTEPROYECTOS DE REVISIÓN DE NORMA DEL DECRETO 90/2000 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES Y DEL DECRETO SUPREMO 46/2002 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS.

PUERTO MONTT, 23 DE ABRIL 2010

NOMBRE	ORGANIZACION	DIRECCION	CORREO ELECTRONICO Y TELEFONO	FIRMA
1.- ANXHEA RIVERA M.	DANIXO Chile S.A	CALLE SUR 1471078 PARAGUA	carolina_rivera@danixochile.com 2549333 - 316	
2.- PAOLA SCHNEITLER	ECOSILDEM CIA	SANTA TERESA 668	PSCHNEITLER@ECOSILDEM.CL 752175	
3.- Martina Georgijula	Ceteccsa	Ruta 5 Sur, Km 170 Castro	mgorgiulo@Ceteccsa.cl 65.354165	
4.- Tatlo Kabil	Gob. Japon	Suway 104	tkabil203@post.bjhp.a.cl	
5.- Pamela Fernandez P.	SLUPHU FLOP	CHIPPON 451 5° piso	582223	
6.- CAMILA CRIBILO	P SAN JOSE SA		camila@psanjose.cl	
7.- Eugenia Velasquez	Dirección	Av. Pudahuel 185	evelasquez@dirección.cl	
8.- Claudio Vargas	ESSAL	Pdk Phang 700	CAVARGAS@ESSAL.CL	
9.- Paule Horningstad	ESSAL	Pdk Phang 700	PHORNINGSTAD@ESSAL.CL	
10.- Gerard Uyg A	COMAF	Chagan 450	guy@comaf.cl	



Gobierno de  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA DE LOS ANTEPROYECTOS DE REVISIÓN DE NORMA DEL DECRETO 90/2000 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES Y DEL DECRETO SUPREMO 46/2002 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS.  
PUERTO MONTT, 23 DE ABRIL 2010

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	DIRECCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO Y TELEFONO	FIRMA
1.- SYLVIA AMIS UYENAS	PROCESOS DE AGUAS ABUENOCAGUUELAS	SECTOR AGRICOLA AV. DEL PACIFICO	sepa.celebal@huamanchi.com 65641230	
2.- EVER BURGOS	SEALAND AGUACULTURA SA	JUAN SOLEN MANIFIESTO 41/PIÑOS	EB@SEALAND.CC	
3.- Esteban Hinostroza G.	Armada de Chile	Av. Vicente Pérez Rosales #1610, STA. VAYAS	SEHMUPVAP@divoetemar.cl 232905/235237	
4.- PAMELA ROJAS T.	CONSERVAS Y CONGELADOS P.MONTT.	CHUÑO CHINOQUINE KM 12.	PAMELA.ROJAS@DAY.CL 560470	
5.- Patricia Moussilla I.	Invertec Pespiera	Juan Soler Sanjudaui 41/ PISO 16	pmoussilla@invertec.cl 8542206P	
6.- Claudia González O.	Novartis Chilosa	Auto 5 sur Km 10/12 Pto Varas	065-231407 claudia_andrea_perez@novartis.com	
7.- PINKS ORELLANA	Pesquera el pollo	CAS. NUSTOBI 453 Pto Varas	pbacchi_065-671623 V-ORELLANA@elpollo.cl	
8.- Claudio Morales	Functi	Coji - F. univ. Km 12	05-253345 claudio.morales@functi.cl	
9.- Pamela Barría	Akuator	Pampui 2043 P. Varas	barriap@pau.com	
10.- Carolina Carrauaga	ATAred	Pacifica 21 Sector Loguinitan Pampui Art. ambiental	carolacara@surnet.cl	



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA DE LOS ANTEPROYECTOS DE REVISIÓN DE NORMA DEL DECRETO 90/2000 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES Y DEL DECRETO SUPREMO 46/2002 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS.

PUERTO MONTT, 23 DE ABRIL 2010

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	DIRECCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO Y TELEFONO	FIRMA
1.- Alejandra Sepúlveda	Universidad de la Bta	Región San Rafael 2008	888 56584 alejanse@unbrta.cl	
2.- Ana María	GRUPO			
3.- Priscilla	Agrochile	Cardenal S/N	433685	
4.- Carlos Soto	SISS	O'Higgins 186	743900	
5.- Tito Salamanca	GE-EAA	Hlangue	088845983	
6.- NAVELU RUIZ	GE-EAA	Hlangue	243353	
7.- Andrés Dopazo	Lamanchara	Portales 7000	327253	
8.- Gerson García F	GE-EAA	Carril Pablos 1225	353100	
9.- Erik Mombas L	Cultivos Marinos	S. M. M. S. 3R	erik.mombas@cultivosmarinos.cl 480200	
10.- Andrea Miranda	Perq. Trans Ambiental	Carril Chingichue	miranda@transambiental.cl 7-550-38	

folio 6

000000



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA DE LOS ANTEPROYECTOS DE REVISIÓN DE NORMA DEL DECRETO 90/2000 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES Y DEL DECRETO SUPREMO 46/2002 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS.

PUERTO MONTT, 23 DE ABRIL 2010

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	DIRECCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO Y TELÉFONO	FIRMA
1.- Celady's Sánchez Zambrano	Ecoprima	A. Vinos 612 - of 903	plady.sanchez3@ecoprime.cl	
2.- Mariana Rivera	El Gallo	Iveto Montt	m.rivera@elgallo.cl	
3.- Tomás Reñán	-	Av. Alesson # 2761	IRENEBEIN@gnal.cl	
4.- SOLEDAD OYARZÚN	AQUARRO S.A.	CHINDAHUE #114	SOYARZUN@AQUARRO.cl	
5.- Alejandro Zaportuo	U. de la Laja		alezaportuo@uolaja.es	
6.- Juan Aucapán A.	SISS	Chigginis 186	juanapan@sissgob.cl	
7.- Andrea Zúñiga Fabré.	CC. op. Q.E.	Guillermo Gallardo 185	a.zuniga@q.e.185.cl	
8.- Alejandro Burgos S.	DGA	O'Higgins 451, Piso 7	alejandrob@dgas.cl	
9.- PABLO LAGOS S.	SURFESA	BELMONTE 169 PISO 16 VALPARAISO	PLAGOS@SURFESA.cl (32) 2502265	
10.- Ximena Rojas M.	Intersal		Xrojas@intersal.cl	



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA DE LOS ANTEPROYECTOS DE REVISIÓN DE NORMA DEL DECRETO 90/2000 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES Y DEL DECRETO SUPREMO 46/2002 MINSEGPRES, NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS.

PUERTO MONTT, 23 DE ABRIL 2010

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	DIRECCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO Y TELEFONO	FIRMA
1.- Flavia Conello	Cultivos Yedran		fcconello@yodran.cl	
2.- RICARDO PINO	PACIFIC STAR		rpino@pps.cl	
3.- Andres Bozzob	NOVOFISH S.L.		a.bozzob@novofish.cl	
4.- ARTURO DEWICKERS	WINKLER PINKS Y GRUPO		ADWICKERS@WINKLERPINKS.CL	
5.- Tco. Mary	Poch Ambiente		Faenciso.mery@poch.cl	
6.- Paul Reynolds	Watt's		PREYN000@watts.cl	
7.- Claudie Villalobos	Watt's		cvillalobos@watts.cl	
8.- Carolina Rojas	INVERSIÓN CETHEIN LTDA	LAWRENCE 33P	c.rojas@mejillonesamerica.cl	
9.- Mónica Gamdo P.	CONAMA		mgamdo.10@conama.cl	
10.- Paz Sigalreda Pink	CONAMA		psigalreda.10@conama.cl	

11. Gloria Berndt Soto CONAMA

gberndt.10@conama.cl

00000000



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA  
CONAMA REGIÓN DE LOS LAGOS

MINUTA TALLER DE CONSULTA PÚBLICA  
PROCESOS DE REVISIÓN DS 90 Y DS 46

A las 09:40 se inicia el Taller de consulta pública con la bienvenida a los asistentes y con el programa de la jornada, indicando que el motivo del Taller es conocer los mecanismos de participación ciudadana en procesos normativos y para conocer las principales modificaciones propuestas a las normas de emisión en el proceso de revisión de ambos Decretos.

La primera presentación es realizada por Manuel Fuentes, encargado de PAC de CONAMA Región de Los Lagos, quien señala que la participación ciudadana es un instrumento de gestión ambiental consagrado en la Ley de bases del medio ambiente, indica en qué consiste el proceso mencionando quiénes pueden participar, cuáles son los mecanismos y requisitos para el envío de observaciones y los plazos en los cuales está abierta la consulta pública para ambos procesos.

A continuación, Elizabeth Lazcano, de la Unidad de Prevención y Control de la Contaminación Hídrica, presenta las modificaciones propuestas al DS 46/2002, MINSEGPRES, Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas, siendo los aspectos más relevantes cambios y propuesta de nuevas definiciones, indicación de exclusiones a la aplicación de la Norma, modificaciones a la tabla de carga media diaria para la definición de fuente emisora, cambios en los máximos permitidos de algunos parámetros, nuevos parámetros a normar, nueva tabla para acuíferos de vulnerabilidad alta, cambios en las frecuencias de monitoreo y en procedimiento de verificación de cumplimiento y finalmente los plazos de cumplimiento.

Se realizaron las siguientes consultas:

1. **Carolina Casanova de ATARED** pregunta por los criterios para cambiar los valores de los parámetros ya normados, ya que algunos de éstos se vuelven más permisivos. Plantea igualmente que pudiese ser mejor no introducir modificaciones. Se indica que se criterio fue ajustar a la Norma Chilena de Calidad de agua potable. El Estado no tiene información de cada uno de los acuíferos usados para descargar Riles, por lo que asume el compromiso de mantener, al menos calidad aceptada para agua potable. No hubo en el proceso una contrapropuesta al respecto, pero si en el transcurso de la consulta pública se hacen propuestas nuevas, éstas serán analizadas.
2. **Soledad Sorzano de ATARED** señala que al establecer acuíferos de vulnerabilidad alta por falta de antecedentes se estaría traspasando los costos de tratamiento al sector privado, igualmente con la disposición que

la DGA solicitará al peticionario los antecedentes para determinar la vulnerabilidad del acuífero, es el privado quien tiene que asumir los costos del estudio, en circunstancias que considera que el Estado debe entregar la información necesaria para que el sector productivo avance. Se responde que la incorporación de la tabla de acuíferos de alta vulnerabilidad se hizo en base a un Estudio de la DGA, por lo que se tuvo antecedentes para elaborar la propuesta. No se menciona en la respuesta el principio de la responsabilidad ambiental que sustenta la premisa de que "El que contamina paga".

3. **Claudio Paz de SALMOPROCESOS** consulta qué sucederá con aquellos usuarios que cuenten con resoluciones que indiquen vulnerabilidad media. Se explica que si ésta es una resolución transitoria, se deberá clasificar nuevamente el acuífero, existiendo una año de plazo para ello desde la entrada en vigencia de la nueva norma de emisión.
4. **Juan Ancapán de la SISS** aclara el tema de las resoluciones transitorias indicando que éstas no deberían existir ya que se hicieron sólo para efectos de dictar la resolución de monitoreo y que no se debería estar operando con estas resoluciones transitorias.

Finalmente, Claudia Galleguillos, de la Unidad de Prevención y Control de la Contaminación Hídrica, presenta las modificaciones propuestas al DS 90/2000, MINSEGPRES, Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Se mencionan las principales modificaciones producto del proceso de revisión de la Norma, siendo los aspectos más relevantes cambios y propuesta de nuevas definiciones, indicación de exclusiones a la aplicación de la Norma, modificaciones a la tabla de carga media diaria para la definición de fuente emisora, cambios en la forma de determinación de la ZPL, particularmente de Punta Puga al Sur donde la fórmula de cálculo no aplica por altas pendientes e inexistencia, en muchos casos de rompiente; se define una nueva tabla que aplicaría para descargas a estuarios, se incorporan nuevos parámetros como trihalometanos y cloro libre residual; se modifican algunos límites máximos de algunos parámetros, se modifica el sistema de control de la norma en lo relativo a la frecuencia del monitoreo y la tolerancia.

Se realizaron las siguientes consultas:

1. **Paola Schnettler de ECOSISTEMA** Solicita aclarar que pasa con las Tablas 4 y 5 de descargas en aguas marinas y que sucede con la determinación de ZPL en el sur de Chile y en que plazos deben producirse las adecuaciones. Se explica que con la propuesta no habrá posibilidad de descargar con tabla 5 desde Punta Puga al sur y que se propone un plazo de 2 años para quienes descargan con Tabla 5 adecuen sus descargas a Tabla 4.

2. **Soledad Sorzano de ATARED** consulta por los plazos para clasificar artefactos navales que ahora estarían considerados en la regulación. Se indica que se da un plazo de 3 meses para hacer el procedimiento de clasificación como fuente emisora o al momento de producirse la primera descarga con producción máxima. Consulta además la justificación de DIRECTEMAR para denegar descargas en zonas frágiles. Se indica que es una atribución legal de DIRECTEMAR consagrada en la ley (MARPOL). Señala ATARED que se precia un margen de arbitrariedad, ya que no hay plazos para DIRECTEMAR para establecer estas zonas frágiles, a lo que se responde que no se requiere declarar zonas, ya que DIRECTEMAR analizará la fragilidad de los sectores caso a caso.
3. **Fabián Ragnarsson de MARINE HARVEST** pregunta si todas las instalaciones deben re-evaluar su clasificación como fuente emisora. Se explica que para quienes han caracterizado todas sus descargas no sería necesario, pero para quienes tienen más de una descarga tendrían que volver a hacerlo. Lo que todos deben analizar es si cumplen con la normativa en el caso e los parámetros nuevos, para lo cual se estaría dando un plazo de tres meses. Consulta además si el concepto de artefactos navales aplica para los pontones de la industria acuícola. Se explica que las aguas servidas de los pontones no clasifican como establecimiento emisor y que se pretende con los cambios a la norma regular instalaciones tales como buques factoría u otras instalaciones que se desarrollan en embarcaciones o artefactos con el fin de eludir el cumplimiento de la normativa. Consulta además por el procedimiento para aquellas instalaciones que descargan con tabla 5 y que con la propuesta se verían obligados a cumplir con tabla 4. Se explica que se daría un plazo de 2 años para ajustar las emisiones. Pregunta además cuál es el fundamento técnico para esta modificación, a lo que se responde que es que la fórmula de cálculo de la ZPL no funciona en mares interiores y que en general los fiordos y canales tienen lenta circulación y son zonas relevantes desde la perspectiva de la biodiversidad que albergan.
4. **Marcelo Cofré de ESSAL S.A.** señala que observa una contradicción respecto de la fragilidad de ecosistemas marinos, ya que la tabla de estuarios, que finalmente afectan a zonas dentro de la ZPL tendría parámetros menos restrictivos que los de la Tabla 4. Consulta si los 2 años de plazo es para iniciar el ajuste de los sistemas de tratamiento o para dar cumplimiento a la Norma. Se indica que es para dar cumplimiento a la Norma. Ante esto menciona que el plazo no es realista ya que para pasar del cumplimiento de Tabla 5 a Tabla 4 se requiere hacer las evaluaciones técnicas y económicas, proyectar las soluciones, someterlas al SEIA, construirlas y ajustarlas para un buen funcionamiento, lo que toma más de los 2 años de plazo a otorgar.
5. **Se solicita indicar la página web para hacer observaciones.** Se informa a los asistentes que tanto los Anteproyectos como las direcciones web serán

enviadas por e-mail a los participantes. Además se proyecta la diapositiva con la página web de e-pac-normas.

6. **Erick Montes** complementa la opinión de ESSAL S.A. en el sentido que hay plazos más prolongados que los 2 años a otorgar por la Norma, especialmente si se deben considerar modificar concesiones marítimas. En relación al criterio para exigir tabla 4 de punta Puga al sur, menciona que hay numerosos estudios que dan cuenta de corrientes y coeficientes de dispersión en mares interiores altos, en contradicción con lo señalado respecto de corrientes lentas, por lo que no toda el área respondería a la descripción de aguas lentas y fragilidad biológica. Consulta además por los plazos para abatir cloro residual, ya que los costos y la tecnología requerida para el abatimiento requerirían de más de 2 años para implementarse. Como respuesta se solicita formalizar la observación fundadamente en el proceso de consulta pública.
7. **Esther Ana Casas-Cordero de Greenpatch** consulta por el criterio para declarar todo el mar interior desde punta Puga al sur como ZPL, considerando que, por ejemplo, las restricciones a 10 años de la Tabla 5 se mantienen. Si los estudios demuestran que se puede cumplir con la Tabla 5 más restrictiva (a 10 años) ¿Cuál es la necesidad de forzar cumplimiento de tabla 4?. Destaca que en la Región hay distintos tipos de industrias, cuyas descargas son distintas y complejas y no comparte que se haya concluido una Norma para todo el país en base al funcionamiento de algunas empresas sanitarias en la zona central.
8. **Claudio Paz de SALMOPROCESOS** indica que en la propuesta se observa desconocimiento de la guía de DIRECTEMAR para estudios oceanográficos para estimar dilución y dispersión en zonas costeras. Considera que éste debió haberse incorporado en la revisión del DS 90. Observa que no ha habido análisis de los PVA's generados por el sector privado y consulta porqué no fueron considerados en el análisis. Menciona que los plazos no son coherentes, ya que para quienes descargan con tabla 5 queda 1 año para adecuar las descargas y luego tendrían que volver a adecuarse si se aplica tabla 5 desde punta Puga al sur. Señala que los porcentajes de reducción para algunos parámetros, al cambiar de Tabla 5 a tabla 4 son de entre un 50% a un 80% y que los costos de las inversiones para estos ajustes son demasiados y que los tiempos para los estudios de costo y estudios tecnológicos requieren de más de 2 años. Considera que la Guía de DIRECTEMAR es más eficiente y protege mejor el medio ambiente marino en su aplicación caso a caso que el criterio de declarar ZPL los mares interiores de Punta Puga al sur.
9. **Marcelo Rivas de GEEAA** señala que de Punta Puga al sur es una zona demasiado amplia como para decretarla con una fragilidad ambiental pareja. Además menciona que en el desarrollo de PVA's para distintas empresas, no han detectado evidencia de contaminación en los canales, por lo que se estima que las condiciones de circulación con adecuadas.

Recomienda pensar en todas las pequeñas y micro empresas instaladas en el borde costero que han hecho grandes inversiones en ductos para cumplir con tabla 5, que se verán obligadas a reinvertir para cumplir en sólo 2 años con la tabla 4.

10. **Ximena Rojas de INTESAL** indica que Salmonchile hizo observaciones formales a la aplicación de la fórmula de cálculo de la ZPL en la consulta pública del proceso de elaboración de la Norma y la respuesta a esa observación fue que la Norma era de aplicación nacional, por lo que no podían hacerse diferenciaciones en el territorio. Actualmente, en la zona comprendida entre punta Puga y cabo de Hornos hay numerosas inversiones hechas bajo esta premisa y el cambio de condiciones propuesto no sólo se contradice con el criterio usado para normar en primera instancia, sino que además afecta profundamente a quienes desarrollaron sus inversiones obedeciendo a este primer criterio. Indica que concuerda con las demás observaciones en tanto que el plazo de 2 años para dar cumplimiento no es real dada la magnitud de las inversiones y los estudios que habría que realizar para ajustarse. Expresa que espera que, de aprobarse esta propuesta no se aplique en forma retroactiva a quienes operaron de acuerdo al actual DS 90, ya que las inversiones no resisten estos cambios bruscos de los escenarios en que se trabaja. Le preocupa la inestabilidad del instrumento, ya que no se sabe cuánto más podría cambiar en un mediano plazo y cuántas veces los inversionistas tendrán que modificar sus proyectos para cumplir.
11. **Soledad Sorzano de ATARED** consulta si hubo conversaciones con SERNAPESCA sobre los efectos de las descargas y los nuevos parámetros normados (trihalometanos) en los cultivos de moluscos. Se responde que Sernapesca formó parte del Comité Operativo y que en el Comité Ampliado habían asociaciones de cultivadores de moluscos que están de acuerdo con la propuesta.
12. **Andrés Borquez de Pesquera Camanchaca** pregunta si la propuesta, de ser aprobada se aplicaría en forma retroactiva. Se explica que la aplicación no es retroactiva desde la perspectiva jurídica, pero que aplicaría tanto para fuentes nuevas como pre-existentes.



003021 7146

Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación

MEMORÁNDUM N° 156 /2010

De : HANS WILLUMSEN ALENDE  
Jefe Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

A : IGNACIO TORO  
Jefe Departamento Evaluación y Seguimiento Ambiental  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

Mat. : Solicita pronunciamiento sobre procedimiento a seguir respecto a las Resoluciones de Calificación Ambiental emitidas y las posibles modificaciones al Decreto Supremo N°90/00.

Fecha : 27 de abril 2010

Por medio de la presente, solicito a usted pronunciarse respecto al procedimiento a seguir por los titulares de proyectos que poseen una Resolución de Calificación Ambiental vigente, al momento de ser publicado en el diario oficial el proyecto de modificación del Decreto Supremo N°90/00 "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", particularmente en los casos que se detallan a continuación, entre otros que pueden surgir de la modificación de la norma:

1. En los casos que el establecimiento que emite residuos líquidos a un cuerpo de agua superficial ya no califique como Fuente Emisora producto de la modificación de la norma.
2. En los casos en que cambie la frecuencia de monitoreo exigida a las fuente emisoras que califican como tales, producto de la modificación a la norma.
3. En los casos que la Fuente Emisora deba cumplir con nuevos límites exigidos por la norma y/o nuevos parámetros.
4. Los establecimientos que no calificaron como fuente emisora y ahora podrían calificar al sumar todas las descargas de residuos líquidos o corresponder a un artefacto naval.

Esperando una pronta respuesta, saluda atentamente a usted,



HANS WILLUMSEN ALENDE

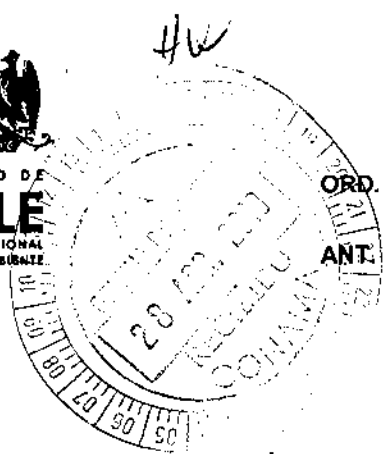
Jefe Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

MAH/CEC/jra  
c.c.

- Destinatario
- Archivo Departamento Control de la Contaminación.
- Expediente DS90



003822



ORD. N° : 175/10

ANT. : Resolución N°135 de fecha 17 de febrero de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente que aprueba anteproyecto "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.

MAT. : Invita a Taller de Consulta Pública.

f. 27/201

La Serena, 26 de abril de 2010

DE : DIRECTORA REGIONAL (S) CONAMA REGION DE COQUIMBO

A : SEGÚN DISTRIBUCIÓN

En el marco de la Consulta Pública de la "Norma de emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales", iniciada el 2 de marzo 2010 y que concluirá el 9 de junio de 2010, me permito invitar a usted al **Taller de Consulta Pública**, a realizarse el día **jueves 06 de mayo 2010 a las 09:00 hrs** en el Salón Auditorium de la Casa de la Cultura de la I. Municipalidad de Coquimbo, ubicada en Av. Costanera con Esquina Freire, en la ciudad de Coquimbo.

La presente norma tiene como objetivo de protección ambiental, prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos que se descargan hacia los cuerpos receptores. Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República.

Dentro del plazo de 60 días, contados desde la fecha de publicación en el Diario Oficial, cualquier persona podrá formular observaciones al contenido del presente anteproyecto. Dichas observaciones podrán ser presentadas por escrito en las Oficinas Regionales de CONAMA o vía on line a <http://epacplanesnormas.conama.cl>

Estimamos importante su participación en función de la responsabilidad ambiental que corresponde a su actividad.

Esperando contar con su participación, le saluda cordialmente.

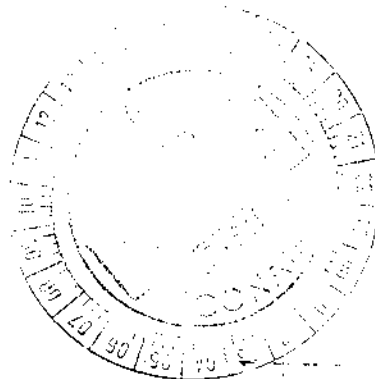
NANCY EULIAN BRITO  
Directora Regional (S)  
Comisión Nacional del Medio Ambiente  
Región de Coquimbo

NDB/JMA/jha  
Distribución:

- Sr. Intendente Región de Coquimbo
- Sr. Gobernador de Elqui
- Sra. Gobernadora de Limarí
- Sr. Gobernador del Choapa
- Sr. SEREMI de Agricultura Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de Bienes Nacionales Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de Educación Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de Economía Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de Obras Públicas Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de Salud Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de SERPLAC Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones Región de Coquimbo
- Sr. SEREMI de Vivienda y Urbanismo Región de Coquimbo

- Sr. Director Servicio de Salud Región de Coquimbo
- Sr. Jefe Depto. de Acción Sanitaria, SEREMI de Salud Región de Coquimbo
- Sr. Gobernador Marítimo de la Gobernación Marítima de Coquimbo
- Sr. Capitán de Puerto Coquimbo
- Sr. Capitán de Puerto Tongoy
- Sr. Director Regional SERNAPESCA Región de Coquimbo
- Sr. Director General de Aguas, DGA, Región de Coquimbo
- Sr. Director CONAF, Región de Coquimbo
- Sr. Director Regional Dirección de Obras Hidráulicas, Región de Coquimbo
- Sra. Directora Servicio Agrícola y Ganadero
- Sr. Director Regional Turismo Región de Coquimbo
- Sr. Jefe Oficina SISS Región de Coquimbo
- Sres. Integrantes Consejo Consultivo de la COREMA Región de Coquimbo
- Sres. Comisión Medio Ambiente, CORE, Región de Coquimbo
- Sr. Representante Capítulo IV de Municipalidades Región de Coquimbo.
- Sres. Encargados de Medio Ambiente de los Municipios de la Región de Coquimbo
- Sr. Director Zonal de Pesca, Región de Coquimbo
- Sr. Director Zonal IFOP, Región de Coquimbo
- Sr. Director INIA Región de Coquimbo
- Sres. Empresa Portuaria de Coquimbo
- Sres. Cámara Regional de Turismo
- Sres. Cámara Regional de Comercio
- Sres. Asociación de Industriales y Armadores Pesqueros
- Sres. Pesquera San José
- Sres. Federación de Trabajadores del Mar (FETRAMAR)
- Sres. Federación de Pescadores del Mar (FEPEMACH) Los Vilos
- Sres. Federación de Pescadores (FEDEPESCA) Los Vilos
- Sres. Federación Pescadores Artesanales de La Higuera
- Sr. Gerente General Pesquera San José
- Sr. Gerente General Pesquera Camanchaca
- Sr. Gerente General Invertec Ostimar
- Sres. Comercial Panamericana
- Sres. Gerente General de Seafood
- Sr. Secretario Ejecutivo CORMINCO
- P.T.I. Acuícola
- Sr. Gerente General Minera Los Pelambres
- Sr. Gerente General Minera SCM Tres Valles
- Sr. Gerente General Minera San Gerónimo
- Sr. Gerente General Minera Nueva Talcuna
- Sr. Gerente General Cia. Minera Los Pingos
- Sr. Gerente Cia. Minera del Pacífico
- Sr. Gerente General Aguas del Valle S.A.
- Sr. Representante Legal CAPEL Ltda.
- Sr. Representante Legal Cía. Pisquera de Chile
- Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar
- Universidad de La Serena, Facultad de Ingeniería Ambiental
- Universidad Tecnológica de Chile – INACAP. Sede La Serena
- Universidad de Aconcagua. Sede La Serena
- Universidad del Mar. Sede La Serena
- Universidad Santo Tomás. Sede La Serena
- Sr. Gerente CEAZA
- Sr. Director CAZALAC
- Sres. Organismos Ejecutores FPA 2010
- Sres. MODEMA, Comuna de La Higuera
- Sres. Movimiento Ciudadano por Coquimbo, Comuna de Coquimbo
- Sres. CMA Comuna de Andacollo
- Sres. OCAS Comuna de Salamanca
- Sres. Tongoy Acción Ecológica, Comuna de Coquimbo.
- Sres. Red Bordemar, Comuna de Los Vilos.
- Sres. Foro Comunitario Contra la Desertificación, Comuna de Río Hurtado.
- Sres. Asociación de Productores de Ostra y Ostiones de Chile (APOOCH)
- Sres. Asociación de Productores de Abalones (APROA) Región de Coquimbo
- Sres. Asociación de Productores de Algas (APROAL) Región de Coquimbo
- Sres. Profesionales Servicio País Rural, Región de Coquimbo
- Sres. Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Nivel Central.
- Sres. Departamento Educación Ambiental y Participación Ciudadana, CONAMA Nivel Central
- Archivo EDUPAC CONAMA Región de Coquimbo
- Archivo CONAMA Región de Coquimbo





005824

7389

35,

MEMORÁNDUM N° \_\_\_\_\_

VALPARAÍSO, 28 ABR. 2010

**DE** : **SRA. KARINA FRANCIS G.**  
*Directora Regional*  
*CONAMA, Región de Valparaíso*

**A** : **SR. HANS WILLUMSEN ALENDE**  
*Jefe Departamento Control de la Contaminación*  
*CONAMA, Dirección Ejecutiva*

A través del presente, adjunto remito a Ud. documentos correspondientes a la realización del Taller de Consulta Pública de los Anteproyectos "Norma Emisión de Residuos Líquidos Aguas Subterráneas, D.S 46" y "Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, D.S 90", para ser incorporados a los respectivos expedientes.


Los documentos entregados en dicho taller, se detallan a continuación

- Programa
- Anteproyecto de ambas normas
- Lista de Asistencia (original del original)
- Oficio Invitación

Sin otro particular, le saluda atentamente,

  
**KARINA FRANCIS GAJARDO**  
*Directora Regional*  
*Comisión Nacional del Medio Ambiente*  
*Región de Valparaíso*

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
DIRECTOR  
Comisión Nacional del Medio Ambiente  
QUINTA REGION

  
KFG/GMM/0  
c.c.: Archivo  
Adj.: Lo citado



005625

ORD. : N° 270

MAT. : Taller Consulta Pública anteproyecto Norma de Emisión de Residuos Líquidos e Aguas Subterráneas y la Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales

VALPARAÍSO, 17 de Abril del 2010

DE : SRA. DIRECTORA DE CONAMA REGIÓN DE VALPARAÍSO

A : Según distribución

Junto con saludarle cordialmente, comunico a Ud. que la Comisión Nacional del Medio Ambiente, a través de las Resoluciones Exentas N° 133 y 135 del 17 de febrero del 2010, de la Dirección Ejecutiva, aprobó el anteproyecto de Norma de Emisión de Residuos Líquidos e Aguas Subterráneas (D. S. N° 46/2002) y la Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (D. S. N° 90/2000), respectivamente y ordenó somerlos a Consulta Pública, desde el 02 de Marzo de 2010 hasta el 09 de Junio del 2010, dentro del cual, cualquier persona podrá formular observaciones al contenido del presente anteproyecto.

Dado lo relevante de estas normas la CONAMA Región de Valparaíso lo invita a Taller de Consulta Pública del anteproyecto de ambas Normas antes señaladas, a desarrollarse el 15 de Abril del 2010 entre las 09:15 – 13:30 hrs. en el Hotel B. W. Marina de Valparaíso en Ecuador 299 Viña del Mar.

Las consultas podrán ser presentadas a través de la plataforma e-PAC [www.conama.gov.cl](http://www.conama.gov.cl) o directamente por escrito en la Oficina Regional de CONAMA Valparaíso, ubicada en la Casa Central de la P. Universidad Católica de Valparaíso, Avda. Brasil 3953, Valparaíso.

Para interiorizarse y descargar los documentos sobre estos anteproyectos, podrá visitar el sitio web.

Normas de Emisión de Residuos Líquidos e Aguas Subterráneas, D.S. 46/2002 [www.conama.gov.cl/anteproyectos/anteproyectos/462002.pdf](http://www.conama.gov.cl/anteproyectos/anteproyectos/462002.pdf)

Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos e Aguas Marinas y Continentales Superficiales, D.S. 90/2000 [www.conama.gov.cl/anteproyectos/anteproyectos/902000.pdf](http://www.conama.gov.cl/anteproyectos/anteproyectos/902000.pdf)

Se adjunta programa del taller de Consulta Pública.

En otro particular, lo saluda atentamente,

KARINA FRANCIS GAJARDO  
Directora Regional

COPIA FIEL DEL ORIGINAL N°6

**TALLER DE CONSULTA PÚBLICA**  
ANTEPROYECTOS NORMAS AMBIENTALES

- Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D. S. N° 46/2002
- Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales D. S. N° 90/2000


15 DE ABRIL 2010

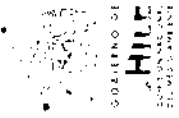
**LUGAR**

Hotel Marina del Rey, Ecuador 299, Viña del Mar

<b>TALLER DE CONSULTA PÚBLICA</b> Región de Valparaíso	
HORA	ACTIVIDAD
09:15	<b>Recepción y Registro</b>
09:30	<b>Bienvenida</b> Sra. Karina Francis G. <i>Directora Regional CONAMA Región de Valparaíso</i>
09:40	<b>Presentación 1</b> Participación Ciudadana en Procesos de Elaboración de Normas Ambientales <i>Área Educación Ambiental y Participación Ciudadana, CONAMA Región de Valparaíso</i>
10:00	<b>Preguntas</b>
10:10	<b>Presentación 2</b> NORMA D. S. 46/ 2002 Elizabeth Lazcano <i>Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Dirección Ejecutiva</i>
11:00	<b>Preguntas</b>
11:30	<b>Café</b>
12:00	<b>Presentación 3</b> NORMA D.S. 90/2000 Claudia Galleguillo Canales <i>Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Dirección Ejecutiva</i>
12:50	<b>Observaciones y Consultas</b>
13:30	<b>Cierre</b>

**"COPIA FIEL DEL ORIGINAL"**





**TALLER DE CONSULTA PÚBLICA**  
**Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D. S. N° 46/2002**  
**Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas**  
**de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales D. S. N° 90/2000**

Fecha : Jueves 15 de Abril de 2010  
 Hora : 09:15 hrs.  
 Lugar : Hotel Marina del Rey. Ecuador 299, Viña del Mar

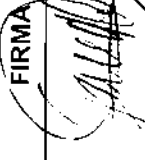






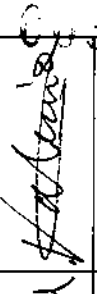


N°	SEXO		NOMBRE	CARGO - INSTITUCION	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
	F	M						
1		<input checked="" type="checkbox"/>	David Sanz Rodríguez	CONCELCO Manabí		2933411	dsanz@concelco	
2			Alejandra Opazo					
3		<input checked="" type="checkbox"/>	Jorge Peñaloza Bobadilla	Ingeniero S. Lab. Chile Coordinador	J. Carrera 839 COPACERES, Valpo	2498177 88570702	ambiental@silobchile.cl fedyartez24@ 741000.com	
4		<input checked="" type="checkbox"/>	Freddy Cortez					
5		<input checked="" type="checkbox"/>	Patricia Rojas Ferrada	SENNAPRONIN	CANICO HENRI CAVER 272.		progras@sennapronin	
6			Gabriel Barraza B.					
7		<input checked="" type="checkbox"/>	Manuel Ibarra	PROFESIONAL SENNAPRESA	VICTORIA 2832 VALPO	76241135	MSBARAZA@SENNAPRESA	
8			Milenka Soutullo Soto					
9			Carolina Arredondo					

Nº	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCION	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
10	X		Loreto Vidal Friedl	Prof. Andep		2392934 98740563	lv.friedl@ guail.com	
11			Carolina Araya Faúndez					
12	X		Cristian Vega Herrera	ICR, estudiante Ingenieros	Vino del Mar	2739087	cristian.vega@ cristianvega.com.ve	
13	X		Paula Ossandon	Kristina ingenieros Heda	Av. Vina del Mar	2739085	Paula.Ossandon@ guail.com.ve	
14		X	Eugenio de la Maza	PRESIDENTE JUNTA ADELANTO EX FONDO LAS GRANJAS	AV. MARIANO 472	3180734 092754511	JEMAZA@VTR.NET	
15		X	Manuel Martinez	PROFESOR ART. RESERVADA	B. P. Amant 2192	77793569	catalina.9123@comcast	
16			Cecilia Vallejos					
17		X	Claudio Mata	Docente	Av. Sta. Paca 620	2277700	claudio.mata@ usm.ve	
18		X	Rodrigo Silva Haun	Dir. Fe Comero UNM	Av. Agrasanto 7055	2462565	RSILVA@UNM	
19		X	Felipe Ladrón de Guevara	UNIVERSARIO RE. VIZCARRA		2008383	FELOPE.FELIPE@ GMAIL.COM	
20			Lizandro Salinas Rojas					
21	X		Claudia Contardo	Enc. gest. Ambiental SAC Sr. Felipe	Navarro 325 Sr. Felipe	34-510186	claudia.contardo @sag.gob.ve	
22	X		Macarena Cortés Vega	606. NARCHINA	AV. CARRILLO N. 130	2208915	MCORTESVE	

00000000

DIRECTORIA U.

11/1/20

Nº	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCION	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
23			Claudio Banda	profesor SAG	La Polvora s/n Aldea Andina Valparaíso	3141235	claudio.banda@ sag.gob.cl	
24			Ninoska Guillardes	SAG Quillota	Freire 1540 Quillota	33-312191	ninoska.guillardes@ sag.gob.cl	
25			Aurora Espinoza	Escuela Regional de Nodales SAG	Freire 765 Ota	33-311470	aurora.espinoza@ sag.gob.cl	
26			Alejandra Witt	comunidad GA. SAG	Freire 765, Quillota	33-311470	alejandra.witt@ sag.gob.cl	
27			Raúl Donoso	ESUML jefe de comunidad	Cochrane 75A Valparaíso	220939A	rdonoso@umad.cl	
28			Catherine González Galvez	Investigadora Univ. del Bío-Bío	Alameda 340 Santiago	8920072	cgonzalez@ bio-bio.cl	
29			Julio Aris F.	DELEGADO ASOCIADO	Munro - Margu s/n Dpto. El Yugo Ant. Puc.	2826167	julioaris@arizona.cl	
30			Silvia baldovinos					
31			Valeria Castillo Antezana	ingeniera de PTO Planificación	POZUELOS 257 LA LIGUERA	33-711657 ANEXO 113	valeriastillo@ intencion.gov.cl	
32			María Soledad Bastías Tasso					
33			Rodrigo Garcia	MUNICIPIO DE LA OCEANA GERENCIAL UNIV. DE CHILE	55 PEREZ NEGOS LA OCEANA	225730 71163362	rodrigo.garcia@ univ.uchile.cl	
34			Yovanka de Negri	Asesora Medio Ambiente Dpt. de		82077982	yovanka.denegri@ gmail.com	
35			Alvaro Ehijo					

Nº	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCION	DIRECCION	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
36	X		Dario Vargas S.	SUBDIRE	DEPARTAMENTO 663 D. 16/16	87276024	DARIO.VARGAS@SUBDIRE.GOV.CC	
37			Rodrigo Garcia Caballero					
38			Milka Kera P.					
39	X		Felipe Hernández O.	AES GÉNER	Carrilero Costero S/N	90789907	Felipe.Hernandez@AES.COM	
40			Gabriela Simpson					
41	X		Alejandra Llaverna	ASMAR	Prat 856, Piso B Valparaíso	2260303	allaverna@asmartcorp.cl	
42	X		KARINA PASALBUA	SAG (Anilloto)			KPASSALO@hotmail.com	
43	X		ANTONIO FARBERINGER	JUNTA VERANOS "CONCON COSTAS"	Avenida Borjomo 21960 Concepcion	251-0428	antoniofarberinger@hotmail.com	
44	X		Fernando Olivieri	Concepcion	Fernandofers	94895278	fernandofers@hotmail.com	
45	X		Natalie Spargo	Estadístico Instituto Nac. Est. (INEC)		98999877	natalie.spargo@inec.cl	
46	X		Tatiana ANTIGOR	Ingeniero Ambiental	Cadiz 1631 Vina del Mar	97967015	antigortatiana@gmail.com	
47	X		PABLO LATOAS	SUSPESCA	BOLIVIA 163 VALPO.	2502765	PLATOAS@SUBPESCA	
48	X		OSCAR VIDAL	SEDEMI SAUD	Errázuriz 1744, Valparaíso	2571571	oscar.vidal@redsaud.gov.cl	

N°	F	M	NOMBRE	CARGO - INSTITUCION	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
49	X		Patricia Lizama	Encargada Unidad Unidad de Medio Ambiente Municipalidad de Valparaíso	Maipo n° 330	32-291133	Patricia.lizama@munivta.cl	
50	Y		Karen Orascena	Encargada Unidad Medio Ambiente Municipalidad de Valparaíso	La Bodega SN El Melon	33-280628	karenor_7@hotmail.com	
51	X		Doris Oliva	Universidad de Valparaíso	Gran Dantona 1111, Pista 6	32-2237775	Doris.Oliva@uvd.cl	
52			<del>Atarozza Espinoza</del>	<del>Encargada Unidad Medio Ambiente Municipalidad de Valparaíso</del>				
53		X	Norm C. Proschle	DGA	Condell 160	33-32302		
54	X		Ricardo Parp	Comando Melón	Av. Pedro Valdivia 98 Los Coleros	33-294060	ricardo.parp@melon.cl	
55	X		Gabriel Simón	ESUME Tipe BITE	4 Poinente 99	32-2209896	gsimon@casal.de	
56	X		Lorena Castillo	Control de Colaboración	4 Poinente 98 Unidad del Pequeño	32-2209864	l.castell@casal.de	
57	X		BEBE HENRIQUEZ	MEDIO AMBIENTE MUN. VALPARAISO	SNV AUSTRIAN 450	2816615	bbhenriquez@gmail.com	
58	X		JAIME CISNEROS	Medio Ambiente MUN. VALPARAISO	ENTRADA VEA 8000 597	2921805	mbcansorste@entel.cl	
59	X		CRISTIAN ANDRAU	SENADES A	VICTORIA 7832 VALDIVIA	2819279	CANDIAU@SENADES.A	
60	X		BENIGNITA WICKHAMAN	SOPANA S.A.	55.000095/4 Avenida La Calera	299148	bwickhaman@sopana.cl	
61	X		Carlos Sánchez T.	Director Línea Max Salvo	Chauvino 407 Los Andes	4210073	ccarata@chmail.com	







**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región Metropolitana  
Lugar : Salón CORFO. Moneda N°921, Santiago.  
Fecha : 04 de mayo 2010  
Hora : 09:15 a 13:30 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>DOCUMENTO</b>
1	Lista de Asistencia
2	Minuta taller



Reunión PAC - DECRETOS N°46 y N°90. Región Metropolitana  
SANTIAGO, 04 de Mayo 2010

Nombre y Apellido	Organización	Cargo	Teléfono	E-mail
1 Claudio Pérez Rodríguez	Fesobio - FMBD	Jefe Depto Medio Ambiente		claudio.perez@fesobio.cl
2 CRISTIAN SALAS H.	GLACE	MANTENIMIENTO	4842372	CRISTIAN.SALAS@BRUCE.COM
3 Susana Nioseco	CONARCO	Directora de Estudios	6903985	susana.nioseco@codotco.cl
4 TAHIANA CARVAJAL	DISAI	ASESOR URBAN	78404608	TRATAMIENTOS@DISAI.CI
5 YOCKEY RETANA	Roch/APA	Jefe Proyecto	4996611	Yockey.Retana@pach.cl
6 CAMOLINA COEREA	SECRETARÍA REGIONAL	Profesional	5767746	camolina.correa@asru.cl
7 Julio de la Fuente	Coruma	Ing.	3674750	JulioFuente@pach.comp.cl
8 CAROLINA RODRIGUEZ	Algas Marinas	Jefe Planta Sales	33-221100	CVALDIVIA@ALGASMARINAS.CI
9 Alejandra Orrego	Ministerio de Medio Ambiente	Ingeniero en Minas. Amb	02-4623522	a.orrego@cemtas.cl
10 CRISTIAN ANDAUR	SERNAPESCA	PROFESIONAL	32-2814279	CANDAU@SERNAPE.SCA.G.

\* FAVOR NO HACER REUNION EN SALA CON DONA "PATRICIA MUÑOZ" O SIMILAR, -

Reunion PAC - DECRETOS N°46 y N°90. Región Metropolitana  
 SANTIAGO, 04 de Mayo 2010

	Nombre y Apellido	Organización	Cargo	Teléfono	E-mail
11	Daniela Bustos	Eelaw.	D. bogado	2299567	dbustos@eelaw.cl
12	LEONARDO OLIVARES	CONAMA	ING. SISTEMAS	2405702	LOLVARES@CONAMA.CL
13	PAUL MADRISTONE	CODELCO	ESP. ESTUDIOS	6503336	PMADRISTO@CODELCO.CL
14	Carolina Vargas	COTMA	Medio Ambiente	41-2867750	carolinavargasgonzalez@arauco.cl
15	Jose' R. Cañon	ASIPNOR A.G.	ASESOR	02-4764080	jcanon@corpesca.cl
16	Alvaro Parera P.	Salmon Chile	Asesor	4835000	app@ovalle.ycia.cl
17	Isabel Vasconcellos S.	Seremi de Salud.	Jug. Amb.	5767740	isabel.vasconcellos@asrm.cl
18	Sergio Fernandez	CODELCO	ESTADISTA	6903294	SERGIO.FERNANDEZ@CODELCO.CL
19	Jesica Lopez O	Mincos las Conizas	Jug. Gest. Amb.	3688315	jlopez@conizas.cl

Reunion PAC - DECRETOS N°46 y N°90. Región Metropolitana  
SANTIAGO, 04 de Mayo 2010

	Nombre y Apellido	Organización	Cargo	Teléfono	E-mail
20	CARLOS ESCOBAR VIVERES	CHILE ALIMENTOS	CTE. DESARROLLO	8999600	CDESCOBARVIVERES@CHILEALIMENTOS.COM
21	PAULO NAVARRETE	COPIA	C.M.A.	98371504	paularre@celular.compr.cl
22	Daniel Holguín	Secretaría de M	Director Reg	7684300	danholguin@moliva.compr.cl
23	MARIO VERGA SIMONST	CODELCO	de f de sustentabilidad	2506305	MURR1002@codeco.cl
24	Miguel Borgo Mendota	Septimi Salud RN	Vig. Area	24435	miguel.borgo@asm.cl
25	Daniela Albano	APA - ASMOG	Jefe de Auditoría	7262600	dalbano@apo.cl
26	Barbara Herrera	SES Chile Ltda	Ingeniero de Proye	8789563	barbara.herrera@ses.com
27	Monica Parada	COPELCO - ANDINA	Especialista Sain	9-1390950	monica.parada@copelco.cl
28	Alejandra Cotolón	Corre División Airtel	Gerente Plazo	4042323	meric.o.cotolon@gnec.cl
29	PATRICIO HERRERA	ANDÉS	Gerente Estudios	2028360	pherrera@andes.cl

Nombre y Apellido	Organización	Cargo	Teléfono	E-mail
30 Elizabeth Ferrnue	ATI.	Directora	2650085	eechrem@ardec.cl
31 Manay Cepaloz	SIS	Profesional	3824191	manayce@piss.cl
32 SERGI SILVA M.	ASOC. CANALES DE TIEMPO	PROFESIONAL	8548124	ssilva@asoccanalesmopi.cl
33 Jorge Juni V.	SAG	Profesional	6764041	jjv@juniv.org.boh.cl jjv@juniv.org.boh.cl
34 Isel Cortes N.	CENMA	Investigador	2994173	icortes@cenma.cl
35 DRAGO DOMANEC	CORPESA	GERENTE	35-235666	ELIAS@PHOLMEXSAMANTOLLO.OLTS
36 Majo de la Paz Anarubia	SENERISA	PROFESIONAL	5767334	17anarubia@ASERISA
37 PATRICIA SERRAVALLO	SERVICIO NACIONAL PERVA	PROFESIONAL	768.7700	pschirra@casce@sernaperva.cl
38 Rossana Fuentes	Cochilco	Prof.	3923251	rbramante@cochilco.cl
39 TANIA BESNERER	Celuba Arauco	ING. ASESOR TUCO ASESORANTE CONSTITUCION	041-2862643	tania.besnerer@arauco.cl
40 Jorge Cisternas	Def. La Ciudad	Coordinador	9-3445618	architote@yahoo.es
41 Felipe Zamora	SEREMOTEMS	Sup. Obras	4496564	felipe.zamora@seremotems.cl
42 Eduardo A. Torres	Elono	Subgerente	5817179	eduardo.torres@elono.cl

Nombre y Apellido	Organización	Cargo	Teléfono	E-mail
Carlos Sarmiento G.	Ercowomwise.	Gerente RA	1977208	csarmieche@ercowomwise.com
Karen Araozna Gonzalez.	Quimetal Industrial	SA Pedido Ambiental	3817050	Karen.aravena@Quimetal.cl
MAR A GARCIA	AGVA Andino	MUNDO AMB	4982910	JGARCIA@AMUN

3  
4  
5

Nombre y Apellido	Organización	Cargo	Teléfono	E-mail
16 Hugo Díez V.	SAG RM	Gestión Amb.	676 4040	hugo.diez@sag.gob.cl
17. Mariáhuar Píñeros	Apex Andino	Leg. Apes-Ateneos	196 2407	mpinero@apexandino.cl



## Minuta 46/90

4 de mayo de 2010

1. Cristian Andaur de Sernapesca. Consulta sobre la retroactividad de las normas (fuentes nuevas o antiguas)
2. Patricio Ferrada de ANDES solicita precisar antecedentes del sector industrial, específicamente el la T6 pues lo datos no están disponibles. Por otro lado, respecto de los SS, solita revisar el incumplimiento ya que cuando el sistema se diseña se hace para el 100% del cumplimiento y eso tiene efectos en la tarifa.
3. Carlos Descouvieres. Chile Alimentos. Insiste en solicitar poder contar con los antecedentes de DBO5 de la T1 ya que cuestiona los 35 mg/L que tiene la norma siendo que en otros países mas avanzados estos valores son mas elevados.
4. Carolina Vargas. Arauco. Respecto de la ZPL consulta si la minuta tecnica de la DGA esta vinculada al DS 90 ya que si esta fuera del DS, entonces se puede modificar en cualquier momento. En qué se fundamentó la decision de usar la T1 de rios sin dilución para elaborar la T6 de estuarios cuando los ecosistemas y los regimenes hidricos son totalmente diferentes?.
5. YORKA. Agroindustria. Respecto de los límites del Cl en la agroindustria, nunca se ha evaluado esto.
6. Elizabeth Echeverría. AIDIS (DINOSA). Respecto de la definición de fuente emisora y de su valor característico, las definiciones son diferentes en el 46 y en el 90 y ello es incongruente. Ademas pregunta por qué el Fe esta disuelto y es el único metal que está en esta condición. Esto puede generar problemas en los laboratorios, respecto al método que se está utilizando para medir, ya que la norma chilena que especifican los decretos, sólo mide Fe total.
7. José Cañon, ASIPNOR. Respecto de la T5 y el cumplimiento de los SS al décimo año. Solicita estudios de inversión y oceanográficos que justifiquen que los valores no se pueden cambiar.
8. Monica Pardo. CODELCO Andina. Consulta sobre el cambio de frecuencia de los monitoreos, sobretodo para aquellos que no requieren un tratamiento. Ojala que quede definido y que pueda flexibilizarse un poco. SISS responde que es el numero mínimo de monitoreos exigidos en la norma y la autoridad pudiera solicitar más dependiendo del tipo de empresa.
9. Alvaro Parra. ZPL. Habia entendido que este alcance era para las empresas futuras y no las ya instaladas desde punta Puga al sur.
10. Sr. Burgos, Seremi de Salud. T3 para zonas lacustres y en que categoría está la laguna de Aculeo. Esta laguna descarga y carga sus aguas por el mismo estero, situación que por un lado debe cumplir con la T3, pero que también puede cumplir la T de rios sin dil.
11. Claudio Pérez BIORIO. Habla sobre la necesidad de normar los estuarios T6 pero abarcando las especificidades de variabilidad de cada uno. No es lo mismo un estuario del sur que uno de mas al norte. La minuta técnica no incluye aspectos biológicos sino físicos y no todos los estuarios son iguales. Por otro lado, e esta

utilizando la metodología para estimar el límite de los estuarios pero el terremoto modificó los límites y ello significará un retraso.

12. El Sr de la Asoc. de Pesqueros. Ojala la ZPL quede definida en UTM por el caso



Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Sección Control Hídrico

**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región de Coquimbo  
Lugar : Casa de La Cultura, Coquimbo.  
Fecha : 06 de mayo 2010  
Hora : 09:00 a 13:00 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

Nº	DOCUMENTO
1	Programa del taller
2	Lista de Asistencia



**PROGRAMA**  
**Taller Consulta Pública**

**“Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales”**

Coquimbo, 6 de Mayo 2010

- 09:00 – 09:15 hrs. Registro de Participantes.
- 09:20 – 09:30 hrs. Saludo y bienvenida Director Regional (S) CONAMA Región de Coquimbo Sr. Marcelo Zepeda C.
- 09:30 – 09:50 hrs. Presentación Proceso Participación Ciudadana, Sra. Jacqueline Huerta, Unidad Educación Ambiental y Participación Ciudadana, CONAMA Región de Coquimbo.
- 09:50 – 10:00 hrs. Ronda de preguntas.
- 10:00 – 10:20 hrs. Pausa Café.
- 10:20 – 11:20 hrs. Presentación Profesional Claudia Galleguillos, Sección Contaminación Hídrica, Depto. Prevención y Control de la Contaminación, CONAMA Central.
- 11:20 – 12:00 hrs. Ronda de preguntas.
- 12:00 – 12:15 hrs. Conclusiones y cierre de Taller.

1

ASISTENTES

**TALLER DE CONSULTA PÚBLICA**  
**"Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a**  
**Aguas Marinas y Continentales Superficiales"**

FECHA: JUEVES 06 DE MAYO DEL 2010 HORA: 09.00 HRS. LUGAR: CASA DE LA CULTURA DE COQUIMBO

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL	DIRECCION	FONO	FIRMA
1.- TERESA MUJICA FERNANDEZ	SOC. PERIODÍSTICA COQUIMBO DIARIO LA REGIÓN	ADTLAREGION@GMAIL.COM	DR. MARÍN 260-9	310773	
2.- RICARDO OYARZÚN	DEPTO. INV. HUINAS UNIVERSIDAD LA SERENA	royarzun@userena.cl	BENMUNTE 980	204281	
3.- Evelyn Torres S.	Univ. Tec. de Agum S.A.	etorres@canal.cl	LA CHANSA SUR 612, DOULLÉ	33-62024	
4.- ITABELOS VARGAS	CAPTEL	INVALDIVIA@CAPTEL.CL	COTUYO PERULILLO S/N	554300	
5.- PABLO OCARANZA G.	DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS - MOP.	pablo.ocaranza@mop.gov.cl	CAJÓN 641 - LA SERENA	542153	
6.- Aoi Hernández G.	COOPERACION DE LINARÉ	fohernandez@thbdo@gmail.com	SOLOS 454	73-620025	
7.- CARLOS CANDÉS FERRER	COMPANIA MINERA TALCUNA	gonzalo.candales@talcuna.cl	TALCUNA S/N	51-29940	
8.- JOHANNA CAYAN SUJAN	Zootia y Palleta Hda	joanna.yasmin@gmail.com	Provincia de Maipo 520 Depto 1	51-219007	
9.- PAULINA CASTRO M.	HINERA LOS REINOS	pacastro@mlp.cl	LOS CARRETEROS 380 Q. 525	51-558795	
10.- BARBARA DURAN P.	CEAZA centro estudio ambiental en zona rurales	Barbara.Duran@ceaza.cl	Pais Britan S/n colina del pino	51-334863	
11.- Ingrid Abrial Chouhí	CEAZA - ULS	ingrid.abrial@ceaza.cl	Rivol Britan S/n Colino El Pino, La Serena	51-334874	
12.- ANDRÉS JOSÉ CASTRO	CEAZA - ULS	castroj24@yahoo.com	"	"	
13.- Lorena Ponce S.	Seremi - Minerva	lponced@minerva.cl	Almuerzo 372	212812	

008544

ASISTENTES

TALLER DE CONSULTA PÚBLICA  
"Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales"

FECHA: JUEVES 06 DE MAYO DEL 2010 HORA: 09.00 HRS. LUGAR: CASA DE LA CULTURA DE COQUIMBO

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL	DIRECCIÓN	FONO	FIRMA
1.- Ivonne Etchepare R.	PTI Acaída Copiúmo	etchepare@essex.cl	Los Coneros 380 of. 228	218356	
2.- Mariana Garrido Amador	—	mgarrito@pvc.cl	Río Maule 3830, Lcopimbo	491903	
3.- JUANITO ROZAS CORTES	ASOCIACION MINERA COMBARBALA	CARADMIN@HOTMAIL.COM ASOMINERA.COMBA@HOTMAIL.COM	SAN CARLOS 162 COMBARBALA	98403776 53-741909	
4.- Claudia Galleguillos C.	CONAMA NACIONAL	cgallejillos@conama.cl	Santiago	2405706	
5.- MARCELO ZEPEDA C.	COMANA IV REGION	mzepeda@conama.cl	EDIFICIO DE LA FAMILIA 205 - LOS ANDES	219534	
6.- Carlos Goyne	UCN - CEAZA	cgoyner@ucn.cl	Lanudo 1281 Lopba	209965	
7.- Claudio Pelli	Comunidad Primitiva	cpelli@directemar.cl	Quinta Colina 640	558616	
8.- GERARDO GONZALEZ	SENDES	gonzalez@senes.cl	Melipal - PSE	315560	
9.- Yugo Arcie	Prote. Par. Acuatico	yugo.gonzalez@prota.cl	Un. Yelugo 525	78156777	
10.- Luis Navarro Orellana	Municipio Coquimbo	l.navarro@municoquimbo.cl	Melgarejo 1258	317844	
11.- Pablo Rivera	I. Municipalidad Coq.	Pablo.rivera@cruz@gmail.com	Melgarejo 1258	317844	
12.- Rodrigo Gallardo	UCN	rgallardo@ucn.cl	LAYONDO 1281 C460	205986	
13.- PATRICKA GARAYDETA F.	D. G. A.	patricka.garayde@prof. gov.cl	AV. PATRICKA 461 of. 408 LA SEGUNDA	542232	

ASISTENTES

**TALLER DE CONSULTA PÚBLICA**  
**"Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a**  
**Aguas Marinas y Continentales Superficiales"**

FECHA: JUEVES 06 DE MAYO DEL 2010 HORA: 09.00 HRS. LUGAR: CASA DE LA CULTURA DE COQUIMBO

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL	DIRECCION	FONO	FIRMA
27. Gerladine Buzán Guzmán	VEN	Alkupa_43@hotmail.com	Los Girinos de la Villa Derrumbe	84404888	
28. Nelson Mathus F.	CIA. MINERA SUBSERVICIO	NMATUS@CMSC.CL	Av. Talca 101 Barrio Industrial	571100	
29. Juan P. Carrizo	ASADONES CHILE	JUANP@ASADONES.COM	CARRIZO AL FRONTE N° 42	324241	
30. Carlos Sereña L.	Nov Ciudadano Cgo	TICERRA.MARIA@SERENA.COM	YUESSALUA 18X	5218334	
31. Alberto Rojas S.	SISS	210350@sis.gov.cl	Polmarque 301, Of. 227, 12 de marzo	214587	
32. Denisse Duhalde S.	SERENI Salud Coquimbo	denisse.duhalde@redsalud.gov.cl	Av. San Joaquín 1180	331401	
33. Lorena Lobos Curi	Seremi de Salud	lorena.lobos@redsalud.gov.cl	Av. San Joaquín 1801	331405	
34. Aldo Amador Paz	Comercial Panamericana	amador@panam.com	Alameda, Pudahuel 56	266000	
35. Fernando Espinoza	PROV. COQUIMBO	HERNANDEZ@COQUIMBO.GOV.CL	ALCALDE 414	51185	
36. JUAN Fco MOREY	MOV. C.X.C.	JUMOSI2004@YAHOO.ES	ALCALDE 414	313141	
37. MANUEL ALUMADA J.	MOU. C.X.C.	ALUMADAMANUEL@HOTMAIL.COM	LOS COPINES 4901	490544	
38. Ramón Cuervo V.	SERPLAC	RAMON@SERPLAC.MINAGRIAN.COM	Prst 350 32P180	224485	
39. PILAR PEÑE Z.	CONAMA R. COQUIMBO	ipeñez.y.p@conama.cl	FRON. PANAMA 205 - LA MOINA	210830	

(4)

ASISTENTES

**TALLER DE CONSULTA PÚBLICA**

**"Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales"**

FECHA: JUEVES 06 DE MAYO DEL 2010

HORA: 09.00 HRS.

LUGAR: CASA DE LA CULTURA DE COQUIMBO

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL	DIRECCION	FONO	FIRMA
30. José L. Caqueron	Agua del Valle	jcaqueron@agua-del-valle.cl	La Serena	206114	[Signature]
41. Alejandro Aron	Car Miner San Jerónimo	aron@cmsb.cl	Andar. Talca 109 Pto. Paineles	7057496	[Signature]
42. Donibela Toro Aros	PREMIUMAR	d.toroaros@gmail.com	Carretera Matucos 1412	483082	[Signature]
43. Jacqueline Buelto A.	Comuna Dep. de Coquimbo	jbuelto4@comuna.cl	EDO. de la BARRA 205	210830	[Signature]
44. Serebo Tenorio	COMUNA COSSO	STENORIO.4@comuna.cl	, ,	, ,	[Signature]





PIRQUE, mayo 14 de 2010

AT: Sr. Alvaro Sapag Rajevic  
Director Ejecutivo

Señores  
Comisión Nacional del Medio Ambiente  
Teatinos N° 254  
SANTIAGO

De nuestra consideración:

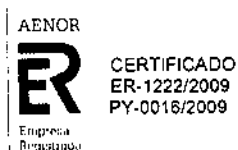
Considerando que el organismo que usted dirige está sometiendo a consulta pública el anteproyecto de revisión de *"Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales D.S.90"*, esta Asociación solicita a usted considerar las siguientes observaciones y la respuesta a estas:

- En anteproyecto se incluye punto 2.2 que la presente norma no será aplicable, letra a) A las descargas de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Según lo anterior esta Asociación rechaza tajantemente que sea incluido este punto, ya que en forma histórica se han conectado diferentes colectores de aguas lluvias a la red de canales (cuerpo de agua receptor según punto 3.3) que administra esta Asociación en la zona sur de Santiago. Como ejemplo de estas descargas tenemos aquellas conexiones de la Autopista Central en tramo puente Río Maipo-General Velásquez, descargas que han sido monitoreadas aplicando la normativa que expone el D.S. 90, encontrando algunos elementos que contiene esta norma por sobre el límite máximo.

Cabe recordar que esta Asociación administra canales que tienen la finalidad de conducir aguas de riego para la producción de alimentos de comercialización en el mercado nacional como internacional, donde cualquier tipo de contaminación en las aguas afecta al sector.

Es necesario ser consecuente con lo que expone este anteproyecto en el Punto 1, donde con esta norma se pretende *"mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República"*.

- En Tabla N° 1 del anteproyecto en referencia, se propone la modificación del límite máximo permitido para los siguientes contaminantes:
  - Cobre total: De límite máximo 1 mg/L se modifica a 2 mg/L
  - Fósforo total: De límite máximo 10 mg/L se modifica a 15 mg/L
  - Nitrógeno Kjeldahl: De límite máximo 50 mg/L se modifica a 80 mg/L



Virginia Subercaseaux 5946, Recinto El Clarillo, Pirque.  
Fono 8548124 – Fono Fax 8548130 – Casilla 589 San Bernardo.  
[www.asocanalesmaipo.cl](http://www.asocanalesmaipo.cl)  
EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001/2008 y NCH 2009/2004

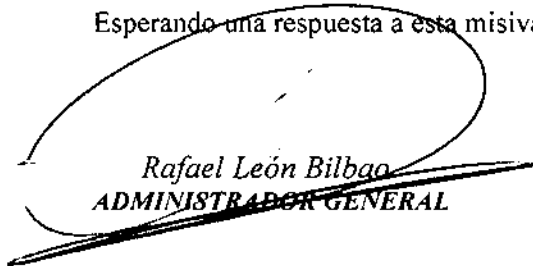


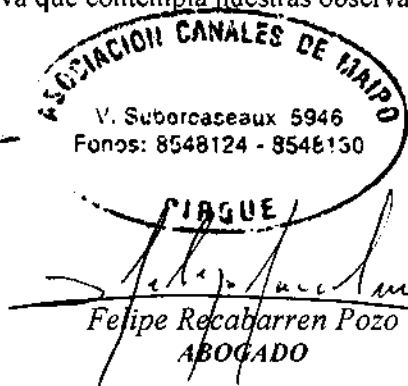
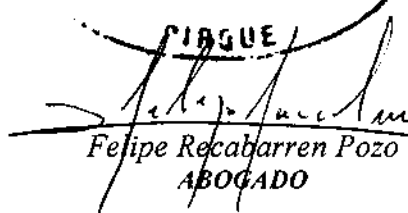


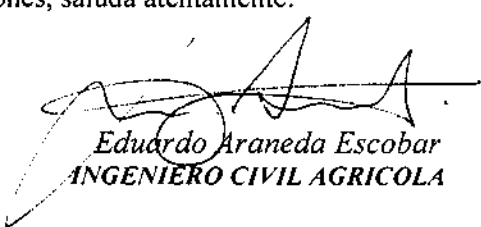
Según lo anterior solicitamos aclarar los criterios utilizados para proponer el aumento del límite máximo de estos contaminantes, considerando que en las descargas de aguas lluvias monitoreadas, el límite máximo 1 mg/L permitido para el contaminantes Cobre es sobrepasado y más aun no cumple la Norma Chilena Oficial NCH1333 punto 6 "Requisitos del Agua para Riego".

Finalmente, consideramos que todos aquellos criterios que no sean compatibles con la norma mundial que recomienda la FAO para aguas de riego destinadas a la producción de alimentos, serán rechazados por ésta Asociación, ya que significaría una lesión permanente a la industria agro-alimentaria de Chile.

Esperando una respuesta a esta misiva que contempla nuestras observaciones, saluda atentamente.

  
**Rafael León Bilbao**  
**ADMINISTRADOR GENERAL**

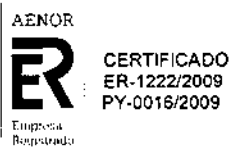
  
**ASOCIACION CANALES DE MAIPO**  
V. Subercaseaux 5946  
Fonos: 8548124 - 8548130  
**PIRQUE**  
  
**Felipe Recabarren Pozo**  
**ABOGADO**

  
**Eduardo Araneda Escobar**  
**INGENIERO CIVIL AGRICOLA**

RLB/EAE/FRP/jvm.  
Archivo General 257/2010c

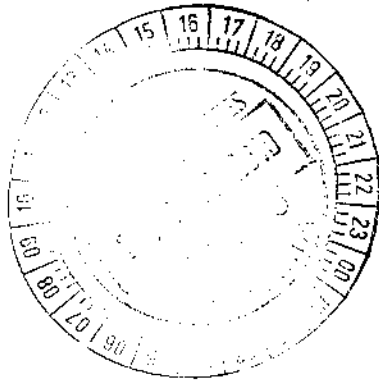
C.C.

- Sr. Gustavo Labbé Morales, Decano Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, Avenida Cisternas 1200, La Serena.
- Sr. Luis Barrales Vega, Decano Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Vicuña Mackenna 4860.
- Sr. Luis Antonio Lizana, Decano Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Avenida Santa Rosa 11315, La Pintana.
- Sr. Hernán Paillán Legué, Decano Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Avda. Lircay S/N Talca.
- Sr. Raúl Cerda González, Decano Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Vicente Méndez 595 Chillán
- Sr. Alíro Contreras Novoa, Decano Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera, Campus Integrado Andrés Bello Montevideo S/N, Temuco.
- Sr. Ricardo Fuentes Pérez, Decano Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Independencia 641, Valdivia.
- Sr. Rodrigo Echeverría Díaz, Presidente Federación de Productores de Fruta de Chile, San Antonio 220, Oficina 301, Santiago.
- Sr. Ronald Bown F, Presidente Asociación Exportadores de Chile, AG., Cruz del Sur 133, Segundo Piso, Las Condes
- Sr. Luis Mayol Bouchon, Presidente Sociedad Nacional de Agricultura, Tenderini 187, Santiago.
- Sr. José Antonio Galilea, Ministro de Agricultura, Teatinos 40, Santiago.
- Sr. Alberto Espina Otero, Presidente Comisión Agricultura Senado Republica de Chile, Avda. Pedro Montt S/N Congreso Nacional, Valparaíso.
- Sr. Ramón Barros Montero, Presidente Comisión Cámara de Diputados, Compañía 1131, Santiago.



**Virginia Subercaseaux 5946, Recinto El Clarillo, Pirque.**  
**Fono 8548124 – Fono Fax 8548130 – Casilla 589 San Bernardo.**  
**www.asocanalesmaipo.cl**  
**EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001/2008 y NCH 2009/2004**





ORD. N° 1498 /

**MAT.:** Da respuesta a ORD. N°  
100709 de fecha 8 de marzo  
de 2010.

SANTIAGO, 17 MAY 2010

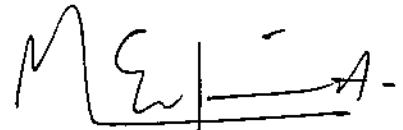
**DE: SUPERINTENDENTA DE SERVICIOS SANITARIOS**

**A: SR. HANS WILLUMSEN ALENDE  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE**

1. Mediante ORD. N° 100709 citado en el antecedente, Ud. solicitó a esta Superintendencia responder a la Asociación de Productores de Abalones (APROA) respecto de cuales serán los procedimientos a seguir por todas aquellas instalaciones en operación y que actualmente son calificadas como fuentes emisoras pero que con las modificaciones planteadas en el proceso de revisión de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N° 90/2000", podrían no calificar como tales. Solicita además, se le informe respecto del procedimiento que se establecerá para la modificación de la frecuencia de monitoreo de los residuos líquidos generados por las fuentes emisoras existentes, en el contexto de la modificación normativa que se está analizando.
2. Al respecto, puedo señalar que sólo una vez que se encuentren aprobadas las modificaciones propuestas en el proceso de revisión de la norma de emisión pre-citada, esta Superintendencia podrá determinar las acciones necesarias para implementar los cambios realizados al D.S, N° 90/00 MINSEGPRES, ya que no resulta procedente establecer en la actualidad ningún procedimiento debido a que todavía la norma en comento, se encuentra en consulta pública.
3. Si como consecuencia de lo anterior, se debiera proceder a la modificación de las resoluciones que establecieron programas de monitoreo de la calidad de los efluentes generados por establecimientos industriales que califican como fuentes emisoras, como sería la modificación en la frecuencia de estos monitoreos, se elaborará un cronograma de trabajo con la finalidad de efectuar dichos cambios.

4. Finalmente, respecto de los casos que en la actualidad son considerados como fuentes emisoras y que con ocasión de las modificaciones efectuadas a la norma de emisión ya referida, dejarían de serlo, se informa que se realizará una evaluación caso a caso pudiendo esta Superintendencia solicitar al establecimiento industrial una nueva caracterización de sus residuos líquidos para luego, si procede, revocar su Resolución de Monitoreo.

Saluda atentamente a Ud.,



**MAGALY ESPINOSA SARRIA**  
Superintendente de Servicios Sanitarios



**DISTRIBUCION:**

H:\Of-SISS\Of-239-10.doc

- Sr. Hans Willumsen Aiende  
Teatinos 254/258, Santiago.
- Unidad Ambiental SISS
- Oficina de Partes

**Superintendencia de Servicios Sanitarios**  
Moneda 673, Piso 9  
Código Postal: 6500 721  
Teléfono: 56 - 2 - 382 4000  
Fax: 56 - 2 - 382 4002 / 382 4003  
Santiago de Chile  
<http://www.siss.gob.cl>



GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

Alicia Q.

A: V. Ambruscel

003052

ORD. Nº 100709 / *AS*

ANT.: Consulta de APROA respecto al proceso de revisión del DS90.

MAT.: Solicita dar respuesta a consulta citada en antecedentes.

SANTIAGO, 08 MAR. 2010

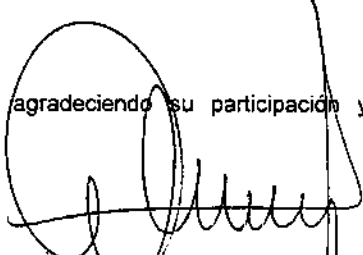
DE : **HANS WILLUMSEN ALENDE**  
Jefe Departamento Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

A : **MAGALY ESPINOZA SARRIA**  
Superintendente  
Superintendencia de Servicios Sanitarios

En relación con el proceso de revisión de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N°90/2000", me permito solicitar a usted dar una respuesta a la consulta realizada por la Asociación de Productores de Abalones (APROA), la cual hace referencia a cuales serán los procedimientos a seguir para todas aquellas instalaciones en operación que actualmente están calificadas como fuente emisora, pero que con las modificaciones planteadas al concepto de Fuente Emisora de la norma, podrían no clasificar como tal, por un determinado parámetro. Asimismo, solicitan aclarar el procedimiento que se establecerá en la modificación de la frecuencia de monitoreo para las fuentes emisoras existentes.

Esperamos que la Superintendencia pueda dar respuesta a esta consulta prontamente, estableciendo los procedimientos que se aplicarán en estos casos planteados (Se adjunta carta de APROA).

Sin otro particular, agradeciendo su participación y cooperación, le saluda muy atentamente,

  
**HANS WILLUMSEN ALENDE**  
Jefe Departamento Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

*Magaly Espinoza Sarria*  
GLS/MAH/CSC/taat

- c.c:
- Dirección Ejecutiva CONAMA
  - Archivo Departamento Control de la Contaminación, CONAMA. *ES*
  - Expediente Norma DS 90

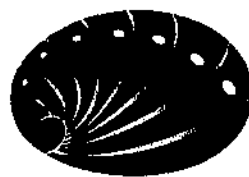
Adj: Carta APROA del 22 de febrero 2010

*11.3.10*

RECIBIDO	
FECHA:	5 10 MAR 2010 / 1537
OFICINA DE PARTES SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS	



008655



**APROA**  
ASOCIACION DE  
PRODUCTORES  
DE ABALONES

Santiago, 22/02/2010

Señor  
Álvaro Sapag Rajevic  
Director Ejecutivo  
Comisión Nacional del Medio Ambiente  
PRESENTE

Ref: Su carta N° 100154, del 15/01/10,  
responde cartas remitidas a expediente  
público Revisión DS 90 por APOOCH y  
APROA

De mi consideración:

Junto con saludarle, agradecemos su carta de la referencia, donde se nos informa la aprobación de una nueva redacción final del DS N° 90, en términos de incluir en el procedimiento de calificación de fuente emisora los aportes asociadas al contenido natural del agua de captación (agua de mar), así como la frecuencia de autocontrol diferenciada para aquellas fuentes emisoras que no requieran tratamiento de sus efluentes. Tales inclusiones significarán un gran ahorro futuro en los costos de operación, haciendo más competitiva nuestra actividad de acuicultura.

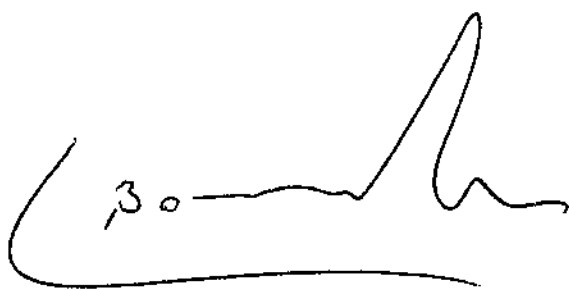
No obstante lo anterior, tal como se desprende de la redacción del DS N° 90 y el Resumen del proceso de revisión que se nos envió adjunto a la carta de la referencia, los "nuevos" criterios incluidos en el proceso de calificación de fuente emisora regirán para actividades **en proyecto**, o bien aquellas **modificaciones de actividades existentes** que sean

ingresadas al SEIA, sin quedar claro el procedimiento para aquellas instalaciones en operación que se han sometido al proceso de calificación "antiguo", calificadas según este como fuentes emisoras, y se encuentran ejecutando en la actualidad programas de monitoreo de autocontrol de altos costos.

En atención a lo anterior, agradeceremos clarificar el punto para los actuales centros que se encuentran operando, incorporando en el proceso de revisión del DS N° 90 la posibilidad de re-calificación en forma explícita, ya sea dentro de la nueva redacción o bien estableciendo un procedimiento validado por el ente fiscalizador para tal efecto, cuya entrada en vigencia sea equivalente a la de la modificación de la normativa en comento.

Finalmente, a nombre de APROA y otras asociaciones gremiales representantes de actividades de acuicultura tales como ASIPEC A.G., gravadas por los costos ya indicados, agradecemos la acogida a nuestras inquietudes y el espíritu de resolución y trabajo conjunto observado en este proceso.

Quedamos a la espera de sus comentarios. Sin otro particular, atentamente le saluda

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Borda Mingo', with a large, sweeping flourish at the end.

Cristóbal Borda Mingo  
Presidente APROA



Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Sección Control Hídrico

**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región del Maule.  
Lugar : Teatro Regional del Maule  
Fecha : 24 de mayo 2010  
Hora : 11:00 a 13:00 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

<b>Nº</b>	<b>DOCUMENTO</b>
1	Programa del taller
2	Lista de Asistencia



**PROGRAMA**

**CONSULTA PÚBLICA  
ANTEPROYECTO DE NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS  
SUBTERRÁNEAS D.S Nº 46/2002 MINSEGPRES**

**ANTEPROYECTO DE NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES  
ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y  
CONTINENTALES**

**FECHA: 24 DE MAYO DE 2010**  
**LUGAR: TEATRO REGIONAL DEL MAULE**

11:00 – 11:05	Recepción e inscripción
11.05 – 11.15	Palabras de bienvenida Sr. Tomás Irarrazaval Molina Director Regional CONAMA Región del Maule
11:15 – 11.30	La Participación Ciudadana en Normas Ambientales Área Participación Ciudadana, CONAMA Región del Maule Consultas
11.30 – 12:00	Presentación Anteproyecto de Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas D.S Nº 46. Elizabeth Lazcano, Área de Control de la Contaminación CONAMA Nacional.  Preguntas, Comentarios y Observaciones
12.00 – 12.40	Presentación Anteproyecto de norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales DS Nº90 Claudia Galleguillos, Área de Control de la Contaminación CONAMA Nacional.  Preguntas, Comentarios y Observaciones
12.40 -13.00	Consultas y cierre



**CONSULTA PÚBLICA**  
**ANTEPROYECTO DE NORMA DS 90 Y DS. 46 TALCA, 24 DE MAYO DE 2010**

Lugar: Teatro Regional del Maule

NOMBRE COMPLETO	INSTITUCION	MAIL	FONO	FIRMA
<i>Pa. Alicia Urrutia F.</i>	<i>S. de Estudios</i>	<i>urru@studios.cl</i>	<i>411038</i>	<i>[Signature]</i>
<i>PAULINA MEDINA V.</i>	<i>V. BOTALWANG</i>	<i>fundine@botalwac.l</i>	<i>027533668</i>	<i>[Signature]</i>
<i>MARIANNA SACRADO R.</i>	<i>Municipalidad de Talca</i>	<i>asesor@munipal.talca.cl</i>	<i>(73) 760608</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Claudia Galleguillos C.</i>	<i>COMUNA DE CALLEQUILLOS</i>	<i>calleguillos@comuna.cl</i>	<i>(41) 2405706</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Verónica Dacosta Plaster</i>	<i>SEREMI MAULE</i>	<i>veronica.dacosta@seremi.cl</i>	<i>5234160</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Christian Rueda R.</i>	<i>EMPRESA RUDER</i>	<i>crueda@ruder.cl</i>	<i>75-411117</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Valpuedra Gómez Dabianchi</i>	<i>COMUNA DE CORONADO</i>	<i>valpuedra.gomez@comuna.cl</i>	<i>77-231141</i>	<i>[Signature]</i>



**CONSULTA PÚBLICA**  
**ANTEPROYECTO DE NORMA DS 90 Y DS. 46 TALCA, 24 DE MAYO DE 2010**

Lugar: Teatro Regional del Maule

NOMBRE COMPLETO	INSTITUCION	MAIL	FONO	FIRMA
Bernardita Pechetto M.	Vina C/T	bjpedroh@unchei7boyp	9.8872141	B. Pechetto
VICTOR FARIAS D.	CULTUREMBRE COSTA	→ COSTA.C / FARIAS@COSTA.C	81374111	V. Farias
Luis Pulgor deiver t	NUOVO SPA	Luis.Pulgor@essbio.cl	81574122	L. Pulgor
MARIA TERESA PENALOSA JERNANDEZ	MINIC CURICO	mariteresa.penaloza@curico.cl mariteresa.penaloza@curico.cl	91652826	M. Penalosa
Sergio Pratiniro la pda.	VINOS C/T	Sergio.pratiniro@vinos.cl	91235475	S. Pratiniro
Eduardo Muñoz Pastene	Vina San Pedro Paray	edmunozp@vst.cl	99692336	E. Muñoz
Rodrigo Fico Monroy	Sistema Salud	rodrigo.fico@rsalud.gov.cl	71-412081	R. Fico

00000000



CONSULTA PÚBLICA  
ANTEPROYECTO DE NORMA DS 90 Y DS. 46 TALCA, 24 DE MAYO DE 2010

Lugar: Teatro Regional del Maule

NOMBRE COMPLETO	INSTITUCION	MAIL	TELONO	FIRMA
Esteban Alejandro Ojeda Valenzuela	ANARU	Esteban.ojeda@anaru.cl	9484700	
JUAN PABLO ALCAYDE LA ROSA	COMUNA ARAUCO	jpablo.alcayde@araucocl	7-200190	
Luis Román Díaz	D.C.A	luis.roman@comuna.cl	71-612200	
Paulo Varpeles	COMUNA	paulo.v@comuna.cl	231191	
Alexandre Christian F.	COMUNA	alexandre.f@comuna.cl	2221881	



Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación

**MEMORÁNDUM N° 194/2010**

**De :** HANS WILLUMSEN ALENDE  
Jefe Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

**A :** LEONEL SIERRALTA JARA  
Jefe Departamento Recursos Naturales  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

**Mat. :** Solicita apoyo y antecedentes ambientales en Sistema de Información Geográfica para apoyar el proceso de modificación del D.S. N°90.

**Fecha :** 25 de mayo 2010

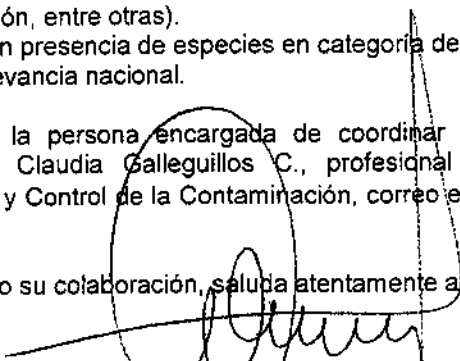
Junto con saludarle cordialmente, solicito el apoyo del departamento de Recursos Naturales con información ambiental disponible en SIG (Datum WGS84), con el fin de respaldar las propuestas de incluir estuarios y modificar la Zona de Protección Litoral el proceso de revisión de la "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", Decreto Supremo N°90/2000 MINSEGPRES.

La información requerida es la siguiente:

1. Áreas protegidas en proyecto y definidas en Chile, con énfasis en las zonas costeras.
2. Sitios de Biodiversidad, con énfasis en las zonas costeras.
3. Zonas frágiles ambientalmente en las zonas costeras (áreas de reproducción, nidificación, desove, alimentación, entre otras).
4. Zonas costeras con presencia de especies en categoría de conservación y/o endémicas.
5. Humedales de relevancia nacional.

Para mayor información, la persona encargada de coordinar el proceso de revisión de la norma mencionada es la Srta. Claudia Galleguillos C., profesional de la Sección Control Hídrico del Departamento Prevención y Control de la Contaminación, correo electrónico [cgalleguillos@conama.cl](mailto:cgalleguillos@conama.cl); Teléfono: 2405706.

Agradeciendo de antemano su colaboración, saluda atentamente a usted,

  
HANS WILLUMSEN ALENDE  
Jefe Departamento Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

  
MAH/CGC/jra

Distribución:

- Destinatario
- Expediente proceso de revisión D.S. N°90/00.
- c.c.:
- Alejandra Figueroa, Departamento de RRNN CONAMA
- Claudia Cortés, Departamento de RRNN, CONAMA



Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Sección Control Hídrico

**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región del Libertador B. O'Higgins.  
Lugar : Salón de CORFO, Rancagua.  
Fecha : 26 de mayo 2010  
Hora : 09:30 a 13:00 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

N°	DOCUMENTO
1	Programa del taller
2	Lista de Asistencia

### Programa Consulta Pública Anteproyecto

\*Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas DS.46

\*Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Continentales Superficiales y Marinas DS.90

26 de Mayo del 2010, Rancagua

#### PROGRAMA

09:30 hrs. Inscripciones participantes

09:45 hrs. Bienvenida.

10:00 hrs. Antecedentes Consulta Pública

10:15 hrs. Presentación del DS.46

Elizabeth Lazcano profesional de COCO Dirección ejecutiva

11:15 hrs. Preguntas

11:30 hrs. Café

11:45 hrs. Presentación del DS.90

Claudia Galleguillos profesional de COCO Dirección ejecutiva

12:45 hrs. Preguntas

13:00 hrs. Terminó

## Consulta Pública Anteproyecto

\*Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas DS.46  
 \*Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Continentales Superficiales y  
 Marinas DS.90  
 26 de Junio del 2010, Rancagua

NOMBRE	INSTITUCION	FONO	EMAIL
ELIZABETH TRINILLO MANDIOLA	AGROPECUARIA FOODS. S.A	54 1160	ETrinillo@Agropecuarias.com.cl
Yolanda Paz Agórriz Prieto	Aconcagua Tools SA.	072 - 571160	mazaor@Aconcaguatools.cl
RAFAEL FUENTES LARA	VITAL AGUAS S.A.	072 - 512206	RFUENTESL@KOANDINA.COM
Yamila Trancisida Urrutia	Mun. Ambiental Agua Limpia Lolichagua	072 - 723150	contacto@riosdeobispoins.cl
Jose A. Peña Lopez	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO		penya@elcarmen.com
Cristian A. Ochoa Ochoa	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO		mes_xiocrist@hotmail.com
Fabian I. Norales Zurita	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO		Albo1-6@hotmail.com
Alvaro A. Lizama Pérez	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO		Alvaro_noma@hotmail.com
Diego G. Yanzstrozca Cantecorua	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO		diegoxz-95@hotmail.com
Generoso Lopez Higgins	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO		Ge-no-15@hotmail.com
Luis Oullmann Reyes	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO	712974	luis.oullmann.reyes@gmail.com
Sergio Medina Jorjany	LICO AGRICOLA EL CARMEN SAN FERNANDO	712974	Smedina93@gmail.com

Wissner Yancy Sotelo  
 Dana Abuter Soto

LICO AGRICOLA EL CARMEN 712974 VÉCTOR - CIFANS@HOTMAIL.COM  
 LICO AGRICOLA EL CARMEN 89646639 PERIBASPERTOP@GMAIL.COM  
 SAN FERNANDO



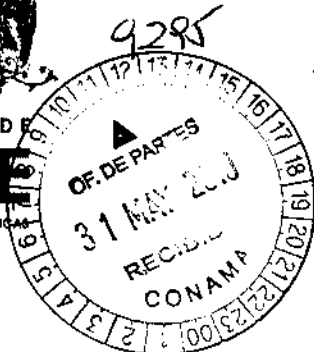
## Consulta Pública Anteproyecto

\*Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas DS.46  
 \*Norma de Emisión para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Continentales Superficiales y  
 Marinas DS.90  
 26 de Junio del 2010, Rancagua

NOMBRE	INSTITUCION	FONO	EMAIL
MARIO VASQUEZ L.	INVERTER	741000	Mvasquez@invertec.cl
HERARDO CAJUALO PAUEZ	MUNICIPALIDAD DE CARMELO	9 2292123	mcajuelop@gmail.com
Hernán L. Villagrán Naranjo	Consultor Independiente.	---	hl.villagrannaranjo@gmail.com
Cristina Zúñiga Cavatá	ENDESA	(71) 247090	CMZC@ENDESA.U
Francisco Torquec D.	Comercial Greenvic S.A.	(72) 8582220	ftorquec@greenvic.cl
Alejandro Valenzuela Rojas	Aconegua Foods S.A	(02) 8218255	avalenzuela@aconeguafoods.cl
Líonel Varela Pizarro	Municipalidad Pudahuel	(71) 511 015	miguelsvarela20@gmail.com
JOSE GONZALEZ G.	PRO PUD	(72) 712698	josegonzalez@hotmail.com
Mora Hoffmeister	CONAMA		mora-hoffmeister@yahoo.de
Cristopher King J	INVERTER	741018	cking@invertec.cl



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DGA



ORD Nº 79 /

ANT. : Revisión D.S. 90/2000, "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales"

MAT. : Envía copia electrónica del estudio "Análisis Metodológico para Determinar Caudales de Dilución en Zonas Estuarinas".

SANTIAGO, 28 MAYO 2010

DE: MESENIA ATENAS VIVANCO.  
JEFA DEL DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS.

A: SR. HANS WILLUMSEM A.  
JEFE DEL DEPTO. PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE.

Como es de su conocimiento, la Dirección General de Aguas tomó como compromiso en el marco del proceso de revisión del D.S. 90/2000, "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales", la elaboración de una metodología para determinar caudales de dilución en zonas Estuarinas.

Adjunto al presente, un CD con el resultado del trabajo antes señalado, el que cuenta con antecedentes propios de la metodología adoptada por la DGA y antecedentes de terreno que sirvieron de validación.

Saluda atentamente a Usted,

MESENIA ATENAS VIVANCO  
Ingeniero Jefe  
Depto. Conservación y P.R.H.  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

MAV/FAZ/faz

Distribución:  
Destinatario  
Archivo D.C.P.R.H.  
PROCESO: 3875996



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

**ANÁLISIS METODOLÓGICO PARA  
DETERMINAR CAUDALES DE DILUCIÓN  
EN ZONAS ESTUARINAS**

**REALIZADO POR:**

**Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos**

**Departamento de Ingeniería Civil - Universidad de Chile**

**S.I.T. N° 189**

**SANTIAGO, SEPTIEMBRE 2009**

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

**Ministro de Obras Públicas  
Ingeniero Sr. Sergio Bitar Ch.**

**Director General de Aguas  
Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.**

**Jefa Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos  
Ingeniero Sra. Mesenia Atenas V.**

**Inspector Fiscal  
Ingeniero Sr. Fernando Aguirre Z.**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**Jefe de Proyecto  
Ingeniero Sr. Yarko Niño C.**

**Jefe de Proyecto Alterno  
Ingeniero Sr. Aldo Tamburrino T.**

**Ingeniero de Proyecto  
Ingeniero Sr. Luis Felipe Sandoval S.**

**Ingeniero de Proyecto  
Ingeniero (e) Sr. Thomas Booth R.**

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. MOTIVACIÓN .....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	1
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
1.3. ALCANCES DEL ESTUDIO.....	2
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....	<b>3</b>
2.1. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL INFORME.....	3
2.2. SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE CAUDAL DE DILUCIÓN EN ESTUARIOS .....	3
<b>CAPÍTULO 3: REVISIÓN DE ANTECEDENTES Y ANÁLISIS TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
3.1. DECRETO SUPREMO N°90/2000 Y CAUDAL DE DILUCIÓN.....	5
3.2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DE ESTUARIOS .....	6
3.2.1. EXTENSIÓN DEL ESTUARIO Y SUS LÍMITES.....	6
3.2.2. FENÓMENO DE MAREA EN ESTUARIOS .....	7
3.2.3. PROCESOS DE MEZCLA .....	8
3.2.4. GEOMORFOLOGÍA .....	11
3.3. MODELOS NUMÉRICOS .....	11
3.3.1. MODELO HIDRÁULICO IMPERMANENTE (ECUACIONES DE SAINT-VENANT) .....	12
3.3.2. RELACIONES PARA EL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN .....	12
3.3.3. MODELOS DE MEZCLA, CASO BIEN Y PARCIALMENTE MEZCLADO .....	13
3.3.4. MODELOS DE MEZCLA, CASO ESTRATIFICADO .....	15
3.3.5. ECUACIONES RELEVANTES.....	15
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA PROPUESTA</b> .....	<b>18</b>
4.1. INFORMACIÓN GENERAL.....	18
4.1.1. ESTRUCTURA DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA .....	19
4.1.2. ESTUDIO DE TERRENO .....	21
4.2. METODOLOGÍA DE MODELACIÓN PARA OBTENER CAUDAL DE DILUCIÓN .....	21
4.2.1. DETERMINACIÓN DE LA EXTENSIÓN DEL ESTUARIO .....	22
4.2.1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL LÍMITE PARA TENER CUÑA SALINA.....	22
4.2.2. EXTENSIÓN DE LA CUÑA SALINA .....	23
4.2.3. EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL.....	24
4.2.4. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL.....	24
4.2.5. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA SIN INTRUSIÓN .....	25
4.3. RESUMEN.....	26
4.4. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN EN TERRENO.....	26
4.4.1. PERFILES DE PROFUNDIDAD.....	27
4.4.2. PERFILES DE SALINIDAD .....	27

4.4.3. VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR EN LA BOCA DEL ESTUARIO .....	28
4.4.4. SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO.....	28
4.4.5. CAUDAL DEL RÍO .....	28
<b>CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE TERRENO .....</b>	<b>29</b>
5.1. METODOLOGÍA GENERAL .....	29
5.2. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE ESTUARIOS .....	29
5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RÍOS .....	30
5.3.1. RÍO TOLTÉN .....	30
5.3.2. RÍO LEBU .....	32
5.3.3. ESTERO TONGOY .....	34
5.4. FECHAS DE MEDICIÓN.....	34
5.5. RESULTADOS DE CAMPAÑAS DE TERRENO .....	37
5.5.1. RÍO TOLTÉN .....	37
5.5.2. RÍO LEBU .....	45
5.5.3. ESTERO TONGOY .....	54
5.6. RESUMEN DE RESULTADOS .....	60
<b>CAPÍTULO 6: APLICACIÓN DE METODOLOGÍA.....</b>	<b>61</b>
6.1. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA .....	61
6.2. RÍO TOLTÉN.....	61
6.2.1. LÍMITE DEL ESTUARIO CON EL RÍO .....	61
6.2.2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL LÍMITE PARA TENER CUÑA SALINA.....	61
6.2.3. EXTENSIÓN DE LA CUÑA SALINA .....	62
6.2.4. EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL.....	63
6.2.5. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL.....	63
6.2.6. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA SIN INTRUSIÓN .....	63
6.2.7. RESUMEN .....	64
6.3. RÍO LEBU.....	64
6.3.1. LÍMITE DEL ESTUARIO CON EL RÍO .....	64
6.3.2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL LÍMITE PARA TENER CUÑA SALINA.....	65
6.3.1. EXTENSIÓN DE LA CUÑA SALINA .....	66
6.3.1. EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL.....	66
6.3.2. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL.....	67
6.3.1. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA SIN INTRUSIÓN .....	68
6.3.2. RESUMEN .....	69
6.4. ESTERO TONGOY .....	69
<b>CAPÍTULO 7: VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA .....</b>	<b>71</b>
7.1. VALIDACIÓN DE MÁXIMA INTRUSIÓN DE LA ONDA DE MAREA .....	71

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS

7.2. VALIDACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN .....	71
7.2.1. TOLTÉN .....	72
7.2.1. LEBU .....	72
7.3. VALIDACIÓN DEL MODELO DE OLIVARES (2000) .....	73
7.3.1. TOLTÉN .....	73
7.3.2. LEBU .....	74
7.4. VALIDACIÓN DE MODELACIÓN DE HEC-RAS .....	74
7.5. ANÁLISIS DEL SUPUESTO DE UNIDIMENSIONALIDAD .....	75
7.5.1. TOLTÉN .....	75
<b>CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
8.1. SOBRE LA EXTENSIÓN DEL ESTUARIO.....	77
8.2. ZONIFICACIÓN DEL ESTUARIO Y CAUDAL DE DILUCIÓN .....	77
8.2.1. DETERMINACIÓN DE $Q_{LÍMITE}$ .....	77
8.3. CUERPOS DE AGUA SIN AFLUENTE SUPERFICIAL .....	77
8.4. RECOMENDACIONES .....	78
<b>CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>79</b>
<b>CAPÍTULO 10: GLOSARIO .....</b>	<b>81</b>

FIGURA 3.1: ESQUEMA DE ESTUARIO FUERTEMENTE ESTRATIFICADO. NIÑO Y TAMBURRINO (2002). ... 9

FIGURA 3.2: ESQUEMA DE ESTUARIO PARCIALMENTE MEZCLADO. BUSTOS (2007)..... 10

FIGURA 3.3: ESQUEMA DE ESTUARIO BIEN MEZCLADO. BUSTOS (2007)..... 10

FIGURA 4.1: ESQUEMA DE LA SUBDIVISIÓN DEL ESTUARIO..... 18

FIGURA 4.2. DETERMINACIÓN DE LA EXTENSIÓN DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN. .... 22

FIGURA 4.3: METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EXTENSIÓN DEL ESTUARIO Y CAUDAL DE DILUCIÓN. 26

FIGURA 5.1: CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL RÍO TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT. .... 30

FIGURA 5.2: UBICACIÓN ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT. .... 31

FIGURA 5.3: CURVA DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE CAUDAL RÍO TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT. .... 32

FIGURA 5.4: CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL RÍO LEBU EN LOS ÁLAMOS. .... 33

FIGURA 5.5: UBICACIÓN ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA LEBU EN LOS ÁLAMOS. .... 33

FIGURA 5.6: CURVA DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE CAUDAL RÍO LEBU EN LOS ÁLAMOS. .... 34

FIGURA 5.7: LUGARES DE ESTUDIO. (A) RÍO TOLTÉN, (B) RÍO LEBU Y (C) ESTERO TONGOY. .... 37

FIGURA 5.8: UBICACIÓN DEL LUGAR DE AFORO Y DE MEDICIÓN DE LA SALINIDAD Y DEL NIVEL DEL MAR EN LA BOCA. RÍO TOLTÉN. .... 38

FIGURA 5.9: NIVEL DEL MAR MEDIDA EN TERRENO (MARCAS AZULES) Y OBTENIDO DEL SHOA (LÍNEA ROJA) PARA TOLTÉN. (A) 21 DE ENERO, (B) 9 DE MARZO, (C) 14 DE JUNIO Y (D) 19 DE JUNIO. .... 40

FIGURA 5.10: BATIMETRÍA DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN..... 42

FIGURA 5.11: ANCHO SUPERFICIAL DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN. .... 42

FIGURA 5.12: PERFIL LONGITUDINAL DE SALINIDAD DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN. .... 44

FIGURA 5.13: VARIACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN EN LA LONGITUDINAL. .... 45

FIGURA 5.14: UBICACIÓN DEL LUGAR DE AFORO Y DE MEDICIÓN DE LA SALINIDAD Y DEL NIVEL DEL MAR EN LA BOCA. RÍO LEBU..... 46

FIGURA 5.15: NIVEL DEL MAR MEDIDO EN TERRENO (MARCAS AZULES) Y OBTENIDO DEL SHOA (LÍNEA ROJA) PARA LEBU. (A) 19 DE ENERO, (B) 11 DE MARZO, (C) 12 DE JUNIO Y (D) 22 DE JUNIO. .... 48

FIGURA 5.16: BATIMETRÍA DEL ESTUARIO DEL RÍO LEBU..... 50

FIGURA 5.17: ANCHO SUPERFICIAL DEL ESTUARIO DEL RÍO LEBU. .... 50

FIGURA 5.18: PERFIL LONGITUDINAL DE SALINIDAD. .... 52

FIGURA 5.19: VARIACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN EN LA LONGITUDINAL. .... 54

FIGURA 5.20: NIVEL DEL MAR MEDIDO EN TERRENO (MARCAS AZULES) Y OBTENIDO DEL SHOA (LÍNEA ROJA) PARA TONGOY. (A) 7 DE ABRIL Y (B) 7 DE JULIO. .... 55

FIGURA 5.21: BATIMETRÍA DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY. .... 57



**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 5.22: ANCHO SUPERFICIAL DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY.....	57
FIGURA 5.23. PERFIL LONGITUDINAL DE SALINIDAD DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY. ....	59
FIGURA 5.24: VARIACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN EN LA LONGITUDINAL. ....	60
FIGURA 6.1. OBTENCIÓN DE MÁXIMA INTRUSIÓN DE ONDA DE MAREA.....	61
FIGURA 6.2. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN. ....	63
FIGURA 6.3. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN. ....	64
FIGURA 6.4. OBTENCIÓN DE MÁXIMA INTRUSIÓN DE ONDA DE MAREA.....	65
FIGURA 6.5. COEFICIENTES DE DISPERSIÓN LONGITUDINAL. ....	67
FIGURA 6.6. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO LEBU. ....	68
FIGURA 6.7. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO LEBU. ....	68
FIGURA 6.8. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO LEBU. ....	69

TABLA 5.1: NIVEL DE ESTRATIFICACIÓN ESPERADO PARA ESTUARIOS ESCOGIDOS. ....	29
TABLA 5.2: FECHAS DE CAMPAÑAS DE TERRENO REALIZADAS. ....	35
TABLA 5.3: CAUDAL DEL RÍO TOLTÉN PARA LOS DÍAS DE MEDICIÓN. ....	38
TABLA 5.4: AMPLITUD Y PERIODO DE LA MAREA SEGÚN CAMPAÑA. ....	40
TABLA 5.5: TIEMPO DE DESFASE DE LA ONDA DE MAREA. ....	41
TABLA 5.6: PROFUNDIDAD Y ANCHO MEDIOS DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN. ....	42
TABLA 5.7: SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO DURANTE LA LLENANTE Y VACIANTE. ....	43
TABLA 5.8: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO. ....	43
TABLA 5.9: SALINIDAD MEDIA DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN. ....	44
TABLA 5.10: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA MEDIDA DESDE LA BOCA. ....	45
TABLA 5.11: CAUDAL DEL RÍO LEBU PARA LOS DÍAS DE MEDICIÓN. ....	46
TABLA 5.12: AMPLITUD Y PERIODO DE LA MAREA SEGÚN CAMPAÑA. ....	48
TABLA 5.13: TIEMPO DE DESFASE DE LA ONDA DE MAREA. ....	49
TABLA 5.14: PROFUNDIDAD Y ANCHO MEDIOS DEL ESTUARIO DEL RÍO LEBU. ....	50
TABLA 5.15: SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO DURANTE LA LLENANTE Y VACIANTE. ....	51
TABLA 5.16: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO. ....	51
TABLA 5.17: SALINIDAD MEDIA DEL ESTUARIO. ....	52
TABLA 5.18: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA MEDIDA DESDE LA BOCA. ....	53
TABLA 5.19: CAUDAL DEL ESTERO TONGOY PARA LOS DÍAS DE MEDICIÓN. ....	54
TABLA 5.20: AMPLITUD Y PERIODO DE LA MAREA SEGÚN CAMPAÑA. ....	56
TABLA 5.21: TIEMPO DE DESFASE DE LA ONDA DE MAREA. ....	56
TABLA 5.22: PROFUNDIDAD Y ANCHO MEDIO DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY. ....	57
TABLA 5.23: SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO DURANTE LA LLENANTE Y VACIANTE. ....	58
TABLA 5.24: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO. ....	58
TABLA 5.25: SALINIDAD MEDIA DEL ESTUARIO. ....	59
TABLA 5.26: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA DESDE LA BOCA. ....	59
TABLA 5.27: RESUMEN DE DATOS DE TERRENO PARA RÍO TOLTÉN. ....	60
TABLA 5.28: RESUMEN DE DATOS DE TERRENO PARA RÍO LEBU. ....	60
TABLA 5.29: RESUMEN DE DATOS DE TERRENO PARA ESTERO TONGOY. ....	60
TABLA 6.1: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER $Q_{Lbnte}$ . ....	62
TABLA 6.2: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER EXTENSIÓN DE CUÑA SALINA. ....	62
TABLA 6.3: ZONAS DE DIVISIÓN DEL ESTUARIO. ....	64
TABLA 6.4: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER $Q_{Lbnte}$ . ....	65

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 6.5: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER EXTENSIÓN DE CUÑA SALINA.....	66
TABLA 6.6: CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA VIRTUAL UTILIZADA. ....	67
TABLA 6.7: ZONAS DE DIVISIÓN DEL ESTUARIO. ....	69
TABLA 7.1: VARIACIÓN DEL NIVEL Y CAUDAL EN EL LÍMITE ESTUARIO/RÍO.....	71
TABLA 7.2: VALIDACIÓN DEL MODELO PARA $Q_{LÍMITE}$ . ....	72
TABLA 7.3: VALIDACIÓN DEL MODELO PARA $Q_{LÍMITE}$ . ....	72
TABLA 7.4: DATOS UTILIZADOS PARA LA MODELACIÓN.....	73
TABLA 7.5: COMPARACIÓN ENTRE EXTENSIONES DE LA CUÑA SALINA MODELADAS Y REAL. ....	73
TABLA 7.6: DATOS UTILIZADOS PARA LA MODELACIÓN.....	74
TABLA 7.7: RESULTADOS DE LA MODELACIÓN. ....	74
TABLA 7.8: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA EN FORMA DE MEZCLA PARCIAL.....	75
TABLA 7.9: DATOS PARA CÁLCULO DE EFECTO DE CORIOLIS.....	76



## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

### 1.1. MOTIVACIÓN

El presente estudio tiene como objetivo establecer una metodología para la determinación de caudales de dilución en zonas estuarinas, en el marco de la revisión de la “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales” (Decreto Supremo N°90/2000).

Dentro del proceso de revisión del DS N°90/2000 se ha concluido que el comportamiento hidrodinámico de un estuario difiere en gran medida del de un río, por lo que se hace necesario establecer una metodología de estimación de caudales de dilución específica para este tipo de cuerpos de agua.

En este sentido, el presente estudio se concibió con la idea de desarrollar una metodología sencilla que permita establecer la capacidad de dilución en cuerpos de agua estuarinos chilenos de manera precisa.

### 1.2. OBJETIVOS

#### 1.2.1. OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo del estudio es desarrollar una metodología sencilla para estimar de manera precisa caudales de dilución asociados a cuerpos de agua estuarinos chilenos, en el marco de la revisión del Decreto Supremo N°90/2000.

#### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar y analizar normativas extranjeras de descarga a cuerpos de agua estuarinos y contrastarlas con las definiciones establecidas en el Decreto Supremo N°90/2000, utilizando estas normativas como antecedentes para el estudio.
- Identificar y caracterizar la variedad de estuarios existentes en Chile. Utilizar la información obtenida para definir el tipo de estuarios que se incluirán en el análisis y de este modo determinar el alcance del estudio.
- Desarrollar una metodología para la determinación del caudal de dilución para los tipos de estuarios considerados, en el contexto del Decreto Supremo N° 90/2000.
- Aplicar la metodología a estuarios piloto representativos de los tipos de estuarios considerados para el presente estudio.



- Realizar una primera aproximación a la validación de los modelos utilizados.
- Concluir respecto a la metodología desarrollada y a los resultados obtenidos.

### 1.3. ALCANCES DEL ESTUDIO

Este estudio entregará una metodología para establecer caudales disponibles para la dilución en zonas estuarinas de acuerdo a sus características físicas y clasificación o tipo de estuario.

De esta manera, el presente estudio dotará a la DGA de metodologías claras con fundamentos técnicos y procedimientos para la determinación de caudales disponibles para la dilución en dichas zonas.



## CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 2.1. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL INFORME

El informe se divide en diez capítulos que presentan la metodología desarrollada para determinar caudales de dilución en estuarios, además de los antecedentes teóricos asociados a ésta y la información relacionada con las campañas de terreno realizadas durante el año 2009. Además se muestra la aplicación de la metodología a los estuarios estudiados en terreno, obteniendo para cada uno de ellos sus caudales de dilución. Finalmente se incluye un capítulo de validación de los modelos utilizados y otro capítulo con las conclusiones y recomendaciones del estudio.

A modo de introducción se presenta un resumen de los diez capítulos que conforman el informe. En el primer capítulo se explica la motivación del estudio y sus principales objetivos. En el segundo capítulo se muestra la estructura del informe, además de un resumen de la metodología de trabajo utilizada, con el fin de contextualizar la revisión de antecedentes mostrada en el tercer capítulo. El tercer capítulo entrega una revisión bibliográfica sobre los procesos físicos asociados a estuarios, sobre los diferentes tipos de modelación numérica existentes y sobre la normativa de emisión chilena DS N°90/2000. El cuarto capítulo explica la metodología propuesta para la determinación de caudales de dilución en estuarios, incluyendo el tipo de mediciones necesarias de realizar en terreno y la modelación numérica utilizada. El quinto capítulo incluye los resultados obtenidos de las campañas de terreno y una tabla resumen de la información necesaria para la aplicación de los modelos numéricos para cada estuario. El sexto capítulo muestra la manera de aplicar la metodología propuesta, a través del estudio de los estuarios incluidos en las campañas de terreno realizadas. El séptimo capítulo tiene como objetivo realizar una primera aproximación a la validación de los modelos utilizados, basándose en la información obtenida en las campañas de terreno. El octavo capítulo se encarga de concluir respecto del trabajo realizado, enfocándose en su precisión y alcance. Finalmente el noveno y décimo capítulo muestran la bibliografía consultada y un glosario de términos relevantes. Además se incluye un conjunto de anexos, entre los cuales están los datos de salinidad y profundidades medidos en las campañas de terreno, e información relacionada con los modelos numéricos utilizados.

### 2.2. SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE CAUDAL DE DILUCIÓN EN ESTUARIOS

Debido a las características de los procesos de mezcla propios de estuarios, se hace necesario proponer una metodología más compleja que la existente para el estudio de cuerpos de agua fluviales, establecida en la Minuta DGA N°143, "Criterios para la determinación de caudales disponibles para la dilución en cuerpos receptores superficiales". En este sentido se desarrolla,



para el caso de estuarios, una metodología que combina mediciones en terreno e información hidrológica con modelación numérica. A lo largo del estudio se explica el tipo de mediciones necesarias a realizar, además de los modelos numéricos propuestos, de modo que el interesado en obtener el caudal de dilución asociado a un estuario pueda aplicar fácilmente la metodología desarrollada.



### CAPÍTULO 3: REVISIÓN DE ANTECEDENTES Y ANÁLISIS TEÓRICO

En el presente capítulo se discute el concepto de caudal de dilución en estuarios mediante una revisión de la normativa chilena de emisión DS N°90/2000. Además se entregan nociones básicas acerca de los procesos hidrodinámicos asociados a zonas estuarinas, las cuales permiten comprender la metodología desarrollada para determinar caudales de dilución. Además se entregan una serie de modelos y fórmulas matemáticas relevantes para la aplicación de la metodología desarrollada, las cuales serán citadas a lo largo del informe.

#### 3.1. DECRETO SUPREMO N°90/2000 Y CAUDAL DE DILUCIÓN

El principal objetivo del presente estudio es establecer una metodología para determinar caudales de dilución en zonas estuarinas. En este sentido, es la normativa de emisión DS N°90/2000 Norma para la Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales la que define el concepto de caudal de dilución y es la DGA la institución que tiene la tarea de desarrollar la metodología necesaria para su estimación tanto para el caso de ríos como para el caso de estuarios. En la actualidad la metodología para el caso de estuarios no ha sido desarrollada.

El caudal de dilución es un parámetro característico de un cuerpo de agua, introducido en la normativa de emisión DS N°90/2000 para dar cuenta de su capacidad de dilución y de este modo establecer la concentración máxima de descarga aceptada para cierto contaminante, dado el caudal efluente del emisor. La manera en que esto se realiza se detalla a continuación.

Para el caso de cuerpos de agua fluviales, las concentraciones máximas de descarga permitidas según tipo de contaminante quedan definidas por la Tabla N°1 del DS N°90/2000. Por otro lado, a las fuentes emisoras se les permite aprovechar la capacidad de dilución del cuerpo receptor, a través del parámetro caudal de dilución, incrementando la concentración establecida en la Tabla N°1 del DS N°90/2000 según la Ecuación (3.1), ateniéndose siempre a una concentración límite definida en la Tabla N°2 del DS N°90/2000.

$$C_{MaxDescarga} = T_1 \cdot (1 + d) \tag{3.1}$$

Donde  $C_{MaxDescarga}$  corresponde a la concentración máxima permitida para la descarga considerando capacidad de dilución,  $T_1$  corresponde a la concentración máxima permitida sin capacidad de dilución (Tabla N°1 del DS N°90/2000) y  $d$  representa a la tasa de dilución, definida por la Ecuación (3.2).





$$d = \frac{Q_{\text{CuerpoReceptor}}}{Q_{\text{Descarga}}} \quad (3.2)$$

Donde  $d$  corresponde a la tasa de dilución,  $Q_{\text{CuerpoReceptor}}$  corresponde al caudal disponible del cuerpo receptor y  $Q_{\text{Descarga}}$  al caudal medio mensual del efluente vertido durante el mes de máxima producción de residuos líquidos. Cabe mencionar que  $Q_{\text{CuerpoReceptor}}$  se define como “la cantidad de agua disponible expresada en volumen por unidad de tiempo para determinar la capacidad de dilución en un cuerpo receptor”.

Atendiendo a que los estuarios también pueden ser considerados como cuerpos receptores, surge la necesidad de establecer una metodología para la determinación de la capacidad de dilución en estas zonas.

### 3.2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DE ESTUARIOS

Los estuarios corresponden a cuerpos de agua costeros semicerrados, donde el agua dulce se mezcla con el agua marina (Dyer 1973, en Martin and McCutcheon, 1999), lo que determina la existencia de gradientes de salinidad, temperatura y densidad. Lo anterior, sumado al fenómeno de marea, hace que los procesos de mezcla en estuarios sean más complejos que los asociados a ríos, por lo que la metodología utilizada para determinar caudales de dilución también lo será.

#### 3.2.1. EXTENSIÓN DEL ESTUARIO Y SUS LÍMITES

Una de las definiciones de estuario más aceptadas es la propuesta por Pritchard (1967), quien indica que los estuarios son “cuerpos de agua semicerrados que poseen una conexión libre con el mar, y en los cuáles el agua marina es diluida por el agua dulce proveniente de la escorrentía de la cuenca”. Por otro lado, la IUCN<sup>1</sup> los define como “masas de agua donde la desembocadura de un río se abre a un ecosistema marino, con una salinidad intermedia entre dulce y salada y en los que la acción de las mareas es un importante regulador biofísico”. Las definiciones presentadas dan un indicio de cómo establecer los límites de un estuario, tanto con la zona de protección litoral como con sus afluentes fluviales.

En lo que respecta al límite de aguas abajo del estuario, el DS N°90/2000 indica que la zona de protección litoral “corresponde a la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa continental o insular, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a ésta y que se proyecta hasta el fondo del cuerpo de agua, fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina

<sup>1</sup> International Union for Conservation of Nature



Mercante...". Debido a que la zona de protección litoral comienza donde termina el estuario, la definición anterior corresponde al límite entre el estuario y la zona de protección litoral, válida para la aplicación del DS N°90/2000.

Por otro lado, existen tres criterios clásicos para definir el límite de aguas arriba del estuario, los cuales determinan la extensión del mismo, para efectos de la metodología desarrollada:

- Límite basado en la salinidad: Pritchard (1967) señala que el estuario queda limitado por el área en el cual la salinidad se encuentra en el rango de 0.1 g/l a 30-35 g/l.
- Límite basado en la onda de marea: Fairbridge (1980) menciona que el límite de aguas arriba del estuario se encontraría en la zona hasta donde se percibe efecto de la marea.
- Límite basado en los sedimentos: Dalrymple (1992) define los límites del estuario en función del transporte de sedimentos, señalando que el estuario es toda el área inundada que recibe aporte sedimentario tanto de parte del río como del mar.

En el acápite 4.2.1. se discute cual de los criterios mencionados resulta ser el más conveniente para definir los límites entre el estuario y el río, teniendo en consideración el objetivo de establecer una metodología para estimar caudales de dilución en zonas estuarinas.

### 3.2.2. FENÓMENO DE MAREA EN ESTUARIOS

Se conoce como marea a la variación periódica del nivel del mar debido a fuerzas gravitacionales ejercidas por el Sol o la Luna (mareas astronómicas), o bien a cambios en la presión atmosférica (mareas barométricas).

Dependiendo del tipo de estuario analizado, es posible observar una pleamar<sup>1</sup> y una bajamar<sup>2</sup> por día (marea diurna) o dos pleamares y dos bajamares por día (marea semidiurna), las cuales pueden tener en general diferentes amplitudes<sup>3</sup>. Por otro lado, la amplitud de la marea generada por la presencia de la Luna varía a lo largo del mes debido a la traslación de la misma en torno a la Tierra. En este sentido se conocen como mareas vivas o de sicigia al máximo que alcanza la amplitud de marea para luna llena o nueva, y mareas muertas o de cuadratura al mínimo que alcanza para luna creciente o menguante.

La variación del nivel del mar en la boca del estuario, en conjunto con la magnitud del caudal afluente y la morfología del cauce, condicionan el escurrimiento en el estuario y por ende sus procesos de mezcla. En este sentido se considera crítica la condición de marea de sicigia, en el

<sup>1</sup> Máximo nivel del mar.

<sup>2</sup> Mínimo nivel del mar.

<sup>3</sup> Amplitud de marea corresponde a la diferencia de altura entre el nivel de pleamar y bajamar.



sentido que implica un mayor alcance de la influencia del mar dentro del cauce del río, definiendo finalmente un estuario de mayor extensión, independiente de cuál de los criterios mencionados en el acápite 3.2.1 se utilice. Por otro lado, la condición de marea de cuadratura puede implicar una menor capacidad de mezcla por parte del mar, por lo cual también se considera crítica.

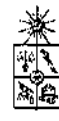
### 3.2.3. PROCESOS DE MEZCLA

Las características hidrodinámicas de los estuarios pueden cambiar a lo largo del año, dependiendo de la variabilidad de las condiciones meteorológicas, de marea y de los afluentes fluviales. Debido a esto la capacidad de mezcla en ellos, estrechamente relacionada con las características hidrodinámicas, depende principalmente de los factores mencionados anteriormente (Fischer et al., 1979), tal como se explica a continuación:

- Efecto del viento: Este efecto es importante para el caso de estuarios anchos, en los cuales logra inducir corrientes de circulación. A diferencia de lo que sucede en lagos y océanos, en estuarios en general el viento no es una fuente importante de energía para el sistema.
- Efecto de la marea: La marea genera mezcla a través diferentes mecanismos. Por una parte, produce mezcla turbulenta debido a la interacción con el fondo del canal, mientras que por otra parte existe generación de corrientes por efecto de la interacción con la batimetría, distinguiéndose tres casos: la dispersión producida por efectos de corte por la oscilación de la marea; la circulación residual, que en la mayoría de los estuarios se genera por la batimetría irregular mientras que en estuarios amplios puede ser generada por el efecto de coriolis<sup>1</sup>; y el efecto de la marea en zonas de aguas muertas.
- Efecto del río: El aporte de agua dulce, de menor densidad que el agua marina, provee un déficit de energía potencial al sistema definido por el estuario, produciendo corrientes gravitacionales o baroclínicas, que se originan por la tendencia natural de las isohalinas a la horizontalidad.

Dependiendo de la magnitud del caudal de agua dulce afluente, de las condiciones de marea y de la morfología del cauce, un estuario puede presentar diferentes niveles de mezcla o lo que es equivalente, grados de estratificación. En este sentido es posible identificar condiciones de estratificación fuerte, y de mezcla parcial o completa. El grado de estratificación se relaciona con la capacidad del estuario para mezclar sus aguas, por lo que está ligado al caudal de

<sup>1</sup> Aceleración perpendicular al movimiento de un cuerpo debida a la rotación de la Tierra.



dilución. De este modo, un estuario fuertemente estratificado tendrá menor capacidad de mezcla que uno bien mezclado, por lo que tiene asociado un caudal de dilución menor. Sin embargo, debido a la variabilidad del caudal de agua dulce afluente y de las condiciones de marea, un mismo estuario puede presentar diferentes grados de estratificación dependiendo de la fecha. Es por ello que se desarrolla una metodología que da cuenta de dicha variabilidad, al incorporar información hidrológica en el análisis.

Cabe mencionar que para modelar los procesos de mezcla en estuarios es fundamental conocer su grado de estratificación, de modo de poder determinar qué modelos numéricos utilizar. En este sentido se proponen modelos para condiciones de mezcla completa y parcial y para condiciones de alta estratificación. A continuación se muestran las características de cada tipo de estratificación.

- Estuarios fuertemente estratificados: La columna de agua se encuentra dividida en dos capas, las que presentan muy baja mezcla entre sí. La intrusión salina se da por medio del desarrollo de una cuña salina, cuya longitud depende en gran medida del caudal del río. Estos estuarios se caracterizan por ser angostos, además de tener amplitudes de marea bajas y afluentes de agua dulce relativamente altos. La cuña salina avanza hacia aguas arriba debido a la diferencia de densidad con su entorno, mientras que el río lo hace en dirección al océano, lo que genera que entre ambos se produzcan esfuerzos de corte que favorecen la mezcla. Sin embargo, debido a la baja velocidad de desplazamiento de la cuña y la gran diferencia entre las densidades de ambas capas, la mezcla es más bien baja. La cuña salina tiene un alto tiempo de retención debido a su lento movimiento y puede provocar que masas de sal queden atrapadas en depresiones del río, además de favorecer el fenómeno de sedimentación. En la Figura 3.1 se muestra una representación esquemática de este tipo de estuarios.

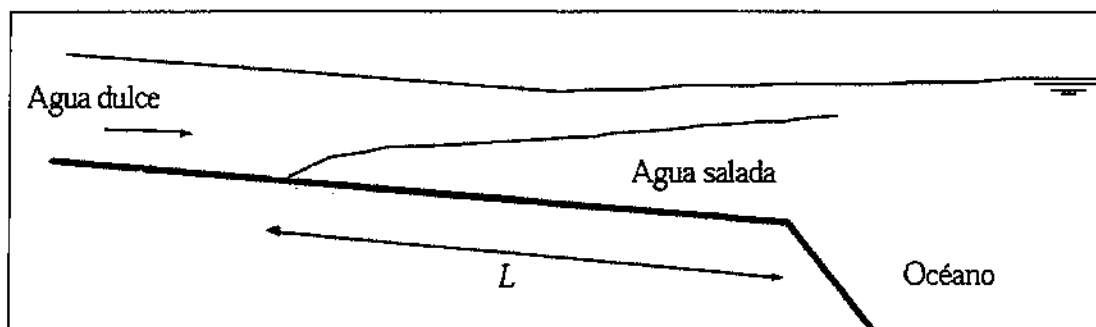
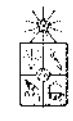


FIGURA 3.1: ESQUEMA DE ESTUARIO FUERTEMENTE ESTRATIFICADO. NIÑO Y TAMBURRINO (2002).

- Estuarios parcialmente mezclados: En este tipo de estuarios, las condiciones de mezcla producidas por el mayor efecto de la marea, generan que la salinidad de las capas



superiores sea mayor que para el caso de cuña salina, presentando el estuario una estratificación débil. Las isohalinas se presentan inclinadas hacia el océano, lo que genera una corriente conocida como circulación baroclínica, en la que las aguas superficiales tienden a moverse en dirección al fondo y hacia el océano, mientras que las del fondo suben y se mueven en dirección contraria, tal como se muestra en la Figura 3.2. Estos estuarios tienen en general un caudal afluente considerablemente menor que el asociado a estuarios fuertemente estratificados.

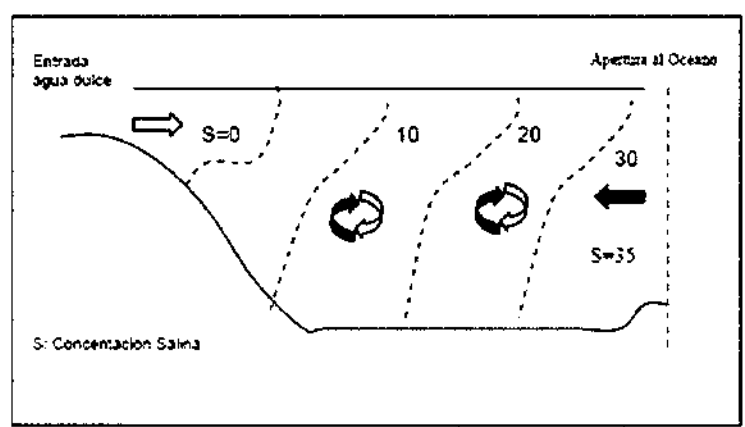


FIGURA 3.2: ESQUEMA DE ESTUARIO PARCIALMENTE MEZCLADO. BUSTOS (2007)

- Estuarios bien mezclados: Se dan en ríos con caudales muy bajos, por lo que la marea domina la mezcla en el estuario. Las isohalinas son verticales y aumentan a medida que se acercan al océano. Este tipo de estuario se encuentra generalmente en regiones con amplitudes de marea mayores a 2 m. Un esquema se presenta en la Figura 3.3.

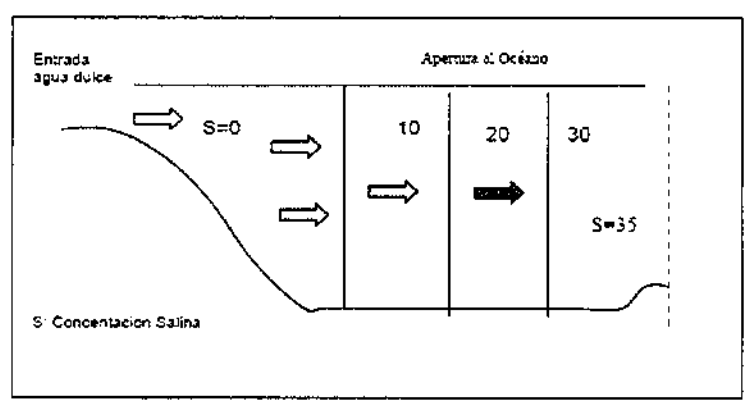


FIGURA 3.3: ESQUEMA DE ESTUARIO BIEN MEZCLADO. BUSTOS (2007).



### 3.2.4. GEOMORFOLOGÍA

Así como es posible identificar tipos de estuarios dependiendo de la estratificación, también es posible clasificarlos dependiendo de la morfología del cauce. Atendiendo a esta característica es posible identificar cuatro tipos de estuarios (Martin and McCutcheon, 1999):

- Valle inundado: Normalmente son amplios y presentan bajas profundidades, con pendientes de fondo que varían en forma moderada, incrementándose la profundidad en forma uniforme en dirección a la boca del estuario y existiendo amplias áreas de depósitos sedimentarios.
- De barrera: Corresponden a estuarios cerrados por la existencia de una barra de arena en la boca, a través de la cual uno o más canales angostos generan el intercambio con el mar. Normalmente presentan bajas profundidades. Se pueden considerar inestables, ya que están sujetos a bruscos cambios en su configuración. En la vertical están bien mezclados y tienen mucha influencia del viento. Debido a la evaporación y a la limitada mezcla entre las aguas, normalmente presentan alta salinidad. Dada la baja tasa de renovación de sus aguas, se consideran muy sensibles desde el punto de vista ambiental, pudiendo ocurrir acumulación de contaminantes y nutrientes en sus aguas y sedimentos.
- Fiordos: Se encuentran en zonas de latitud alta (Gang Ji, 2007). Normalmente son largos y estrechos, con profundidades superiores a los 200 m. Típicamente presentan fuerte estratificación y en la boca existen pequeñas gradas (sills) que limitan la mezcla de las aguas más profundas. Normalmente son formados por glaciación, encontrándose rodeados por montañas que nacen bajo el nivel del mar.
- Otro tipo de estuario no incluido en los 3 anteriores son aquellos generados por actividades tectónicas, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierras o bien fallas geológicas. Es posible encontrar este tipo de estuarios en las regiones de la Araucanía, de los Ríos y de los Lagos, debido principalmente a la ocurrencia del terremoto del 1960.

### 3.3. MODELOS NUMÉRICOS

Para aplicar la metodología que se desarrolla en el presente estudio es necesario modelar el escurrimiento a lo largo del estuario, además de sus procesos de mezcla, con el objetivo de cuantificar la capacidad de dilución, obteniendo como resultado el caudal de dilución según como está definido en el DS N°90/2000. En este sentido se entregan una serie de fórmulas y modelos numéricos que permiten llevar a cabo lo anterior. Cabe mencionar que la información



requerida para aplicar los modelos proviene de mediciones en terreno y de estadística hidrológica.

### 3.3.1. MODELO HIDRÁULICO IMPERMANENTE (ECUACIONES DE SAINT-VENANT)

Se dice que el flujo en un estuario es impermanente debido a que su velocidad puede experimentar grandes variaciones temporales debido al efecto de la marea, en periodos de tiempo considerablemente menores que los asociados a cambios hidrológicos. El efecto de marea se refleja además en variaciones de la cota de la superficie libre a lo largo del estuario. Una manera usual de modelar escurrimientos impermanentes en cuerpos de agua fluviales es mediante las ecuaciones de Saint-Venant, que se basan en la aplicación de los principios de conservación de masa y de momentum. La relación unidimensional que sale de la aplicación del principio de conservación de masa corresponde a la Ecuación (3.3), mientras que la que sale del principio de conservación de momentum corresponde a la Ecuación (3.4), considerando la ley friccional de Manning.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (3.3)$$

Donde  $A$  corresponde al área de escurrimiento,  $Q$  al caudal total y  $q$  a un posible caudal lateral.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) = -g \cdot A \cdot \frac{\partial Z}{\partial x} - g \cdot \frac{n^2 \cdot Q \cdot |Q|}{A \cdot R_h^{4/3}} \quad (3.4)$$

Donde  $Q$  corresponde al caudal,  $A$  al área de escurrimiento,  $g$  a la aceleración de gravedad,  $Z$  a la cota de fondo,  $n$  al número de Manning y  $R_h$  al radio hidráulico.

Existen programas comerciales que permiten modelar escurrimientos en superficie libre, basados en la aplicación de las ecuaciones de Saint-Venant. Para el presente estudio fue utilizado el programa HEC-RAS, el cual se caracteriza por ser ampliamente utilizado en el área de la ingeniería hidráulica. En el Anexo II se entrega un manual de aplicación para la modelación de estuarios.

### 3.3.2. RELACIONES PARA EL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN

Para modelar los procesos de mezcla en estuarios es necesario conocer su grado de estratificación, concepto abordado anteriormente en el acápite 3.2.3. Para ello existen una serie



de indicadores, de los cuales se elige el *Número de Richardson de Estuarios*, por considerarse el más adecuado para los fines del estudio.

Fisher (1972) propone el *Número de Richardson de Estuarios* ( $N_R$ ) definido por la Ecuación (3.5) que da cuenta de la razón entre la energía potencial aportada por el río y la cinética aportada por el mar.

$$N_R = g \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho} \cdot \frac{Q}{W} \cdot \frac{1}{u_t^3} \begin{cases} \leq 0.08 & \text{Bien Mezclado} \\ \approx 0.4 & \text{Parcialmente Mezclado} \\ \geq 0.8 & \text{Altamente Estratificado} \end{cases} \quad (3.5)$$

Donde  $Q$  corresponde al caudal medio diario del río,  $W$  al ancho medio del estuario,  $g$  a la aceleración de gravedad,  $\Delta\rho/\rho$  a la diferencia entre la densidad del agua de mar y dulce ( $\Delta\rho/\rho=0.025$ ), y  $u_t$  a la velocidad cuadrática media de la marea en la boca que se aproxima como 0.71 veces la máxima velocidad en la boca  $u_0$ , obtenida de modelación en HEC-RAS.

### 3.3.3. MODELOS DE MEZCLA, CASO BIEN Y PARCIALMENTE MEZCLADO

Una vez modelada la hidráulica del estuario mediante las ecuaciones de Saint-Venant e identificado el nivel de estratificación del mismo, mediante el número de Richardson de Estuarios, es posible modelar los procesos de mezcla. En este sentido se presenta el modelo de advección-dispersión para el caso de estuario bien o parcialmente mezclado.

La Ecuación (3.6), conocida como la ecuación de advección-dispersión, describe la evolución espacial y temporal de la concentración de una sustancia disuelta en un flujo unidimensional e impermanente. Dada las características de la ecuación solo se encuentran soluciones analíticas para ciertas condiciones de borde, geometrías y escurrimientos, por lo que en general se resuelve numéricamente. En este sentido, el programa HEC-RAS incluye un módulo de calidad de aguas que utiliza la Ecuación (3.6) para modelar la concentración. Cabe mencionar que este modelo se puede aplicar solo cuando el estuario se encuentra bien o parcialmente mezclado. El caso de estuario estratificado se analiza en el acápite 3.3.4.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u(x, t) \cdot \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{1}{A(x)} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left( A(x) \cdot K_L(x, t) \cdot \frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad (3.6)$$

Donde  $C$  corresponde a la concentración de la sustancia analizada,  $u(x, t)$  a la velocidad media de escurrimiento,  $A(x)$  al área de escurrimiento y  $K_L(x, t)$  al coeficiente de dispersión longitudinal, definido a continuación.





La mayor dificultad para aplicar la Ecuación (3.6) es conocer los coeficientes de dispersión  $K_L$ . Para estimar  $K_L$  se presentan las Ecuaciones (3.7) y (3.8), siendo la primera aplicable sólo en el tramo del estuario en que se tenga mediciones de salinidad, mientras que la segunda se dedujo para ríos por Fisher (1975) y se considera correcta para sectores del estuario que presenten muy baja influencia de marea.

$$K_L(x) = \frac{Q \cdot S(x)}{A(x) \cdot \partial S / \partial x} \quad (3.7)$$

Donde  $K_L(x)$  corresponde al coeficiente de dispersión longitudinal para estuarios,  $Q$  al caudal del río,  $S(x)$  a la salinidad medida en terreno y  $A(x)$  al área de escurrimiento.

$$K_L = 0.01 \cdot u_* \cdot H \cdot \left(\frac{u}{u_*}\right)^2 \cdot \left(\frac{B}{H}\right)^2 \quad (3.8)$$

Donde  $K_L$  corresponde al coeficiente de dispersión longitudinal para ríos,  $H$  y  $B$  a la profundidad y anchos medios del río y  $u_*$  a la velocidad de corte en el fondo definida en la Ecuación (3.9).

$$u_* = \sqrt{\tau_0 / \rho} \quad (3.9)$$

Donde  $\rho$  corresponde a la densidad del fluido (1000 kg/m<sup>3</sup> para agua) y  $\tau_0$  al esfuerzo de corte en el fondo, que se puede estimar por la Ecuación (3.10) que se deduce a partir de la ley de resistencia de Manning.

$$\tau_0 = \frac{g \cdot n^2}{R_h^{1/3}} \cdot \rho \cdot u^2 \quad (3.10)$$

Donde  $\rho$  corresponde a la densidad del fluido,  $g$  a la aceleración de gravedad,  $n$  al número de Manning,  $u$  a la velocidad media de escurrimiento y  $R_h$  al radio hidráulico.

Es necesario mencionar que los coeficientes de dispersión obtenidos a partir de la aplicación de la Ecuación (3.7) a mediciones de salinidad de cierta campaña están asociados al caudal del río de dicha campaña y a su estado de mareas, por lo que si se desean determinar coeficientes de dispersión para un caudal diferente es necesario interpolar o extrapolar a partir de información de dos o más campañas, teniendo cuidado en considerar el estado de mareas pertinente. Por otro lado cabe mencionar que HEC-RAS ofrece la opción de computar



automáticamente los coeficientes de dispersión, aplicando la Ecuación (3.8) a las condiciones de escurrimiento obtenidas del modelo hidráulico.

### 3.3.4. MODELOS DE MEZCLA, CASO ESTRATIFICADO

Cuando se tiene alto grado de estratificación, los procesos de mezcla al interior de la cuña salina son poco eficientes, por lo que se propone considerar que dentro de la cuña salina no existe capacidad de mezcla. Lo anterior se traduce en imponer arbitrariamente un caudal de dilución nulo para el tramo del estuario en que se tenga alto grado de estratificación. Luego se hace necesario poder estimar la máxima extensión de la intrusión en forma de cuña salina, de modo de poder establecer en que sector del estuario se tendrá caudal de dilución nulo.

Para estimar dicha extensión se propone utilizar el modelo de Olivares (2000), el cual se explica en el Anexo I. Dicho modelo requiere como información de entrada la batimetría del estuario, el caudal de agua dulce y el nivel del mar.

### 3.3.5. ECUACIONES RELEVANTES

En esta sección se muestran ecuaciones importantes para la aplicación de los modelos de mezcla de contaminantes mostrados anteriormente.

#### *COEFICIENTE DE INTERCAMBIO*

Se sabe que cierta fracción del agua que sale del estuario en el periodo de vaciante puede regresar en el periodo de llenante, devolviéndose de este modo parte de los contaminantes provenientes del estuario. Dicha fracción depende de los procesos de mezcla de la zona litoral, los cuales se relacionan con las corrientes marinas costeras, el oleaje, la marea y las características de la descarga del estuario. Es necesario conocer dicha fracción para poder modelar correctamente cualquier proceso de mezcla al interior de un estuario.

Utilizando a la sal proveniente del mar como un trazador natural es posible estimar qué parte del caudal de la llenante corresponde a agua renovada proveniente exclusivamente del océano. En este sentido se entrega la Ecuación (3.11) propuesta por Fisher et al. (1979).

$$R = \frac{S_{Llenante} - S_{vaciante}}{S_{Océano} - S_{vaciante}} \quad (3.11)$$

Donde  $R$  corresponde a la fracción de agua nueva que entra al estuario,  $S_{Océano}$  a la salinidad del océano obtenida a partir de mediciones de conductividad (generalmente 35 g/l) y  $S_{Llenante}$  y



$S_{Vaciante}$  a las salinidades medias de los periodos de llenante y vaciante obtenidas de mediciones en terreno en la boca del estuario.

El caudal de agua renovada se obtiene a partir de la Ecuación (3.12).

$$Q_O = R \cdot Q_{Llenante} \quad (3.12)$$

Donde  $Q_O$  corresponde al caudal de agua renovada de la llenante,  $R$  al coeficiente de intercambio y  $Q_{Llenante}$  al caudal de la llenante, el cual se obtiene de la modelación de HEC-RAS.

A partir de las relaciones anteriores se concluye que la fracción del caudal de la llenante que corresponde a agua proveniente del estuario queda dada por la Ecuación (3.13). Por otro lado, si al interior del estuario existe una descarga de cierta sustancia conservativa, cuya única fuente es dicha descarga, la concentración con que ésta es devuelta al estuario se puede estimar utilizando la Ecuación (3.14).

$$Q_E = (1 - R) \cdot Q_{Llenante} \quad (3.13)$$

Donde  $Q_E$  corresponde al caudal de agua de la llenante que corresponde a agua estuarina,  $R$  al coeficiente de intercambio y  $Q_{Llenante}$  al caudal de la llenante, el cual se obtiene de la modelación de HEC-RAS.

$$C_{Llenante} = (1 - R) \cdot \frac{Q_{Descarga}}{Q_{Descarga} + Q_{Rio}} \cdot C_{Descarga} \quad (3.14)$$

Donde  $C_{Llenante}$  corresponde a la concentración de la sustancia descargada asociada al caudal de la llenante,  $Q_{Descarga}$  al caudal de la descarga de dicha sustancia,  $Q_{Rio}$  al caudal del río para la situación de análisis y  $C_{Descarga}$  a la concentración de la descarga de dicha sustancia.

El intercambio de aguas entre el estuario y el océano está condicionado por diversos factores como lo son las corrientes litorales, el oleaje, la marea y el caudal efluente del estuario. Para efectos de la metodología desarrollada se considera la relación existente entre el coeficiente de intercambio  $R$  y el caudal del río y la marea. En este sentido, si se desea conocer el coeficiente de intercambio asociado a cierto caudal y a ciertas condiciones de marea, se propone interpolar o extrapolar el valor a partir de pares  $(R, Q_{Rio})$  que se hayan medido en terreno para la condición de marea deseada.



### EXCURSIÓN

La excursión se define como la distancia horizontal que viaja un elemento de agua durante un periodo completo de marea, es decir la suma de la distancia que recorre hacia aguas arriba durante la llenante y la que recorre de regreso durante la vaciante. La Ecuación (3.15) sirve para estimar la excursión en la boca del estuario.

$$E_0 = \frac{u_0 \cdot T}{\pi} \quad (3.15)$$

Donde  $E_0$  corresponde a la excursión en la boca del estuario,  $T$  al periodo de marea<sup>1</sup> y  $u_0$  amplitud de la velocidad en la boca, obtenida de modelación en HEC-RAS.

---

<sup>1</sup> Periodo de marea corresponde a la diferencia de tiempo entre pleamares (o bien bajamares) consecutivas. Se obtiene directamente de la información del nivel del mar medida en terreno.



## CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA PROPUESTA

### 4.1. INFORMACIÓN GENERAL

En el presente capítulo se entrega la metodología desarrollada para determinar los límites del estuario y el caudal de dilución a lo largo de su extensión. Para obtener el caudal de dilución en zonas estuarinas se propone una metodología que combina información hidrológica y de mediciones en terreno con modelación numérica. Básicamente se propone subdividir el estuario estudiado en zonas definidas en función de su capacidad para diluir contaminantes. Un esquema de la subdivisión se presenta en la Figura 4.1.

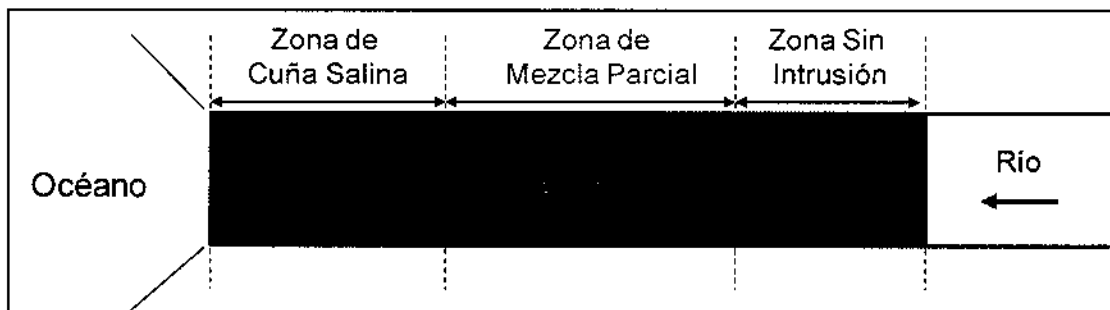


FIGURA 4.1: ESQUEMA DE LA SUBDIVISIÓN DEL ESTUARIO.

Para cada una de las zonas se propone una metodología para estimar el caudal de dilución. El criterio adoptado para la subdivisión se basa principalmente en la información sobre los procesos de mezcla en estuarios entregada en la revisión de antecedentes, específicamente en el acápite 3.2.3. A continuación se presenta una caracterización de las zonas en que se subdividió el estuario.

#### *CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE CUÑA SALINA*

La baja capacidad de mezcla existente al interior de la cuña salina obliga a tomar la decisión de considerar un caudal de dilución nulo para esta zona. La extensión de la intrusión en forma de cuña salina depende principalmente de la morfología del cauce, del caudal de agua dulce afluente y del nivel del mar. Para obtener dicha extensión se propone utilizar el modelo de Olivares (2000) incluido en el Anexo I.

#### *CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL*

Debido a la variación del nivel del mar, el caudal de esta zona fluctúa en torno al caudal del río, pudiéndose observar incluso flujo desde el océano en ciertos momentos del día. El caudal



adicional proveniente desde el océano puede aumentar la capacidad de mezcla en el estuario, por lo que es posible tener un caudal de dilución mayor al del río.

Dado que la estratificación en esta zona es considerablemente menor que la observada en la *Zona de Cuña Salina*, se considera que los procesos de mezcla son lo suficientemente eficientes como para suponer válido un modelo de mezcla completa en la transversal, por lo que es posible ocupar el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS, que se discute en el Anexo II.

#### *CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA SIN INTRUSIÓN*

Promediado sobre la marea el caudal disponible para diluir en esta zona es el mismo que el del río, ya que no existe aporte de agua desde el océano. Sin embargo, durante el día existen momentos en los que el caudal disminuye por efecto de la variación del nivel del mar, alcanzándose valores inferiores al caudal del río. Se considera válido un supuesto de mezcla completa en la transversal, por lo que es posible ocupar el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS.

##### 4.1.1. ESTRUCTURA DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Debido a la complejidad de los procesos físicos involucrados en la mezcla de contaminantes en estuarios, es necesario recurrir a modelación numérica para obtener el caudal de dilución. En este sentido se utilizan modelos numéricos para definir la batimetría del estuario, una zonificación del mismo y para obtener el caudal de dilución en cada una de las zonas definidas.

Antes de aplicar la metodología es necesario recopilar la información requerida por los modelos utilizados. Esto implica la realización de campañas de terreno y el análisis de información hidrológica en estaciones fluviométricas cercanas a la desembocadura del cauce analizado. A modo de introducción se muestran las etapas que conforman la metodología desarrollada. El detalle de cada etapa se incluye en el acápite 4.2.

1. Definir la máxima extensión del estuario, la cual depende mayormente de la batimetría y del nivel del mar.
2. Determinar qué tipo de estratificación es posible observar en el estuario durante el año, dada la variabilidad del caudal del río, reflejada en la estadística hidrológica. De esta etapa se obtiene el caudal límite por sobre el cual la intrusión comienza a ser en forma de cuña salina. Para caudales superiores a dicho límite la intrusión será en forma de cuña salina, mientras que para valores inferiores se tendrá mezcla parcial. Es necesario



considerar condiciones de marea de sicigia, dado que implican la máxima extensión de la intrusión salina. En el caso de que el caudal límite sea menor al caudal con probabilidad de excedencia del 95%, se considerará a éste como el nuevo caudal límite.

3. Utilizando el caudal límite obtenido anteriormente se determina la extensión de la intrusión en forma de cuña salina, la cual define lo que se denomina *Zona de Cuña Salina* en la Figura 4.1. Para determinar dicha extensión se utiliza el modelo de Olivares (2000), descrito en el Anexo I. Dado que los procesos de mezcla al interior de la cuña salina son poco eficientes, se impone arbitrariamente un caudal de dilución nulo para esta zona. Luego, si el interesado en descargar se ubica en esta zona, debe considerar un caudal de dilución nulo, y dar por terminado el proceso de obtención del caudal de dilución. En caso contrario debe continuar con los siguientes pasos.
4. Utilizando el caudal con probabilidad de excedencia del 95% se determina la extensión de la intrusión en forma de mezcla parcial, ocupando el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS para condición de marea de sicigia, de modo de obtener la máxima extensión posible. La extensión obtenida es siempre mayor a la longitud de la intrusión en forma de cuña salina. El tramo comprendido entre el límite superior de la *Zona de Cuña Salina* y la extensión obtenida con HEC-RAS se denomina *Zona de Mezcla Parcial* en la Figura 4.1.
5. Si el interesado en descargar se ubica dentro de la *Zona de Mezcla Parcial*, debe utilizar el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS para obtener el caudal de dilución del lugar de descarga, considerando nuevamente como caudal afluente el de probabilidad de excedencia del 95%, pero esta vez condiciones de marea de cuadratura, las cuales implican la mínima capacidad de mezcla posible.
6. Si el interesado en descargar no se ubica en la *Zona de Cuña Salina* ni en la *Zona de Mezcla Parcial*, se encuentra necesariamente en el tramo final denominado *Zona Sin Intrusión*, indicado en la Figura 4.1. Este tramo del estuario se ve afectado por la marea, pero que no recibe aporte desde océano. Para obtener el caudal de dilución asociado a esta zona se ocupa el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS, considerando un caudal con probabilidad de excedencia del 95% y condición de marea de sicigia.

Las etapas mencionadas son descritas con mayor detalle en el acápite 4.2.



#### 4.1.2. ESTUDIO DE TERRENO

Para utilizar los modelos numéricos es necesario conocer cierta información de terreno para fechas que se consideran críticas para los procesos de mezcla. En este sentido se requiere conocer:

- Batimetría del estuario.
- Perfiles transversales de salinidad a lo largo del estuario.
- Variación del nivel del mar en la boca del estuario.
- Variación de la salinidad en la boca del estuario.
- Caudal de agua dulce de los afluentes al estuario.

Las fechas de las campañas de terreno dependen del comportamiento del caudal afluente a lo largo del año y de la variación del nivel del mar en la boca del estuario. En este sentido se propone realizar mediciones para condiciones de marea de sicigia y de cuadratura y para caudales bajos del río, cercanos al caudal con probabilidad de excedencia del 95%. Como parte de la metodología desarrollada se considera necesario llevar a cabo cuatro campañas de medición, dos de las cuales se deben realizar en el mes con menor caudal medio mensual del año y las otras dos en el segundo mes con menor caudal medio mensual. Por otro lado, dentro de cada mes se debe realizar una campaña para condiciones de marea de sicigia y otra con marea de cuadratura.

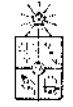
El detalle de la metodología de medición se encuentra en el acápite 4.4.

#### 4.2. METODOLOGÍA DE MODELACIÓN PARA OBTENER CAUDAL DE DILUCIÓN

En el presente capítulo se explica en detalle cada uno de los pasos necesarios para obtener el caudal de dilución en estuarios, mencionados anteriormente en el acápite 4.1.1, listados a continuación:

1. Determinación de la extensión del estuario.
2. Determinación del caudal límite para tener cuña salina.
3. Extensión de la cuña salina.
4. Extensión de la zona de mezcla parcial.
5. Caudal de dilución en la zona de mezcla parcial.





6. Caudal de dilución en la zona sin intrusión.

Al final del capítulo se muestra un esquema de la metodología desarrollada para obtener caudales de dilución en zonas estuarinas.

4.2.1. DETERMINACIÓN DE LA EXTENSIÓN DEL ESTUARIO

En el acápite 3.2.1 fueron mencionados tres criterios para establecer el límite entre el estuario y el río, que dependen del alcance de la onda de marea, de la extensión de la intrusión salina o bien de la intrusión de los sedimentos marinos. Debido a que el caudal varía con el efecto de marea y a que el alcance de la onda de marea es mayor que el alcance de la salinidad y de los sedimentos marinos, se considera al criterio del efecto de marea como el más adecuado para definir la extensión del estuario. De este modo el límite entre el estuario y el río queda definido por el lugar en que el efecto de marea deja de percibirse.

Una manera sencilla de estimar el máximo alcance de la onda de marea, es considerar que éste queda definido por el lugar del río cuya cota de terreno es similar a la cota del nivel del mar para una pleamar de sicigia. En otras palabras, se debe trazar una horizontal desde el nivel máximo de la marea de sicigia hasta donde se intercepte la cota de fondo del río, como se muestra en el ejemplo de la Figura 4.2, para el que se obtiene una extensión de 13 km. La información de mareas y la batimetría deben ser medidas en terreno.

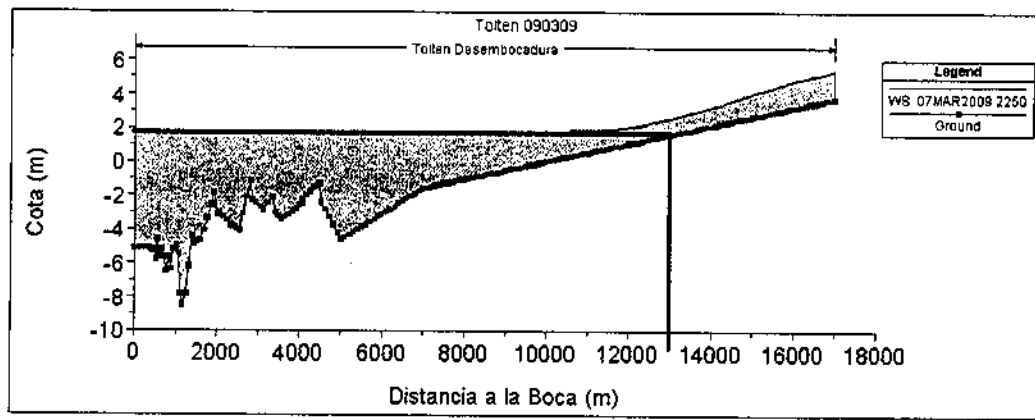
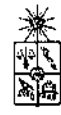


FIGURA 4.2. DETERMINACIÓN DE LA EXTENSIÓN DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.

4.2.1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL LÍMITE PARA TENER CUÑA SALINA

Para determinar el caudal límite por sobre el cual se comienza a tener intrusión en forma de cuña salina se propone utilizar la Ecuación (4.1), que se dedujo a partir del Número de Richardson de Estuarios, descrito en el Capítulo 3.3.2.



$$Q_{Límite} = 0.8 \cdot \frac{W \cdot u_t^3}{\Delta\rho/\rho \cdot g} \quad (4.1)$$

Donde  $Q_{Límite}$  corresponde al mínimo caudal del río para que exista cuña salina,  $W$  al ancho medio del estuario,  $g$  a la aceleración de gravedad,  $\Delta\rho/\rho$  a la diferencia entre la densidad del agua de mar y del agua dulce ( $\Delta\rho/\rho = 0.025$ ) y  $u_t$  a la velocidad cuadrática media de la marea en la boca del estuario que se puede aproximar por  $0.71 \cdot u_0$ , donde  $u_0$  corresponde a la máxima velocidad en la boca del estuario, obtenida de modelación en HEC-RAS.

Para obtener  $u_t$  se debe realizar una modelación del régimen impermanente de la hidráulica del sistema en HEC-RAS, considerando condiciones de marea de sicigia. Para ello se incluye una guía en el Anexo II. El caudal de agua dulce afluente a utilizar en la modelación es desconocido, debido a que es  $Q_{Límite}$ , por lo que se debe obtener iterando. Básicamente se debe correr el modelo HEC-RAS con un caudal afluente supuesto. HEC-RAS entregará, dentro de los resultados de la modelación, la máxima velocidad en la boca del estuario  $u_0$ , valor que multiplicado por 0.71 corresponde a  $u_t$ . El valor de  $u_t$  obtenido se reemplaza en (4.1) para obtener  $Q_{Límite}$ . Luego se procede a correr nuevamente HEC-RAS, considerando esta vez a  $Q_{Límite}$  como caudal afluente. HEC-RAS entregará un nuevo valor para  $u_0$ , con el cual se obtiene un nuevo valor de  $u_t$ , que permitirá obtener un nuevo valor para  $Q_{Límite}$ , el cual a su vez permitirá correr nuevamente HEC-RAS. El proceso se repite hasta que  $Q_{Límite}$  converja a un valor final.

En el caso de que el caudal límite sea menor al caudal con probabilidad de excedencia del 95%, se considerará a éste como el nuevo caudal límite.

#### 4.2.2. EXTENSIÓN DE LA CUÑA SALINA

Utilizando el caudal límite obtenido, se procede a estimar la extensión de la intrusión en forma de cuña salina, mediante la aplicación del modelo de Olivares (2000), explicado en el Anexo I. Dicho modelo requiere como información de entrada la batimetría del estuario, el caudal límite obtenido anteriormente y el nivel medio del mar para condiciones de marea de sicigia. El modelo de Olivares fue programado en una planilla Excel, mediante un código VBA.

Cabe recordar que dada la baja capacidad de mezcla existente al interior de la cuña salina, se decide imponer arbitrariamente un caudal de dilución nulo en toda su extensión. Luego, si el interesado en descargar se ubica en esta zona, debe considerar un caudal de dilución nulo, y dar por terminado el proceso de obtención del caudal de dilución. En caso contrario debe continuar con los siguientes pasos.



#### 4.2.3. EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL

Considerando que la norma chilena de calidad de agua NCh409/1.Of.84 señala que la concentración máxima de cloruros en el agua potable debe ser inferior a 0.2 g/l, se define la salinidad límite para determinar la máxima extensión de la intrusión salina como 0.2 g/l. Es decir, se pondrá el fin de la intrusión salina cuando se tengan salinidades inferiores a 0.2 g/l.

Para determinar la extensión de la *Zona de Mezcla Parcial* se propone utilizar el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS para modelar la salinidad al interior del estuario y de este modo conocer el punto en que la salinidad disminuye por debajo de 0.2 g/l. Dicho módulo requiere tener modelada la hidráulica del estuario, lo cual corresponde a la etapa anterior. En el modelo de calidad de aguas se debe utilizar como caudal afluente el de probabilidad de excedencia del 95% y como salinidad del río 0.1 g/l y del océano 35 g/l. Sin embargo, dado que parte del caudal de la llenante corresponde a agua dulce proveniente del estuario, la salinidad proveniente del océano debe obtenerse a partir de la aplicación de la Ecuación (3.14). Además se debe considerar una marea típica de sicigia, de modo de obtener la máxima extensión de intrusión posible. Los coeficientes de dispersión utilizados deben obtenerse a partir de la aplicación de la Ecuación (3.7) a las mediciones de salinidad realizadas para marea de sicigia. En el Anexo II se incluye una guía para modelar procesos de mezcla en estuarios en HEC-RAS.

Cabe notar que si se tiene un caudal con probabilidad de excedencia del 95% mayor a  $Q_{Límite}$ , no se tendrá intrusión en forma de mezcla parcial, debido a que los altos caudales del río generarán siempre intrusión en forma de cuña salina.

#### 4.2.4. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL

Si el interesado en descargar se ubica dentro de la *Zona de Mezcla Parcial*, debe obtener el caudal de dilución del lugar de descarga como se explica a continuación.

Para determinar el caudal de dilución en la *Zona de Mezcla Parcial* se debe utilizar el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS, pero considerando una descarga lateral de una sustancia contaminante ficticia. HEC-RAS permite incluir descargas laterales en cualquier punto del estuario, por lo que es posible modelar una descarga virtual de contaminante, caracterizada por una concentración y un caudal arbitrarios. En el modelo de calidad de aguas se debe utilizar como caudal afluente del río el de probabilidad de excedencia del 95% y condición de marea de cuadratura, que implican la menor capacidad de mezcla posible. Como condiciones de borde del contaminante se debe considerar concentración nula desde aguas arriba y cierta concentración de retorno desde aguas abajo. Dicha concentración de retorno se obtiene de la aplicación de la Ecuación (3.14) a las mediciones de salinidad realizadas en la boca del



estuario. Los coeficientes de dispersión utilizados deben obtenerse a partir de la Ecuación (3.7) en el tramo del río donde existan mediciones de salinidad, y con la Ecuación (3.8) en el tramo final del estuario, donde no existen mediciones de salinidad.

HEC-RAS entrega como resultado de la modelación la variación temporal de la concentración a lo largo del estuario. Utilizando la Ecuación (4.2) y considerando la máxima concentración entregada por HEC-RAS en el sector de la descarga y las características de la descarga virtual modelada, se obtiene el caudal de dilución del lugar en que se impuso la descarga virtual.

$$Q_{Dilución} = Q_{Descarga} \cdot \left( \frac{C_{Descarga}}{C_{Máx}} - 1 \right) \quad (4.2)$$

Donde  $Q_{Dilución}$  corresponde al caudal de dilución del sector analizado,  $Q_{Descarga}$  al caudal arbitrario de la descarga virtual modelada,  $C_{Descarga}$  a la concentración arbitraria de la descarga virtual modelada y  $C_{Máx}$  a la máxima concentración del contaminante entregada por HEC-RAS.

Cabe mencionar que como valores para la concentración y para el caudal de la descarga virtual incluida en HEC-RAS se recomienda utilizar aquellos asociados a la descarga que se requiere analizar proyectados por el interesado en descargar. Sin embargo, el valor del caudal de dilución entregado por la Ecuación (4.2) es independiente de los valores arbitrarios asignados a la descarga virtual, en la medida que ésta sea despreciable respecto al caudal del río.

#### 4.2.5. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA SIN INTRUSIÓN

Si el interesado en descargar se ubica dentro de la *Zona Sin Intrusión*, debe obtener el caudal de dilución del lugar de descarga como se explica a continuación.

El proceso es análogo al de la obtención del caudal de dilución en la *Zona de Mezcla Parcial*, con la diferencia de que se debe considerar condiciones de marea de sicigia en vez de cuadratura. Cabe mencionar que el módulo de calidad de aguas de HEC-RAS tiene la opción de calcular automáticamente el coeficiente de dispersión utilizando la Ecuación (3.7), lo cual se explica en el Anexo II.



#### 4.3. RESUMEN

En la Figura 4.3 se presenta un esquema que resume la metodología definida.

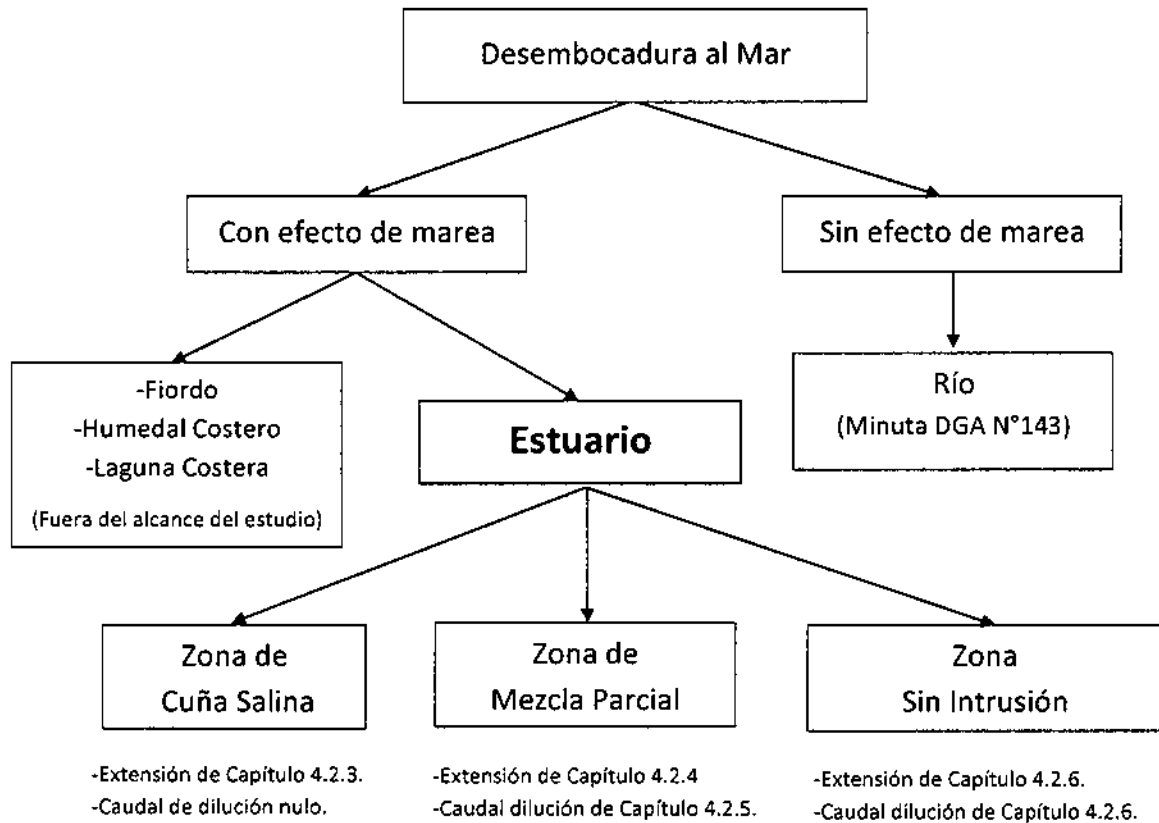


FIGURA 4.3: METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EXTENSIÓN DEL ESTUARIO Y CAUDAL DE DILUCIÓN.

#### 4.4. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN EN TERRENO

Considerando las variables de entrada de los modelos numéricos se hace necesario medir perfiles transversales de profundidad y salinidad a lo largo del estuario, el caudal de agua dulce afluente y la variación del nivel del mar y de la salinidad en la boca del estuario.

Debido a la variabilidad temporal de los parámetros requeridos, se deben realizar las mediciones tanto durante el periodo de llenante como el de vaciante. A continuación se detalla la forma en que deben llevarse a cabo las mediciones.



#### 4.4.1. PERFILES DE PROFUNDIDAD

Una manera sencilla de obtener la batimetría de un estuario es a través de mediciones de profundidad en secciones transversales a lo largo de éste. Para ello es necesario utilizar un sensor de profundidad, además de un GPS para conocer las coordenadas del punto de medición. La cantidad de mediciones en la transversal debe ser tal que la sección quede correctamente descrita. Se recomienda realizar mediciones en secciones separadas por un máximo de 50 m en la longitudinal, valor que puede variar dependiendo de las características del estuario. Las mediciones deben ser realizadas desde la boca del estuario, hasta donde se detecte variación de nivel debido al efecto de la marea, considerando mareas de sicigia.

Debido a que la profundidad está siempre referida al nivel de la superficie libre y a que dicho nivel varía en el tiempo producto del efecto de la onda de marea, es necesario corregir las mediciones de profundidad. Con ese fin se propone utilizar HEC-RAS, según las indicaciones del Anexo II.

#### 4.4.2. PERFILES DE SALINIDAD

Para modelar procesos de mezcla en estuarios es necesario conocer la variación en la longitudinal de la salinidad y el grado de estratificación presente en la vertical. Ambos fenómenos dependen de las condiciones particulares de marea y caudal afluente al momento de medición.

Para realizar las mediciones de salinidad es necesario utilizar un sensor de conductividad, además de un GPS para conocer las coordenadas del punto de medición. En general lo que se desea conocer para cada sección transversal es la distribución de salinidad a lo ancho y alto. En consecuencia, para cada sección se debe medir la salinidad a diferentes profundidades y a diferentes distancias de la orilla. La cantidad de mediciones debe ser la adecuada como para poder estimar correctamente la salinidad media de la sección y la profundidad a la cual se tiene los mayores gradientes de concentración. Se establece que las mediciones en la vertical deben ser realizadas por lo menos cada 1 m, con un mínimo de cinco mediciones equiespaciadas. A lo ancho se establece que deben ser realizadas por lo menos cada 50 m, con un mínimo de tres mediciones. En la longitudinal deben realizarse perfiles por lo menos cada 100 m.

Se recomienda realizar las mediciones de salinidad en conjunto con las de batimetría.



#### 4.4.3. VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR EN LA BOCA DEL ESTUARIO

Como se mencionó en el acápite 4.4.1, para obtener la batimetría del estuario es necesario corregir las mediciones de profundidad realizando una modelación en HEC-RAS. En este sentido, la variación del nivel del mar en la boca del estuario corresponde a una condición de borde del sistema, la cual se debe conocer si se desea modelar el estuario.

La medición del nivel del mar debe realizarse en el sector del estuario más cercano a la boca en el que se siga teniendo flujo unidireccional, es decir un comportamiento similar al de un canal. Su medición debe realizarse con la ayuda de una regleta, recordando registrar el lugar de medición mediante el uso de un GPS. Además de la variación del nivel durante el día de muestro, se debe tener información de los dos días anteriores. Dicha información debe ser medida en terreno.

#### 4.4.4. SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO

Para poder estimar el intercambio de contaminantes entre el estuario y el océano es necesario conocer la variación temporal de la salinidad en la boca, tanto en el periodo de llenante como en el de vaciante. Básicamente se utiliza sal como trazador, para dar cuenta de los procesos de mezcla de la zona litoral. La información obtenida es utilizada en la Ecuación (3.11) del acápite 3.3.5.

La salinidad debe medirse en el mismo lugar en que se registra la variación del nivel por efecto de la marea, es decir en el sector del estuario más cercano a la boca en el que se siga teniendo flujo unidireccional. Lo anterior debido a que ambas variables corresponden a condiciones de borde, la primera para modelos de mezcla de sustancias disueltas y la segunda para modelos hidráulicos. Debido a esto, la medición debe ser representativa de la salinidad media de la sección.

#### 4.4.5. CAUDAL DEL RÍO

El caudal del río debe ser aforado el día de muestreo en una sección del cauce en que no se observe influencia de marea. El lugar exacto de aforo debe ser registrado con ayuda de un GPS.

Cabe recordar que para ciertas etapas de la metodología es necesario recurrir a estadísticas de caudales, por lo que es necesario tener información de estaciones fluviométricas cercanas a la desembocadura del cauce analizado.



## CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE TERRENO

### 5.1. METODOLOGÍA GENERAL

Para complementar el análisis teórico se realizaron campañas de terreno que proporcionaron información útil para comprender la física del problema, además de permitir clasificar los estuarios estudiados y calibrar y validar los modelos propuestos. Dichas campañas se llevaron a cabo en tres estuarios de características hidrodinámicas notoriamente diferentes: río Toltén, río Lebu y estero Tongoy.

Para dar cuenta de la influencia de las principales forzantes de los procesos de mezcla se planificaron las campañas para condiciones de alto y bajo caudal, y para mareas de sicigia y de cuadratura. Cabe mencionar que la metodología desarrollada no requiere realizar mediciones para condición de alto caudal.

### 5.2. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE ESTUARIOS

Con el objetivo de obtener información de terreno representativa de la diversidad de estuarios presentes en las costas de las zonas centro y sur del país, y considerando los diferentes grados de estratificación posibles de observar en zonas estuarinas, se propuso realizar campañas de medición en estuarios caracterizados por presentar mezcla completa o parcial en la vertical, o bien intrusión en forma de cuña salina. Por otro lado, para representar a los estuarios de la zona norte, se decidió escoger uno con bajo aporte de agua dulce.

En base a información de estudios realizados con anterioridad (Niño, 1999; Stuardo, 1989) se escogieron los estuarios de los ríos Toltén y Lebu y del estero Tongoy, ubicados en la Región de la Araucanía, Región del Bío Bío y Región de Coquimbo, respectivamente. Para cada uno de ellos se supuso encontrar el nivel de estratificación mostrado en la Tabla 5.1, dependiendo del caudal de agua dulce afluente. Dichos supuestos fueron verificados a partir de los resultados de las mediciones de salinidad, como se observa en la Figura 5.13, Figura 5.19 y Figura 5.24. Las mediciones de salinidad se adjuntan en el Anexo VI.

TABLA 5.1: NIVEL DE ESTRATIFICACIÓN ESPERADO PARA ESTUARIOS ESCOGIDOS.

Estuario	Escenario 1: Bajo Caudal Río	Escenario 2: Alto Caudal Río
Río Toltén	Cuña Salina	Sin Intrusión
Río Lebu	Parcialmente Mezclado	Cuña Salina
Esteros Tongoy	Bien Mezclado	





### 5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RÍOS

#### 5.3.1. RÍO TOLTÉN

El río Toltén se ubica en la Región de la Araucanía. Su origen se encuentra en el Lago Villarrica y se extiende por 120 km hasta su desembocadura en punta Nilhue (Aquambiente Ltda., 2006). El estuario del río Toltén se desarrolla en las cercanías del poblado de Nueva Toltén, encontrándose su desembocadura en Boca Toltén, coordenadas UTM: 653209E, 5653362S (Huso 18S), zona en la que el río presenta un ancho superior a los 500 m (DGA, 2004).

De acuerdo a la subdivisión territorial de las zonas hidrográficas en Chile (Aquambiente LTDA., 2006) el río Toltén se encuentra en la zona número 4, la que se caracteriza por tener ríos tranquilos con regulación lacustre.

En la Figura 5.1 se presenta la curva de variación estacional del río Toltén en la estación fluviométrica Teodoro Schmidt, la que se encuentra ubicada alrededor de 40 km de la desembocadura del Toltén, marcada en la Figura 5.2. De la figura se puede concluir un comportamiento pluvial del río en las cercanías de su estuario. Los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, debido a las lluvias de invierno, mientras que el período de estiaje se presenta entre enero y abril.

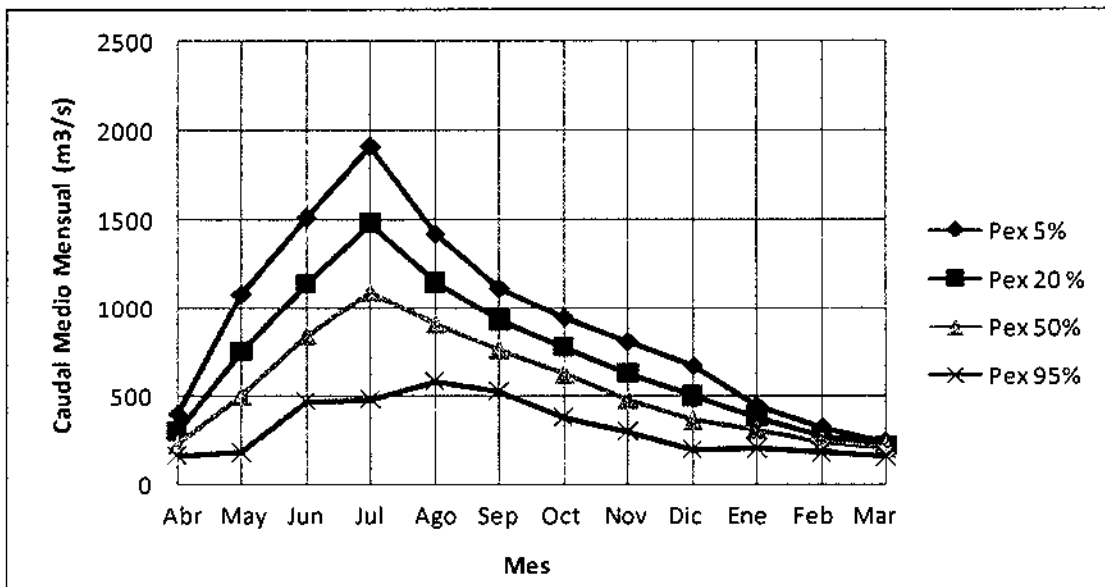


FIGURA 5.1: CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL RÍO TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT.

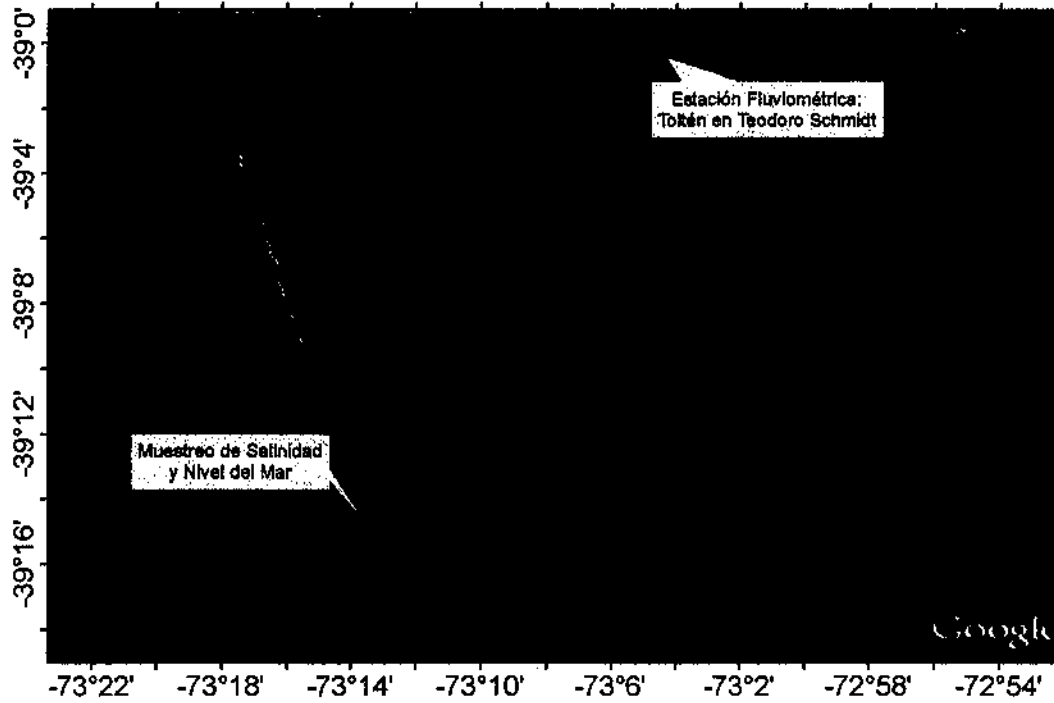


FIGURA 5.2: UBICACIÓN ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT.

La relación entre el caudal medio mensual máximo y el mínimo para un año de probabilidad de excedencia del 50% es superior a 5:1, la que aumenta para menores probabilidades de excedencia.

En la Figura 5.3 se muestra la curva de probabilidad de excedencia de caudales obtenida a partir de la información hidrológica dada por la estación fluviométrica de Teodoro Schmidt.

De acuerdo a observaciones de estudios anteriores (Stuardo, 1989), el río Toltén presentaría condiciones estuarinas solo fuera de su desembocadura para caudales altos e intrusión en forma de cuña salina para caudales de estiaje.

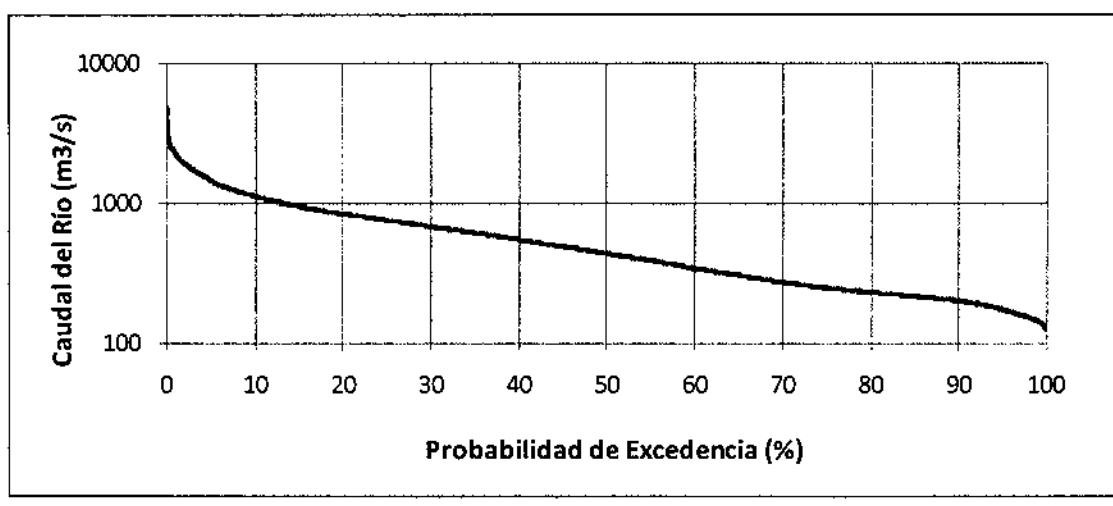
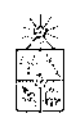


FIGURA 5.3: CURVA DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE CAUDAL RÍO TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT.

### 5.3.2. RÍO LEBU

El río Lebu se encuentra en la Región del Bío Bío. Su origen se ubica en la Cordillera de Nahuelbuta, mientras que su desembocadura está en la ciudad de Lebu, específicamente en las coordenadas UTM 618049E, 5837964S (Huso 18S).

De acuerdo a datos obtenidos de la estación Lebu en Los Álamos entre los años 1966 y 1982, el río Lebu presenta un régimen pluvial, caracterizado por caudales máximos durante julio y mínimos entre diciembre y abril, lo cual se aprecia en la curva de variación estacional presentada en la Figura 5.4. La ubicación de dicha estación fluviométrica se muestra en la Figura 5.5. Durante el estiaje los caudales presentan valores medios mensuales inferiores a los 10 m³/s, mientras que en invierno son del orden de 100 m³/s (González, 1994).

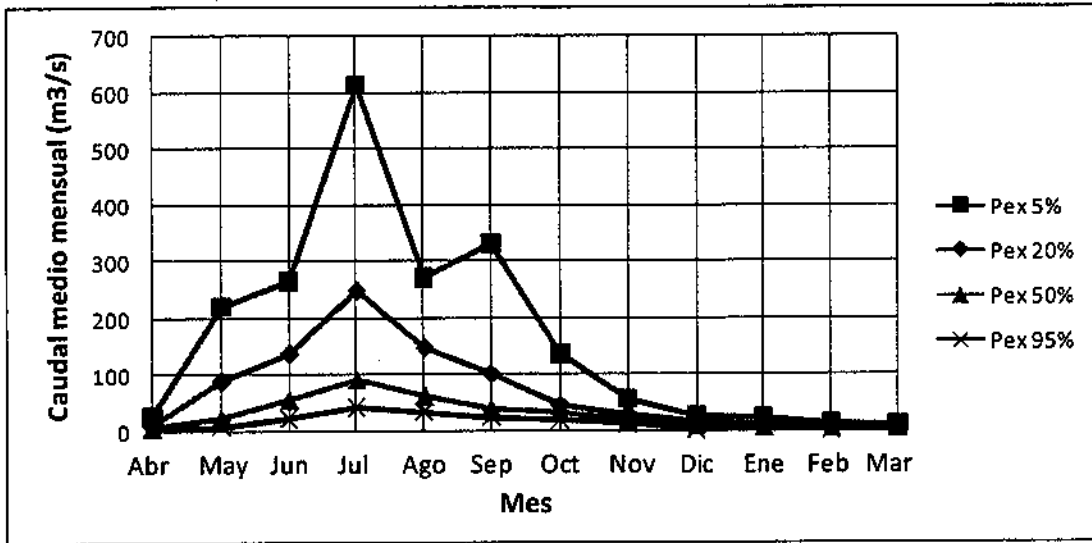


FIGURA 5.4: CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL RÍO LEBU EN LOS ÁLAMOS.

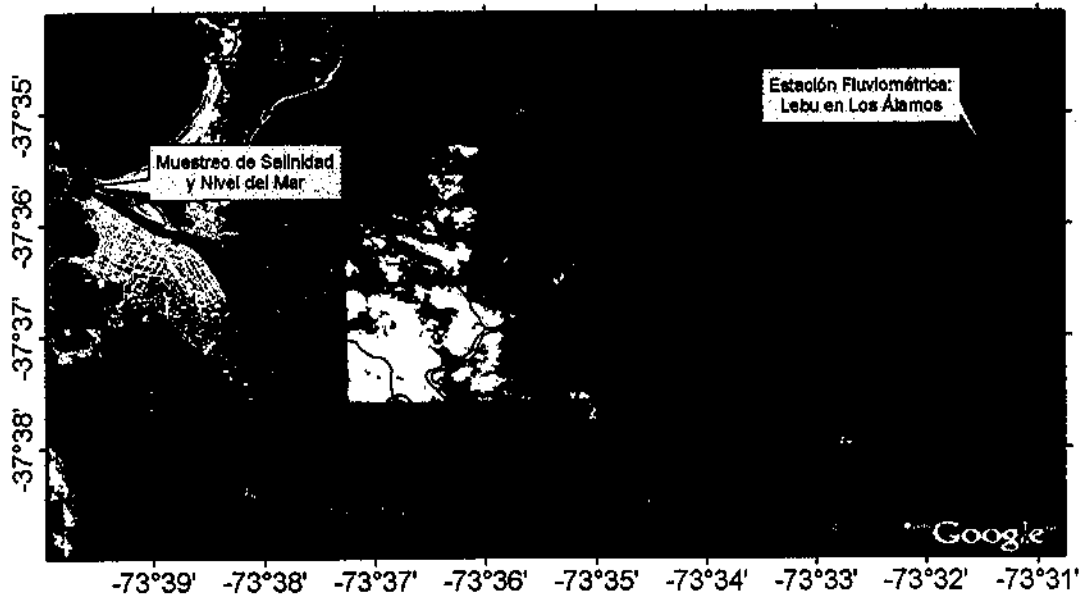


FIGURA 5.5: UBICACIÓN ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA LEBU EN LOS ÁLAMOS.

En la Figura 5.6 se muestra la curva de probabilidad de excedencia de caudales obtenida a partir de información hidrológica de la estación fluviométrica de Los Álamos.

De acuerdo a mediciones realizadas en el estuario del río Lebu, en este existiría mezcla parcial o completa, dependiendo del caudal de agua dulce afluente (Niño, 1999; González, 1994).

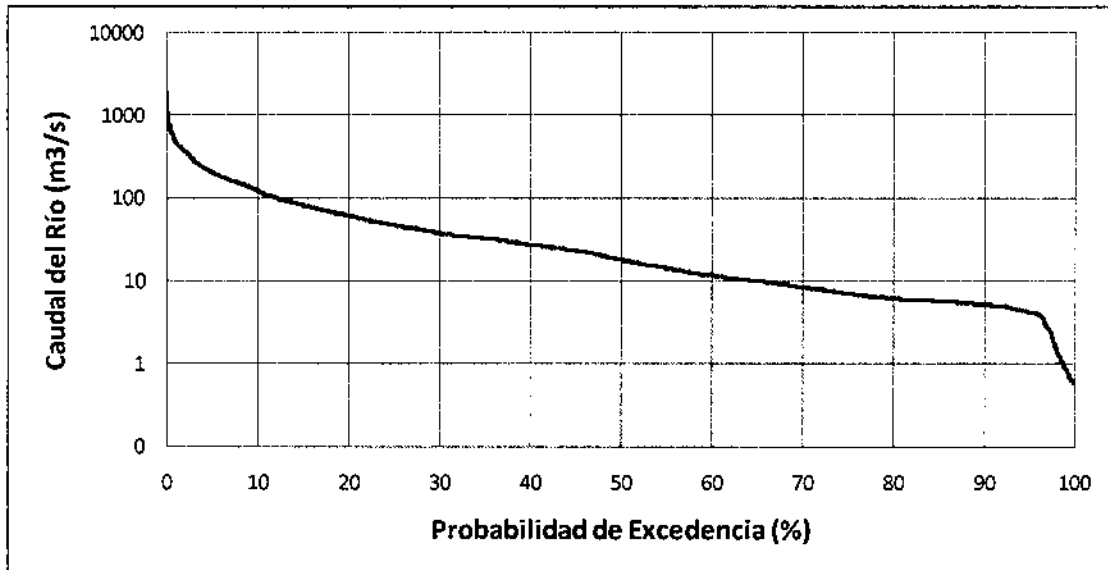
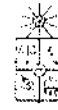


FIGURA 5.6: CURVA DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE CAUDAL RÍO LEBU EN LOS ÁLAMOS.

### 5.3.3. ESTERO TONGOY

El estero Tongoy está ubicado en la Región de Coquimbo. Su origen se ubica en la Cordillera de la Costa, mientras que su desembocadura se encuentra en la ciudad de Tongoy, específicamente en las coordenadas UTM 260060E, 6650513S (Huso 19S). Su principal fuente de agua dulce es de origen subterráneo durante la mayor parte del año.

Acorde a lo que muestra la imagen presentada en la Figura 5.7C, el estero se extendería una distancia de 3 km desde su desembocadura hacia aguas arriba. En base a una serie de fotografías satelitales tomadas para diferentes fechas, se puede asumir que dicha longitud se mantiene constante en el transcurso del año. Estimaciones del tiempo de concentración de la cuenca, en conjunto con información de precipitaciones amparan dicho supuesto.

Los bajos aportes de agua dulce que recibe el estero permiten suponer que gran parte del volumen de agua del estuario proviene del mar.

### 5.4. FECHAS DE MEDICIÓN

Debido a la variación temporal de las principales forzantes de los procesos de mezcla en estuarios, las fechas escogidas para realizar las campañas quedan determinadas por el estado de marea y la variación estacional del caudal afluente al estuario.

En este sentido se definen cuatro escenarios de medición, que corresponden a las diferentes combinaciones de las forzantes:



- Caudal alto y marea muerta:

Corresponde al caso de menor intrusión salina. Respecto a los otros escenarios, se espera que aumente el grado de estratificación del estuario, pudiéndose observar presencia de cuña salina. Para caudales afluentes muy altos puede que no se observe intrusión salina, produciéndose la mezcla de aguas costa afuera.

- Caudal bajo y marea viva:

Corresponde al caso de mayor intrusión salina. Respecto a los otros escenarios, se espera bajo nivel de estratificación del estuario, y por lo tanto bajo grado de estratificación. La longitud de la intrusión salina sería máxima.

- Caudal alto y marea viva.
- Caudal bajo y marea muerta.

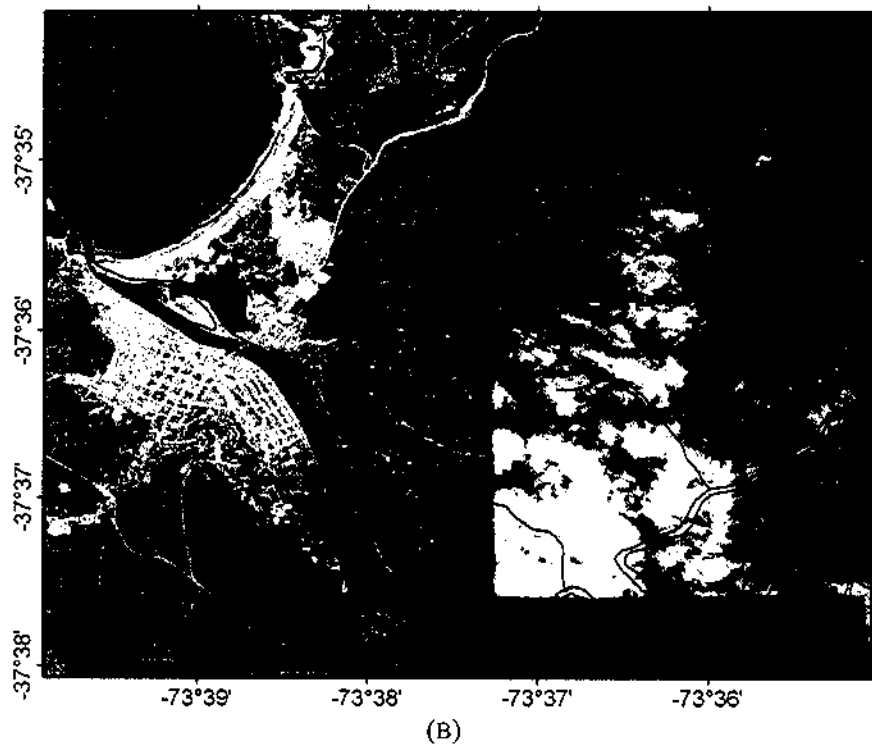
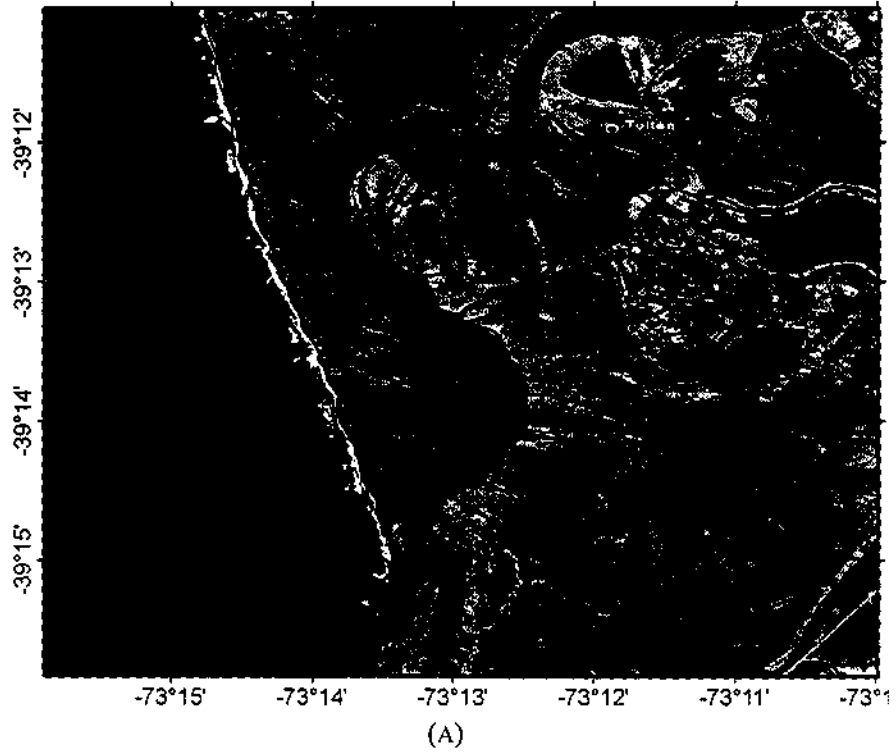
En total se realizaron seis campañas de terreno, cuyas fechas y lugares se detallan en la Tabla 5.2. Las fechas de medición se determinaron en base al calendario lunar, considerando que condiciones de marea de sicigia ocurren para luna llena/nueva y condiciones de marea de cuadratura para luna creciente/menguante. Además se consideró medir para caudales con probabilidad de excedencia del 95% para el escenario de bajo caudal y del 10% para los escenarios de alto caudal.

TABLA 5.2: FECHAS DE CAMPAÑAS DE TERRENO REALIZADAS.

Estuario	Alto Caudal Marea Muerta	Bajo Caudal Marea Viva	Alto Caudal Marea Viva	Bajo Caudal Marea Muerta
Río Toltén	14 de Junio	9 de Marzo	19 de Junio	21 de Enero
Río Lebu	12 de Junio	11 de Marzo	22 de Junio	19 de Enero
Estero Tongoy	----	7 de Abril	7 de Julio	----

Cabe mencionar que dadas las características del estero Tongoy, se decidió realizar mediciones solo para mareas vivas, debido principalmente a la dificultad del mar para ingresar al estuario, dadas las cotas de fondo de su lecho.

En la Figura 5.7 se muestran imágenes satelitales de las desembocaduras de los ríos estudiados.



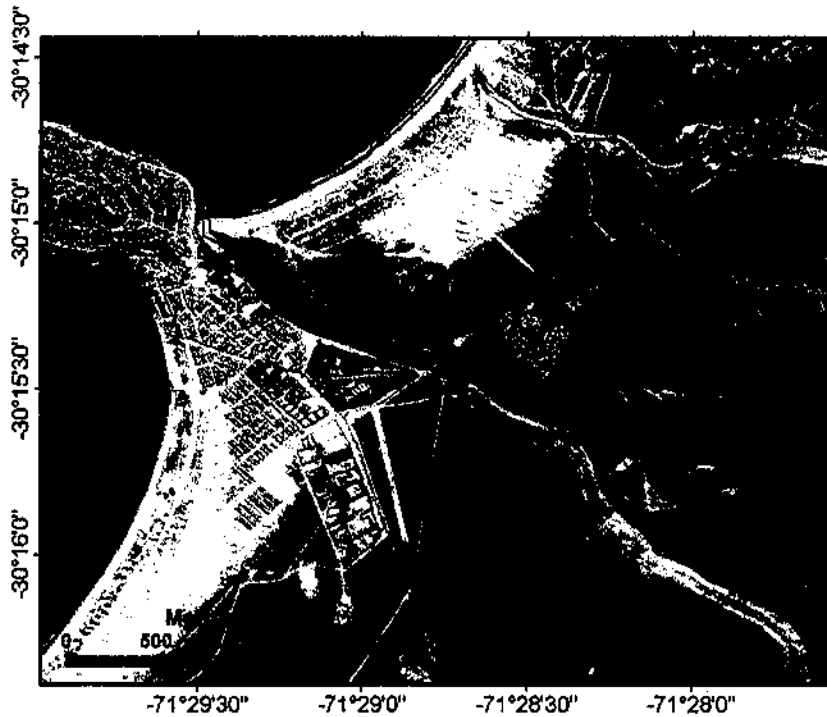


FIGURA 5.7: LUGARES DE ESTUDIO. (A) RÍO TOLTÉN, (B) RÍO LEBU Y (C) ESTERO TONGOY.

## 5.5. RESULTADOS DE CAMPAÑAS DE TERRENO

A continuación se muestran las mediciones obtenidas en terreno y los resultados de cálculos simples a partir de dicha información, como son los promedios temporales y espaciales de las variables medidas. Las mediciones de salinidad, profundidad y nivel del mar se adjuntan en el Anexo VI.

### 5.5.1. RÍO TOLTÉN

#### CAUDAL DEL RÍO

Los aforos del caudal del río Toltén fueron realizados por la oficina regional de la DGA de la ciudad de Temuco en el puente Peule ubicado a 17 km de la boca del estuario, en las coordenadas UTM: 658829E, 5665027S (Huso 18S). Los resultados se muestran en la Tabla 5.3. La Figura 5.8 muestra el lugar en que se realizaron los aforos del caudal y las mediciones del nivel del mar y de la salinidad en la boca del estuario.



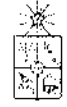


Tabla 5.3: Caudal del río Toltén para los días de medición.

Fecha	Caudal del Río (m <sup>3</sup> /s)
21 de Enero	187
9 de Marzo	186
14 de Junio	608
19 de Junio	1110

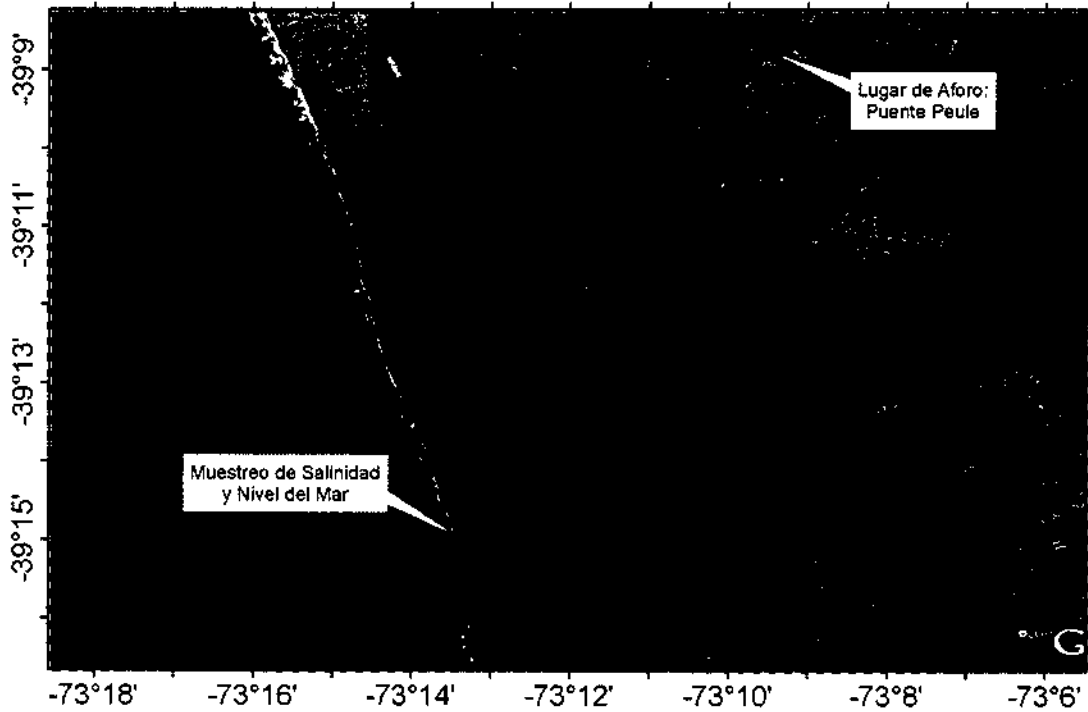


Figura 5.8: Ubicación del lugar de aforo y de medición de la salinidad y del nivel del mar en la boca. Río Toltén.

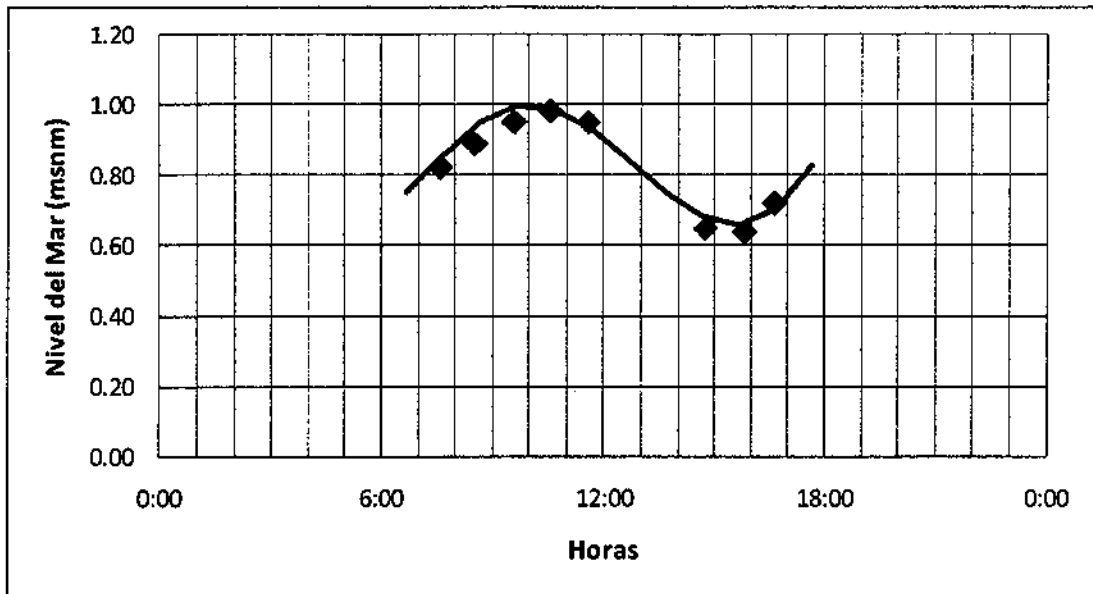
Las diferencias en los caudales existentes entre las campañas de verano y de invierno fueron adecuadas para el análisis de la hidrodinámica del sistema, pudiéndose observar grandes cambios en la estratificación del sistema entre campañas, acorde al comportamiento supuesto en la Tabla 5.1 para este estuario.

La similitud entre los caudales existentes en la primera y segunda campaña de terreno permitió atribuir las diferencias observadas en la intrusión salina exclusivamente al efecto de la marea, dado que en la primera campaña se midió con mareas muertas y en la segunda con mareas vivas.

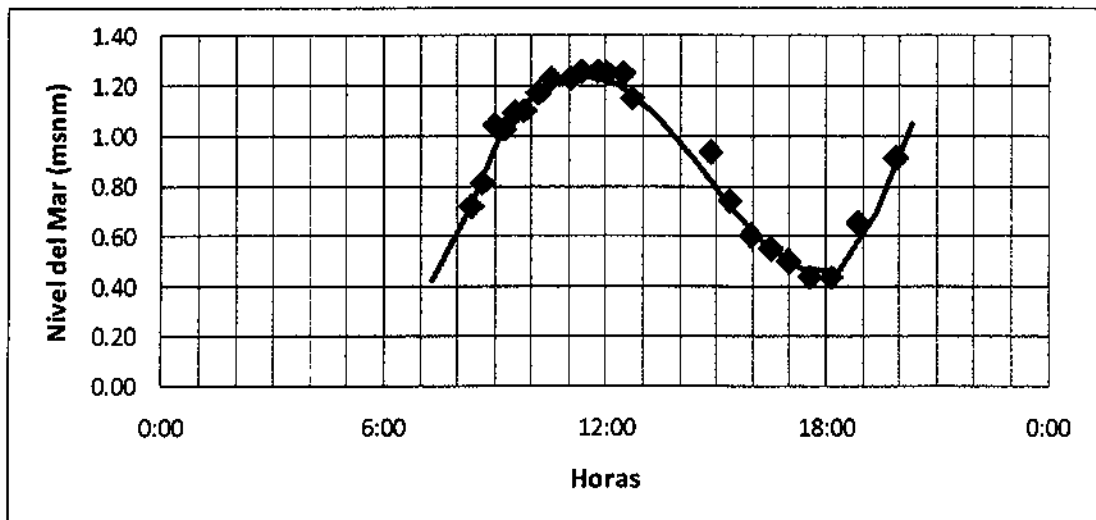


### ESTADO DE MAREAS

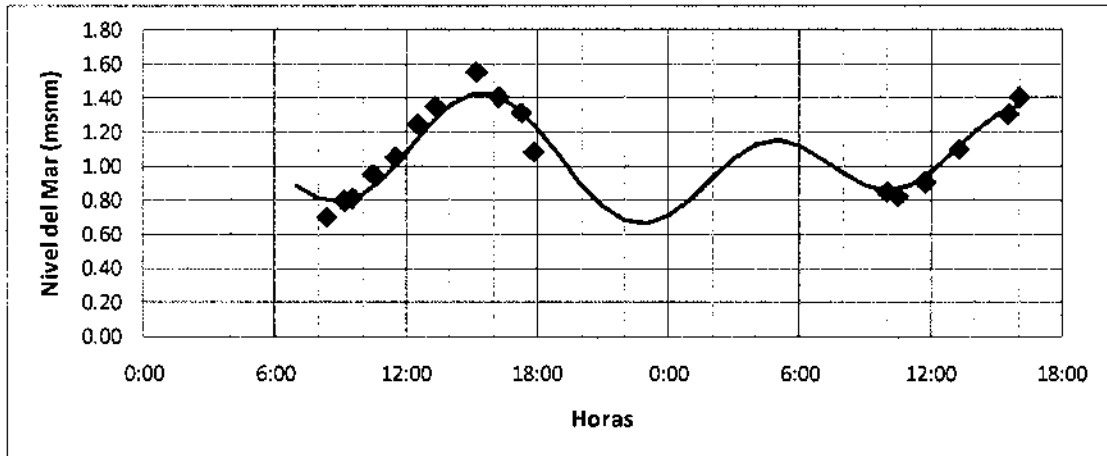
Las Figura 5.9A a la Figura 5.9D muestran la variación del nivel del mar medida en la boca del estuario, coordenadas UTM: 653209E, 5653362S (Huso 18S), comparadas con la información entregada por el SHOA obtenida en Bahía Corral para las cuatro campañas. Dicha información fue corregida, desfasándose en el tiempo, de modo que coincidiera con la serie de datos medida en terreno. Las cotas están referidas al nivel de reducción de sonda (NRS).



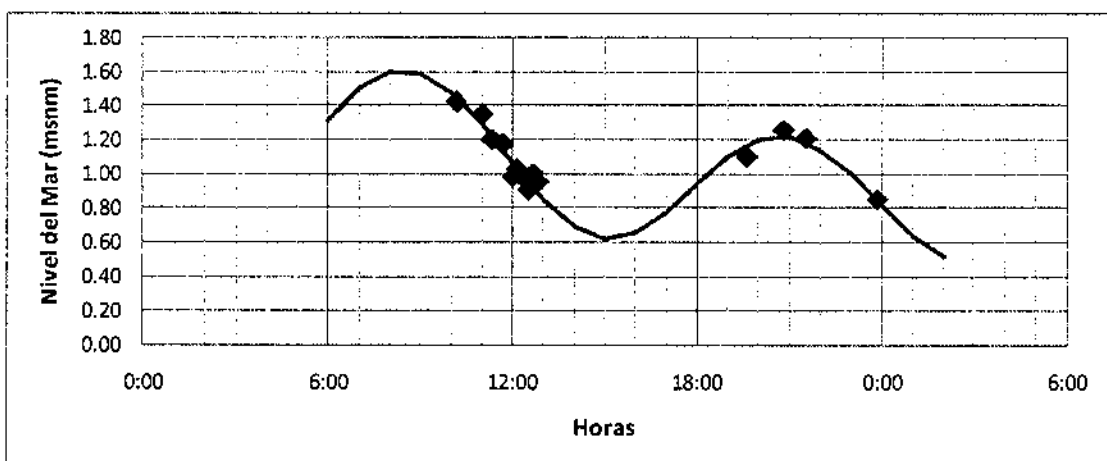
(A)



(B)



(C)



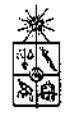
(D)

FIGURA 5.9: NIVEL DEL MAR MEDIDA EN TERRENO (MARCAS AZULES) Y OBTENIDO DEL SHOA (LÍNEA ROJA) PARA TOLTÉN. (A) 21 DE ENERO, (B) 9 DE MARZO, (C) 14 DE JUNIO Y (D) 19 DE JUNIO.

La Tabla 5.4 muestra la amplitud y el periodo de la marea para los días de medición.

TABLA 5.4: AMPLITUD Y PERIODO DE LA MAREA SEGÚN CAMPAÑA.

Fecha	Amplitud (m)	Periodo (hrs)
21 de Enero	0.30	11.7
9 de Marzo	0.70	11.9
14 de Junio	0.27	12.9
19 de Junio	0.41	12.9



En la Tabla 5.5 se muestra la magnitud del tiempo en que se encontró desfasada la onda de marea entre Bahía Corral y la desembocadura del río Toltén para las fechas de medición, obtenida mediante el ajuste de la serie de datos del SHOA a partir de la medida en terreno.

TABLA 5.5: TIEMPO DE DESFASE DE LA ONDA DE MAREA.

Fecha	Tiempo de Desfase de la Onda (min)
21 de Enero	40
9 de Marzo	20
14 de Junio	0
19 de Junio	0

### MORFOLOGÍA

En la Figura 5.10 y Figura 5.11 se muestra el perfil longitudinal de la batimetría (profundidad máxima de la transversal) y del ancho superficial del río Toltén, luego de haber procesado y corregido la información de las cuatro campañas realizadas.

Se observan dos singularidades en la batimetría del estuario. La primera corresponde a la existencia de una isla en la mitad del cauce, alrededor de 2 km aguas arriba de la boca. La segunda es la existencia de una fosa de 9 m de profundidad máxima, ubicada en el borde sur del cauce del río a 1.3 km de la boca. A partir de las mediciones de salinidad se observó gran influencia de ambos accidentes batimétricos en los procesos de mezcla del estuario. Por un lado, en la fosa se tiende a acumular cierto volumen de agua marina, el cual es liberado solo para caudales afluentes altos, como se pudo apreciar en las campañas de junio. Por otro lado, la isla se comporta como una barrera para el ingreso del agua marina, frenando el avance de la intrusión salina, como se pudo observar en las campañas de enero y marzo.

La existencia de una barrera en la boca del estuario hace disminuir el ancho del río y por lo tanto aumentar la velocidad de escurrimiento del agua dulce, lo cual dificulta el ingreso de agua marina hacia el estuario.

Notamos además que la cota de fondo presenta cierta correlación con el ancho del cauce.

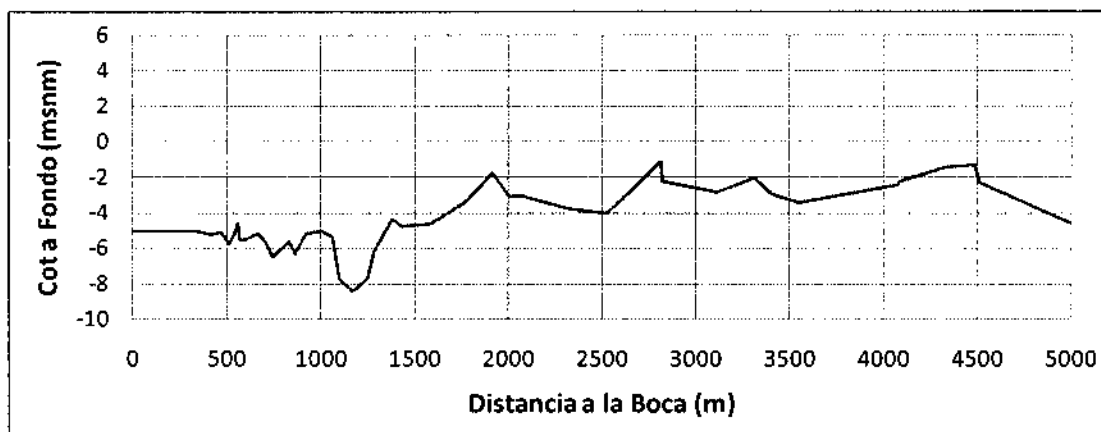


FIGURA 5.10: BATIMETRÍA DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.

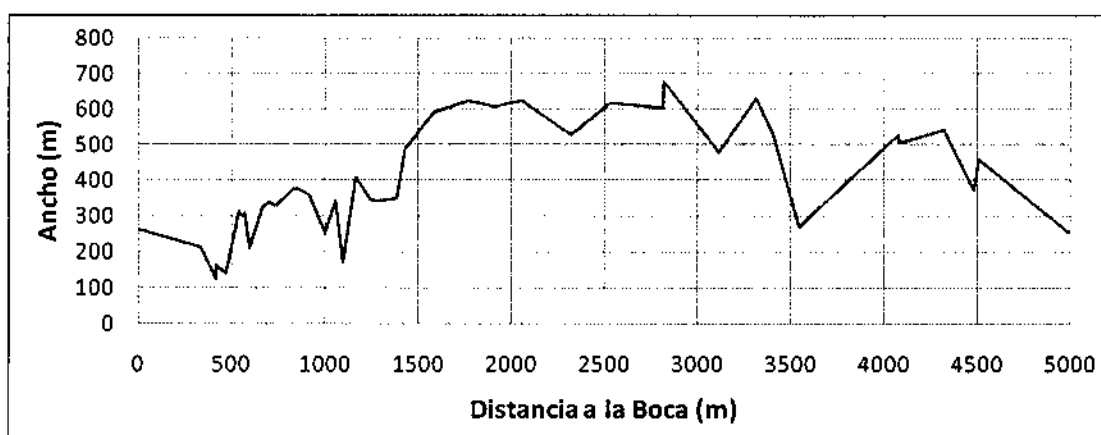


FIGURA 5.11: ANCHO SUPERFICIAL DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.

En la Tabla 5.6 se muestran los valores medios de la cota de fondo, ancho y pendiente estimados desde la boca hasta 5 km aguas arriba de ella.

TABLA 5.6: PROFUNDIDAD Y ANCHO MEDIOS DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.

Cota de Fondo Media (msnm)	Ancho Medio (m)	Pendiente (°)
-4.4	403	0.0009

#### *SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO*

En la Tabla 5.7 se muestra la salinidad en la boca asociada al periodo de llenante y la vaciante. La información corresponde al promedio temporal en el periodo de medición y se obtuvo a



partir de mediciones en la orilla del cauce, que se supusieron representativas de la salinidad en la sección.

TABLA 5.7: SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO DURANTE LA LLENANTE Y VACIANTE.

Fecha	Salinidad Llenante (g/l)	Salinidad Vaciante (g/l)
21 de Enero	14	6
9 de Marzo	12	4
14 de Junio	3	2
19 de Junio	0	0

En base a los valores de la tabla anterior y utilizando la Ecuación (3.11) es posible encontrar la fracción de agua marina renovada que entra al estuario en el periodo de llenante para cada campaña de medición, mostradas en la Tabla 5.8.

TABLA 5.8: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO.

Fecha	Coefficiente de Intercambio (%)
21 de Enero	26
9 de Marzo	27
14 de Junio	3
19 de Junio	0

*SALINIDAD AL INTERIOR DEL ESTUARIO*

La Figura 5.12 muestra la variación de la salinidad media de la sección en la longitudinal para los terrenos en que se detectó intrusión salina, es decir para los de enero y marzo.

Se puede observar que las salinidades medidas en enero son menores a las de marzo, siendo siempre inferiores a la salinidad del mar, que se puede considerar cercana a 35 g/l. El caudal de agua dulce afluente al estuario fue similar para ambas campañas, por lo que las diferencias observadas se deben principalmente al cambio en el estado de mareas. En este sentido la intrusión salina fue mucho mayor en la campaña de marzo, para la que se tuvo mareas de sicigia, a diferencia de la campaña de enero en que se midió con mareas de cuadratura. Para ambas campañas, la salinidad tiende a aumentar hacia la boca del estuario.

Además de estar condicionada por la marea y por el caudal de agua dulce, la intrusión salina depende en gran medida de la morfología del cauce, siendo limitada por cotas de fondo altas.



En este sentido, la isla ubicada a 2 km de la boca del estuario corresponde a la primera barrera que debe superar el agua marina. Vemos que para la campaña de enero, se midió siempre salinidad nula aguas arriba de la isla. Para la campaña de marzo la intrusión logra superar los 2 km, pero experimentando una fuerte disminución de su salinidad aguas arriba de la isla. En la Figura 5.10 se puede apreciar que a partir del kilómetro 2 la cota del lecho tiende a aumentar paulatinamente hacia aguas arriba, lo cual dificulta el ingreso de agua marina.

Para las campañas de junio, el caudal de agua dulce fue de tal magnitud que independiente del estado de mareas no se tuvo intrusión salina.

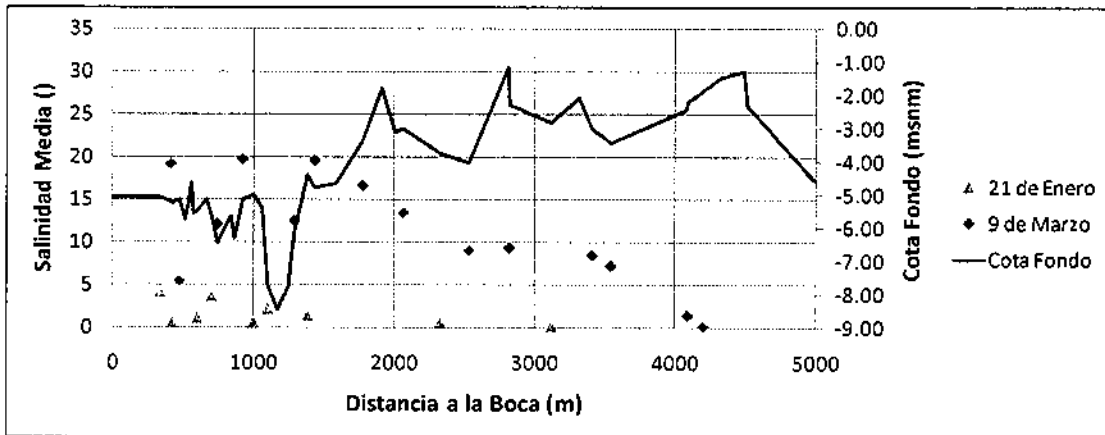


FIGURA 5.12: PERFIL LONGITUDINAL DE SALINIDAD DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.

En la Tabla 5.9 se muestra la salinidad media del estuario para el día de la medición. La información fue promediada temporalmente en el periodo de medición y espacialmente desde la boca hasta la sección en que se midió salinidad de río ( $<0.2$  g/l), es decir una distancia igual a la longitud de la intrusión mostrada en la Tabla 5.10 para cada campaña.

TABLA 5.9: SALINIDAD MEDIA DEL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.

Fecha	Salinidad Media (g/l)
21 de Enero	1.0
9 de Marzo	11.0
14 de Junio	0.0
19 de Junio	0.0

En la Tabla 5.10 se muestra la extensión de la intrusión salina, medida desde la boca hacia aguas arriba, considerando como límite el punto dónde se midió salinidad de río.

TABLA 5.10: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA MEDIDA DESDE LA BOCA.

Fecha	Extensión Intrusión (km)
21 de Enero	3.1
9 de Marzo	4.2
14 de Junio	0.0
19 de Junio	0.0

En la Figura 5.13 se muestra la variación del grado de estratificación de la columna de agua en la longitudinal para los terrenos en que se observó intrusión salina, es decir para la campaña del 21 de enero y del 9 de marzo. El grado de estratificación se define como la diferencia entre la salinidad de la superficie y la del fondo, sobre la salinidad media de la columna. Cabe añadir que un bajo grado de estratificación no implica baja salinidad, sino alta mezcla en la vertical.

De la figura se concluye que el estuario se encontró estratificado desde su boca hasta el límite de la intrusión para ambas campañas. El nivel de estratificación de la campaña de marzo fue levemente menor que el de enero, producto que en marzo se tuvo mareas de mayor amplitud, para caudales de agua dulce similares, lo cual implica mayor capacidad de mezcla en el estuario.

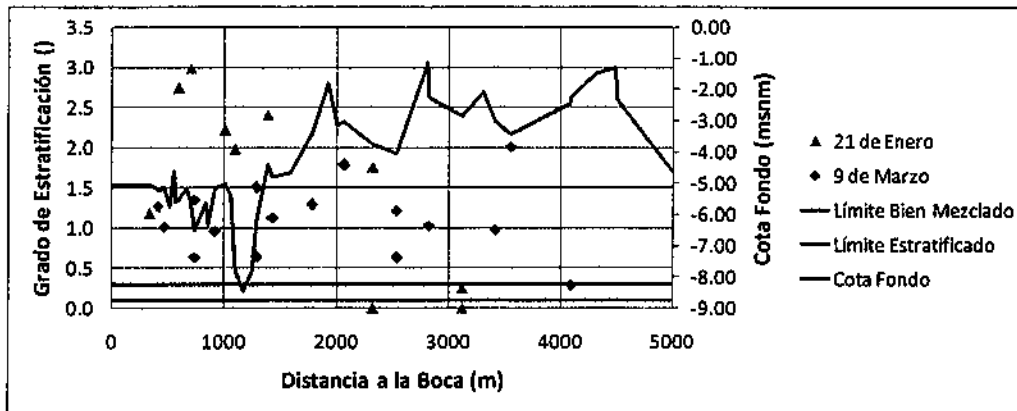


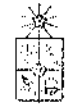
FIGURA 5.13: VARIACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN EN LA LONGITUDINAL.

### 5.5.2. RÍO LEBU

#### CAUDAL DEL RÍO

Los aforos del caudal del río Lebu fueron realizados por la oficina regional de la DGA de la ciudad de Concepción en el puente Curico ubicado a 30 km de la boca del estuario, en las





coordenadas UTM: 628871E, 5835692S (Huso 18S). Los resultados se muestran en la Tabla 5.11. La Figura 5.14 muestra el lugar en que se realizaron los aforos del caudal y las mediciones del nivel del mar y de la salinidad en la boca del estuario.

TABLA 5.11: CAUDAL DEL RÍO LEBU PARA LOS DÍAS DE MEDICIÓN.

Fecha	Caudal del Río (m <sup>3</sup> /s)
19 de Enero	5.6
11 de Marzo	4.0
12 de Junio	4.3
22 de Junio	35.4

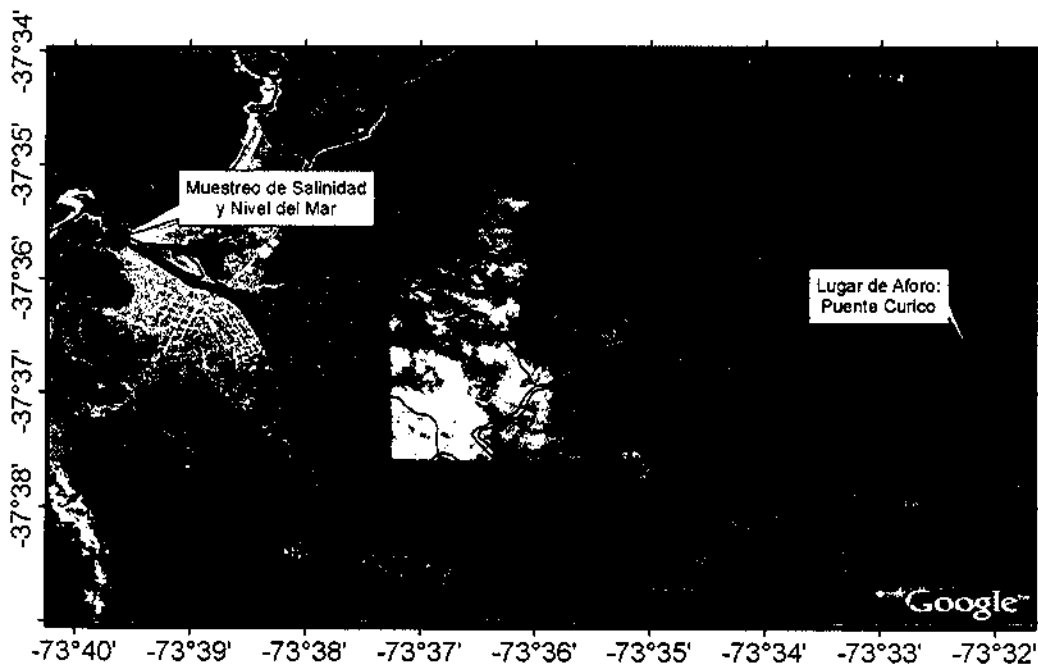
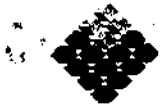


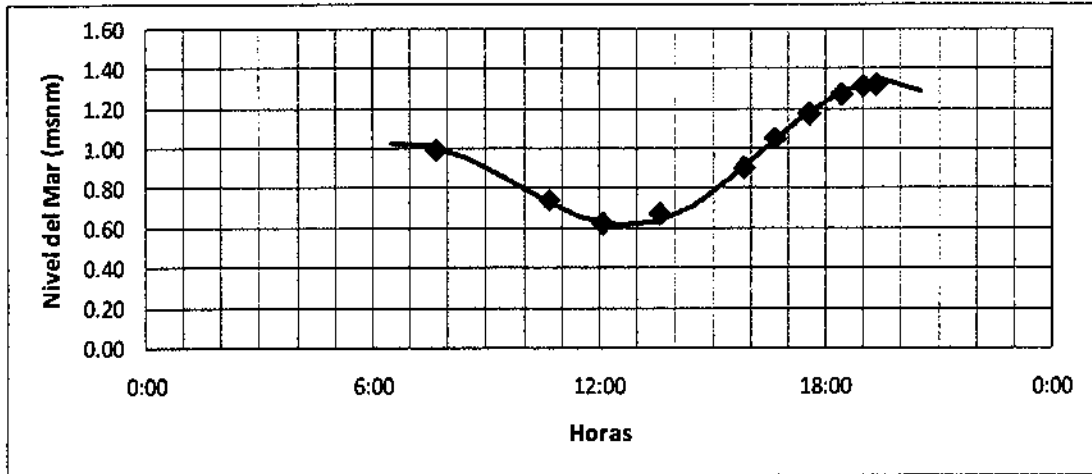
FIGURA 5.14: UBICACIÓN DEL LUGAR DE AFORO Y DE MEDICIÓN DE LA SALINIDAD Y DEL NIVEL DEL MAR EN LA BOCA. RÍO LEBU.

La similitud entre los caudales medidos en las tres primeras campañas fue de algún modo perjudicial para el estudio, debido a que no se pudo observar grandes cambios en la estratificación del estuario, salvo para la última campaña, teniéndose en ésta intrusión en forma de cuña salina. Sin embargo, el haber medido para caudales similares fue de utilidad para observar la influencia de la marea en el sistema.

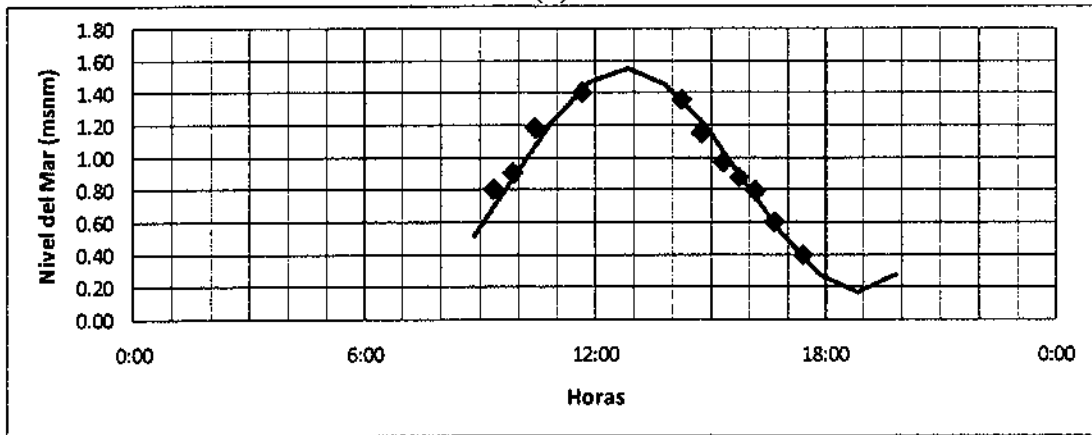


### ESTADO DE MAREAS

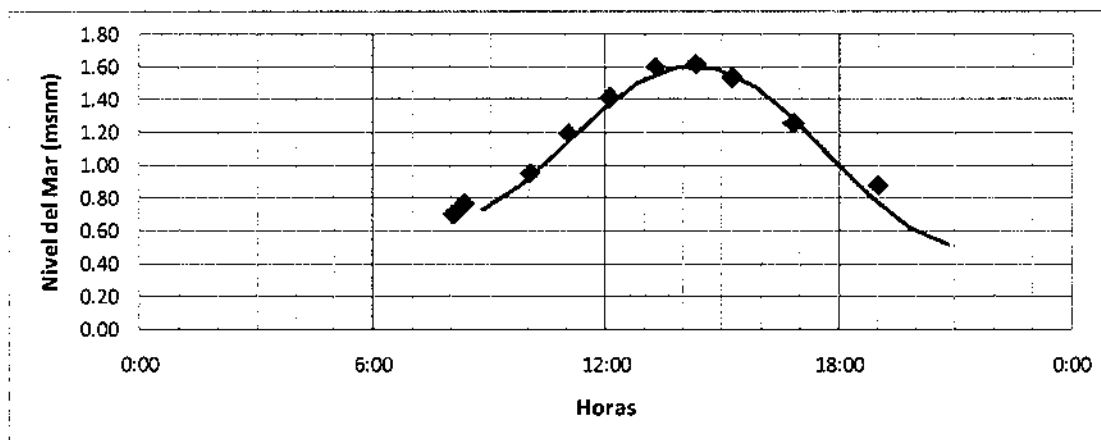
La Figura 5.15A a la Figura 5.15D muestran la variación del nivel del mar medida en la boca del estuario, coordenadas UTM: 618049E, 5837964S (Huso 18S), comparadas con la información entregada por el SHOA obtenida en Talcahuano, para las cuatro campañas. Dicha información fue corregida, desfasándose en el tiempo, de modo que coincidiera con la serie de datos medida en terreno. Las cotas están referidas al nivel de reducción de sonda (NRS).



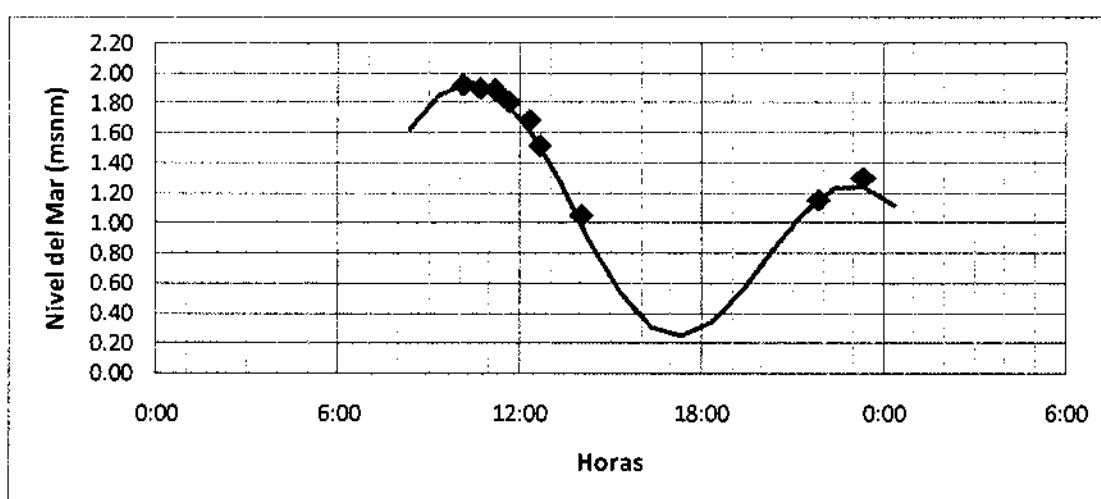
(A)



(B)



(C)



(D)

FIGURA 5.15: NIVEL DEL MAR MEDIDO EN TERRENO (MARCAS AZULES) Y OBTENIDO DEL SHOA (LÍNEA ROJA) PARA LEBU. (A) 19 DE ENERO, (B) 11 DE MARZO, (C) 12 DE JUNIO Y (D) 22 DE JUNIO.

La Tabla 5.12 muestra la amplitud y el periodo de la marea para los días de medición.

TABLA 5.12: AMPLITUD Y PERIODO DE LA MAREA SEGÚN CAMPAÑA.

Fecha	Amplitud (m)	Periodo (hrs)
19 de Enero	0.27	12.2
11 de Marzo	0.62	12.2
12 de Junio	0.40	12.7
22 de Junio	0.64	13.1



En la Tabla 5.13 se muestra la magnitud del tiempo en que se encontró desfasada la onda de marea, entre Talcahuano y la desembocadura del río Lebu para las fechas de medición, obtenida mediante el ajuste de la serie datos del SHOA a partir de la medida en terreno.

TABLA 5.13: TIEMPO DE DESFASE DE LA ONDA DE MAREA.

Fecha	Tiempo de Desfase de la Onda (min)
19 de Enero	30
11 de Marzo	50
12 de Junio	50
22 de Junio	20

### MORFOLOGÍA

En la Figura 5.16 y Figura 5.17 se muestra el perfil longitudinal de la batimetría y del ancho superficial del río Lebu, luego de haber procesado y corregido la información de las cuatro campañas realizadas.

El río Lebu se encuentra canalizado desde su boca hasta tres kilómetros aguas arriba. Entre los kilómetros 2 y 4 se observa la existencia de un depósito de sedimentos, el cual existe debido a las bajas velocidades de dicho tramo. Aguas abajo de dicho tramo se tienen mayores velocidades debido al intercambio de aguas con el mar y a un menor ancho del estuario. La cota de fondo de dicho depósito es cercana al nivel medio del mar, por lo que para mareas bajas y caudales de estiaje amplios sectores del cauce se secan.

Como se puede apreciar en la Figura 5.17, a una distancia de 4 km de la desembocadura se produce un fuerte cambio en el ancho del río, tendiendo a aumentar desde dicho punto hasta que comienza la canalización.

Al igual que para el río Toltén, se observa cierta correlación entre la cota de fondo y el ancho superficial del cauce.

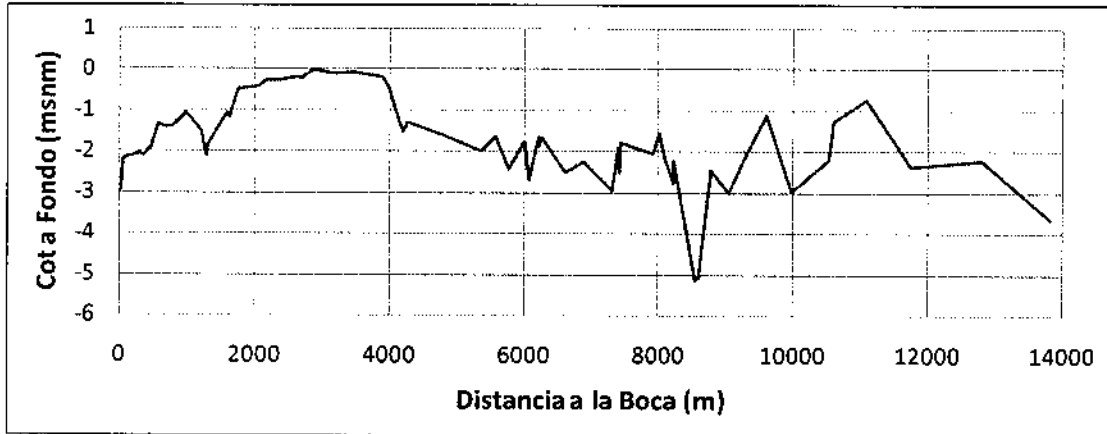


FIGURA 5.16: BATIMETRÍA DEL ESTUARIO DEL RÍO LEBU.

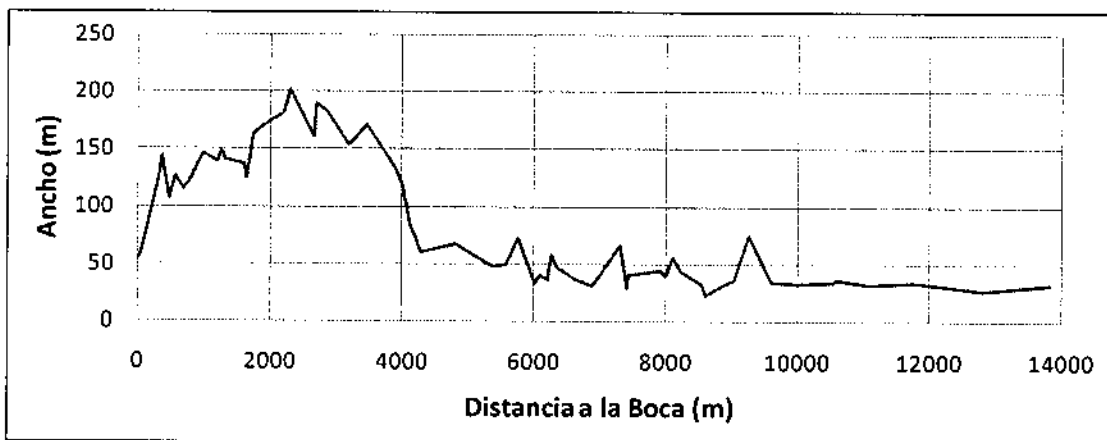


FIGURA 5.17: ANCHO SUPERFICIAL DEL ESTUARIO DEL RÍO LEBU.

En la Tabla 5.14 se muestran los valores medios de la cota de fondo, ancho y pendiente estimados desde la boca hasta 13.8 km aguas arriba de ella.

TABLA 5.14: PROFUNDIDAD Y ANCHO MEDIOS DEL ESTUARIO DEL RÍO LEBU.

Cota de Fondo Media (msnm)	Ancho Medio (m)	Pendiente (°)
-1.8	85	-0.0001

#### *SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO*

En la Tabla 5.15 se muestra la salinidad en la boca asociada al periodo de llenante y de vaciante. La información corresponde al promedio temporal en el periodo de medición y se



obtuvo a partir de mediciones en la orilla del cauce, que se supusieron representativas de la salinidad en la sección.

TABLA 5.15: SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO DURANTE LA LLENANTE Y VACIANTE.

Fecha	Salinidad Llenante (g/l)	Salinidad Vaciante (g/l)
19 de Enero	31	21
11 de Marzo	32	32
12 de Junio	34	27
22 de Junio	6	4

En base a los valores de la tabla anterior y utilizando la Ecuación (3.11) es posible encontrar la fracción de agua marina renovada que entra al estuario en el periodo de llenante para cada campaña de medición.

TABLA 5.16: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO.

Fecha	Coefficiente de Intercambio (%)
19 de Enero	78
11 de Marzo	17
12 de Junio	100
22 de Junio	8

#### *SALINIDAD AL INTERIOR DEL ESTUARIO*

La Figura 5.18 muestra la variación de la salinidad en la longitudinal para todos los terrenos.

Para todas las campañas se detectó intrusión salina, lo cual se debió a la baja capacidad del flujo de agua dulce para impedir el ingreso de agua marina.

Los caudales de agua dulce asociados a las tres primeras campañas fueron muy parecidos, por lo que las diferencias observadas en la estratificación se debieron principalmente al cambio en el estado de mareas. En este sentido, los resultados obtenidos para las campañas del 11 de marzo y del 12 de junio fueron muy parecidos, debido a que se tuvo mareas de sicigia para ambas fechas y caudales afluentes similares. En cambio en la campaña de enero se midió en condiciones de mareas de cuadratura, por lo que se tuvo salinidades menores a las medidas el 11 de marzo y 12 de junio. Sin embargo, la longitud de la intrusión salina fue semejante para



las tres campañas, lo cual se puede deber a la incapacidad del caudal de estiaje del río para remover volúmenes de agua marina alejados de la boca.

Para la campaña del 22 de junio se tuvo una intrusión salina mucho menor tanto en extensión como en magnitud de las salinidades medidas, fenómeno asociado al aumento del caudal del río.

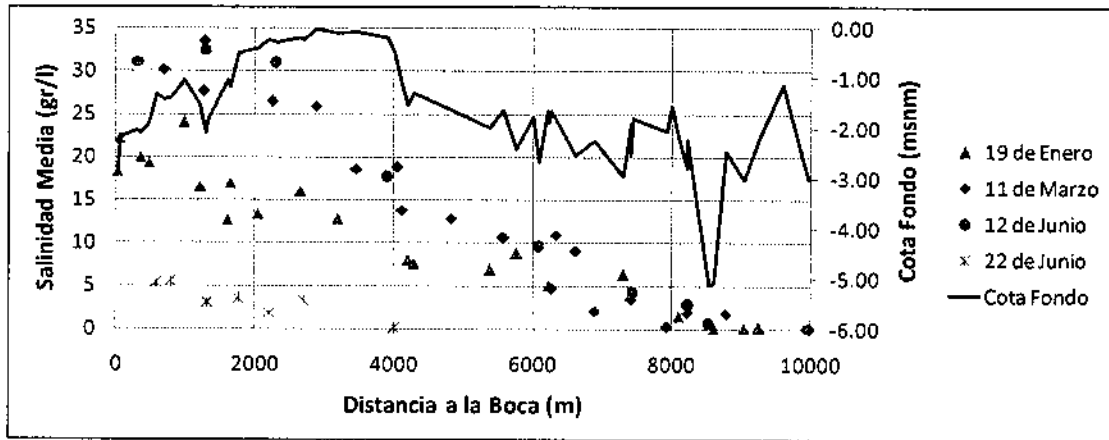


FIGURA 5.18: PERFIL LONGITUDINAL DE SALINIDAD.

En la Tabla 5.17 se muestra la salinidad media del estuario para el día de muestreo. La información fue promediada temporalmente en el periodo de medición y espacialmente desde la boca hasta la sección en que se midió salinidad de río ( $<0.2$  g/l), es decir una distancia igual a la longitud de la intrusión mostrada en la Tabla 5.18 para cada campaña.

TABLA 5.17: SALINIDAD MEDIA DEL ESTUARIO.

Fecha	Salinidad Media (g/l)
19 de Enero	9.6
11 de Marzo	14.8
12 de Junio	18.0
22 de Junio	2.7

En la Tabla 5.18 se muestra la extensión de la intrusión salina, medida desde la boca hacia aguas arriba, considerando como límite el punto dónde se midió salinidad de río.



TABLA 5.18: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA MEDIDA DESDE LA BOCA.

Fecha	Extensión Intrusión (km)
19 de Enero	9.3
11 de Marzo	9.4
12 de Junio	9.2
22 de Junio	3.5

En la Figura 5.19 se muestra la variación del grado de estratificación de la columna de agua en la longitudinal para cada campaña de medición. El grado de estratificación se define como la diferencia entre la salinidad de la superficie y la del fondo, sobre la salinidad media de la columna. Cabe añadir que un bajo grado de estratificación no implica baja salinidad, sino alta mezcla en la vertical.

Para la campaña del 19 de enero se tuvo alto grado de estratificación en toda la extensión de la intrusión, incrementándose hacia aguas arriba, siendo máximo a una distancia de 8 km de la boca del estuario. La estratificación observada en el tramo comprendido entre los cuatro y ocho kilómetros se debe a que el bajo caudal del río asociado al periodo de estiaje fue incapaz de remover el agua marina estancada en dicho tramo, producto de la contrapendiente presente en el sector observable en la Figura 5.16.

La estratificación observada para la campaña del 11 de marzo fue menor que la observada para enero, debido a que en la segunda campaña se tuvo mareas de sicigia, mientras que en la primera de cuadratura, para caudales de agua dulce similares. Al igual que para la campaña de enero, se tuvo gran estratificación en el tramo comprendido entre los 4 y 8 kilómetros, observable en la Figura 5.19.

Los resultados obtenidos para la campaña del 12 de junio fueron muy parecidos a los obtenidos para la campaña de enero, debido a que las condiciones de medición fueron similares en lo que respecta a caudal y a estado de marea. La amplitud de la marea para el 12 de junio fue levemente mayor a la de enero, lo cual se reflejó en una disminución de la estratificación en la cercanía de la boca, producto de la mayor capacidad de mezcla inducida por el mar.

En la campaña del 22 de junio se observó mucha estratificación en la cercanía de la boca del estuario, la cual disminuye rápidamente hacia aguas arriba. Los resultados obtenidos indican la existencia de una cuña salina, lo cual guarda relación con el caudal de agua dulce aforado, el cual fue bastante mayor al del resto de las campañas.



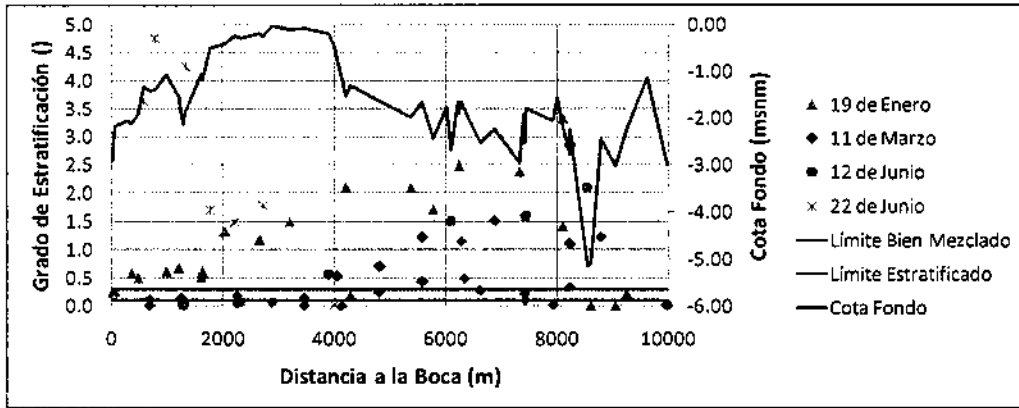
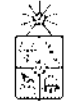


FIGURA 5.19: VARIACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN EN LA LONGITUDINAL.

### 5.5.3. ESTERO TONGOY

#### CAUDAL DEL RÍO

Para las dos campañas realizadas no se observó aporte de escorrentía superficial al estero Tongoy, debido a lo cual no fue necesario realizar aforos.

TABLA 5.19: CAUDAL DEL ESTERO TONGOY PARA LOS DÍAS DE MEDICIÓN.

Fecha	Caudal del Estero (m <sup>3</sup> /s)
7 de Abril	0
7 de Julio	0

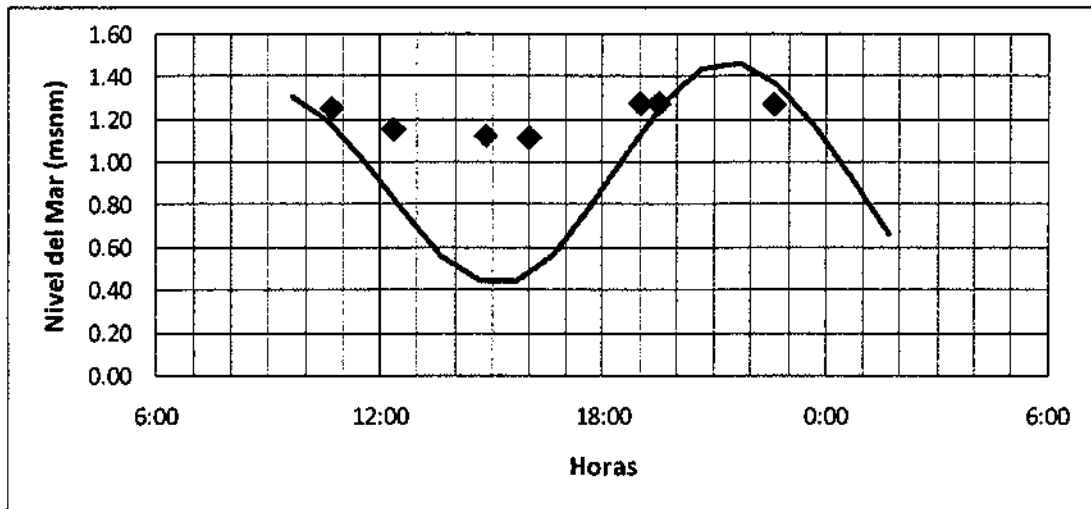
La falta de escorrentía superficial para los días de muestreo fue de algún modo perjudicial para el análisis de la hidrodinámica del sistema, en el sentido de que no se pudo observar claramente el efecto de la mezcla de agua dulce con agua de mar. Sin embargo se considera útil la información obtenida, dado que el comportamiento de este estero es representativo de otros cursos de agua de la zona norte.

#### ESTADO DE MAREAS

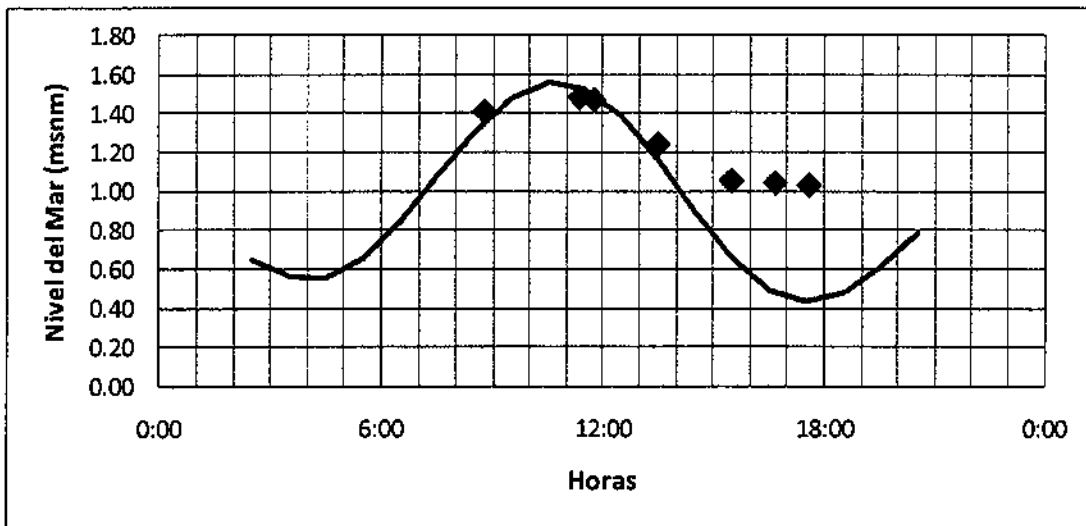
La Figura 5.20A y la Figura 5.20B muestran la variación del nivel del mar medida en la boca del estuario, coordenadas UTM: 260060E, 6650513S (Huso 19S), comparadas con la información entregada por el SHOA obtenida en Coquimbo, para las dos campañas. Dicha información fue corregida, desfasándose en el tiempo, de modo que coincidiera con la serie de datos medida en terreno. Las cotas están referidas al nivel de reducción de sonda (NRS).



Cabe añadir que para las fechas de medición, el mar solo lograba ingresar para niveles altos de marea y con ayuda del oleaje. Esto se vio reflejado en las diferencias observadas entre la serie medida y la obtenida del SHOA.



(A)



(B)

FIGURA 5.20: NIVEL DEL MAR MEDIDO EN TERRENO (MARCAS AZULES) Y OBTENIDO DEL SHOA (LÍNEA ROJA) PARA TONGOY. (A) 7 DE ABRIL Y (B) 7 DE JULIO.



La Tabla 5.20 muestra la amplitud y el periodo del nivel del estuario en su boca para los días de medición.

TABLA 5.20: AMPLITUD Y PERIODO DE LA MAREA SEGÚN CAMPAÑA.

Fecha	Amplitud (m)	Periodo (hrs)
7 de Abril	0.08	12.1
7 de Julio	0.23	12.9

En la Tabla 5.21 se muestra la magnitud del tiempo en que se encontró desfasada la onda de marea, entre Coquimbo y la desembocadura del estero Tongoy para las fechas de medición, obtenida mediante el ajuste de la serie datos del SHOA a partir de la medida en terreno.

TABLA 5.21: TIEMPO DE DESFASE DE LA ONDA DE MAREA.

Fecha	Tiempo de Desfase de la Onda (min)
7 de Abril	40
7 de Julio	30

### MORFOLOGÍA

En la Figura 5.21 y Figura 5.22 se muestra el perfil longitudinal de la batimetría (cota de fondo mínima en la transversal) y del ancho superficial del estero Tongoy, luego de haber procesado y corregido la información de las dos campañas realizadas.

En general no se observa gran variación de la cota de fondo en la longitudinal, salvo en el extremo de aguas arriba del estuario, en dónde se ubica una fosa de gran profundidad.

Desde la boca hasta alrededor de 700 m aguas arriba, se tiene una cota de fondo mayor al nivel medio del mar, lo cual permite el ingreso de aguas desde éste solo para condiciones de alto nivel de marea y oleaje.

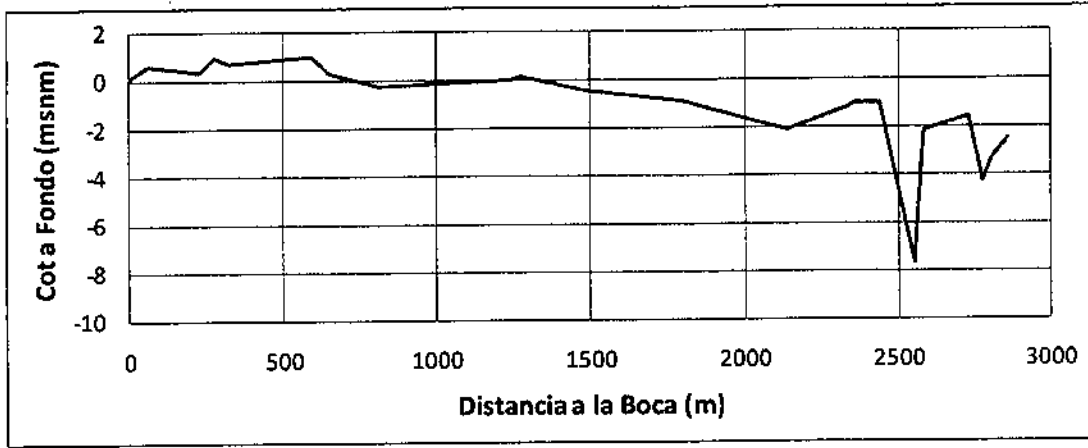


FIGURA 5.21: BATIMETRÍA DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY.

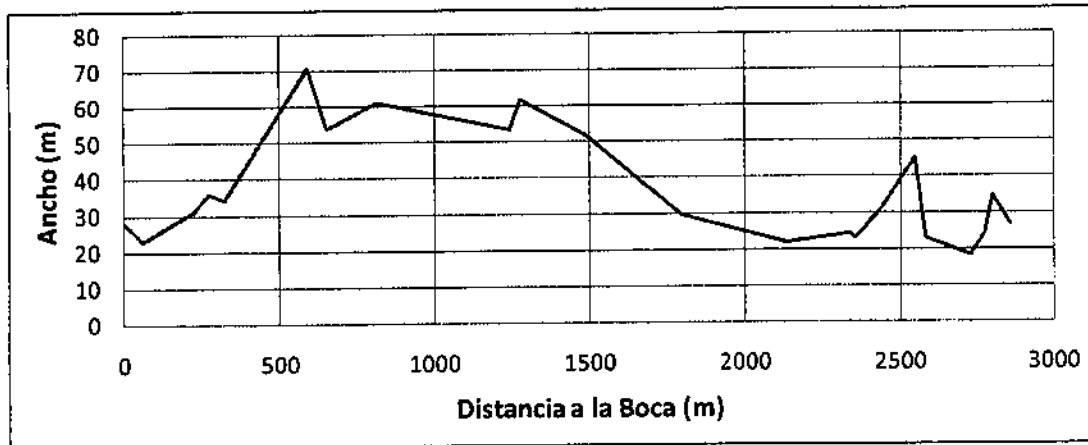


FIGURA 5.22: ANCHO SUPERFICIAL DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY.

En la Tabla 5.22 se muestran los valores medios de la cota de fondo, ancho y pendiente estimados desde la boca hasta 2.9 km aguas arriba de ella.

TABLA 5.22: PROFUNDIDAD Y ANCHO MEDIO DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY.

Cota de Fondo Media (msnm)	Ancho Medio (m)	Pendiente (°)
-1.1	37	-0.0014

#### *SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO*

En la Tabla 5.23 se muestra la salinidad en la boca asociada al periodo de llenante y la vaciante. La información corresponde al promedio temporal en el periodo de medición y se



obtuvo a partir de mediciones en la orilla del cauce, que se supusieron representativas de la salinidad en la sección.

TABLA 5.23: SALINIDAD EN LA BOCA DEL ESTUARIO DURANTE LA LLENANTE Y VACIANTE.

Fecha	Salinidad Llenante (g/l)	Salinidad Vaciante (g/l)
7 de Abril	32	27
7 de Julio	34	28

En base a los valores de la tabla anterior y utilizando la Ecuación (3.11) es posible encontrar la fracción de agua marina renovada que entra al estuario en el periodo de llenante para cada campaña de medición, mostrada en la Tabla 5.24.

TABLA 5.24: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO.

Fecha	Coefficiente de Intercambio, R (%)
7 de Abril	71
7 de Julio	100

#### *SALINIDAD AL INTERIOR DEL ESTUARIO*

La Figura 5.23 muestra la variación de la salinidad en la longitudinal para todos los terrenos.

Para ambos terrenos se midió salinidad cercana a la del mar a lo largo de todo el estero, el cual tenía una extensión total de 3 km en las fechas de medición. En general no se observaron gradientes longitudinales de salinidad, ni estratificación en la vertical. En base a las mediciones se concluye que gran parte del volumen de agua del estero es de procedencia marina.

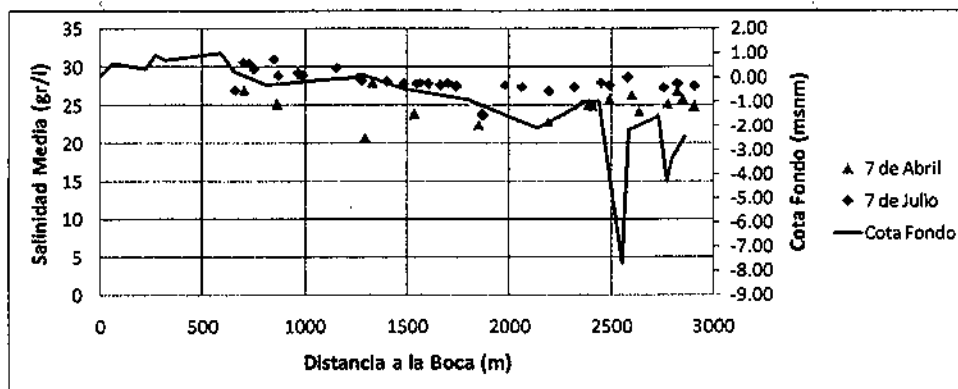


FIGURA 5.23. PERFIL LONGITUDINAL DE SALINIDAD DEL ESTUARIO DEL ESTERO TONGOY.

En la Tabla 5.25 se muestra la salinidad media del estuario para el día de la medición. La información fue promediada temporalmente en el periodo de medición y espacialmente desde la boca hasta el final del estero, distancia que se muestra en la Tabla 5.26.

TABLA 5.25: SALINIDAD MEDIA DEL ESTUARIO.

Fecha	Salinidad Media (g/l)
7 de Abril	24.2
7 de Julio	28.0

En la Tabla 5.26 se muestra la extensión de la intrusión salina, medida desde la boca hacia aguas arriba. Para las fechas de medición, la intrusión salina abarcó todo el estero.

TABLA 5.26: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA DESDE LA BOCA.

Fecha	Extensión Intrusión (km)
7 de Abril	2.9
7 de Julio	2.9

En la Figura 5.24 se muestra la variación del grado de estratificación de la columna de agua, en la longitudinal. El grado de estratificación se define como la razón entre la diferencia de salinidad de la superficie y fondo, sobre la salinidad media de la columna.

Para ambas campañas de medición se tuvo en general bajo nivel de estratificación. Cabe recordar que el estero Tongoy no presentó afluentes superficiales de agua dulce para las fechas de medición, por lo que se concluyó que la mayor parte del agua procedía del mar. En este sentido, el bajo nivel de estratificación no se explica por una alta capacidad de mezcla en el estuario, sino porque gran parte del volumen de agua tuvo un origen común.

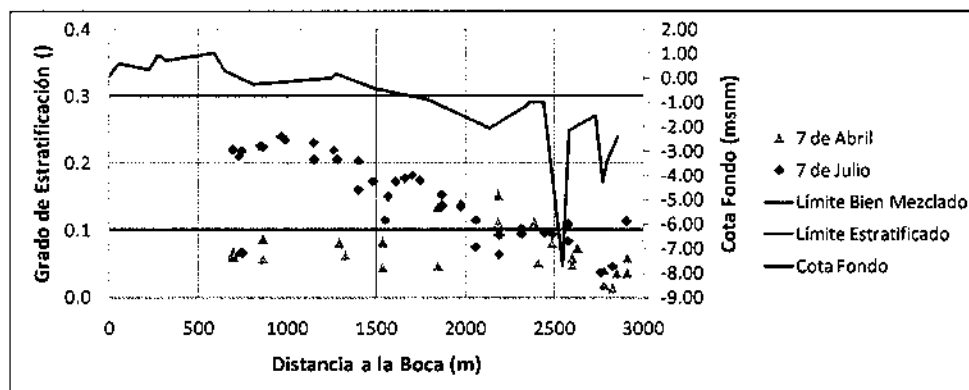


FIGURA 5.24: VARIACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN EN LA LONGITUDINAL.

## 5.6. RESUMEN DE RESULTADOS

TABLA 5.27: RESUMEN DE DATOS DE TERRENO PARA RÍO TOLTÉN.

Fecha	Caudal del Río (m <sup>3</sup> /s)	Amplitud Marea (m)	Coefficiente de Intercambio (%)	Salinidad Media (g/l)	Extensión Intrusión (km)
21 de Enero	187	0.3	26	1	3.1
9 de Marzo	186	0.7	27	11	4.2
14 de Junio	608	0.27	--	--	--
19 de Junio	1110	0.41	--	--	--

TABLA 5.28: RESUMEN DE DATOS DE TERRENO PARA RÍO LEBU.

Fecha	Caudal del Río (m <sup>3</sup> /s)	Amplitud Marea (m)	Coefficiente de Intercambio (%)	Salinidad Media (g/l)	Extensión Intrusión (km)
19 de Enero	5.6	0.27	78	10	9.3
11 de Marzo	4.0	0.62	17	15	9.4
12 de Junio	4.3	0.4	100	18	9.2
22 de Junio	35.4	0.64	8	3	3.5

TABLA 5.29: RESUMEN DE DATOS DE TERRENO PARA ESTERO TONGOY.

Fecha	Caudal del Río (m <sup>3</sup> /s)	Amplitud Marea (m)	Coefficiente de Intercambio (%)	Salinidad Media (g/l)	Extensión Intrusión (km)
7 de Abril	0	0.08	71	24	2.9
7 de Julio	0	0.23	100	28	2.9



## CAPÍTULO 6: APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

### 6.1. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

El presente capítulo incluye la aplicación de la metodología desarrollada a los estuarios estudiados en las campañas de terreno realizadas durante el año 2009. En este sentido se obtienen la extensión del estuario, los límites de la *Zona Sin Intrusión*, *Zona de Mezcla Parcial* y *Zona de Cuña Salina* y el caudal de dilución asociado a las primeras dos zonas, recordando que se propone considerar caudal de dilución nulo para la *Zona de Cuña Salina*. Para efectos de este estudio, se obtendrá la distribución del caudal de dilución a lo largo del estuario, es decir se supondrá la existencia de varios interesados en descargar.

### 6.2. RÍO TOLTÉN

#### 6.2.1. LÍMITE DEL ESTUARIO CON EL RÍO

Considerando la definición de estuario en términos de la máxima intrusión de la onda de marea, se llega a una extensión de 13.4 km considerando un nivel de marea de 1.8 m (pleamar de sicigia de la serie del 9 de marzo). La Figura 6.1 muestra como se obtuvo la extensión a partir de la batimetría y el máximo nivel de marea de sicigia.

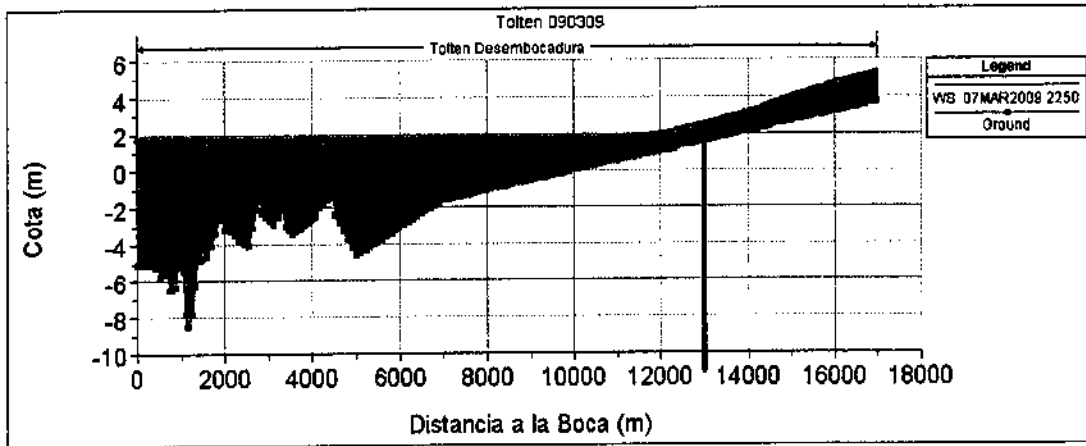
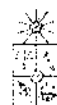


FIGURA 6.1. OBTENCIÓN DE MÁXIMA INTRUSIÓN DE ONDA DE MAREA.

#### 6.2.2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL LÍMITE PARA TENER CUÑA SALINA

Utilizando la Ecuación (6.1) y HEC-RAS, se obtiene el caudal límite por sobre el cual se comienza a tener intrusión en forma de cuña salina. La información utilizada en la Ecuación (6.1) se presenta en la Tabla 6.1.





$$Q_{Limite} = 0.8 \cdot \frac{\rho}{\Delta\rho} \cdot \frac{W \cdot u_t^3}{g} \tag{6.1}$$

Donde  $Q_{Limite}$  corresponde al caudal del río por sobre el cual se comienza a tener intrusión en forma de cuña salina,  $W$  al ancho medio del estuario,  $g$  a la aceleración de gravedad,  $\rho/\Delta\rho$  a la diferencia entre la densidad del agua de mar y agua dulce, y  $u_t$  a la velocidad cuadrática media de la marea en la boca que se puede aproximar por 0.71 veces la amplitud de la velocidad en la boca  $u_0$ .

La modelación en HEC-RAS para obtener  $u_t$  se realizó considerando mareas de sicigia (serie del 9 de marzo), debido a que corresponde a la condición que implica mayor extensión de la cuña salina. Finalmente se llegó a un valor de 7.5 m<sup>3</sup>/s. para  $Q_{Limite}$ . Dado que el caudal con probabilidad de excedencia del 95% vale 174 m<sup>3</sup>/s que es mayor a 7.5 m<sup>3</sup>/s, se considera finalmente  $Q_{Limite} = 174$  m<sup>3</sup>/s.

TABLA 6.1: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER  $Q_{Limite}$ .

Parámetro	Valor
W (m)	388
$\rho$ río (kg/m <sup>3</sup> )	1000
$\rho$ océano (kg/m <sup>3</sup> )	1025
$u_t$ (m/s)	0.18

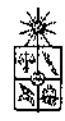
### 6.2.3. EXTENSIÓN DE LA CUÑA SALINA

Para determinar la máxima intrusión de la cuña salina y así poder definir el límite de la *Zona de Cuña Salina* se utiliza el modelo de Olivares (2000) según la guía que se incluye en el Anexo I. La información utilizada para correr el modelo se muestra en la Tabla 6.2, mientras que la batimetría se obtiene de la Figura 5.10.

TABLA 6.2: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER EXTENSIÓN DE CUÑA SALINA.

Parámetro	Valor
Caudal límite (m <sup>3</sup> /s)	174
Ancho medio (m)	372
Profundidad media (m)	2.9
Nivel del mar (msnm)	1.01
Amplitud velocidad boca (m/s)	0.2
Densidad cuña (Kg/m <sup>3</sup> )	1025

El modelo de Olivares (2000) entrega finalmente una extensión para la cuña salina de 7.8 km.



#### 6.2.4. EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL

Debido a que el valor original del caudal límite ( $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) es inferior al caudal con probabilidad de excedencia del 95% ( $174 \text{ m}^3/\text{s}$ ), se concluye que es muy improbable tener intrusión en forma de mezcla parcial.

En este sentido, se llega a que este estuario no tendrá *Zona de Mezcla Parcial*, y que por lo tanto existirán solo la *Zona de Cuña Salina* y la *Zona Sin Intrusión*.

#### 6.2.5. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL

Debido a que no existe *Zona de Mezcla Parcial*, no tiene sentido calcular caudales de dilución en esta zona.

#### 6.2.6. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA SIN INTRUSIÓN

Utilizando HEC-RAS y considerando un caudal de  $174 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $P_{exc}=95\%$ ) y mareas de sicigia (serie del 9 de marzo), obtenemos el caudal de dilución para la *Zona Sin Intrusión*, acorde a la guía presentada en el Anexo II. Cabe mencionar que los coeficientes de dispersión se obtuvieron de la Ecuación (3.7) (aplicable donde existen mediciones de salinidad) para el tramo entre los 0 y 5 km y a partir de la Ecuación (3.8) (válida para ríos) desde los 5 km de la boca hacia aguas arriba. Los resultados se muestran en la Figura 6.2. Como se observa en el gráfico, el efecto de marea es imperceptible en esta zona, por lo que las caudales máximo, mínimo y medio se superponen entre 7.8 km y 13.4 km.

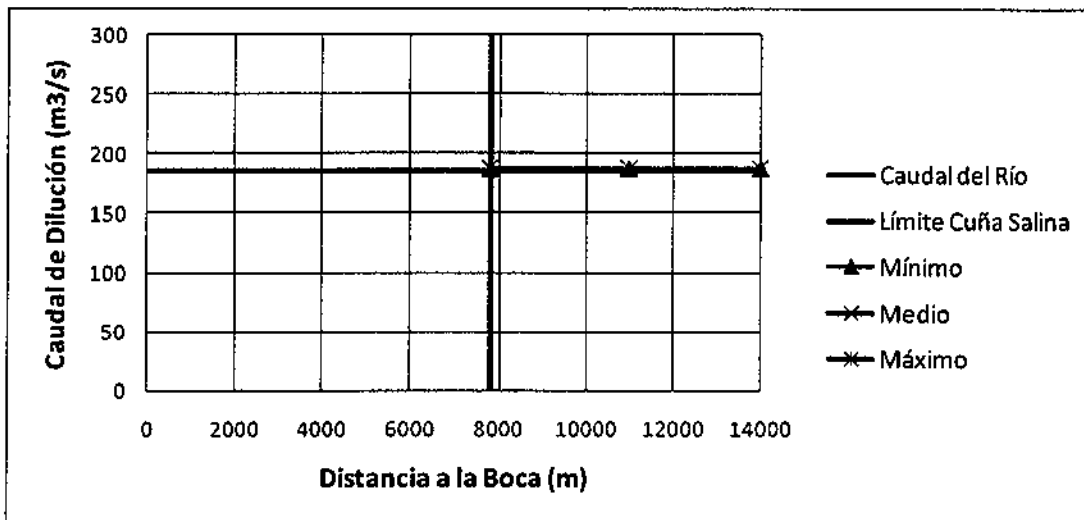


FIGURA 6.2. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.



### 6.2.7. RESUMEN

En la Tabla 6.3 se muestran las extensiones de las zonas características del estuario, mientras que en la Figura 6.3 se muestra la variación del caudal de dilución a lo largo del estuario.

TABLA 6.3: ZONAS DE DIVISIÓN DEL ESTUARIO.

Zona	Límite Aguas Arriba (km)	Límite Aguas Abajo (km)
Influencia de Marea	13.4	7.8
Zona de Mezcla Parcial	No Existe	No Existe
Zona de Cuña Salina	7.8	0

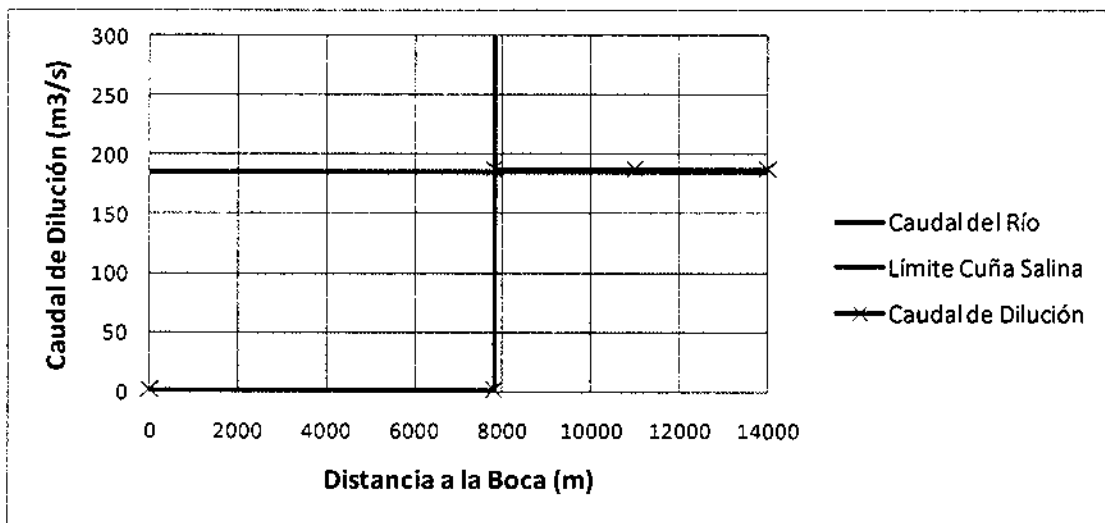


FIGURA 6.3. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO TOLTÉN.

## 6.3. RÍO LEBU

### 6.3.1. LÍMITE DEL ESTUARIO CON EL RÍO

Considerando la definición de estuario en términos de la máxima intrusión de la onda de marea, se llega a una extensión de 26.8 km considerando un nivel de marea de 1.93 m (pleamar de sicigia de la serie del 22 de junio). La Figura 6.4 muestra como se obtuvo la extensión, conocida la batimetría.

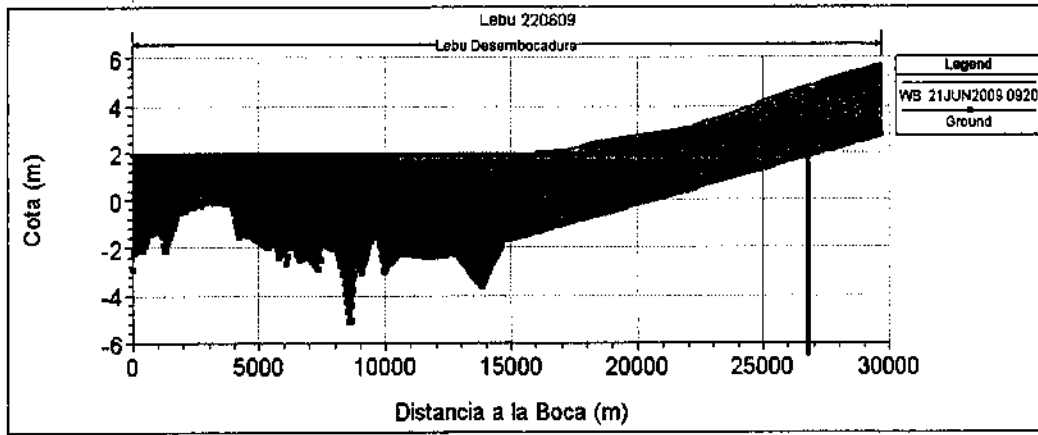


FIGURA 6.4. OBTENCIÓN DE MÁXIMA INTRUSIÓN DE ONDA DE MAREA.

### 6.3.2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL LÍMITE PARA TENER CUÑA SALINA

Utilizando la Ecuación (6.2) y HEC-RAS, se obtiene el caudal límite por sobre el cual se comienza a tener intrusión en forma de cuña salina. La información utilizada en la Ecuación (6.2) se presenta en la Tabla 6.4.

$$Q_{Límite} = 0.8 \cdot \frac{\rho}{\Delta\rho} \cdot \frac{W \cdot u_t^3}{g} \quad (6.2)$$

Donde  $Q_{Límite}$  corresponde al caudal del río por sobre el cual se comienza a tener intrusión en forma de cuña salina,  $W$  al ancho medio del estuario,  $g$  a la aceleración de gravedad,  $\rho/\Delta\rho$  a la diferencia entre la densidad del agua de mar y agua dulce, y  $u_t$  a la velocidad cuadrática media de la marea en la boca que se puede aproximar por 0.71 veces la amplitud de la velocidad en la boca  $u_0$ .

La modelación en HEC-RAS para obtener  $u_t$  se realizó considerando mareas de sicigia (serie del 22 de junio), debido a que corresponde a la condición más desfavorable. Finalmente se llegó a un valor de  $8.7 \text{ m}^3/\text{s}$ . para  $Q_{Límite}$ , el cual es mayor al caudal con probabilidad de excedencia del 95%, que resulta ser de  $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Luego se concluye que  $Q_{Límite} = 8.7 \text{ m}^3/\text{s}$ .

TABLA 6.4: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER  $Q_{LÍMITE}$ .

Parámetro	Valor
W (m)	85
$\rho$ río (kg/m <sup>3</sup> )	1000
$\rho$ océano (kg/m <sup>3</sup> )	1025
$u_t$ (m/s)	0.32



### 6.3.1. EXTENSIÓN DE LA CUÑA SALINA

Para determinar la máxima intrusión de la cuña salina y así poder definir el límite de la *Zona de Cuña Salina* se utiliza el modelo de Olivares (2000) según la guía que se incluye en el Anexo I. La batimetría se obtiene de la Figura 5.16, mientras que la información utilizada para correr el modelo se muestra en la Tabla 6.5.

TABLA 6.5: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA OBTENER EXTENSIÓN DE CUÑA SALINA.

Parámetro	Valor
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	8.7
Ancho medio (m)	101
Profundidad media (m)	1.4
Nivel del mar (msnm)	1.02
Amplitud velocidad boca (m/s)	0.4
Densidad cuña (Kg/m <sup>3</sup> )	1025

El modelo de Olivares (2000) entrega una extensión para la cuña salina de 4.2 km. Notamos que esta distancia es mayor a la intrusión en forma de cuña salina medida en Lebu para la campaña del 22 de junio, que arrojó 3.5 km, por lo que el resultado obtenido se encuentra por el lado de la seguridad.

### 6.3.1. EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL

Para determinar la máxima intrusión en forma de mezcla parcial y así poder definir el límite de la *Zona de Mezcla Parcial* se realiza una modelación en HEC-RAS según la guía del Anexo II. Acorde a la metodología propuesta, se utiliza para correr los modelos el caudal con probabilidad de excedencia de 95%, igual a 4.3 m<sup>3</sup>/s, según la información obtenida en la estación fluviométrica de la DGA en Los Álamos. Se utiliza además la serie de nivel del mar del 22 de junio (mareas de sicigia).

Finalmente, se determinó del modelo HEC-RAS que la salinidad disminuye por debajo de 0.2 g/l a 10.3 km de la boca, por lo que se considera ésta la extensión de la intrusión en forma de mezcla parcial.

Para la modelación de HEC-RAS se utilizaron los coeficientes de dispersión mostrados en la Figura 6.5 obtenidos mediante la Ecuación (3.7), utilizando la información de salinidad obtenida para la campaña del 12 de junio, dado que en ésta se tuvo un caudal de 4.3 m<sup>3</sup>/s similar al caudal con probabilidad de excedencia del 95% utilizado para la modelación. Para el tramo sin mediciones de salinidad se utilizó la Ecuación (3.8) para obtener los coeficientes de dispersión.

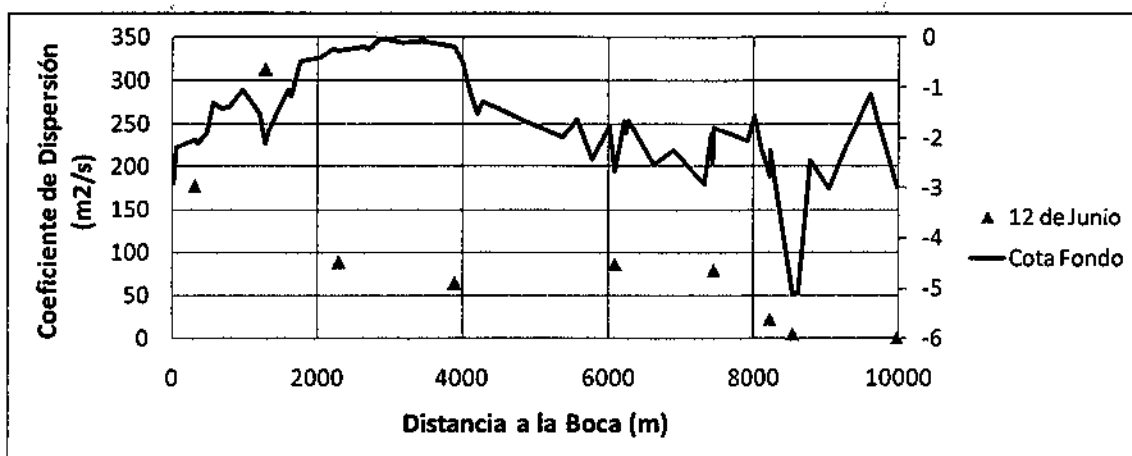


FIGURA 6.5. COEFICIENTES DE DISPERSIÓN LONGITUDINAL.

### 6.3.2. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA DE MEZCLA PARCIAL

Para determinar el caudal de dilución en esta zona se ocupa HEC-RAS, según las indicaciones de la guía incluida en el Anexo II. Para el modelo se considera el caudal con probabilidad de excedencia del 95% y condiciones de marea de cuadratura (serie del 19 de enero). El resultado de la modelación se muestra en la Figura 6.6, indicándose los valores extremos del caudal de dilución. Las características de la descarga virtual utilizada se detallan en la Tabla 6.6, además del coeficiente de intercambio utilizado y de la concentración proveniente del mar resultante de la aplicación de la Ecuación (3.14).

TABLA 6.6: CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA VIRTUAL UTILIZADA.

$Q_{95\%}$ ( $m^3/s$ )	4.3
R (%)	78
$Q_{Descarga}$ ( $m^3/s$ )	0.1
$C_{Descarga}$ (mg/l)	100
$C_{Mar}$ (mg/l)	0.5

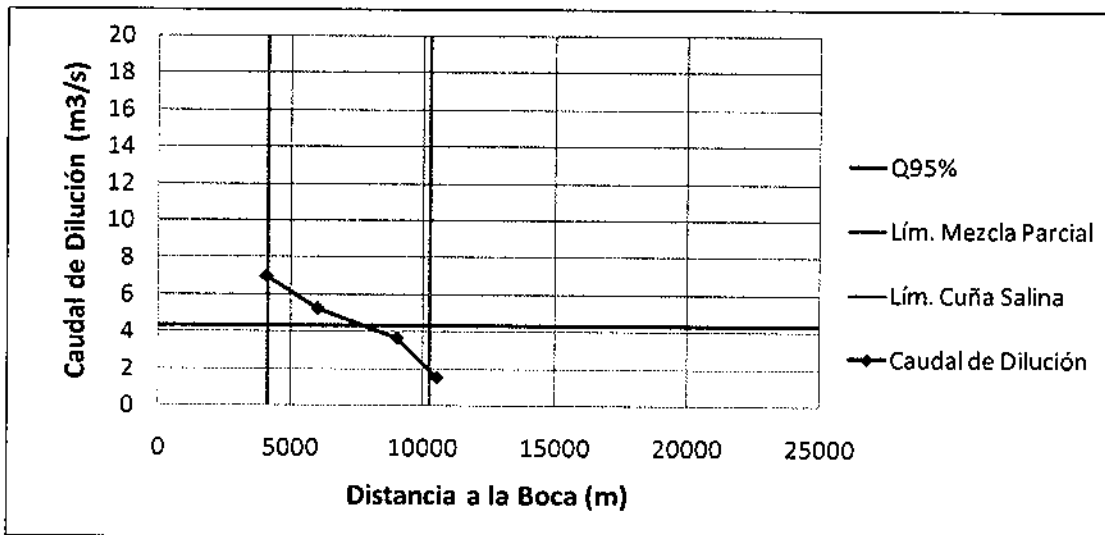
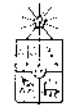


FIGURA 6.6. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO LEBU.

### 6.3.1. CAUDAL DE DILUCIÓN EN LA ZONA SIN INTRUSIÓN

Para determinar el caudal de dilución en esta zona se ocupa HEC-RAS, según las indicaciones de la guía incluida en el Anexo II. Los coeficientes de dispersión se obtuvieron a partir de la Ecuación (3.7) (aplicable donde existen mediciones de salinidad) para el tramo entre los 0 y 10.3 km y a partir de la Ecuación (3.8) (válida para ríos) desde los 10.3 km de la boca hacia aguas arriba. Además se consideró la serie del nivel del mar del 22 de junio (marea de sicigia). El resultado se entrega en la Figura 6.7.

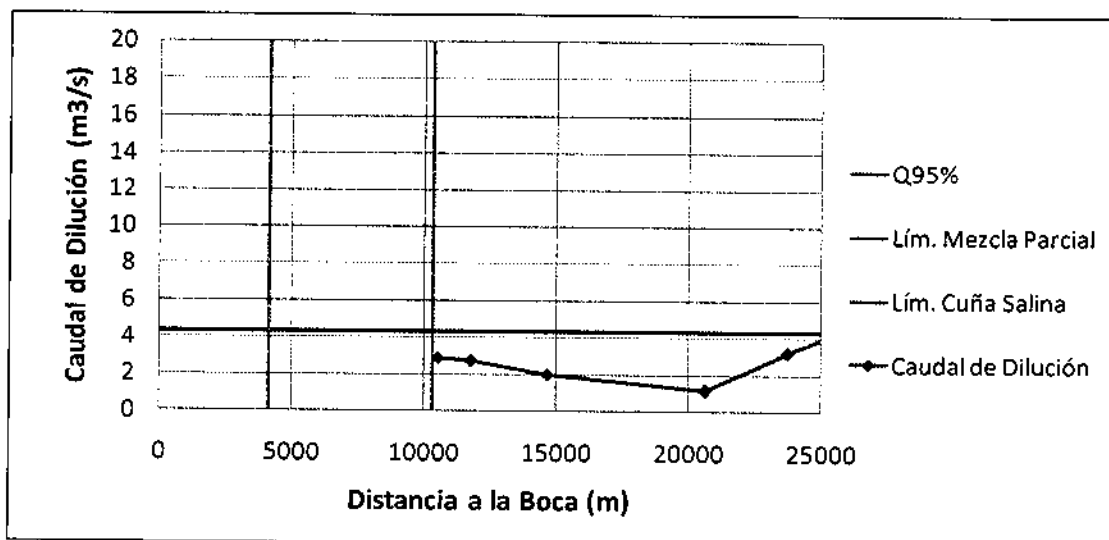


FIGURA 6.7. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO LEBU.



### 6.3.2. RESUMEN

En la Tabla 6.7 se muestra un resumen de las zonas en que se divide el estuario, mientras que la Figura 6.8. muestra la variación del caudal de dilución a lo largo de éste.

TABLA 6.7: ZONAS DE DIVISIÓN DEL ESTUARIO.

Zona	Límite Aguas Arriba (km)	Límite Aguas Abajo (km)
Influencia de Marea	26.8	10.3
Zona de Mezcla Parcial	10.3	4.2
Zona de Cuña Salina	4.2	0

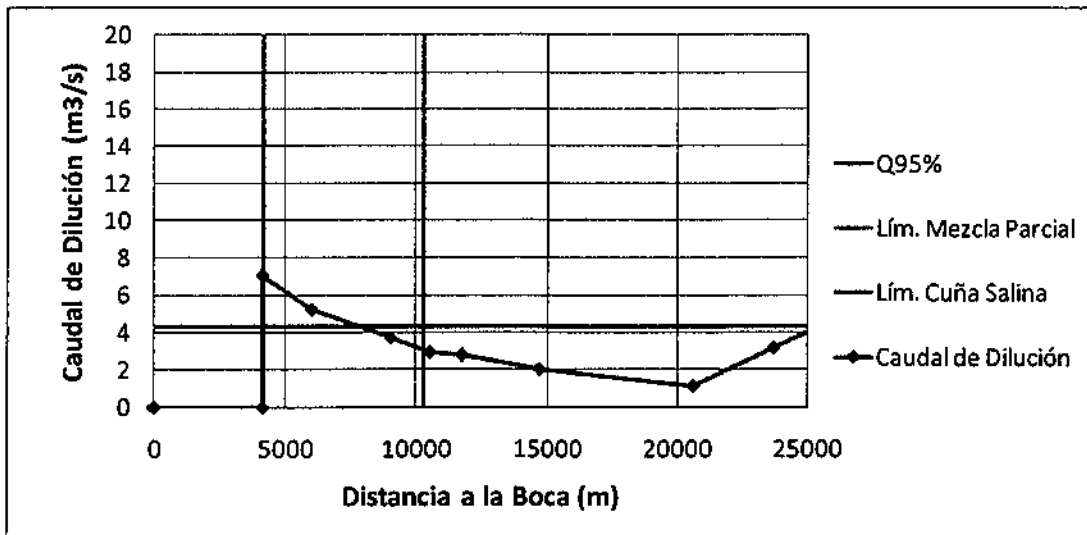


FIGURA 6.8. CAUDALES DE DILUCIÓN PARA EL ESTUARIO DEL RÍO LEBU.

### 6.4. ESTERO TONGOY

Para las fechas en que fueron realizadas las campañas de terreno no se observó aporte de agua superficial desde la cuenca hacia el estero, por lo que se concluye que la mayor parte del agua del estero proviene del océano. Lo anterior se verifica con los valores de salinidad medidos, los cuales se encuentran en el rango 24 g/l a 28 g/l, valores cercanos a la salinidad del agua de mar. En base a lo anterior y a la definición de los límites de estuario adoptada, se determina que todo el estero corresponde a un estuario, por lo que su extensión es de 2.9 km.

Por otro lado, se realiza un análisis hidrológico de la cuenca aportante al estero, para determinar si las condiciones observadas en terreno son normales, o bien excepcionales. De





acuerdo a mediciones de precipitación de la estación Cerrillos Pobres, ubicada en la cuenca de la Quebrada de Camarones, entre los años 1962 y 1968 (sin contar 1966), precipitó un total de 51 días. Esto da una probabilidad de precipitación de 2.3%. La cota máxima de la cuenca del estero Tongoy es superior a los 1200 msnm, mientras que la longitud de la quebrada que define el estero es de alrededor de 20 km. La superficie de la cuenca es de alrededor de 300 km<sup>2</sup>. Con estos datos, se puede estimar el tiempo de concentración de la cuenca, lo que se lleva a cabo por medio de los métodos de California y de Giandotti, presentados en las Ecuaciones (6.3) y (6.4), respectivamente.

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (6.3)$$

$$t_c = 60 \cdot \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H}} \quad (6.4)$$

Donde  $t_c$  al tiempo de concentración en segundos,  $A$  corresponde al área de la cuenca en km<sup>2</sup>,  $H$  al desnivel en metros,  $L$  a la longitud del cauce principal en km.

Los resultados entregados por los modelos indican que el tiempo de concentración para la cuenca del estero Tongoy es de menos de 5 horas (2 horas para el método de California y 3.5 horas para el de Giandotti). Considerando el bajo tiempo de concentración y la probabilidad de asociada a la precipitación, se puede concluir que el estuario presenta un caudal afluente durante muy pocas ocasiones en el año, y que estos corresponden principalmente a pulsos ocasionados por la precipitación, que rápidamente llegan a la zona costera. Por lo tanto, se puede asegurar que la condición normal del sistema es la observada en terreno para las fechas de medición. Debido a que la probabilidad de recibir aporte de aguas superficiales es baja, no tiene sentido definir las zonas de mezcla antes propuestas. Por las razones antes mencionadas, se impone arbitrariamente un caudal de dilución nulo para toda la extensión del estuario.



## CAPÍTULO 7: VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para conocer la precisión asociada a los modelos propuestos se hace necesario validar la metodología desarrollada. En este sentido se propone aplicar los modelos de Olivares (2000) y HEC-RAS a los estuarios piloto considerando las condiciones de caudal afluente y marea que se tuvo en las campañas de terreno, de modo de poder comparar los resultados de las modelaciones con las mediciones de terreno. Por otro lado, se utilizarán modelos alternativos al de Olivares (2000) para analizar la extensión de la *Zona de Cuña Salina* y a HEC-RAS para analizar la extensión y el caudal de dilución de la *Zona de Mezcla Parcial* y de la *Zona Sin Intrusión*.

### 7.1. VALIDACIÓN DE MÁXIMA INTRUSIÓN DE LA ONDA DE MAREA

Ocupando modelación impermanente en HEC-RAS se determinó para cada estuario y campaña de terreno la variación temporal del caudal y de la altura de escurrimiento en el límite entre el estuario y el río obtenido a partir de la proyección de la pleamar de sicigia sobre la cota de fondo del cauce. Los resultados se muestran en la Tabla 7.1.

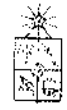
TABLA 7.1: VARIACIÓN DEL NIVEL Y CAUDAL EN EL LÍMITE ESTUARIO/RÍO.

Lebu	Variación Profundidad (%)	Variación Caudal (%)	Toltén	Variación Profundidad (%)	Variación Caudal (%)
19 de Enero	1.3	0.4	21 de Enero	1.5	0.1
11 de Marzo	4.1	2.0	9 de Marzo	1.0	0.1
12 de Junio	2.0	0.8	15 de Junio	1.1	0.1
22 de Junio	0.5	0.2	19 de Junio	0.8	0.0

Se puede observar que las variaciones obtenidas son mínimas, tanto para el caudal como para la profundidad, lo que indica que en el límite entre estuario y su afluente el efecto de marea es imperceptible.

### 7.2. VALIDACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ESTRATIFICACIÓN

La validez de la metodología desarrollada depende en gran medida de la capacidad para determinar el caudal límite a partir del cual se comienza a tener intrusión en forma de cuña salina, definido por la Ecuación (7.1). En este sentido se procede a verificar la capacidad de dicha ecuación para estimar el nivel de estratificación de los estuarios piloto estudiados para las condiciones de caudal afluente y marea que se tuvo en las fechas de medición.



$$Q_{\text{Limite}} = 0.8 \cdot \frac{W \cdot u_c^3}{\Delta\rho/\rho \cdot g} \quad (7.1)$$

### 7.2.1. TOLTÉN

En terreno se observó intrusión en forma de cuña salina para las campañas del 21 de enero y 9 de marzo, mientras que para las campañas de junio no se tuvo intrusión. Luego se espera encontrar valores de  $Q_{\text{Limite}}$  inferiores al caudal del río para las campañas del 21 de enero y 9 de marzo, mientras que para las campañas de junio no tiene sentido preguntarse por  $Q_{\text{Limite}}$ . En la Tabla 7.2 se muestran los caudales límites obtenidos y aforados en terreno.

TABLA 7.2: VALIDACIÓN DEL MODELO PARA  $Q_{\text{LIMITE}}$ .

Fecha	$u_c$ (m/s)	W (m)	$Q_{\text{Rio}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{\text{Limite}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
21 de Enero	0.10	388	186	1
9 de Marzo	0.28	388	187	28

Finalmente se concluye que los resultados entregados por el modelo concuerdan con las mediciones en terreno para el río Toltén.

### 7.2.1. LEBU

En terreno se observó intrusión en forma de cuña salina solo para la campaña del 22 de junio. Para el resto de las campañas la intrusión fue en forma de mezcla parcial. Luego se esperaría obtener valores de  $Q_{\text{Limite}}$  inferiores al del río solo para la campaña del 22 de junio. En la Tabla 7.3 se muestran los caudales límites obtenidos y aforados en terreno.

TABLA 7.3: VALIDACIÓN DEL MODELO PARA  $Q_{\text{LIMITE}}$ .

Fecha	$u_c$ (m/s)	W (m)	$Q_{\text{Rio}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{\text{Limite}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
19 de Enero	0.22	85	5.6	3.0
11 de Marzo	0.58	85	4.0	54.1
12 de Junio	0.34	85	4.3	10.9
22 de Junio	0.39	85	35.4	16.5

Luego se obtienen valores para  $Q_{\text{Limite}}$  consistentes con la teoría, salvo para la campaña de enero. Lo que explica dicho fenómeno es que a pesar de que no se observó intrusión en forma



de cuña salina en enero, sí se observó estratificación en sectores alejados a la boca, producto de cierto volumen de agua marina estancada tras la grada que existe en el estuario a cuatro kilómetros de la boca, observable en la Figura 5.16.

### 7.3. VALIDACIÓN DEL MODELO DE OLIVARES (2000)

Se propone aplicar el modelo de Olivares (2000) a los estuarios de los ríos Toltén y Lebu, con las condiciones de marea y caudal afluente medidas en las campañas de terreno, de modo de poder comparar la extensión de la cuña salina entregada por el modelo con la observada en terreno. Por otro lado se aplican modelos alternativos al de Olivares, para comparar la calidad de los resultados entregados por éste.

#### 7.3.1. TOLTÉN

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de Olivares a las condiciones asociadas a las campañas de enero y marzo se muestran en la Tabla 7.5. Además se muestran los resultados entregados por los modelos alternativos al de Olivares.

TABLA 7.4: DATOS UTILIZADOS PARA LA MODELACIÓN.

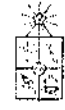
Campaña de terreno	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	H marea (msnm)	Profundidad media (m)	Ancho medio (m)	Velocidad boca (m/s)
21 de Enero	186	0.98	2.9	340	0.2
9 de Marzo	187	0.95	2.9	372	0.4

Se consideró una densidad de la cuña igual a 1025 kg/m<sup>3</sup>, para obtener la extensión máxima.

TABLA 7.5: COMPARACIÓN ENTRE EXTENSIONES DE LA CUÑA SALINA MODELADAS Y REAL.

Campaña de terreno	Longitud real (m)	Olivares (m)	Arita y Jirka (m)	Schijf y S. (m)	Keulegan (m)
21 de Enero	3100	5050	4643	6183	7637
9 de Marzo	4200	5803	2736	2722	2250

Vemos que el modelo de Olivares (2000) tiende a sobreestimar la extensión de la cuña para el estuario del río Toltén. Lo anterior se puede arreglar utilizando un modelo de cuña salina que considere el efecto impermanente de la marea. Independiente de lo anterior, vemos que los resultados entregados por el modelo de Olivares se encuentran por el lado de la seguridad, a diferencia de los resultados entregados por los modelos alternativos.



### 7.3.2. LEBU

Para validar el modelo de Olivares (2000) se recurre a la única campaña en que se observó intrusión en forma de cuña salina para el estuario del río Lebu, es decir la del 22 de junio.

Los datos de entrada para la modelación en el río Lebu se presentan en la Tabla 7.6, mientras que los resultados se incluyen en la Tabla 7.7, en la que son comparadas las longitudes de la intrusión real y la modelada para los dos casos considerados.

TABLA 7.6: DATOS UTILIZADOS PARA LA MODELACIÓN.

Campaña de terreno	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	H marea (msnm)	Profundidad media (m)	Ancho medio (m)	Velocidad Boca (m/s)
22 de Junio	35.4	1.03	2.4	124	0.4

TABLA 7.7: RESULTADOS DE LA MODELACIÓN.

Campaña de terreno	Longitud real (m)	Olivares (m)	Arita y Jirka (m)	Schijf y S. (m)	Keulegan (m)
22 de Junio	3500	3148	755	1435	736

Se observa que el modelo de Olivares (2000) entrega una extensión inferior a la medida en terreno. Sin embargo, a partir de las mediciones de salinidad y de batimetría, se concluye que las salinidades medidas aguas arriba de los 4 kilómetros corresponden a agua marina estancada por el efecto de una grada ubicada entre los 2 y 4 kilómetros, apreciable en la Figura 5.16. Efectos como el anterior no son tomados en cuenta por el modelo de Olivares (2000).

### 7.4. VALIDACIÓN DE MODELACIÓN DE HEC-RAS

Se comparan las extensiones de la intrusión en forma de mezcla parcial medidas en las campañas del 19 de enero, 11 de marzo y 12 de junio con los resultados entregados por HEC-RAS. Para la modelación se consideran las condiciones de marea y de caudal afluente medidas en terreno, además de mediciones de salinidad realizadas por González (1994), presentadas en el Anexo V. A modo de comparación se presentan los resultados obtenidos a partir de modelos alternativos a HEC-RAS.

Los resultados de la estimación de la longitud de la intrusión salina para las tres campañas de terreno analizadas se presentan en la Tabla 7.8. El detalle de los modelos alternativos utilizados se entrega en el Anexo III.



TABLA 7.8: EXTENSIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA EN FORMA DE MEZCLA PARCIAL.

Método	19 de Enero	11 de Marzo	12 de Junio
Ippen et al. (1966)	7942	13173	13312
Alber y Scheldon (2001)	9353	9845	9734
Miller y McPherson (1992)	9144	9245	9229
HEC-RAS	9580	9860	10276
Máxima Extensión Medida	9260	9400	9150

Se aprecia de la Tabla 7.8 que las longitudes entregadas por HEC-RAS se asemejan bastante a las medidas en terreno, siendo siempre mayores. Cabe recordar que la extensión de la intrusión salina puede sufrir variaciones de varios kilómetros en el transcurso del día, por lo que la longitud medida en terreno pudo no haber sido la máxima del día. Como ejemplo se menciona que para la campaña del 12 de junio la mínima extensión obtenida a partir de HEC-RAS corresponde a 7900 m.

Dados los resultados obtenidos y considerando además que HEC-RAS debe ser utilizado para determinar la batimetría y el caudal de dilución del estuario, se concluye que HEC-RAS es la herramienta más adecuada para determinar la extensión del mismo.

## 7.5. ANÁLISIS DEL SUPUESTO DE UNIDIMENSIONALIDAD

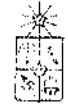
### 7.5.1. TOLTÉN

Para el estudio se ha trabajado bajo el supuesto de la unidimensionalidad del flujo, despreciando las posibles circulaciones transversales. Entre otros, se ha despreciado el efecto de coriolis.

La importancia relativa de coriolis puede ser estimada a partir del *Número de Rossby*, que relaciona el tiempo asociado a la advección con el tiempo de la rotación. Éste se define por (Fischer et al, 1979) en la Ecuación (7.2).

$$R_0 = \frac{U}{L_s \cdot f} \quad (7.2)$$

Donde  $R_0$  corresponde al *Número de Rossby*,  $U$  a la velocidad del flujo,  $L_s$  a una longitud característica y  $f$  a la frecuencia de coriolis, definida en la Ecuación (7.3).



$$f = 2 \cdot \Omega \cdot \text{seno}(\phi) \tag{7.3}$$

Donde  $f$  corresponde a la frecuencia de coriolis,  $W$  corresponde a la velocidad angular de la tierra y  $\phi$  es la latitud.

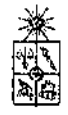
Radio de Rossby menores a 0.1 indican que el efecto de coriolis es importante.

Para el cálculo de  $R_o$ , se considera la zona más ancha del río Toltén y las condiciones en las que la velocidad del flujo es menor (campañas de enero y marzo), de modo de tener la condición más crítica respecto al efecto de coriolis. Los datos utilizados y los radios obtenidos se presentan en la Tabla 7.9.

TABLA 7.9: DATOS PARA CÁLCULO DE EFECTO DE CORIOLIS.

Latitud (°)	$f$ (rad/s)	$A$ (m <sup>2</sup> )	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$U$ (m/s)	$W$ (m)	$R_o$ ( )
39.67	9.31 E-05	1400	187	0.13	600	2.4

Dado que el radio de Rossby obtenido es mayor a 0.1 se concluye que el efecto de coriolis es despreciable, por lo que es válido aplicar la metodología para determinar caudales de dilución desarrollada.



## CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1. SOBRE LA EXTENSIÓN DEL ESTUARIO

La metodología propuesta en el acápite 4.2.1. para definir los límites del estuario fue formulada para obtener la mayor extensión de estuario posible y de este modo asegurar una buena estimación del caudal de dilución para todo el tramo del estuario en que exista influencia de marea. Debe quedar claro que la metodología propuesta entrega resultados coherentes aún cuando la influencia de marea sea despreciable, por lo que da cuenta de la transición entre el río y el estuario.

La metodología fue validada con información obtenida en terreno y con modelación numérica en HEC-RAS, obteniéndose resultados positivos, como se observa en el acápite 7.1. Se propone continuar la validación estudiando estuarios de características distintas a las de los ríos Toltén y Lebu.

### 8.2. ZONIFICACIÓN DEL ESTUARIO Y CAUDAL DE DILUCIÓN

#### 8.2.1. DETERMINACIÓN DE $Q_{LÍMITE}$

Es necesaria una validación del coeficiente 0.8 de la Ecuación (8.1) utilizada para determinar el caudal por sobre el cual se comienza a tener intrusión en forma de cuña salina. Para ello se recomienda aplicar la metodología desarrollada a un conjunto mayor de estuarios piloto.

$$Q_{Límite} = 0.8 \cdot \frac{W \cdot u_c^3}{\Delta\rho/\rho \cdot g} \quad (8.1)$$

Donde  $Q_{Límite}$  corresponde al mínimo caudal del río para que exista cuña salina,  $W$  al ancho medio del estuario,  $g$  a la aceleración de gravedad,  $\Delta\rho/\rho$  a la diferencia entre la densidad del agua de mar y del agua dulce ( $\Delta\rho/\rho = 0.025$ ) y  $u_c$  a la velocidad cuadrática media de la marea en la boca del estuario que se puede aproximar por  $0.71 \cdot u_0$ , donde  $u_0$  corresponde a la máxima velocidad en la boca del estuario, obtenida de modelación en HEC-RAS.

### 8.3. CUERPOS DE AGUA SIN AFLUENTE SUPERFICIAL

Solo tiene sentido aplicar la metodología desarrollada cuando el cuerpo estuarino de agua analizado posea un caudal afluente durante todo el año. Un ejemplo de lo anterior corresponde al estuario del estero Tongoy, analizado en el acápite 6.4.





#### 8.4. RECOMENDACIONES

La metodología desarrollada debe ser aplicada a otros estuarios piloto, de modo de ajustar los modelos propuestos a la realidad de los estuarios existentes en el territorio nacional. En el mismo sentido se propone analizar el alcance de la aplicabilidad de HEC-RAS a través del uso de modelos numéricos más avanzados que contemplen el uso mallas bi- o tridimensionales. A su vez se recomienda validar el modelo de cuña salina de Olivares (2000) con uno que considere la variación temporal existente producto del fenómeno de marea.

Finalmente debe quedar claro que la metodología desarrollada no es aplicable a fiordos, lagunas costeras ni humedales costeros.



## CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

- Arita, M., Jirka, G. (1987). "Two-Layer Model of Saline Wedge. I: Entrainment and Interfacial Friction". *Journal of Hydraulic Engineering*, 113, pp 1229-1248.
- Arita, M., Jirka, G. (1986). "Two-Layer Model of Saline Wedge. II: Prediction of Mean Properties". *Journal of Hydraulic Engineering*, 113, pp 1249-1263.
- Aquambiente Ltda. (2006). Definición oceanográfica de límites de aplicación de la normativa en estuarios de Chile.
- Bustos, C. (2007). "Desarrollo de una metodología para la estimación del caudal de dilución en estuarios. Aplicación Estuario Pudeto X Región". Trabajo de Título para obtener el Título de Ingeniero Civil en Geografía, Universidad de Santiago de Chile.
- Congress of the United States of America. (2000). *Estuaries and Clean Waters Act of 2000*, S. 835.
- Dirección General de Aguas (2005). "Criterios para la Determinación de Caudales Disponibles para la Dilución en Cuerpos Receptores Superficiales". Minuta Técnica N° 11.
- Engle, V. Kurtz, J. Smith, L. Chancy, C. Bourgeois, P. (2007) "A Classification of U.S. Estuaries Based on Physical and Hydrologic Attributes". *Environ. Monit Assess*, 129, pp. 397-412.
- Espinoza, J. M. (2006) Caracterización hidrodinámica de la desembocadura del río Maipo. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Mención Recursos Hídricos y Medio Ambiente, Universidad de Chile.
- Fischer, H., List, J., Koh, R., Imberger, J., Brooks, N. (1979). *Mixing in Inland and Coastal Waters*. Academic Press.
- Gang-Ji, Z. (2008). "Hydrodynamics and Water Quality Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries". Wiley-Interscience.
- Ippen, A., Eagleson, P., Dean, R., Bretschneider, C., Raichlen, F., Harleman, D., Johnson, J., Keulegan, G., Simmons, H. (1966). *Estuary and Coastline Hydrodynamics*. McGraw-Hill.
- Manual de la Convención de Ramsar (2004). Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). 3ª Edición.



Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2001), “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales”, Decreto Supremo N°90/2000.

Miranda, J. (2000). “Estudio analítico y experimental de los efectos de la batimetría en la intrusión salina en estuarios estratificados”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile.

Niño, Y., Tamburrino, A. (2002) Apuntes del curso Hidrodinámica Ambiental.

Olivares, M. (2000). “Estudio analítico-numérico y experimental de la cuña salina en estuarios”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile.

Savenije, H. (2005). “Salinity and Tides in Alluvial Estuaries”. Elsevier BV.

Stuardo, J., Valdovinos, C. (1989) “Estuarios y lagunas costeras: Ecosistemas importantes del Chile central”. *Amb y Des*, 1, pp 107-115

U.S. Environmental Protection Agency (1997), “Development of Mixing Zone Dilution Factors”.

U.S. Environmental Protection Agency (1991), “Technical Support Document for Water Quality-based Toxics Control”.



## CAPÍTULO 10: GLOSARIO

### *Bajamar:*

Instante en que el nivel del mar alcanza su mínimo.

### *Cuadratura, Marea de cuadratura:*

Marea de baja amplitud, que ocurre en luna creciente o menguante.

### *Coriolis:*

Aceleración perpendicular a la dirección de movimiento de un cuerpo en un sistema no inercial, como lo es el planeta Tierra.

### *Deltas:*

Terreno comprendido entre los brazos de un río en su desembocadura al mar.

### *Excursión:*

Distancia horizontal que viaja un elemento de agua durante un periodo de marea. Es decir corresponde a la suma de la distancia que recorre hacia aguas arriba durante la llenante y la que recorre de regreso durante la vaciante.

### *Isohalina:*

Curva de salinidad constante.

### *Llenante, Periodo de llenante:*

Periodo de tiempo en que agua proveniente del mar, ingresa al estuario, producto del aumento del nivel del mar.

### *Pleamar:*

Instante en que el nivel del mar alcanza su máximo.

### *Prisma de marea:*

Volumen de agua que entra al estuario desde el mar, durante el periodo de llenante.

### *Régimen permanente impermanente*

### *Sicigia, Marea de Sicigia:*



Marea de gran amplitud, que ocurre para luna llena o nueva.

*Vaciante:*

Periodo de tiempo en que el agua estuarina fluye en dirección al océano, producto de una disminución en el nivel del mar.

*Valor cuadrático medio:*

Es una medida estadística de la magnitud de una cantidad variable. Corresponde a la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los valores.

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} \quad (10.1)$$

Donde  $x_{rms}$  corresponde a el valor cuadrático medio de  $x$ ,  $N$  al número de valores que se tienen y  $x_i$  a los valores que se tienen.



## ANEXOS

- Anexo I Extensión de la cuña salina según Olivares (2000).
- Anexo II Modelación hidráulica y de calidad de aguas utilizando HEC-RAS.
- Anexo III Modelos de balance de sal.
- Anexo IV Modelos alternativos para la cuña salina.
- Anexo V Mediciones del río Lebu obtenidas por González (1994).
- Anexo VI Mediciones de salinidad y batimetría.
- Anexo VII Normativas de emisión extranjeras.
- Anexo VIII Caudales históricos DGA para Lebu y Toltén.



## ANEXO 2: MODELACIÓN HIDRÁULICA Y DE CALIDAD DE AGUAS EN ESTUARIOS

### UTILIZANDO HEC-RAS

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

HEC-RAS es una herramienta gratuita ampliamente utilizada en el ámbito de la ingeniería hidráulica y ambiental, que permite realizar modelos hidráulicos de flujos unidimensionales, tanto en régimen permanente como impermanente. La versión 4.1 del programa incluye módulos de calidad de agua y de transporte de sedimentos, que basan su funcionamiento en los resultados de las modelaciones hidráulicas, pudiéndose de esta forma simular procesos transientes de mezcla como los que ocurren en estuarios.

En este anexo se presenta una guía para realizar modelos hidráulicos y de calidad de agua impermanentes de estuarios, que cumplan con la condición de flujo unidimensional. Cabe mencionar que el manual de usuario de HEC-RAS incluye toda la información necesaria para realizar esta tarea, siendo el presente documento una guía que relaciona la modelación impermanente en HEC-RAS con la metodología de estimación de caudales de dilución en estuarios desarrollada en el estudio. Básicamente se repetirán los pasos realizados para obtener el caudal de dilución asociado a la *Zona de Mezcla Parcial* y *Zona Sin Intrusión* del estuario del río Lebu. En este sentido la información entregada en este anexo complementa a la que existe en el acápite 6.3 del cuerpo principal del informe SIT N° 189.

#### 2.2. MODELACIÓN DE ESTUARIOS EN HEC-RAS

Se dice que el flujo en un estuario es impermanente debido a que su velocidad puede experimentar grandes variaciones temporales debido al efecto de la marea, en periodos de tiempo considerablemente menores que los asociados a cambios hidrológicos. El efecto de marea se refleja además en variaciones de la cota de la superficie libre a lo largo del estuario. La variación temporal de la velocidad afecta los procesos de mezcla al interior del estuario, haciendo que éstos dependan también del tiempo.

En este sentido, HEC-RAS resulta ser de gran utilidad para modelar la hidráulica y los procesos de mezcla en estuarios. Dados los esquemas numéricos implementados en el programa, se considera una de las mejores herramientas para modelar escurrimientos y procesos de mezcla impermanente en flujos unidimensionales.

Debido a que los cálculos realizados por HEC-RAS suponen flujo en 1-D, no es posible modelar estuarios que presenten corrientes laterales o fuertes gradientes verticales. En este



sentido, HEC-RAS no es capaz de modelar intrusiones en forma de cuña salina, sin embargo es útil para modelar el caso de estuario parcialmente mezclado.

### 2.2.1. MODELACIÓN HIDRÁULICA

El escurrimiento en un estuario está condicionado principalmente por el caudal de agua dulce proveniente del río, por el nivel del mar en la boca, por la morfología del cauce y por el tipo de sedimento del lecho. Las dos primeras condiciones se incorporan al programa a través de las condiciones de borde para régimen impermanente, mientras que la morfología y el tipo de sedimento se reflejan en la geometría del cauce y en el número de Manning.

#### Información importante:

Para poder correr modelos impermanentes en HEC-RAS 4.1 es necesario cambiar la *Configuración Regional y de Idioma de Windows a Inglés (Estados Unidos)* en el *Panel de Control*.

### 2.3. PASOS DE LA MODELACIÓN

#### 2.3.1. CREACIÓN DEL PROYECTO Y DEFINICIÓN DE UNIDADES

Para comenzar a trabajar se debe crear un nuevo proyecto, en *New Project* del menú principal *File* (Figura 2.1). En la ventana emergente se debe ingresar el nombre del proyecto (e.g. Lebu.prj). Se recomienda crear una carpeta específica para el proyecto, dada la cantidad de archivos que genera HEC-RAS producto de las simulaciones.

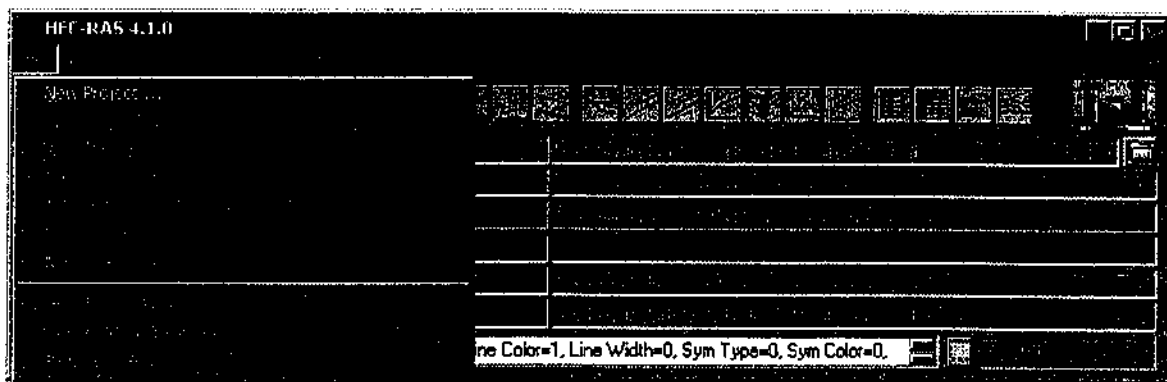


FIGURA 2.1: NEW PROJECT. CREACIÓN DEL PROYECTO.

A continuación se debe configurar HEC-RAS para trabajar con el Sistema Internacional de unidades, en *Unit system* del menú principal *Options* (Figura 2.2).



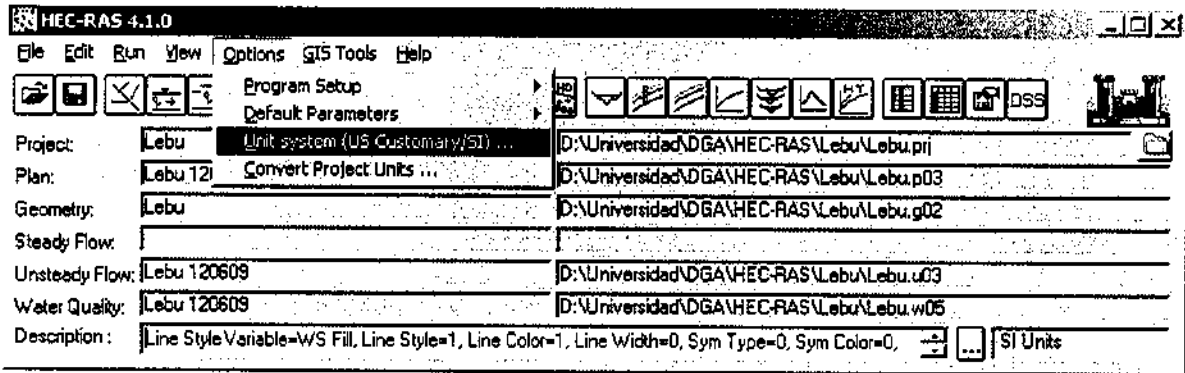


FIGURA 2.2: UNIT SYSTEM. CREACIÓN DEL PROYECTO.

### 2.3.2. MORFOLOGÍA DEL CAUCE

Para definir la geometría del cauce se debe seleccionar *Geometric Data* en el menú principal *Edit* (Figura 2.3). La manera de incorporar la morfología del cauce a HEC-RAS para modelos transientes es similar a la forma en que se hace para modelos en régimen permanente.

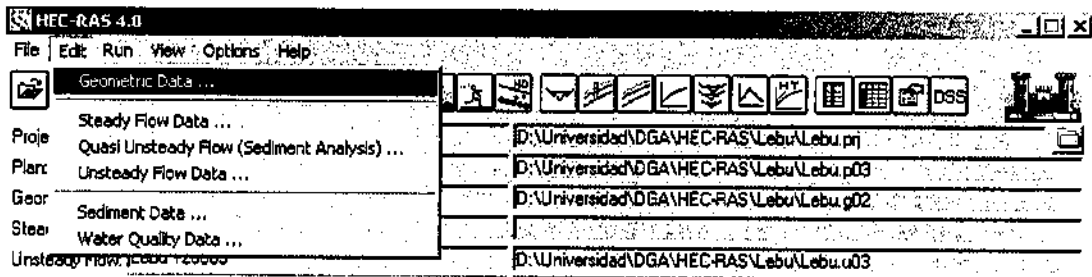


FIGURA 2.3: GEOMETRIC DATA. DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL CAUCE.

Dentro de la ventana *Geometric Data* se debe realizar un dibujo esquemático del cauce, presionando *River Reach* (Figura 2.4). A continuación se debe asignar un nombre al río (*River*) y al sector (*Reach*), en este caso *Lebu* y *Desembocadura* respectivamente. Cabe recordar que el dibujo del cauce es esquemático y su forma no influye de ninguna manera en la simulación numérica.

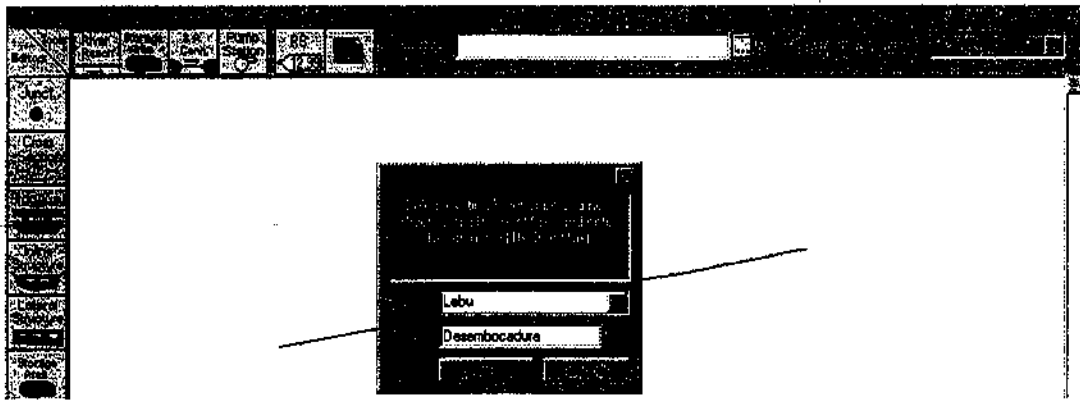


FIGURA 2.4: GEOMETRIC DATA, RIVER REACH. CREACIÓN DEL CAUCE.

En seguida se debe seleccionar el *River Reach* dibujado y presionar *Cross Section* para agregar la geometría de las secciones transversales del estuario. En la ventana *Cross Section Data* se debe agregar la sección deseada seleccionando *Add a new Cross Section* en el menú *Options* (Figura 2.5). Cada sección se identifica por un número real positivo, en orden creciente desde aguas abajo. Por ejemplo, la sección 2 se ubica siempre aguas arriba de la 1; por otro lado si se agrega la sección 1.5, la sección 2 se ubicaría aguas arriba de la 1.5 y la 1 aguas abajo de la misma.

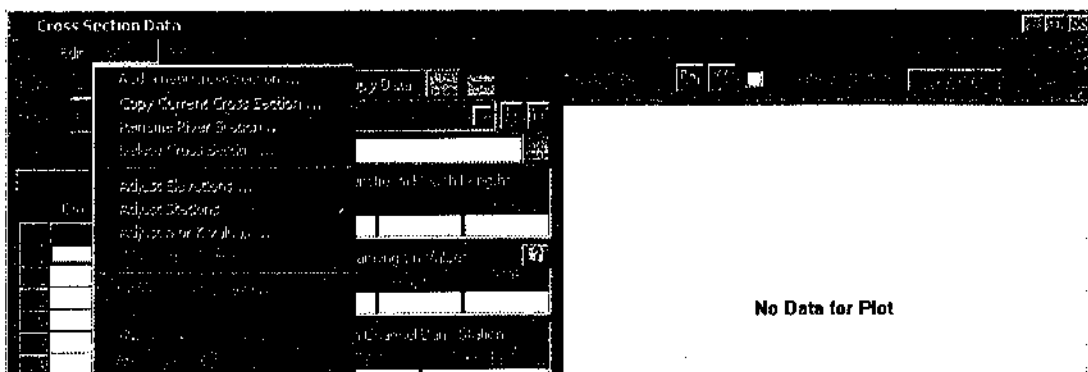
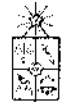


FIGURA 2.5: GEOMETRIC DATA, CROSS SECTION DATA. ADICIÓN DE UN NUEVO PERFIL.

A continuación se debe ingresar la geometría de la sección a través de pares de puntos (x, y) en este caso (*Station, Elevation*) en la tabla *Cross Section Coordinates* (Figura 2.6). Cabe mencionar que las cotas de todas las secciones deben estar referidas a un datum común (e.g. nivel medio del mar). Cabe aclarar que la coordenada x (*Station*) crece hacia la ribera derecha mirando en el sentido del flujo.



HEC-RAS permite diferenciar entre el cauce principal (*Channel*) y sus planicies de inundación izquierda (*LOB*) y derecha (*ROB*), si es que existen. Es posible especificar características particulares a cada una de ellas en *Downstream Reach Lengths* y *Manning's n Values*.

En *Downstream Reach Lengths* se debe ingresar la distancia desde la sección que se está creando a la sección ubicada inmediatamente aguas abajo, pudiéndose especificar distancias diferentes para las planicies de inundación y el canal principal. A la sección ubicada en el extremo de aguas abajo del cauce se le debe asignar un valor nulo.

En *Manning's n Values* se debe ingresar el número de Manning asociado al canal principal y a sus planicies de inundación. El valor del *n* de Manning debe obtenerse a partir de observaciones de terreno, utilizando por ejemplo la metodología de Cowan (e.g. <http://www.fhwa.dot.gov/BRIDGE/wsp2339.pdf>).

Finalmente en *Main Channel Bank Stations* se deben especificar los límites del canal principal del cauce, es decir las coordenadas *Station* que definen el borde izquierdo y derecho del cauce principal. En este ejemplo se consideran 0 y 56.1 (que coinciden con los valores extremos de la información introducida en *Cross Section Coordinates*) dado que no se consideran planicies de inundación.

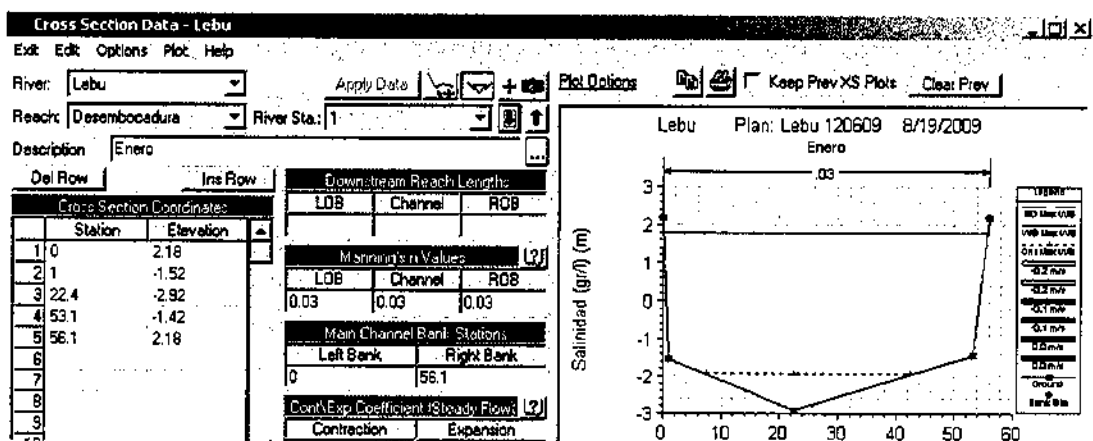


FIGURA 2.6: GEOMETRIC DATA, CROSS SECTION DATA. INCORPORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN.

El proceso anterior se debe repetir para todas las secciones medidas en terreno. Una vez terminada la incorporación de secciones se debe salir de la ventana *Cross Section Data* e ingresar a *XS Interpolation Within a Reach* en el menú *Tools* (Figura 2.7), para interpolar linealmente entre las secciones medidas en terreno, con el objetivo de mejorar la modelación. Se recomienda una longitud de interpolación (*Maximum Distance between XS's*) de 50 m. Finalmente se debe presionar *Interpolate XS's* y *close* para generar la interpolación.

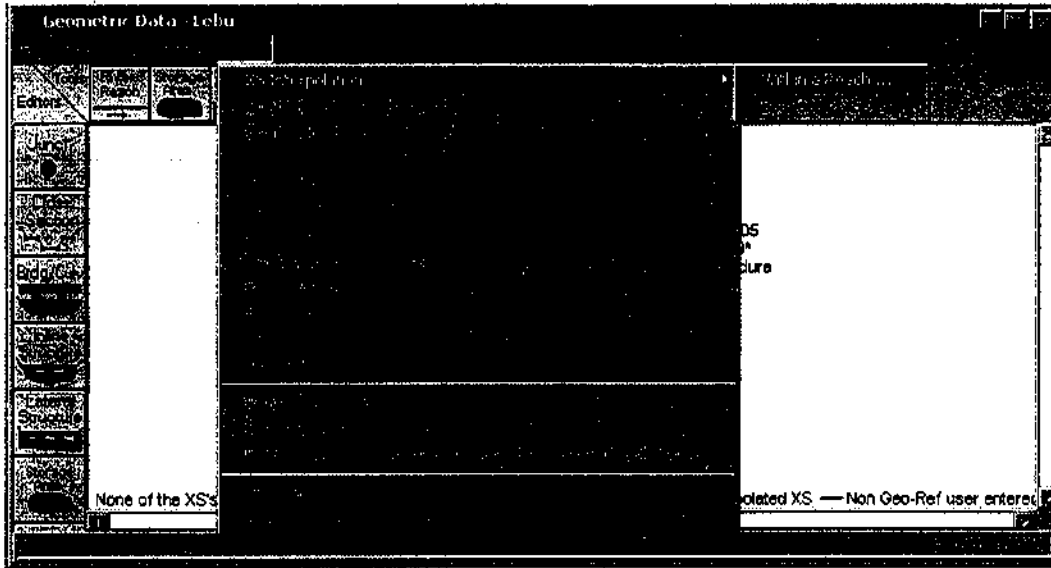


FIGURA 2.7: GEOMETRIC DATA, XS ITERPOLATION. INTERPOLACIÓN ENTRE PERFILES TRANSVERSALES.

Después de haber ingresado las secciones medidas en terreno e interpolado linealmente entre ellas, se debe guardar la geometría presionando *Save Geometry Data* en el menú *File*.

### 2.3.3. CONDICIONES DE BORDE Y CONDICIÓN INICIAL

Para ingresar las condiciones de borde para un modelo impermanente en HEC-RAS 4.1 es necesario seleccionar *Unsteady Flow Data* en el menú principal *Edit* (Figura 2.8).

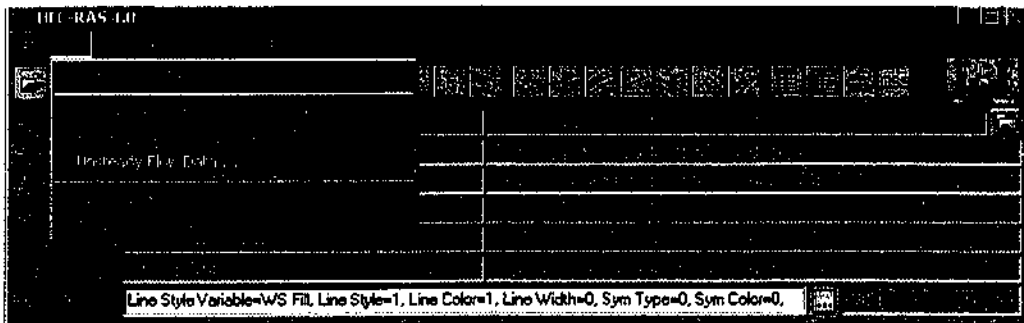


FIGURA 2.8: UNSTEADY FLOW DATA. INCORPORACIÓN DE LAS CONDICIONES DE BORDE SOBRE EL CAUDAL AFLUENTE DE AGUA DULCE Y EL NIVEL DEL MAR EN LA BOCA.

En la ventana *Unsteady Flow Data* se deben agregar las secciones del cauce en las cuales se impondrán las condiciones de borde y especificar de que tipo de condiciones se trata. Para la



modelación de un estuario requerimos dos condiciones de borde, una sobre el nivel de la superficie libre en la boca y otra sobre el caudal del río en la cabeza.

*CONDICIÓN DE BORDE DE AGUAS ABAJO*

Para incorporar la condición de borde de la marea es necesario poseer una serie de tiempo del nivel del mar en la boca del estuario, la cual se debe obtener a partir de mediciones en terreno. Como requisito para modelar correctamente la hidráulica del estuario, es necesario que la serie de tiempo sea de por lo menos 4 días de duración. En este sentido se recomienda realizar mediciones en terreno por dicho periodo de tiempo. Para obtener el caudal de dilución en un lugar ubicado dentro de la *Zona de Mezcla Parcial* se debe ingresar una serie de tiempo de mareas de cuadratura, mientras que si se desea obtener el caudal de dilución en la *Zona Sin Intrusión* se debe ingresar una serie de tiempo de mareas de sicigia. En este ejemplo se supondrá que se desea descargar dentro de la *Zona Sin Intrusión* por lo que se considera una serie de tiempo de mareas de sicigia (15 al 19 de junio del 2009).

En la ventana *Unsteady Flow Data* se debe seleccionar en *River Sta.* la sección en que se desea ingresar la serie de tiempo del nivel del mar (e.g. sección 1 que corresponde a la sección del extremo de aguas abajo). Dicha sección debe ser necesariamente la primera desde aguas abajo. Luego se debe presionar el botón *Add a Boundary Condition Location* para agregar la sección seleccionada. Además se debe especificar que la condición de borde es sobre la cota de la superficie libre del agua, es decir *Stage Hydrograph* (Figura 2.9). A continuación se debe realizar un doble click sobre *Stage Hydrograph* para poder ingresar sus características.

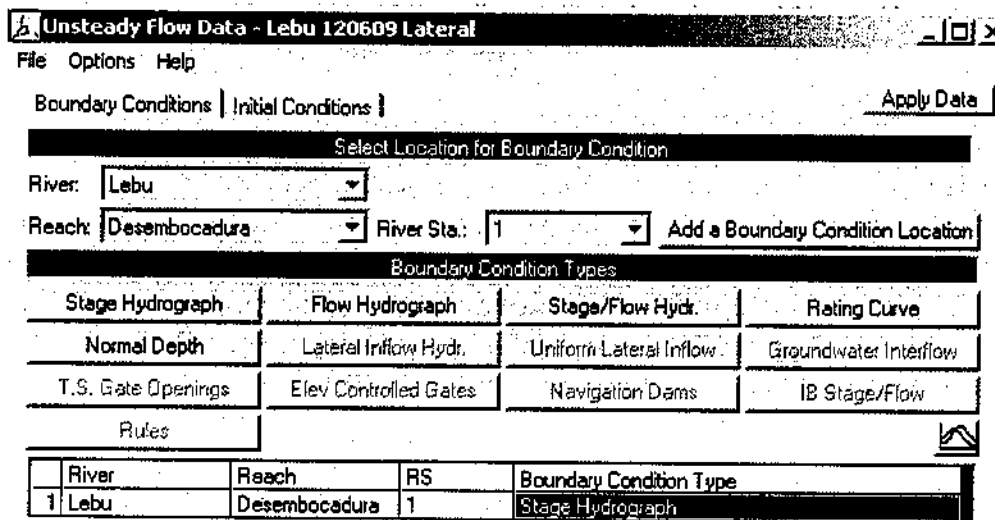


FIGURA 2.9: UNSTEADY FLOW DATA. INCORPORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE BORDE SOBRE EL NIVEL DEL MAR EN LA BOCA.



En la ventana *Stage Hydrograph* se debe seleccionar *Fixed Start Time* para especificar el tiempo en el cual comienza la serie mediciones. En este caso corresponde al 15 de junio del 2009 a las 00:30 (serie de mareas de sicigia). Cabe mencionar que la hora debe ingresarse en formato militar, en este caso 0030. Finalmente se deben ingresar en la columna *Stage* los niveles medidos referidos al nivel medio del mar. A continuación se presiona *OK* para guardar los cambios (Figura 2.10). Cabe mencionar que existen dos columnas horarias, *Date* que se refiere al momento en que se realizó la medición de nivel y *Simulation Time* que es un tiempo característico de la modelación numérica (siempre parte en 00:00). Si es necesario, HEC-RAS permite interpolar linealmente entre los niveles, para completar la columna *Stage*.

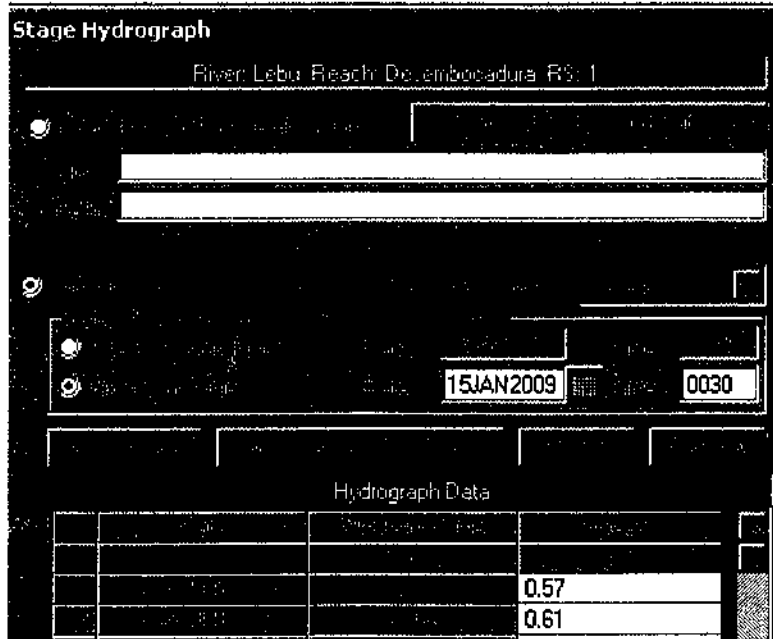


FIGURA 2.10: UNSTEADY FLOW DATA, STAGE HYDROGRAPH. INCORPORACIÓN DE LA SERIE DE DATOS DEL NIVEL DEL MAR.

#### CONDICIÓN DE BORDE DE AGUAS ARRIBA

Nuevamente en la ventana *Unsteady Flow Data* se debe seleccionar en *River Sta.* la sección en que se desea ingresar la condición de borde sobre el caudal del río. Dicha sección debe ser necesariamente la del extremo de agua arriba, en este ejemplo la sección 105. Se debe presionar el botón *Flow Hydrograph* para especificar que se trata de una condición de borde sobre el caudal (Figura 2.11). A continuación se debe realizar doble click sobre *Flow Hydrograph* para ingresar las características de la serie de tiempo de caudal.

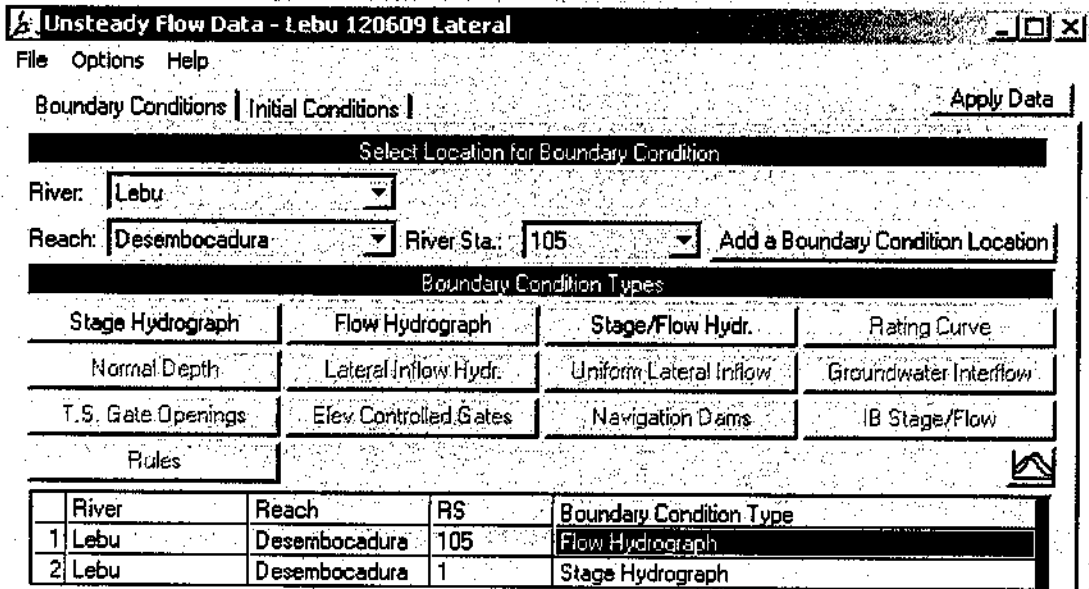


FIGURA 2.11: UNSTEADY FLOW DATA. INCORPORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE BORDE SOBRE EL CAUDAL DE AGUA DULCE AFLUENTE AL ESTUARIO.

En la ventana *Flow Hydrograph* se debe seleccionar *Fixed Start Time* para especificar el tiempo en el cual comienza la serie de mediciones. Finalmente se debe ingresar en la columna *Flow* el caudal que indica la metodología desarrollada, el cual en este caso corresponde a 4.3 m<sup>3</sup>/s, según el acápite 6.3.2 del cuerpo principal del informe SIT N°189. En general se debe tener un caudal invariante durante el periodo de muestreo, dado que la sección de aforo requiere no tener influencia de la marea.

**CONDICIÓN DE BORDE LATERAL**

De acuerdo a la metodología desarrollada, debe considerarse una descarga virtual de contaminante en el sector donde se desea conocer el caudal de dilución. En el acápite 6.3.2 del cuerpo principal del informe SIT N°189 se muestran las características de la descarga virtual utilizada en este ejemplo, que corresponde a un caudal de 0.1 m<sup>3</sup>/s. Nuevamente en la ventana *Unsteady Flow Data* se debe seleccionar en *River Sta.* la sección en que se desea ingresar la condición de borde de descarga lateral, en este caso la 43, que está ubicada en la *Zona Sin Intrusión*, específicamente a 12.8 km de la boca del estuario. Se debe presionar el botón *Lateral Inflow Hydr.* para especificar que se trata de una condición de borde sobre una descarga lateral de caudal (Figura 2.12). Luego se debe realizar doble click sobre *Lateral Inflow Hydr.* para especificar las características de la descarga.

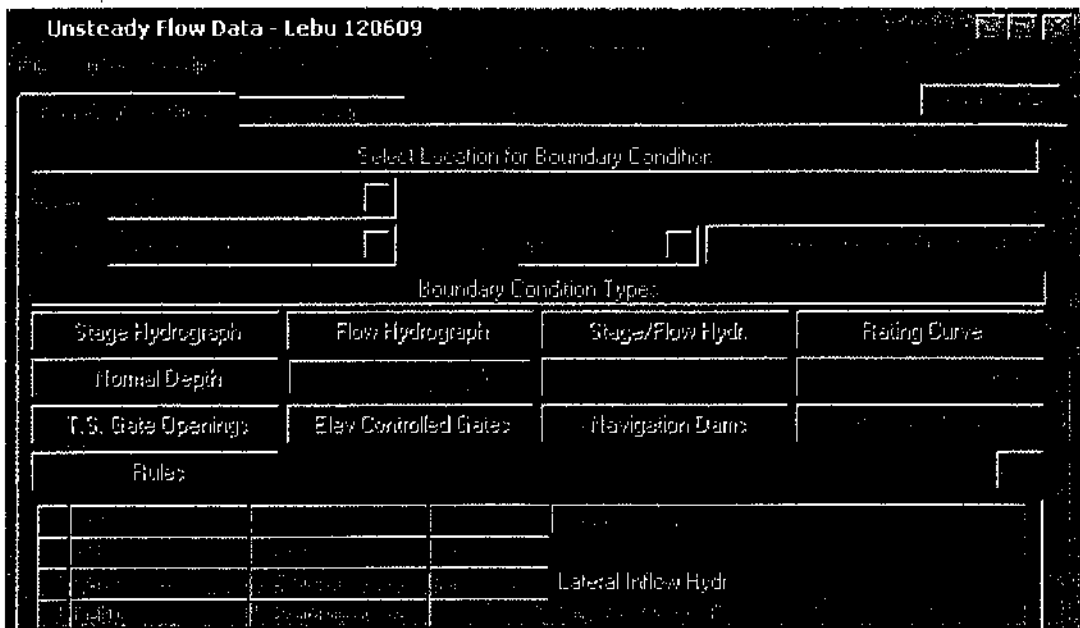


FIGURA 2.12: UNSTEADY FLOW DATA, LATERAL INFLOW HYDR. INCORPORACIÓN DE UNA DESCARGA LATERAL.

En la ventana *Lateral Inflow Hydr.* se debe seleccionar *Fixed Start Time* para especificar el tiempo en el cual comienza la serie mediciones. Finalmente se debe ingresar en la columna *Flow* el caudal de descarga, que en este caso corresponde a  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Una vez ingresadas las tres condiciones de borde es necesario guardarlas presionando *Save Unsteady Flow Data* en el menú *File*.

#### CONDICIÓN INICIAL

Para poder correr el modelo numérico es necesario especificar las condiciones iniciales del sistema. Debido a que se propone correr la simulación con 3 días de antelación al día de muestreo, el resultado del modelo logra independizarse de las condiciones iniciales para el día de interés.

La condición inicial se incorporará en la ventana *Unsteady Flow Data* en la pestaña *Initial Conditions*, en la que se debe marcar *Enter Initial flow distribution*. Finalmente se agrega la condición inicial sobre el caudal en la cabeza del estuario en la columna *Initial Flow*, en este caso un caudal de  $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$  en la sección 105 (Figura 2.13).



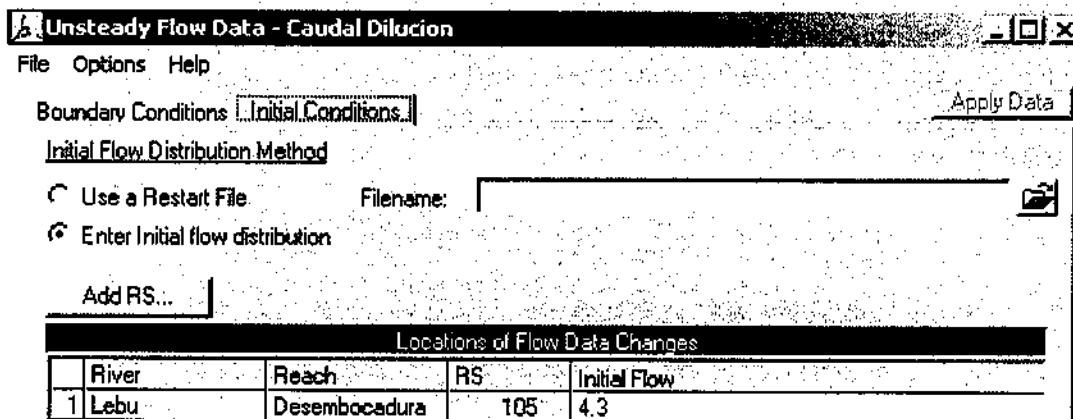


FIGURA 2.13: UNSTEADY FLOW DATA, INITIAL CONDITIONS. INCORPORACIÓN DE LA CONDICIÓN INICIAL SOBRE EL CAUDAL EN LA CABEZA DEL ESTUARIO.

### 2.3.4. EJECUTAR LA SIMULACIÓN

Una vez ingresada la geometría del cauce y las condiciones de borde para régimen impermanente es posible correr el modelo hidráulico del estuario. Para ello es necesario seleccionar *Unsteady Flow Analysis* en el menú *Run* (Figura 2.14).

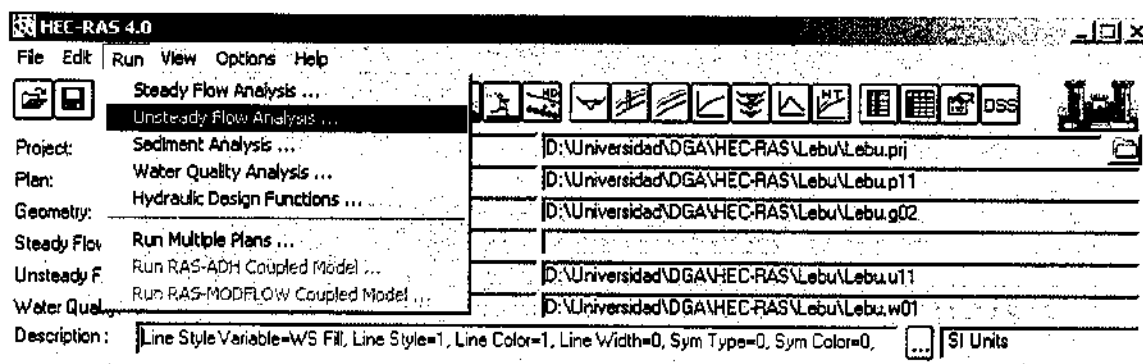


FIGURA 2.14: UNSTEADY FLOW ANALYSIS. ACCESO A LA VENTANA DE EJECUCIÓN DEL MODELO IMPERMANENTE.

En la nueva ventana se deben seleccionar los archivos de geometría y condiciones de borde que se desean utilizar en la modelación, *Lebu* y *Caudal Dilucion* en este ejemplo (Figura 2.15). Además es necesario activar las casillas *Geometry Preprocessor*, *Unsteady Flow Simulation*, *Post Processor* y *Computation Level Output*.

En la sección *Simulation Time Window* se debe indicar el tiempo de comienzo y finalización de la simulación. Es necesario que dichos tiempos estén incluidos en el intervalo asociado a las series de datos de nivel del mar y caudal (Condiciones de Borde). Si lo anterior no se



cumple, el modelo no corre. En este caso el tiempo de simulación se extiende entre las 00:30 del 15 de junio y las 20:30 del 19 de junio.

Finalmente se debe indicar la discretización temporal utilizada por el modelo numérico en *Computational Interval*. Mientras menor sea el valor, mejores resultados entregará el modelo numérico a costa de mayor tiempo de procesamiento. Para este ejemplo se consideró adecuado un intervalo de 5 minutos. Por otro lado, para poder correr un modelo de calidad de agua posteriormente es necesario activar la casilla *Computational Level Output*.

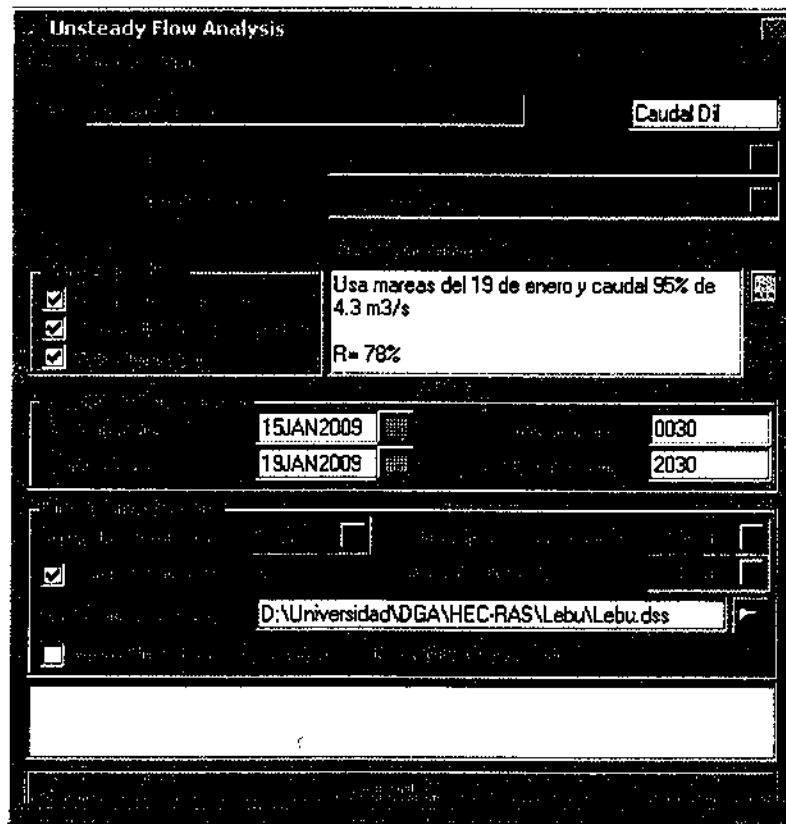


FIGURA 2.15: UNSTEADY FLOW ANALYSIS. CONFIGURACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL MODELO IMPERMANENTE.

Finalizada la configuración del análisis en régimen impermanente es posible correr el modelo hidráulico presionando *Compute*. Si no existen problemas de cálculo, aparecerá la ventana *HEC-RAS Computations* (Figura 2.16).

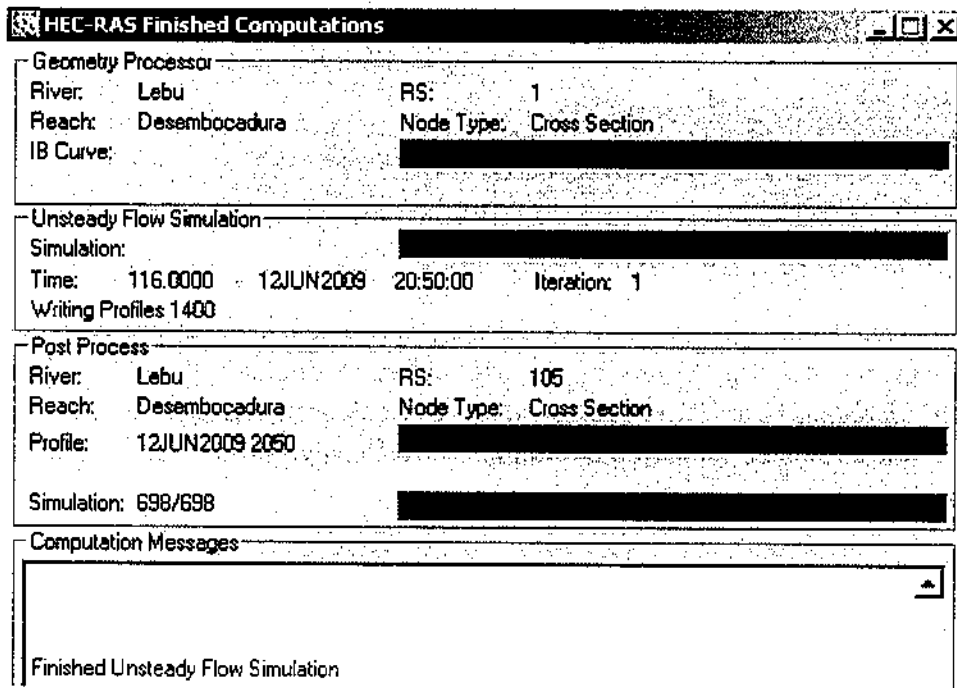


FIGURA 2.16: UNSTEADY FLOW ANALYSIS, HEC-RAS FINISHED COMPUTATIONS. VENTANA DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA.

Como resultado de este capítulo se obtiene un modelo de la hidráulica del sistema. A continuación se muestra cómo modelar los procesos de mezcla de modo de poder obtener el caudal de dilución para el sector analizado, en este caso la sección 43 ubicada a 12.8 km de la boca.

## 2.4. MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS

HEC-RAS 4.1 incluye un módulo de calidad de aguas que resuelve numéricamente la ecuación de advección-dispersión en régimen impermanente en 1-D.

### 2.4.1. INCORPORACIÓN DE DATOS

Para incorporar la información sobre las condiciones de borde para la sustancia analizada y los coeficientes de dispersión asociados al estuario, se debe seleccionar *Water Quality Data* en el menú *Edit* (Figura 2.17).

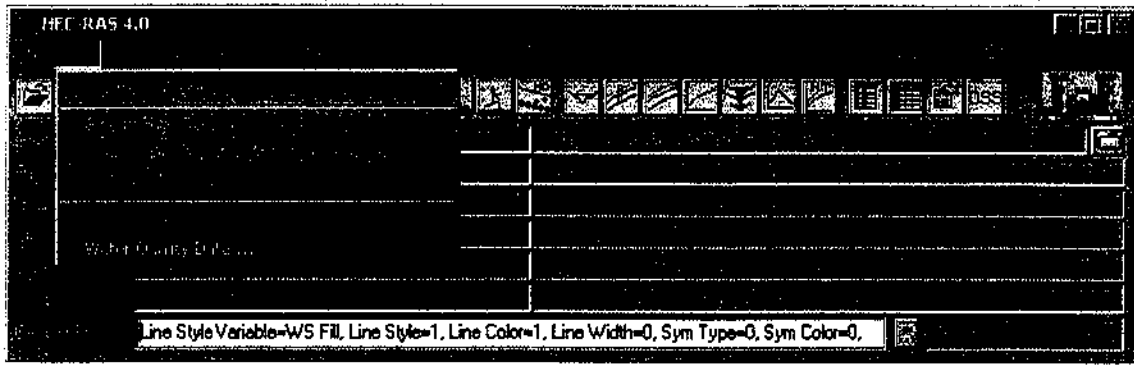


FIGURA 2.17: WATER QUALITY DATA. ACCESO A LA VENTANA DEL MÓDULO DE CALIDAD DE AGUAS.

En la ventana *Water Quality Data* se debe agregar una nueva sustancia analizar marcando exclusivamente *Arbitrary Constituents*. Se deben desmarcar *Temperature Modeling* y *Nutrient Modeling*. Por otro lado, se debe especificar la mínima discretización espacial utilizada por el modelo numérico en *Minimum Cell Length* (Figura 2.18), que se recomienda sea igual a 50 m.

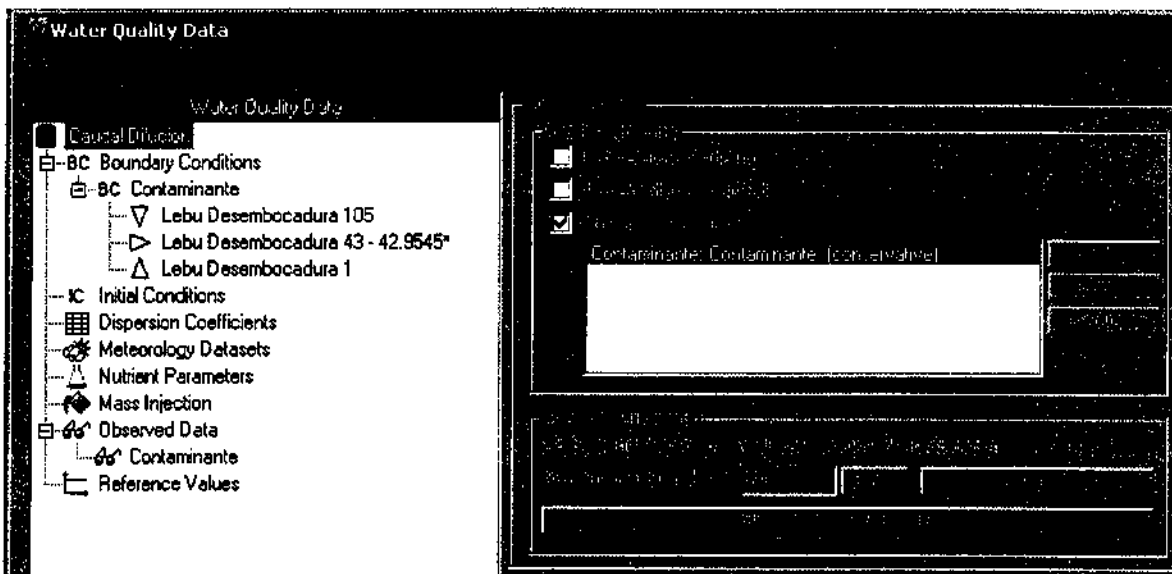


FIGURA 2.18: WATER QUALITY DATA. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUSTANCIAS A MODELAR.

Las condiciones de borde sobre la concentración del contaminante se deben incorporar en la etiqueta *Boundary Conditions*. Se deben especificar 3 condiciones de borde, una sobre la concentración en la boca del estuario, otra sobre la concentración en la cabeza del estuario y finalmente sobre la concentración en la descarga virtual del contaminante, en este ejemplo las secciones 1, 105 y 43 respectivamente (Figura 2.19).

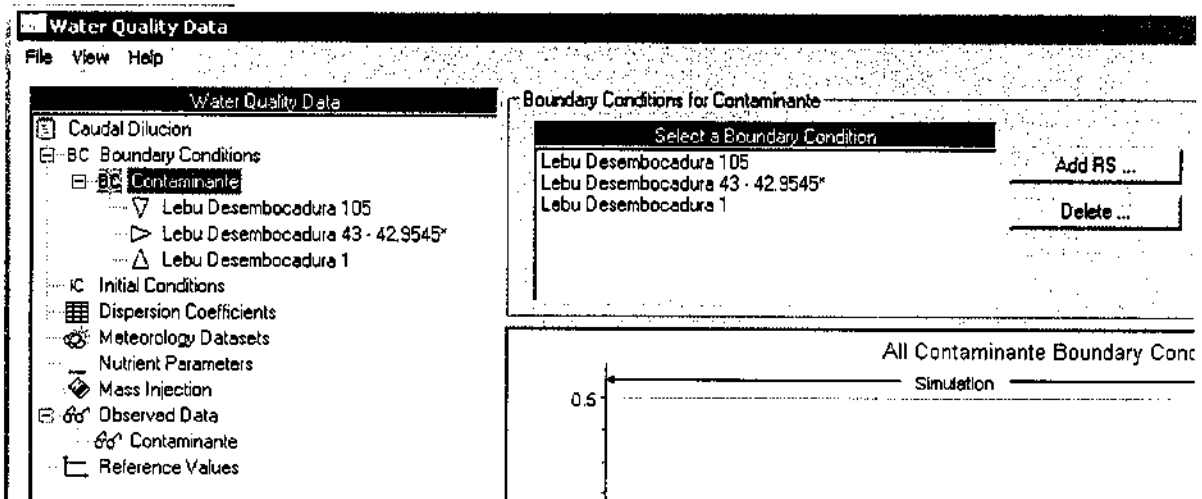


FIGURA 2.19: WATER QUALITY DATA. CONDICIONES DE BORDE SOBRE LAS SUSTANCIAS ANALIZADAS.

Para especificar las condiciones de borde se debe seleccionar la sección en el listado *Select a Boundary Condition* y luego en *Data Source* seleccionar *Constant Value* e ingresar el valor de la concentración en mg/l en el cuadro *Constant Value* (Figura 2.20). Para este ejemplo se deben considerar concentración nula por parte del río (sección 105) y una concentración de 100 mg/l en la descarga virtual (sección 43) y 0.5 mg/l en el mar (sección 1), según lo indicado en el acápite 6.3.2 del cuerpo principal del informe SIT N°189.

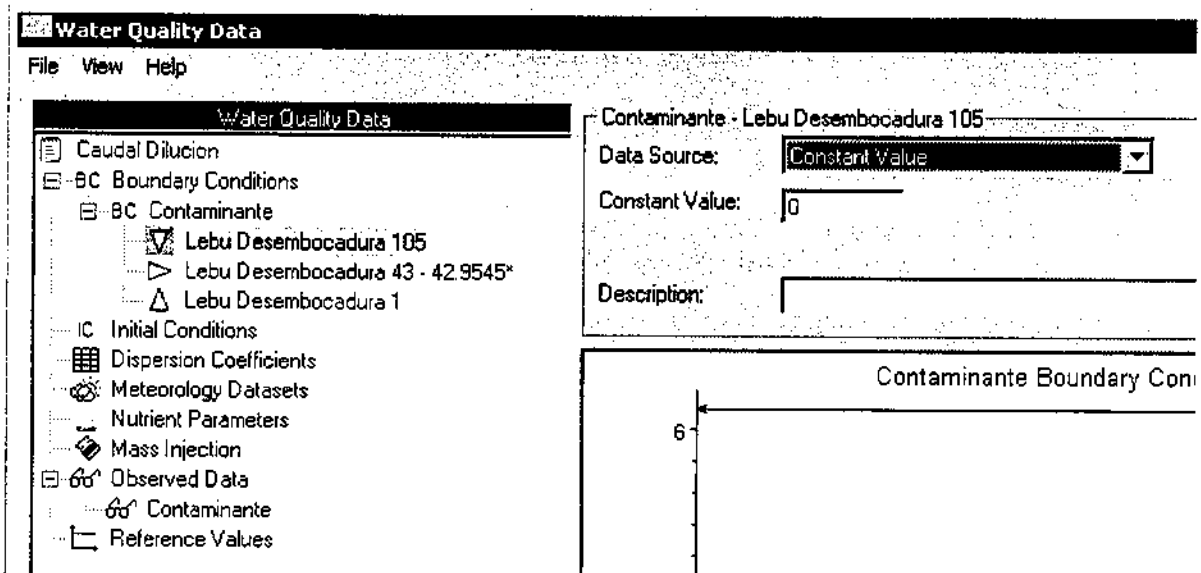


FIGURA 2.20: WATER QUALITY DATA. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDICIONES DE BORDE.



Por otro lado, se debe especificar la distribución inicial de la concentración en el sistema en la etiqueta *Initial Conditions*. En este caso se consideró concentración inicial nula a lo largo del estuario (Figura 2.21).

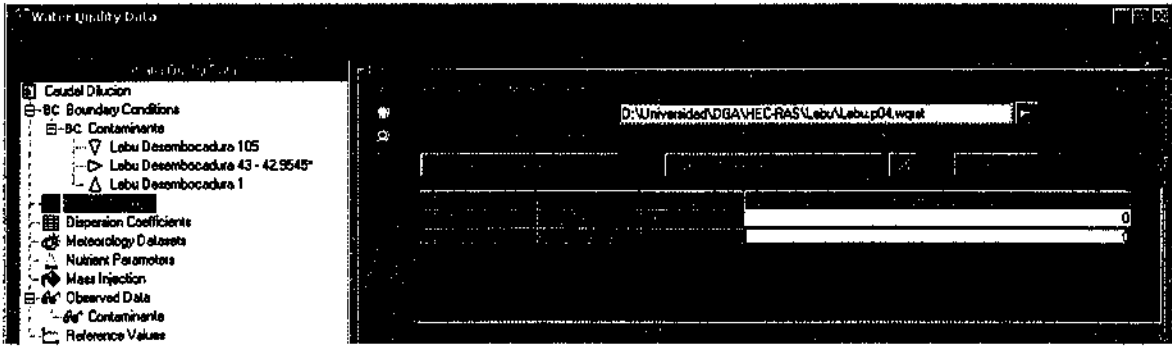


FIGURA 2.21: WATER QUALITY DATA. DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL MODELO PARA CADA SUSTANCIA ANALIZADA.

Por último se deben ingresar los valores obtenidos para el coeficiente de dispersión en *Dispersion Coefficients* (Figura 2.22). La metodología utilizada para la obtención de los coeficientes de dispersión se detalla en el acápite 6.3.1 del cuerpo principal del informe SIT N°189.

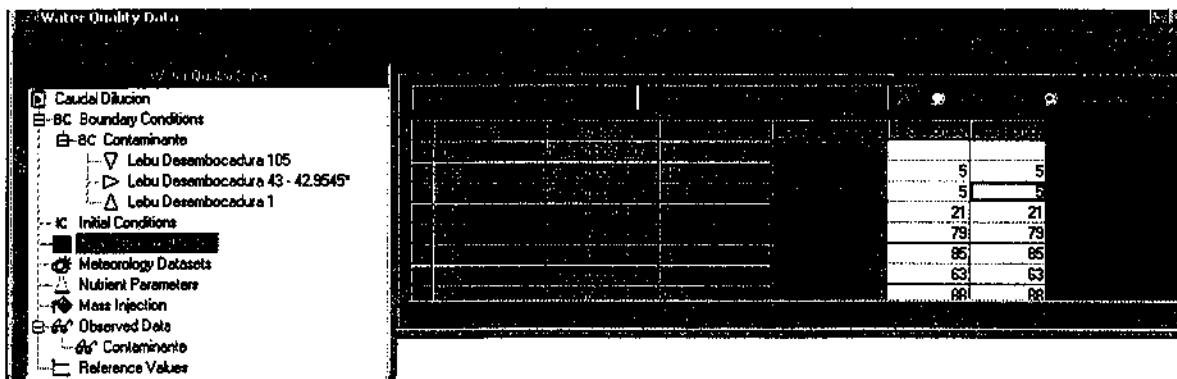


FIGURA 2.22: WATER QUALITY DATA. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS COEFICIENTES DE DISPERSIÓN SEGÚN PERFIL GEOMÉTRICO.

El modelo de calidad de aguas debe ser guardado presionando *Save Water Quality Data* en el menú *File*.

Finalmente es posible correr el modelo impermanente de calidad de aguas, seleccionando *Water Quality Analysis* en el menú principal *Run* (Figura 2.23).

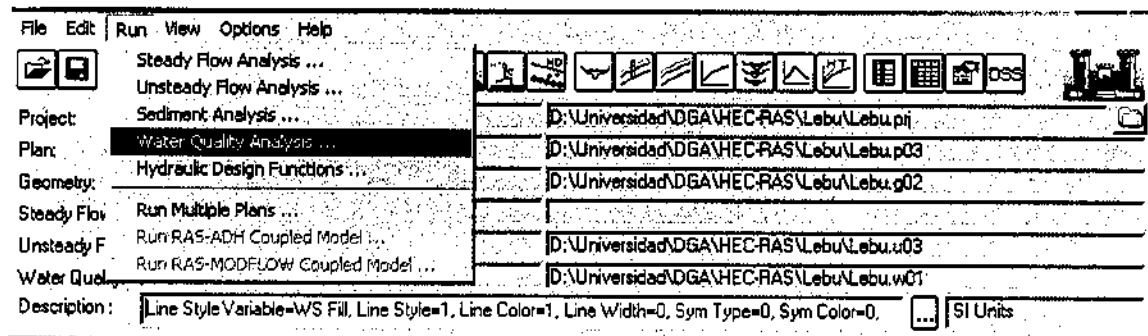


FIGURA 2.23: WATER QUALITY ANALYSIS. ACCESO A LA VENTANA DE EJECUCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE AGUAS.

En la ventana *Water Quality Analysis* se debe especificar el modelo hidráulico a utilizar en *Hydraulics Plan* (e.g. Caudal Dilución), además del tiempo de inicio y término de la simulación en *Water Quality Simulation Time Window* que en este caso coinciden con los tiempos de la simulación del modelo hidráulico (Figura 2.24).

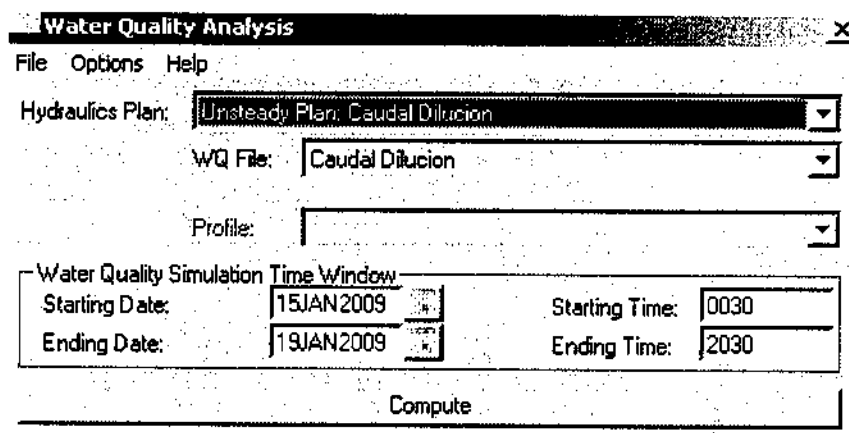


FIGURA 2.24: WATER QUALITY ANALYSIS. VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS.

## 2.5. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DE DILUCIÓN

Para obtener el caudal de dilución se debe ingresar a *WQ Time Series Plot* en el menú principal *View* (Figura 2.25) en dónde es posible observar las concentraciones resultantes del modelo de calidad de aguas, para cada sección del cauce.

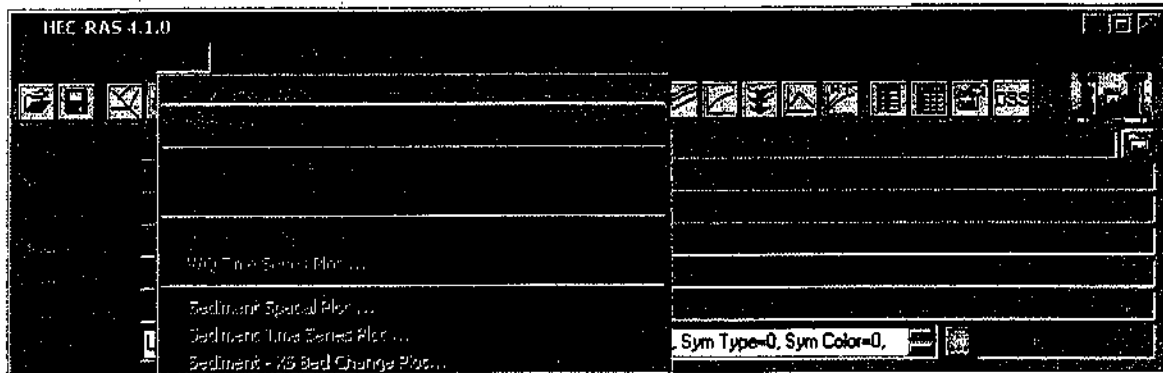


FIGURA 2.25: WQ TIME SERIES PLOT. ACCESO A LA VENTANA DE VISUALIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ENTREGADA POR EL MODELO DE CALIDAD DE AGUAS.

En la ventana *Water Quality Time Series* se debe seleccionar la sección en la cual se consideró la descarga virtual de contaminante, en este ejemplo la sección 43, y obtener la mayor concentración entregada por el modelo para el último día de simulación, que en este caso corresponde a 3.71 mg/l. Reemplazando dicha concentración y las características de la descarga virtual en la Ecuación (4.2) del cuerpo principal del informe SIT N°189, es posible obtener el caudal de dilución de la sección 43 que está ubicada a 12.8 km de la boca del estuario en la *Zona Sin Intrusión*. En este caso el caudal de dilución resulta ser de 2.7 m<sup>3</sup>/s inferior a los 4.3 m<sup>3</sup>/s, provenientes del río.

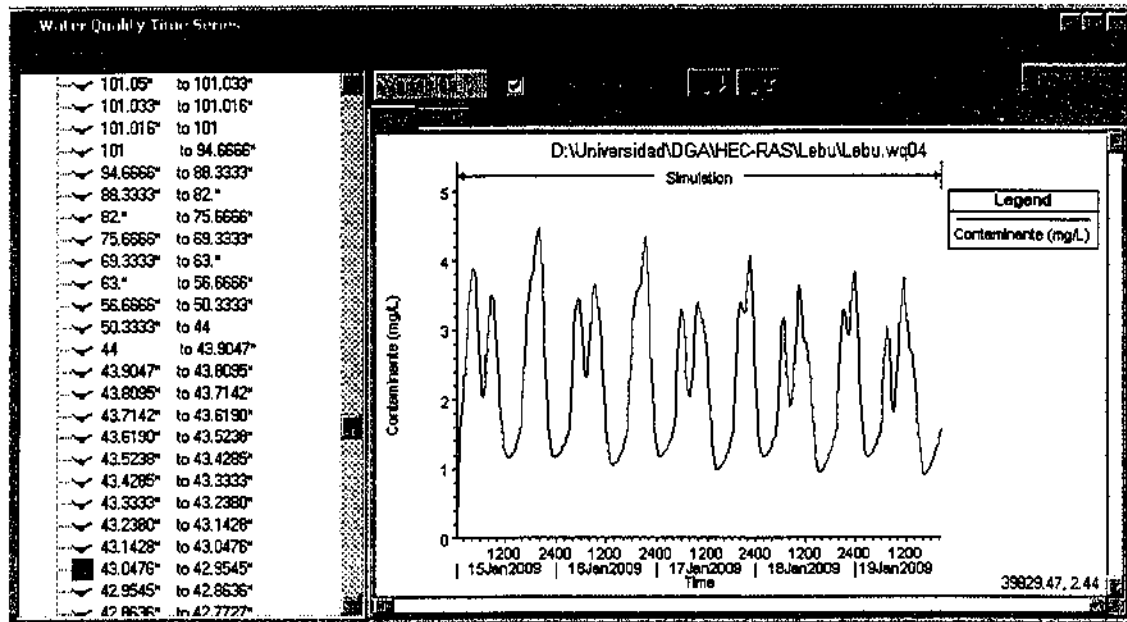
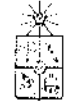


FIGURA 2.26: WATER QUALITY TIME SERIES. OBTENCIÓN DE LA MÁXIMA CONCENTRACIÓN EN EL LUGAR DE DESCARGA VIRTUAL.





### 2.5.1. OTROS RESULTADOS RELEVANTES ENTREGADOS POR HEC-RAS

HEC-RAS entrega la variación temporal de variables importantes para la metodología de estimación de caudales de dilución propuesta, como lo son la velocidad de escurrimiento en la boca, los promedios en el periodo de marea de la profundidad, área de escurrimiento, etc. Dicha información se entrega a través de gráficos y tablas que pueden ser analizadas, por ejemplo en Excel. Para acceder a dichas tablas se debe seleccionar *Profile Summary Table* en el menú *View* (Figura 2.27).

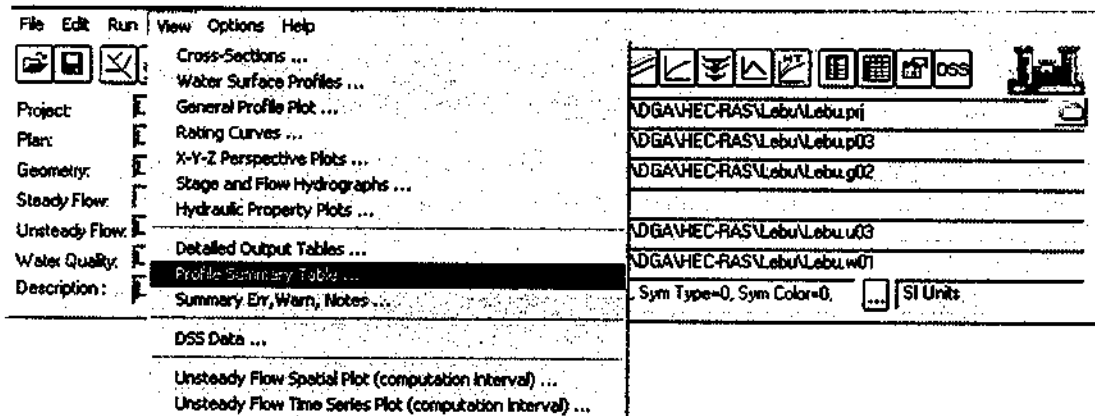


FIGURA 2.27: PROFILE SUMMARY TABLE. ACCESO A LA TABLA DE RESULTADOS.

Para seleccionar qué variables se mostrarán en la tabla se debe seleccionar *Define Table* en el menú *Options*. Para definir qué secciones del cauce se incluirán en la tabla se debe seleccionar *Define Location List* en el menú *Locations*. Finalmente, para definir para qué tiempos se tabulará la información se debe seleccionar *Profiles* en el menú *Options*.

Como ejemplo se tabula la velocidad de escurrimiento en la boca del estuario durante todo el periodo de simulación.

Primero indicamos que se tabule exclusivamente la velocidad, seleccionando *Vel Total* en el listado *Available Variables* en la ventana *Define Table* del menú options (Figura 2.28).

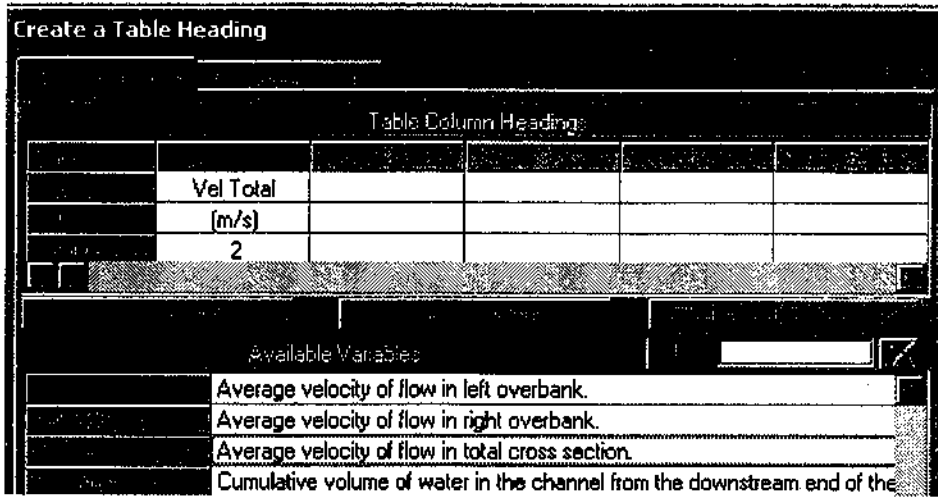


FIGURA 2.28: PROFILE SUMMARY TABLE, CREATE A TABLE READING. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES A INLCUIR EN LA TABLA DE RESULTADOS.

Luego indicamos que se tabule la información solo para la sección 1 (boca del estuario) en *Define Location List* del menú *Location* (Figura 2.29). AGREGAR MÁS INFO Y PRESIONAR OK.

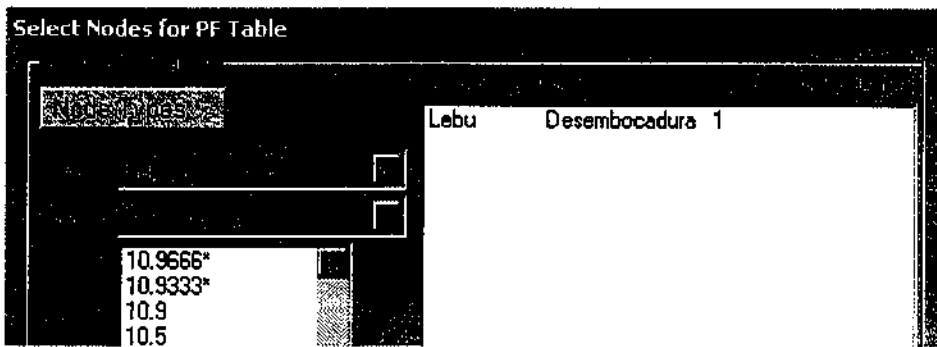


FIGURA 2.29: PROFILE SUMMARY TABLE, SELECT NODES FOR PF TABLE. DETERMIANCIÓN DE LOS PERFILES GEOMÉTRICOS A INLCUIR EN LA TABLA DE RESULTADOS.

Finalmente indicamos que se entregue la información para todo el periodo de simulación, seleccionando todos los tiempos en *Profiles* del menú *Options* (Figura 2.30).

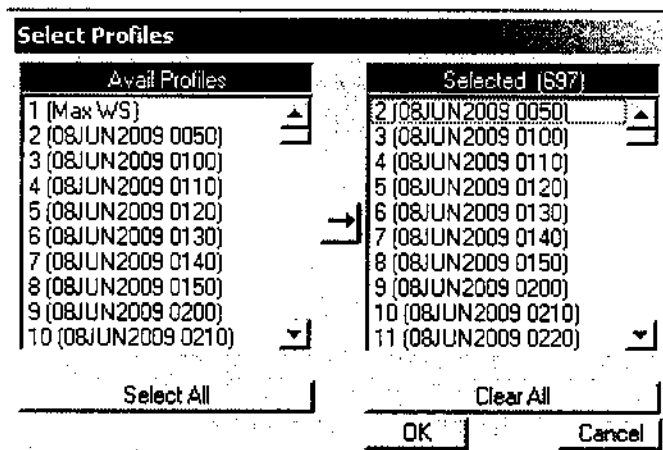


FIGURA 2.30: PROFILE SUMMARY TABLE, SLECT PROFILES. DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE TIEMPO PARA EL CUAL SE TABULAN LOS RESULTADOS.

Finalmente obtenemos una tabla con la variación temporal de la velocidad en la boca del estuario para todo el periodo de simulación (Figura 2.31).

River	Reach	River Sta	Profile	Vel Total (m/s)
Lebu	Desembocadura	1	08JUN2009 0050	0.02
Lebu	Desembocadura	1	08JUN2009 0100	0.10
Lebu	Desembocadura	1	08JUN2009 0110	0.16
Lebu	Desembocadura	1	08JUN2009 0120	0.19
Lebu	Desembocadura	1	08JUN2009 0130	0.21
Lebu	Desembocadura	1	08JUN2009 0140	0.22
Lebu	Desembocadura	1	08JUN2009 0150	0.23

FIGURA 2.31: PROFILE SUMMARY TABLE, PROFILE OUTPUT TABLE. TABLA CON EL RESULTADO DE LAS VARIABLES REQUERIDAS, SEGÚN PERFIL GEOMÉTRICO Y TIEMPO.

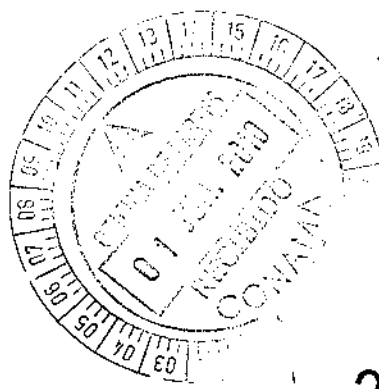


## 2.6. APLICACIÓN PARA CORREGIR LA BATIMETRÍA DEL ESTUARIO

Para obtener la batimetría de un estuario a partir de mediciones de profundidad es necesario considerar la variación temporal de la superficie libre del agua a lo largo de éste por efecto de la marea. Una manera sencilla de considerar dicho efecto es modelando numéricamente la hidráulica del estuario mediante el uso de HEC-RAS impermanente. En base a un procedimiento iterativo es posible corregir el datum de las cotas de fondo del cauce obtenidas a partir de las mediciones de profundidad en terreno.

La idea es realizar un modelo hidráulico del estuario estudiado considerando en principio la geometría no corregida, es decir las cotas de fondo obtenidas a partir de las mediciones de profundidad. Una vez ingresada dicha geometría, las condiciones de borde y las condiciones iniciales del estuario, se procede a ejecutar la simulación.

Dentro de los resultados entregados por HEC-RAS se encuentra la variación temporal de la profundidad en cada sección para el periodo de simulación. Cabe recordar que dicha profundidad varía debido al efecto de la marea, del cual da cuenta la modelación de HEC-RAS. En este sentido es posible comparar la profundidad entregada por el modelo numérico en el momento en que se realizó la medición con la profundidad medida en terreno. En base a las diferencias observadas se desplazan las cotas de fondo de la sección analizada, realizando de este modo la primera corrección a la geometría del estuario. Este proceso se debe repetir hasta que las profundidades entregadas por HEC-RAS coincidan con las medidas en terreno.



003723

9393

339

OF. ORD. : N°  
MAT: REMITE OBSERVACION PAC DS. 90

PUNTA ARENAS, 27 DE MAYO DE 2010

DE : SEÑOR ALEJANDRO FERNANDEZ NAVARRETE  
DIRECTOR REGIONAL  
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGION DE MAGALLANES Y ANTARTICA CHILENA

A : SEÑOR HANS WILLUMSEN ALENDE  
JEFE DEPTO. CONTROL DE LA CONTAMINACION  
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Junto con saludarlo, y en el marco del proceso de Participación Ciudadana Revisión Norma de Emisión anteproyecto para Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Este Dirección Regional tiene a bien remitir observación recepcionada en la oficina de partes.

Sin otro particular, se despide atentamente,



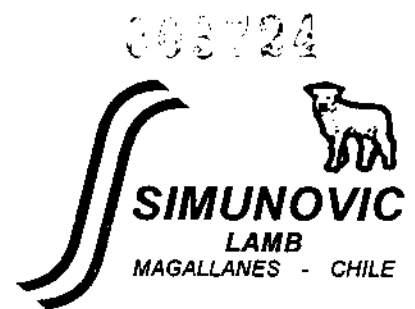
ALEJANDRO FERNANDEZ N.  
Director Regional CONAMA  
Región de Magallanes y Antártica Chilena

*[Handwritten signature]*  
ACY/ycy

Distribución:

- Sr. Hans Willumsen A. jefe Dpto. Control de la Contaminación, Dir. Ejecutiva
- Sra. Mariela Arevalo, jefa área hídrica, Dpto. PPyCC D. Ejecutiva.
- Archivo Dirección Regional XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena.
- Archivo expediente unidad de Prevencion y Control de la Contaminación.

# FRIGORIFICO SIMUNOVIC S.A.



PUNTA ARENAS, 20 DE MAYO DE 2010

SEÑOR  
ALVARO SAPAG RAJEVIC  
DIRECTOR NACIONAL  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
MONEDA Nº 970 PISO 12  
SANTIAGO  
REGIÓN METROPOLITANA  
PRESENTE

**RECIBIDO**

26 MAY 2010

**CONAMA**  
REGIÓN DE MAGALLANES  
Y ANTÁRTICA CHILENA

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, **EMPRESA FRIGORÍFICA SIMUNOVIC S.A.** en respuesta a su consulta pública referida a la revisión de la norma de "Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (D.S. 90/2000 MINSEGPRES)", publicada en el Diario Oficial de la República de Chile con fecha 01 de Marzo 2010, y a la Resolución Exenta Nº0135 "Aprueba Anteproyecto Revisión Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas Continentales Superficiales" (Santiago, 17 de Febrero de 2010), ha estimado pertinente dar a conocer los siguientes antecedentes medioambientales y observaciones al Anteproyecto Revisión Norma, a fin de que estos sean considerados.

## ANTECEDENTES MEDIOAMBIENTALES:

1. La EMPRESA FRIGORÍFICO SIMUNOVIC S.A. RUT 91.730.000-3 en el cumplimiento de los requerimientos medioambientales establecidos en el D.S. Nº90 "NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LA DESCARGA DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS CONTINENTALES SUPERFICIALES" del 30 de Mayo de 2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia actualmente en vigencia, aprobó mediante D.G.T.M. Y M.M. ORDINARIO Nº 12600/05/1735 VRS, "APRUEBA PROGRAMA DE MONITOREO DE AUTOCONTROL DEL EFLUENTE DE LA EMPRESA FRIGORÍFICO SIMUNOVIC S.A." de la DIRECTEMAR. El emisario submarino ha estado operando normalmente

**CASA MATRIZ: PUNTA ARENAS:** Kilómetro. 13,7 Norte - Casilla14-D - Teléfonos: 56-61 292810 - Fax: 56-61 214699  
**SUCURSAL: SANTIAGO:** Avda. Eduardo Frei Montalva Nº 2091 - Independencia - Casilla 9053 - Correo Central  
Teléfonos: 56-02 7341692 - 7341694 - Fax: 56-02 7369299  
e-mail: recepcion@simunovic.cl - web site: www.simunovic.cl



# FRIGORIFICO SIMUNOVIC S.A.



desde el año 2006, con parámetros dentro de los límites permitidos. Adjunto para su conocimiento el Informe Técnico del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), realizado en Febrero de 2010. Dicho informe está basado en el muestreo de descargas de aguas residuales al Estrecho de Magallanes del emisario submarino en servicio, propiedad de la empresa antes suscrita, que avala el cumplimiento medioambiental referido a los Límites Máximos Permisibles, correspondiente a los parámetros contaminantes que competen.

## OBSERVACIONES A LA REVISIÓN DE LA NORMA :

1. Respecto a lo establecido en el ítem 3. DEFINICIONES, punto 3.9.1 de la Resolución exenta N° 0135 que define Zona de Protección Litoral señala: **“En el tramo ubicado entre Punta Puga y Cabo de Hornos, la Zona de Protección Litoral corresponderá a las aguas marinas y fondo del cuerpo de dichas aguas ubicadas al interior de la línea base recta de la República establecida en la carta S.H.O.A. N° 5 de 1977 denominada “Líneas de Base rectas entre los paralelos 41° sur y 56° sur”.** Sin perjuicio de lo anterior, se unirán los puntos N° 31 (islotos Evangelistas) y N° 54 (Cabo Tamar), identificados en la misma carta SHOA N° 5, de 1977, considerando la totalidad del estrecho de Magallanes como Zona de Protección Litoral”.

El segundo párrafo que menciona “considerar la totalidad del Estrecho de Magallanes como Zona de Protección Litoral”, aduce el considerar la extensión total del cuerpo de agua señalado, en este contexto la definición es entendida como discriminatoria, puesto que, la disposición final de la descarga de residuos líquidos en nuestra región recaería siempre en la ZPL.

2. En referencia al ítem 5. PROGRAMA Y PLAZOS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA PARA LAS DESCARGAS punto 5.8 de la Resolución exenta N° 0135 que señala: **“Las fuentes emisoras que a la fecha de entrada en vigencia del D.S. N°XX, que se encuentren construidas, operando y con permisos vigentes, que descargan conforme al punto 4.4.3 dentro de la Zona de Protección Litoral establecida conforme al punto 3.9.1, dispondrán de un plazo de 2 años para cumplir con los límites establecidos en el punto 4.4.2”.**

CASA MATRIZ: PUNTA ARENAS: Kilómetro. 13,7 Norte - Casilla14-D - Teléfonos: 56-61 292810 - Fax: 56-61 214699  
 SUCURSAL: SANTIAGO: Avda. Eduardo Frei Montalva N° 2091 - Independencia - Casilla 9053 - Correo Central  
 Teléfonos: 56-02 7341692 - 7341694 - Fax: 56-02 7369299  
 e-mail: recepcion@simunovic.cl - web site: www.simunovic.cl



**FRIGORIFICO SIMUNOVIC S.A.**



En este punto 5.8, se indica la obligatoriedad de regirse exclusivamente por la Tabla N° 4 "LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA LA DESCARGA DE RESIDUOS LÍQUIDOS A CUERPOS DE AGUA MARINOS, DENTRO DEL ANCHO DE LA ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL" para la XII región, al considerar la definición de Zona de Protección Litoral modificada, dejando de considerar en su interpretación la definición de Ancho de la Zona de Protección Litoral que define por sí la utilización de cada tabla y pone en un plano discriminatorio a las empresas que se regían por la tabla N°5 FUERA de la Zona de Protección Litoral frente al resto de las regiones del país.

En este sentido, empresa FRIGORÍFICO SIMUNOVIC S.A. afirma que la Tabla N°5 de la norma N°90/2000 vigente, es exigencia suficiente para el control de la contaminación de residuos líquidos en las aguas del Estrecho de Magallanes, quedando demostrado en el Informe Técnico PVA que presenta los resultados de análisis de contaminantes en la boca de descarga del emisario submarino. A la luz de estos resultados se evidencia que no hay impacto ambiental, tal como lo muestra la tabla resumen siguiente, dejando de manifiesto que los parámetros por los que nos regimos actualmente son suficientes para asegurar la calidad de los cuerpos de agua donde actualmente descarga nuestro emisario, lo que no justifica en forma alguna aumentar las exigencias y límites máximos de descarga de nuestros residuos líquidos industriales.

**CASA MATRIZ: PUNTA ARENAS:** Kilómetro. 13,7 Norte - Casilla14-D - Teléfonos: 56-61 292810 - Fax: 56-61 214699  
**SUCURSAL: SANTIAGO:** Avda. Eduardo Frei Montalva N° 2091 - Independencia - Casilla 9053 - Correo Central  
 Teléfonos: 56-02 7341692 - 7341694 - Fax: 56-02 7369299  
 e-mail: [recepcion@simunovic.cl](mailto:recepcion@simunovic.cl) - web site: [www.simunovic.cl](http://www.simunovic.cl)



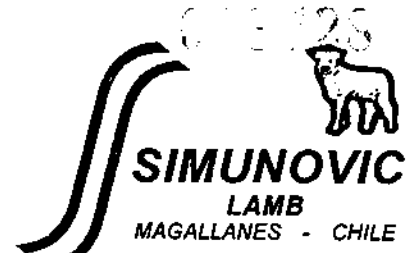


Estación N°1		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y Grasas (A y G)	mg/l	<5.0
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	2
Detergentes Aniónicos (SAAM)	mg/l	<0.1
Sólidos Sedimentables (S.SED)	ml/l/h	<0.1
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/l	<5.0
Estación N°2		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y Grasas (A y G)	mg/l	<5.0
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	2
Detergentes Aniónicos (SAAM)	mg/l	<0.1
Sólidos Sedimentables (S.SED)	ml/l/h	<0.1
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/l	<5.0
Estación N°3		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y Grasas (A y G)	mg/l	<5.0
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	2
Detergentes Aniónicos (SAAM)	mg/l	<0.1
Sólidos Sedimentables (S.SED)	ml/l/h	<0.1
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/l	<5.0
Estación N°4		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y Grasas (A y G)	mg/l	<5.0
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	2
Detergentes Aniónicos (SAAM)	mg/l	<0.1
Sólidos Sedimentables (S.SED)	ml/l/h	<0.1
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/l	<0.1

**CASA MATRIZ: PUNTA ARENAS:** Kilómetro. 13,7 Norte - Casilla 14-D - Teléfonos: 56-61 292810 - Fax: 56-61 214699  
**SUCURSAL: SANTIAGO:** Avda. Eduardo Frei Montalva N° 2091 - Independencia - Casilla 9053 - Correo Central  
 Teléfonos: 56-02 7341692 - 7341694 - Fax: 56-02 7369299  
 e-mail: [repcion@simunovic.cl](mailto:repcion@simunovic.cl) - web site: [www.simunovic.cl](http://www.simunovic.cl)



# FRIGORIFICO SIMUNOVIC S.A.



En virtud de lo antes señalado, EMPRESA FRIGORÍFICO SIMUNOVIC S.A., solicita a Usted se consideren las observaciones antes expuestas, y no se aplique el cambio propuesto.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

p. FRIGORIFICO SIMUNOVIC S.A.

  
NICOLAS SIMUNOVIC V.  
Presidente Ejecutivo



c.c.: SR. ALEJANDRO FERNANDEZ N., DIRECTOR REGIONAL , CONAMA, XII REGIÓN

---

**CASA MATRIZ: PUNTA ARENAS:** Kilómetro. 13,7 Norte - Casilla14-D - Teléfonos: 56-61 292810 - Fax: 56-61 214699  
**SUCURSAL: SANTIAGO:** Avda. Eduardo Frei Montalva N° 2091 - Independencia - Casilla 9053 - Correo Central  
Teléfonos: 56-02 7341692 - 7341694 - Fax: 56-02 7369299  
e-mail: [recepcion@simunovic.cl](mailto:recepcion@simunovic.cl) - web site: [www.simunovic.cl](http://www.simunovic.cl)

ORD. N° : 101632 /  
ANT. : No hay.  
MAT. : Solicita antecedentes ZPL  
acordados en reunión  
DIRECTEMAR/CONAMA  
realizada el 27-05-2010

SANTIAGO,  
02 JUN. 2010

DE : Hans Willumsen Alende  
Jefe Departamento Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

A : Comandante Capitán de Fragata LT Pedro Valderrama Carrillo  
Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante

Junto con saludarlo cordialmente, me permito solicitar a usted los antecedentes comprometidos en reunión sostenida por DIRECTEMAR/CONAMA el 27 de mayo 2010, con el fin de modificar en pro de mejorar, la propuesta de Zona de Protección Litoral (ZPL) de Punta Puga al Sur de Chile, establecida en el anteproyecto de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", el cual fue publicado en el Diario Oficial el 01 de marzo 2010 y se encuentra en proceso de consulta pública hasta el **09 de junio 2010**. Para llevar a delante esta mejora le remitimos la **Propuesta Protocolo de Trabajo Conjunto CONAMA – DIRECTEMAR**, que hemos elaborado y sobre la cual hemos acordado continuar trabajando, que indica todos los participantes y los plazos.

La necesidad de ajustar la propuesta de ZPL mencionada se fundamenta en el artículo 50 de la Ley N°19.300 y el artículo 38 del D.S. 93, los cuales mencionan que "Estos decretos serán reclamables ante el juez de letras competente por cualquier persona que considere que no se ajustan a esta ley y a la cual causen perjuicio", esto en consideración a que existen antecedentes preliminares recogidos en el **Proceso de Participación Ciudadana**, que indican que esta modificación podría afectar de manera considerable a un gran número de empresas, en especial de las industrias de recursos hidrobiológicos, que descargan de Puga al Sur y que estos cuerpos de agua receptores presentan características hidrodinámicas muy distintas que deben ser revisadas en los fundamentos y criterios empleados para su delimitación. En este contexto los antecedentes solicitados, mediante este Oficio, apoyaran la elaboración del Proyecto Definitivo y la evaluación económica correspondiente.

El D.S. N°93/95, "Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión", MINSEGPRES, en su artículo 21 menciona que el plazo para elaborar el proyecto definitivo de la norma es de 45 días contados desde el término de la consulta pública, lo cual se cumple el **13 de agosto 2010**. Según lo propuesto y acordado en la reunión citada en antecedentes, el plazo para analizar y presentar propuesta definitiva de la Zona de Protección Litoral de Punta Puga al Sur de Chile, es el **30 de julio 2010**.

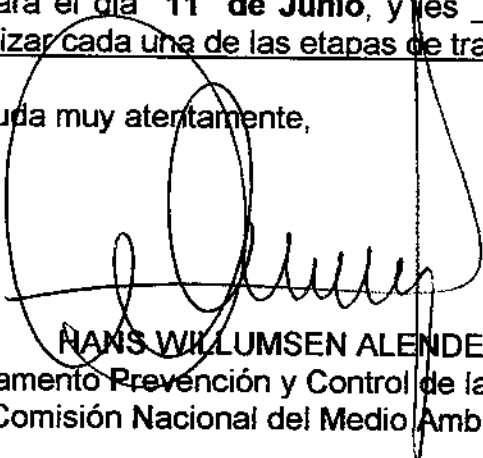
Los antecedentes requeridos, de parte de DIRECTEMAR, para comenzar a desarrollar el análisis planteado son los siguientes:

1. Revisión de la **base de datos adjunta**, la cual considera las descargas realizadas al mar por tabla 4 y tabla 5 en todo Chile. Se requiere corroborar la existencia y operación efectiva de las empresas, la tabla de descarga, el rubro y subrubro al cual pertenecen, el cuerpo receptor y la ZPL otorgada.

2. De las empresas que descargan por tabla 5 desde Punta Puga al sur de Chile, contar con las **resoluciones de monitoreos otorgadas.**
3. De las empresas que descargan por tabla 5 desde Punta Puga al sur de Chile, contar con los **autocontroles y resultados de las fiscalizaciones de los años 2006, 2007, 2008 y 2009.**
4. Identificación de las empresas que han presentado incumplimientos a la norma entre los años **2006 al 2009 y los procesos sancionatorios que han sido informados.**
5. Identificación en sistema de información geográfica (formato \*.shp) de las zonas que cuentan con **declaratoria de balnearios y las emisiones por tabla 4 y tabla 5.**
6. Solicitar al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, antecedentes en Sistema de Información Geográfica **de las batimetrías de las costas de Punta Puga al sur de Chile y antecedentes existentes respecto a los movimientos de las masas de agua en este sector.**

Esperamos que la Autoridad Marítima pueda disponer de la información solicitada durante el mes de junio 2010, con el fin de elaborar los productos definitivos antes del 30 de julio 2010. Sin perjuicio de lo anterior, la profesional Claudia Galleguillos, solicitará una reunión para el día **11 de Junio**, y les presentará lo adelantado a la fecha, de manera de agilizar cada una de las etapas de trabajo acordadas.

Sin otro particular, le saluda muy atentamente,



HANS WILLUMSEN ALENDE  
Jefe Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

MAH/GGC/jra

c.c:

Dirección Ejecutiva CONAMA  
Expediente Norma DS 90

**PROPUESTA PROTOCOLO DE TRABAJO  
REVISIÓN DEFINICIÓN DE ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL  
PROCESO DE REVISIÓN DEL DECRETO SUPREMO N°90/2000**

La última propuesta de modificación a la "Zona de Protección Litoral" del Decreto Supremo N°90/00 realizada por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), ha sido considerada en el anteproyecto de la norma publicado en el diario oficial el 01 de marzo del 2010.

Durante el proceso de consulta pública del anteproyecto de norma mencionado, se ha identificado la necesidad de ajustar la propuesta realizada por la DIRECTEMAR, tomando en consideración los siguientes criterios:

1. N° de emisarios submarinos que descargan por tabla 5, desde Punta Puga al Sur del territorio nacional.
2. Rubros productivos de las descargas.
3. Identificación de los parámetros que sobrepasan los límites máximos de la norma y que presentan incumplimientos en la esta zona.
4. Identificación de las zonas que puedan eventualmente presentar baja circulación y altos tiempos de retención.
5. Identificación de las áreas con protección oficial, los balnearios, las áreas de manejo y áreas aptas para la acuicultura.
6. Áreas consideradas de alta fragilidad ambiental, tales como: zonas de reproducción, alimentación, tránsito y descanso de fauna, presencia de especies endémicas y/o en categoría de conservación, entre otros que puedan determinarse como frágiles.
7. Actividades económicas locales asociadas.
8. Otros.

Esta información debe ser llevada necesariamente a un Sistema de Información Geográfica que permita visualizar espacialmente el territorio para la toma de decisiones en la elaboración de una propuesta con mayor sustento técnico, desde el punto de vista ambiental.

**OBJETIVO GENERAL:**

Contar con un plano que delimite claramente la Zona de Protección Litoral, el cual considere los aspectos ambientales relevantes que otorguen un sustento técnico para la propuesta final de este concepto en el proyecto definitivo del DS90.

**ACTIVIDADES ESPECIFICAS:**

1. Elaborar una base de datos actualizada con las actuales fuentes emisoras del DS90, las cuales descargan por tabla 4 y tabla 5 del decreto vigente.
2. Elaborar un sistema de información geográfica de Punta Puga al Sur del territorio nacional, con toda la información ambiental disponible, con el fin de establecer en un plano con los límites geográficos de la Zona de Protección litoral desde Punta Puga al sur del territorio nacional, el cual será considerado en la propuesta del proyecto definitivo de la norma.

**ACTIVIDAD 1:**

- 1.1 Solicitud a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) de las actuales fuentes emisoras que deben cumplir con el DS90 y descargan por tabla 4 y tabla 5, desde Punta Puga al sur del territorio nacional.
- 1.2 Solicitud a SISS y DIRECTEMAR de las resoluciones de monitoreos de las empresas ubicadas de Punta Puga al sur del territorio nacional.
- 1.3 Solicitud a la SISS y DIRECTEMAR de los monitoreos de autocontrol y fiscalizaciones de las empresas ubicadas de Punta Puga al sur del territorio nacional de los años 2007, 2008 y 2009.



2.1 Solicitud de la cartografía escala 1:250.000, en datum WGS84 al SINIA o RRNN de CONAMA.								
2.2 Solicitud a RRNN de CONAMA y SINIA, información cartográfica existente respecto a sitios con protección oficial, sitios considerados en la estrategia nacional de biodiversidad, zonas de fragilidad ambiental, sitios contaminados, entre otros disponibles.								
2.3 Solicitud a SUBPESCA las áreas de manejo y áreas aptas para la acuicultura existentes en la zona de Punta Puga al sur del territorio nacional.								
2.4 Georreferenciación de las descargas de las fuentes emisoras que deben cumplir con el DS90 desde Punta Puga al sur del territorio nacional, las cuales realizan descargas por tabla 4 y tabla 5.								
2.5 Elaboración de propuesta para delimitación de "Zona de Protección Litoral" desde Punta Puga al sur de Chile, con la información técnica disponible.								
2.6 Evaluar la necesidad de someter la propuesta de delimitación de ZPL de Punta Puga al sur a un Comité de Expertos.								

OF. ORD. D.E. N° 101651 /

ANT.: no hay

MAT.: Remite expediente digital proceso Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales N°90/2000 MINSEGPRES.

SANTIAGO, 03 JUN. 2010

DE : DIRECTOR EJECUTIVO  
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

A : SRES. INTEGRANTES DEL CONSEJO CONSULTIVO  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

- 1.- Por Resolución N° 135 del 17 de Febrero de 2010 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se aprobó el Anteproyecto de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales N°90/2000 MINSEGPRES y se ordenó someterlo a consulta.
- 2.- De acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N° 93 de 1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, una vez publicada la resolución que aprueba el anteproyecto de una norma y que lo somete a consulta, el Director Ejecutivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente debe remitir copia del expediente al Consejo Consultivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, para que emita su opinión sobre el anteproyecto de norma.
- 3.- En virtud de lo precedentemente indicado y para fines prácticos, me permito enviarle a usted, en su calidad de miembro del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, una copia digital del expediente público Rol NOR 05/06.

Sin otro particular, le saluda atentamente a usted,



ALVARO SAPAG RAJEVIC  
Director Ejecutivo  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

HWAMAHC/CGC/jra





Distribución:

- Sr. Francisco Ferrada Culaciati
- Sra. Alicia Esparza Mendez
- Sr. Javier Hurtado Cicarelli
- Sr. Ricardo Katz Bianchi
- Sr. Juan Carlos Urquidi Fell
- Sr. Marcel Szantó Narea
- Sra. Nicola Borregaard Strabucchi
- Sr. Oscar Parra Barrientos
- Sr. Rodolfo Camacho Flores
- Sra. Jessica Camusett Véliz
- Sr. José Manuel Díaz

C.c.:

- Archivo Dirección Ejecutiva, CONAMA.
- Archivo Gabinete Ministra Presidenta CONAMA
- Archivo División Jurídica, CONAMA.
- Archivo Depto. Control de la Contaminación, CONAMA.
- Archivo expediente de la norma

Incluye:

- DVD con expediente del proceso de revisión del DS90



Dirección Ejecutiva  
Departamento Prevención y Control de la Contaminación  
Sección Control Hídrico

**TALLER PARTICIPACIÓN CIUDADANA**  
**“Proceso de Revisión DS 90”**

Región : CONAMA, Región del BioBio  
Lugar : Salón, Museo de Historia Natural, Concepción.  
Fecha : 03 de junio 2010  
Hora : 14:30 a 18:00 hrs

**DOCUMENTOS ANEXOS**

N°	DOCUMENTO
1	Programa del taller
2	Lista de Asistencia



Gobierno de  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

**PROGRAMA**

**CONSULTA PÚBLICA  
ANTEPROYECTOS  
NORMAS DS 46 Y DS 90 SOBRE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS  
SUBTERRÁNEAS Y AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES Y MARINAS  
JUEVES 3 DE JUNIO MUSEO DE HISTORIA NATURAL, CONCEPCIÓN**

<b>HORA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
14:30 - 14.45	Recepción de los participantes y acreditación
14.45 - 14:55 -	Palabras de bienvenida <i>Bolivar Ruiz Adaros, Director Regional CONAMA Región del BíoBío</i>
14:55 - 15.15	La Participación Ciudadana en Normas Ambientales <i>Julia Rojas Bascur, Área Participación Ciudadana, CONAMA Región del BíoBío</i> Consultas
15.15 - 16.00	Presentación de Anteproyecto DS 46 Anteproyecto de Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas <i>Elizabeth Lazcano, Profesional Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Nacional</i>
16.00 - 16.20	Preguntas, Comentarios y Observaciones <i>Moderador Nelson Cortés, Área Control de la Contaminación, CONAMA Región del BíoBío</i>
16:20 - 16:30	Café
16:30 - 17:30	Presentación de Anteproyecto DS 90 Anteproyecto de Norma para Regulación de Contaminantes Asociados a las descargas de residuos Líquidos a Aguas Continentales Superficiales y Marinas <i>Claudia Galleguillos, Profesional Departamento Control de la Contaminación, CONAMA Nacional</i>
17:30 - 17:55	Preguntas, Comentarios y Observaciones <i>Moderador Nelson Cortés, Área Control de la Contaminación CONAMA Región del BíoBío</i>
17:55 - 18:00	Cierre



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

**Consulta Pública** Normas DS 90 y 46  
**Dirección Regional CONAMA** Región del BíoBío  
**Jueves 3 de Junio de 2010**  
**Salón Museo de Historia Natural de Concepción**

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	CARGO	FONO	E-MAIL
1 Luis Vojtech Brans	Municipalidad de Temuco	D. Medio Ambiente	204877	luis.vojt@telcel.cl
2 JOSE OPAES BUNTA	ITATA S.A.	JEFE PLANTA	2507528	jocaces@ITATA.com
3 Valerina Espinoza V.	Papera Landers S.A.	JEFE Medio Ambiente	98208862	VEPIMB22@LANDES.cl
4 Aethi Koutchi	El Golfo S.A.	Encargada de Medio Ambiente	2269400	a_kouredi@elgolfo.cl
5 IGNACIO FERNANDEZ	IN.V. FERREYRILLO HUALQUI	DIRECTOR	2781948	-
6 CAMILO RAMIREZ	IN.V. FERREYRILLO HUALQUI	PRESIDENTE	2780443	-
7 Betsabé Friante	Panader Aranco S.A.	Jefe Medio Ambiente	2804512	betsabefriante@aranco.cl
8 Gabriela Zapata	Panader Aranco S.A.	Encargada Medio Ambiente	2864577	gzapata@aranco.cl
9 Mariely Pittus	Emisario Coronel S.A.	Ing. Medio Ambiente	277 3026	mdittus@emisario.com
10 Paul Japon Chue	S. Itab	Encargado Medio Ambiente, S. Itab	9119148	pjapon@itab.cl



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

Consulta Pública Normas DS 90 y 46  
Dirección Regional CONAMA Región del Biobío  
Jueves 3 de Junio de 2010  
Salón Museo de Historia Natural de Concepción

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	CARGO	FONO	E-MAIL
1 CRISTIANO CHAMBERS	COLSON S.A.	INGENIERO ESPECIALISTA AMBIENTAL	62078565	COYANEXEL@COLSON.CL
2 Verónica Wöhlk	MUNICIPALIDAD DE YUMBES	DIRECTORA DE OBRAS	(43) 405800	vwohlik@hotmail.com
3 Miguel Amistica	Central Bocamina	Jefe Resultados y M. Ambiente	41-2411045	maal@andres.cl
4 Jéssica Ortega	SRM. Escavadora	Asesora	2223142	javitega@economia.cl
5 FRANCISCO DIAZ	D. G. A.	ENCARGADO VIVIENDA DE MEDIO AMBIENTE	2852277	FRANCISCO.DIAZ@MOP.GOV.CL
6 Juanita Lopez	geste Ing Ambiental	Administración	8733824	contacto@gesteambiental.cl
7 Narelly San Martín F.	J. Municipalidad de Bulnes	Encargada Medio Ambiente	204067	usam.deream@jmb.cl
8 Andrea Jovic P.	Comitè de Inyección Arguero	Inf. Inyección Arguero	292040	ajovic@inpeca.cl
9 PE Stefanía Navarro	INPECA SA	Investigador	2920410	mnavarro@inpeca.cl
10 DIEGO ALFARO R.	ENISARIO COROME S.A.	GERENTE	2773026	DALFAR@ENISARIOCOROME.CL



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

**Consulta Pública Normas DS 90 y 46**  
**Dirección Regional CONAMA Región del Biobío**  
**Jueves 3 de Junio de 2010**  
**Salón Museo de Historia Natural de Concepción**

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	CARGO	FONO	E-MAIL
1 ROBERTO BARRAN F.	CHPC - INFERSA	Dir. Ambiental	043-631415	rbarran@infersa.cnpc.cl
2 GONZALO DONOSO S.	PROTEAM S.A.	ING. DE PROYECTOS	CHI-233442	GONZALO@PROTEAM.CL
3 FABRIZIO MURILLO A.	Pypera Bio Bio S.A.	ING. Medio Ambiente	78589406	Fmurillo@pypera.cl
4 LORENZO MANZANO L.	ENERGIA VERDE S.A.	Jefe Producción y Medio Ambiente	2401991	lmanzola@eas.com
5 CARLOS CONTRERAS	Peypere Alimentos S.A.	Jefe Gestión Calidad y Medio Ambiente	2666677	cc@peypere.com
6 CAROLINA NUÑOZ A.	Municipalidad Abucuro	Encargada Medio Ambiente	79870030	CarolinaN@munabucuro.cl
7 JAIME VERAGUA C.	EMOS Chile	Jefe Medio Ambiente	2205750	jaimv.veragua@emos.com
8 SANDRA BARRERA	Conama Biobío	Profesional CVYA	2791766	Sbarrera@conama.cl
9 ALEX CAVILHO C.	SER.ME SALUD I DEF. TRANS	ENCARGADO TITULO UNIDAD GESTION AMBI.	2721454	AlexCavilho@RED.SALUD.GOV.CL
10 ANA M ALBA	SERN Aojje	Profesional	2227201	ana.alba@serna.gob.cl



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

Consulta Pública Normas DS 90 y 46  
Dirección Regional CONAMA Región del Biobío  
Jueves 3 de Junio de 2010  
Salón Museo de Historia Natural de Concepción

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	CARGO	FONO	E-MAIL
1. Mario Bonetto	CMPC Celulosa 80	Gerente de Medio Ambiente	43 403930	martina@celulosa.com celulosa.com
2. Juan Escobedo	CMPC Coloso Pto Sta	Sp. Mediente	43 403918	Jordan@coloso.com
3. JAIME ELGUETA A.	CAP ACEPO	Jefe Coord. Ambiental	2502866	jelgueta@csh.cl
4. Hernan Ruiz	Papels Norske skog Biobio	Gerente Calidad Medio Ambiente	2500240	hernan.ruiz@norske.skog
5. Mundo Candia O.	ENAP Bio Bio	Jrg. Medio Ambiente	98726177	mcandia@ingprofineas.cl
6. Isabel Drews F.	DOM - MOP	Jefa Unidad OEFF Encargada ATP DOM	2852119	isabel.drews@mop.gob.cl
7. Tito Alfonso Fandiño	Geremi - MOP	Unidad de Gestión Ambiental y Ambiental	2852223	tito.fandiño@mop.gob.cl
8. Javier Morales	Gdo. Maritima Talcahuano	Enc. Medio Ambiente y Combate Contaminación	2266108	JMORALES@directemar.cl
9. Mariela Meza Ferrari	Gob. Maritima Talcahuano	Enc. Medio Ambiente y Combate a la Cont.	2266108	mmeza@directemar.cl
10. Hugo Valerina Geal	C.P.L.	Secretario Ejec. P.L. PBB	22151722	hvalerina@corp.cl

Consulta Púbrica

Armas DS 90 y 46

3- Junio - 2010

Dirección Regional ODEMA

Nombre	Organización	Cargo	Fono	E-mail
Marianne Heronans B.	ASIPES	Ing. Reed. o. Ins. en G	2243484	mheronans@entel.mile.net
Gonzalo Rendora	INPESCA S.A.	Dr. Currying Purbenfals	2920410	Sueldo re p implesca.cl
MARILY CALDERÓN	INPESCA S.A.	INVESTIGADOR	2920410	macalderon@inpescac
Lorena Valencia B.	INPESCA S.A.	Investigador	2920410	lvalencia@inpescac
Norma Pama G.	Municipio de Huapen	Fiscalización Ambiental	2422408	mpama@huapen.cl
Enrique Porter S.	Pesquera San José	Ing. Jefe de Plante Arria	2926721	eporter@coloso.cl
Paola Toboado	MAISA	Jefe RSA	2445279	paola.toboado@maisa.com
JERONIMO ROSALES	Pesquera San José	Ing. Jefe Plante	2426642	brroale@coloso.cl
DARNEY ARAUJO	Pesquera SPK	Administrador PHF	2507200	daraulo@spk.cl
Roberto Carcarne	SPK	Ing. Medio Ambiente	2507200	rcarcarne@spk.cl
FRANCISCO NAVARRO	ASIQUM AG Comité Pajun Pío Pío	Comisión Legislativa	2129268	francisco.navarro@colombol.com
TANA BESNIER G	GLUBSA ARAUCO	ING. TERCIO AIB. INT. E	2862346	tana.besnier@araucoc
Luis Jore U.	Conal Ecuarte	Ing. Depto. Técnica	43-411007	conalzorvaltu@tec.cl



Nombre	Organización	Cargo	Fono	E-mail
MARIA ANTONIETA SOMMER TEDDY NEURONAN	ECORILES ECORILES	SUPERVISOR PLANTA RILES	99773412	msommer@ecoriles.cl fneuronan@ecoriles.cl
Ximena Cortés De la Haza	Municip. de Concepcion Dpto N. Ambiente SERNA GEO MIN	Jefe D. P. de N. Ambiente	2263046	xcortes@concepcion.cl
Hugo Constantino Hermosillo Juan Antonio López HERNÁN CASTILLO PUECO	CMPC Celulosa S.A. Central Campesino.	Encarg. Mr A S.I. Medioambiente Jefe de Planta	2223228 9-8726753 88077889	hconstanz@serna- peomil.cl jlopez@celulosa.compc.cl HCastillo@swc.cl

ORD.OF. N° 101661 /  
ANT. : No Hay  
MAT. : Responde cartas remitidas a expediente público del proceso de revisión del D.S. N°90/00 por SONAPESCA y ASIPNOR.

SANTIAGO, 04 JUN. 2010

A : Según distribución  
De : Director Ejecutivo  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

En relación a las cartas citadas, recibidas en el marco del proceso de revisión de la **“Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N°90/2000”**, me permito señalar lo siguiente:

1. Es importante recalcar que la actual versión del D.S. N°90/00, tiene considerado desde el año de su entrada en vigencia (03 septiembre 2001), que las fuentes emisoras que descargan por la tabla N°5 “límites máximos de concentración para descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral”, deberán cumplir con nuevos límites de emisión al décimo año, sólo para el caso de aceites y grasas, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables. Por lo tanto, no se trata de una nueva medida, sino de no innovar en esta disposición.

Contaminante	Unidad	Expresión	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible a partir del décimo año de vigencia de la norma
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	350	150
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	S.SED	50	20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S.S.	700	300

2. Partiendo de la base que desde la vigencia del DS N° 90, el D.O.07.03.2001, las fuentes emisoras tienen pleno conocimiento del cumplimiento de los límites establecidos para el 10° año de vigencia de la norma en la tabla N°5 (3 de septiembre del 2011), no estaba en Tabla revisar este aspecto, sin embargo a solicitud de SONAPESCA, ASIPNOR, ASIPES y SOFOFA, se decide revisar en el contexto del proceso de revisión en curso.
3. Cabe destacar que en Chile existen fuentes emisoras que ya han instalado o están en etapa de implementación de sistemas de abatimiento que les permitan cumplir con los límites de la tabla N°5 exigidos para cumplimiento en el año 2011. Estas fuentes emisoras no han solicitado la revisión de esta temática.
4. La solicitud de las industrias representadas por los organismos identificados en el punto 2, en resumen exponen los argumentos que a continuación se detallan:
  - Propuesta de SONAPESCA (15 de Mayo 2009) “Les proponemos mantener los límites vigentes y revisar la situación en cinco años más cuando exista más información que pueda dar cuenta de los resultados que han tenido los sistemas de tratamiento, habiendo enfrentado situaciones oceanográficas adversas, aunque eventuales, tales como el Fenómeno del Niño, blooms de algas o aumento de actividad enzimática de la pesca. cuya ocurrencia no ha existido durante la vigencia de la actual norma.”

- Se indica “Queremos manifestarle que nuestras empresas han invertido en la renovación de las instalaciones y mejoras de los sistemas, aun cuando cumplen en 100 % las actuales normas y a pesar de la adversa situación económica actual, para poder enfrentar las situaciones adversas descritas en el párrafo anterior, sin embargo, la tecnología aplicada seguirá siendo la actualmente vigente”.
  - Plantean que no existen tecnologías disponibles en Chile para disminuir los actuales límites de emisión a los límites requeridos al 10º año de vigencia de la norma.
  - Mencionan que desde la entrada en vigencia de la norma no se ha observado ningún incidente de contaminación marina por esta causa y la calidad del agua actualmente es buena con los actuales límites de emisión.
5. Es necesario destacar que las industrias pesqueras del norte enfrentan problemas distintos a las del sur, ya que las pesqueras del norte han construido sus propios sistemas de tratamiento y emisarios de descargas y las pesqueras del sur, en su mayoría, han optado descargar al alcantarillado a través del D.S. N°609. Asimismo, poseen diferencias en los insumos de procesos y periodos donde se produce la máxima producción.
6. CONAMA ha revisado y analizado la información entregada por la empresa pesquera, en busca de antecedentes que pudiesen justificar la innovación en una normativa ya vigente y establecida desde el año 2001. Los pasos que se han seguido han sido los siguientes:

#### 6.1 Estrategia de revisión:

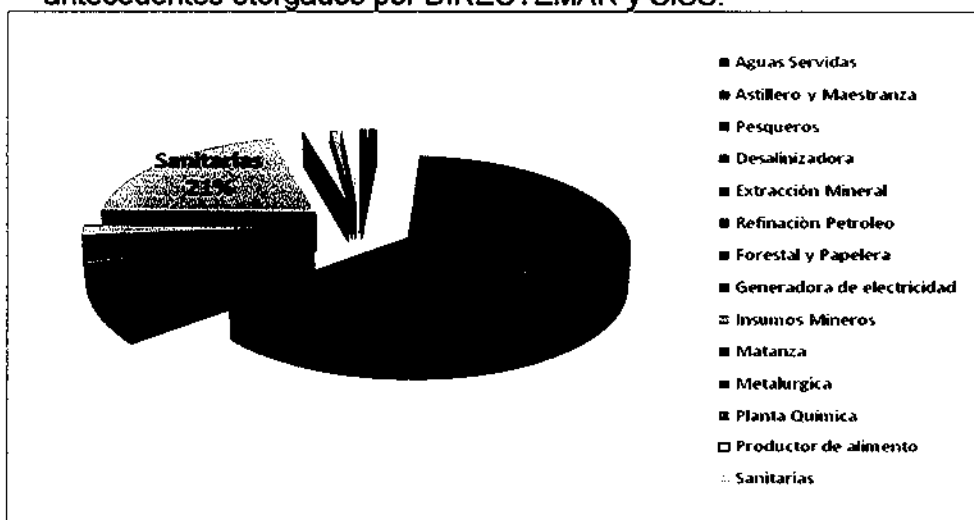
- a. Solicitud de información a DIRECTEMAR y SISS respecto a los actuales emisarios submarinos que descargan por tabla N°5 en todo Chile.
- b. Dentro de las empresas pesqueras que descargan por tabla N°5, se focalizarán los esfuerzos en el subrubro “harina y aceite”, ya que son las que presentan dificultades para el cumplimiento de la normativa establecida para el 10º año de vigencia de la norma.
- c. Solicitud de información a DIRECTEMAR y SISS respecto a los autocontroles recibidos por parte de las industrias pesqueras del subrubro “harina y aceite”, desde el año 2006 al 2009 en todo Chile.

#### 6.2 Estrategia de análisis de la información:

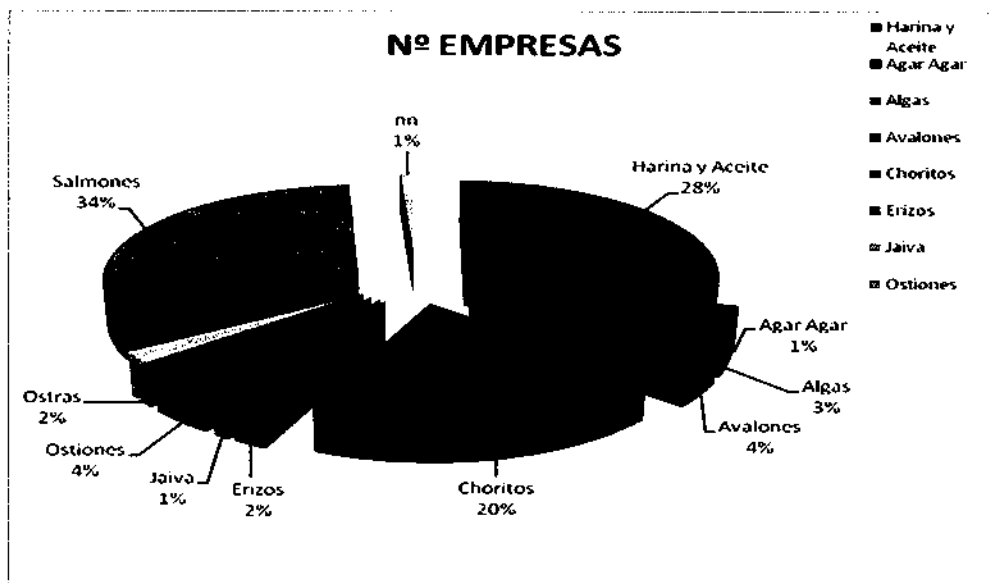
- a. Elaboración de catastro nacional de emisarios submarinos que realizan descargas por tabla N°5, elaborado con la información recibida por parte de DIRECTEMAR y SISS.
- b. Clasificación por rubros de los emisarios submarinos que descargan por tabla N°5.
- c. Clasificación de los emisarios submarinos que descargan por tabla N°5, de la industria pesquera, identificando el subrubro “harina y aceite”.
- d. Análisis de los datos de autocontroles del año 2006 al 2009, por empresa identificada en el subrubro “harina y aceite”. Estos datos fueron comparados con los entregados por la propia industria pesquera de la zona norte de Chile.
- e. Identificación de las empresas pesqueras del subrubro “harina y aceite” que sobrepasan los valores establecidos en la tabla N°5 para el año 2011; las empresas que estarían en incumplimiento con los límites máximos establecidos para el año 2011 y las empresas que han incurrido en incumplimientos con la normativa vigente.

#### 6.3 Resultados finales:

- a. Clasificación por rubros de los emisarios submarinos que descargan por tabla N°5, donde el rubro pesquero alcanza un 63% aproximadamente del total, según antecedentes otorgados por DIRECTEMAR y SISS.



b. Clasificación de los emisarios submarinos que descargan por tabla N°5, de la industria pesquera, identificando el subrubro "harina y aceite", donde alcanza un 28% aproximadamente del total.



c. Del análisis de los datos oficiales de autocontroles de las empresas pesqueras del subrubro "harina y aceite", recopilados desde el año 2006 al 2009, según antecedentes entregados por DIRECTEMAR y SISS, se obtienen los siguiente resultados:

Parámetro	Nº Empresas	Nº Datos	% datos bajo límite 10º año vigencia	Nº Empresas incumplimiento límite 10º año de vigencia	% datos bajo limite actualmente vigente
Sólidos Suspendidos Totales	26	401	86,3%	11	98%
Aceites y Grasas	24	371	96,8%	2	99,5%
Sólidos Sedimentables	26	242	99,6%	1 (año 2008)	99,6%

7. Asimismo, se analizaron los antecedentes recopilados en el estudio de ESVAL denominado "Emisarios submarinos: Estudio del impacto en el medio marino de los parámetros sólidos suspendidos totales, aceites y grasas y sólidos sedimentables", año 2006, elaborado por la Universidad de Valparaíso en los emisarios de Quintero y Loma Larga, donde se concluye que en general las descargas reflejan una mínima alteración en la zona inmediata al punto de vertimiento y en las comunidades marinas que habitan áreas cercanas.

PARAMETRO	Nº DATOS	% DATOS BAJO LÍMITE 10º AÑO VIGENCIA	% CUMPLIMIENTO AL 10º AÑO DE VIGENCIA	Nº EMPRESAS INCUMPLIMIENTO LIMITE 10º AÑO DE VIGENCIA
Sólidos Suspendidos Totales	185	91%	100%	0
Aceites y Grasas	185	99%	100%	0
Sólidos Sedimentables	44	100%	100%	0

## 8. Conclusiones:

- 8.1 Con el análisis anteriormente expuesto, se concluye que no existen los fundamentos técnicos para modificar lo establecido como límite máximo permisible al 10º año de vigencia de la norma en la tabla N°5.
- 8.2 Respecto a los posibles incumplimientos a la normativa con los parámetros estipulados para el año 2011 en sólidos suspendidos, cabe destacar que de las 11 empresas que presentarían alguna dificultad, son sólo 6 las que pueden presentar problemas (Food Corp Talcahuano, pesquera Itata, Pesquera San José Coquimbo, Corpesca Iquique, Corpesca Antofagasta y Camanchaca Iquique), dos de las cuales tienen incumplimientos a la normativa vigente. (Ver anexo N°1)
- 8.3 Los parámetros aceites y grasas y sólidos sedimentables no presentan problemas para su cumplimiento. (Ver anexo N°2 y N°3)
- 8.4 Respecto a las inversiones que se han llevado a cabo a la fecha por el sector pesquero, cabe destacar que la tecnología de flotación por aire disuelto (DAF) es considerada un tratamiento primario. Es recomendable aplicar un tratamiento complementario a los efluentes pesqueros como los filtros de microfibra (AMIAD). (Ver anexo N°4: fichas técnicas de tecnología de abatimiento pertenecientes a la "Consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos: Estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos", Fundación Chile, año 2010).

9. Finalmente, quiero expresarle que el proceso de revisión del D.S. N°90/00 es coordinado por CONAMA y participa activamente el Comité Operativo. La constitución del Comité Ampliado es facultativa, dependiendo del Director Ejecutivo, de acuerdo al D.S. N°93/95. No obstante ello, CONAMA estima que es una instancia importante para la recepción y análisis de antecedentes, los cuales el Comité Operativo ponderará de acuerdo a su mérito. Asimismo, me permito señalar a usted que es el Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente quién aprueba las propuestas normativas de CONAMA.

Sin otro particular, saluda atentamente,



*[Handwritten signature]*  
HWA/MAH/EGC/jra

### DISTRIBUCIÓN:

- Sr. Héctor Bacigalupo, SONAPESCA
- Sr. Andrés Montalva, ASIPNOR

c.c:

- Archivo
- Expediente Norma DS 90

**ANEXO 3: ANTECEDENTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES  
EN PESQUERAS DE HARINA Y ACEITE**

**Tabla 5:**

Vigente: 50 ml/L/h  
Año 2011: 20 ml/L/h

**Empresas analizadas:**

Nº	LOCALIDAD	EMPRESA
1	ARICA	Corpesca S.A.
2	ARICA	Corpesca S.A.
3	IQUIQUE	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
4	ANTOFAGASTA	Corpesca S.A.
5	CALDERA	Pesquera Bahía Caldera S.A.
6	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
7	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
8	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
9	TALCAHUANO	Pesquera Bahía Coronel S.A.
10	TALCAHUANO	Pesquera Biobío S.A.
11	TALCAHUANO	Pesquera El Golfo S.A.
12	TALCAHUANO	Pesquera Food Corp S.A.
13	TALCAHUANO	Pesquera Food Corp S.A.
14	TALCAHUANO	Pesquera Itata S.A.
15	TALCAHUANO	Pesquera Landes S.A.
16	TALCAHUANO	Pesquera Lota Protein
17	TALCAHUANO	Pesquera San José S.A.
18	TALCAHUANO	Pesquera SPK S.A.
19	TALCAHUANO	Pesquera SPK S.A.

**Datos Recopilados de Monitoreos de Autocontrol Oficiales (Años 2007 y 2008):**

Año	Nº Datos	Nº empresas	Sobrepasan 20 ml/L/h		Incumplimientos	Incumplimientos
			Datos	Empresas	Año 2011	vigentes
2007	113	16	0	0	0	0
2008	131	19	1	1	1	1

**Análisis por empresas que presentan datos sobre los 20 ml/L/h de SSED:**

Empresa	Incumplimientos 20 ml/L/h		Incumplimientos Norma Vigente	
	Año 2007	Año 2008	Año 2007	Año 2008
Pesquera Food Corp, Talcahuano	0	1	0	1

**CONCLUSIONES:**

1. Se consideran sólo los años 2007 y 2008, ya que poseen la cantidad de datos suficientes para realizar el análisis.
2. Se detectan que son sólo 1 empresa, con un solo dato es la que presenta problemas con el cumplimiento de los valores máximos permisibles establecidos para el año 2011: Food Corp, Talcahuano. Asimismo, este dato sobrepasado, está en incumplimiento de la normativa vigente. (150 mg/L en el mes de marzo 2008)
3. Hay 7 empresas que no han presentado datos respecto a los SSED: Corpesca Iquique (2 empresas), Corpesca Antofagasta, Pesquera San José Coquimbo, Pesquera Quintero Valparaíso, pesquera El Golfo Valdivia y Los Glaciares Puerto Montt.

**ANEXO 1: ANTECEDENTES SÓLIDOS SUSPENDIDOS  
EN PESQUERAS DE HARINA Y ACEITE**

**Tabla 5:**

Vigente: 700 mg/L  
Año 2011: 300 mg/L

**Empresas analizadas:**

Nº	LOCALIDAD	EMPRESA
1	ARICA	Corpesca S.A.
2	ARICA	Corpesca S.A.
3	IQUIQUE	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
4	IQUIQUE	Corpesca S.A.
5	IQUIQUE	Corpesca S.A.
6	ANTOFAGASTA	Corpesca S.A.
7	ANTOFAGASTA	Corpesca S.A.
8	CALDERA	Pesquera Bahía Caldera S.A.
9	COQUIMBO	Pesquera San José S.A.
10	VALPARAISO	Pesquera Quintero S.A.
11	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
12	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
13	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
14	TALCAHUANO	Pesquera Bahía Coronel S.A.
15	TALCAHUANO	Pesquera Biobío S.A.
16	TALCAHUANO	Pesquera El Golfo S.A.
17	TALCAHUANO	Pesquera Food Corp S.A.
18	TALCAHUANO	Pesquera Food Corp S.A.
19	TALCAHUANO	Pesquera Itata S.A.
20	TALCAHUANO	Pesquera Landes S.A.
21	TALCAHUANO	Pesquera Lota Protein
22	TALCAHUANO	Pesquera San José S.A.
23	TALCAHUANO	Pesquera SPK S.A.
24	TALCAHUANO	Pesquera SPK S.A.
25	VALDIVIA	Pesquera El Golfo S.A.
26	PUERTO MONTT	LOS GLACIARES S.A.

**Datos Recopilados de Monitoreos de Autocontrol Oficiales (Años 2007 y 2008):**

Año	Nº Datos	Nº empresas	Sobrepasan 300 mg/l Datos	Sobrepasan 300 mg/l Empresas	Incumplimientos Año 2011	Incumplimientos vigentes
2007	144	19	15	10	6	2
2008	207	23	26	13	9	1

**Análisis por empresas que presentan datos sobre los 300 mg/l de SST:**

Empresa	Incumplimientos 300 mg/l		Incumplimientos Norma Vigente	
	Año 2007	Año 2008	Año 2007	Año 2008
Pesquera Camanchaca, Talcahuano	1	0	0	0
Pesquera Food Corp, Talcahuano	1	1	1	0
Pesquera Food Corp, Talcahuano	0	1	0	0
Pesquera Itata, Talcahuano	1	1	1	1
Pesquera SPK, Talcahuano	1	0	0	0
Pesquera San José, Coquimbo.	2	1	0	0
Corpesca, Iquique	4	2	0	0
Corpesca, Arica	0	1	0	0
Corpesca, Antofagasta	0	2	0	0
Camanchaca, Iquique	0	3	0	0
Pesquera San José, Talcahuano	0	1	0	0

**CONCLUSIONES:**

1. Se consideran sólo los años 2007 y 2008, ya que poseen la cantidad de datos suficientes para realizar el análisis.
2. Se detectan que son 11 empresas que presentarían incumplimientos, sin embargo, son sólo 4 empresas las que presentan problemas con el cumplimiento de los valores máximos permisibles establecidos para el año 2011: Food Corp, Pesquera Itata, San José de Coquimbo y Corpesca Iquique.
3. De estas 4 empresas, hay 2 empresas que tienen incumplimientos a la normativa vigente en el año 2007 y una de ellas (Pesquera Itata Talcahuano) incumple también en el año 2008.
4. Respecto a Pesquera Camanchaca, Iquique, de 4 datos oficiales entregados, 3 de ellos estarían en incumplimiento en el año 2008. Esta pesquera no presentó datos durante el año 2007.



**ANEXO 2: ANTECEDENTES ACEITES Y GRASAS  
EN PESQUERAS DE HARINA Y ACEITE**

**Tabla 5:**

Vigente: 350 mg/L  
Año 2011: 150 mg/L

**Empresas analizadas:**

Nº	LOCALIDAD	EMPRESA
1	ARICA	Corpesca S.A.
2	ARICA	Corpesca S.A.
3	IQUIQUE	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
4	IQUIQUE	Corpesca S.A.
5	IQUIQUE	Corpesca S.A.
6	ANTOFAGASTA	Corpesca S.A.
7	CALDERA	Pesquera Bahía Caldera S.A.
8	COQUIMBO	Pesquera San José S.A.
9	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
10	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
11	TALCAHUANO	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.
12	TALCAHUANO	Pesquera Bahía Coronel S.A.
13	TALCAHUANO	Pesquera Biobío S.A.
14	TALCAHUANO	Pesquera El Golfo S.A.
15	TALCAHUANO	Pesquera Food Corp S.A.
16	TALCAHUANO	Pesquera Food Corp S.A.
17	TALCAHUANO	Pesquera Itata S.A.
18	TALCAHUANO	Pesquera Landes S.A.
19	TALCAHUANO	Pesquera Lota Protein
20	TALCAHUANO	Pesquera San José S.A.
21	TALCAHUANO	Pesquera SPK S.A.
22	TALCAHUANO	Pesquera SPK S.A.
23	VALDIVIA	Pesquera El Golfo S.A.
24	PUERTO MONTT	LOS GLACIARES S.A.

**Datos Recopilados de Monitoreos de Autocontrol Oficiales (Años 2007 y 2008):**

Año	Nº Datos	Nº empresas	Sobrepasan 150 mg/l		Incumplimientos Año 2011	Incumplimientos vigentes
			Datos	Empresas		
2007	144	19	5	3	1	0
2008	207	23	4	3	1	0

**Análisis por empresas que presentan datos sobre los 150 mg/l de AyG:**

Empresa	Incumplimientos 150 mg/l		Incumplimientos Norma Vigente	
	Año 2007	Año 2008	Año 2007	Año 2008
Pesquera Food Corp, Talcahuano	1	0	0	0
Pesquera San José, Coquimbo.	0	1	0	0

**CONCLUSIONES:**

1. Se consideran sólo los años 2007 y 2008, ya que poseen la cantidad de datos suficientes para realizar el análisis.
2. Se detectan que son sólo 2 empresas las que presentan problemas con el cumplimiento de los valores máximos permisibles establecidos para el año 2011: Food Corp, de Talcahuano y San José de Coquimbo.
3. Hay 2 empresas que no presentan datos en los años 2007 y 2008: Corpesca Antofagasta y Pesquera Quintero Valparaíso.

## TECNOLOGIAS DE FILTRACION: Filtros de Membrana

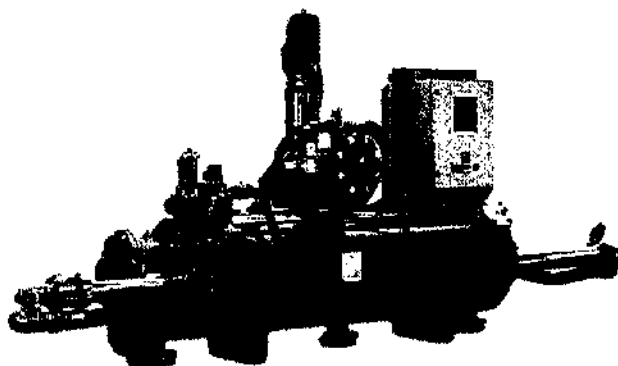
### Tecnología de tratamiento Fisicoquímico

**Remoción Directa:** Sólidos Suspendedos totales (SST), Color verdadero y Sólidos Disueltos y sedimentables

**Remoción Indirecta:** Agentes patógenos como los quistes de Giardia y el Cryptosporidium

### DESCRIPCION

La filtración es una técnica, proceso tecnológico u operación unitaria de separación, por la cual se hace pasar una mezcla de sólidos y líquidos, a través de un medio poroso o medio filtrante que puede formar parte de un dispositivo denominado filtro, donde se retiene de la mayor parte de él o de los componentes sólidos de la mezcla.



### LA TECNOLOGIA

La tecnología de los equipos de filtración se puede dividir en dos grandes categorías dependiendo del mecanismo de filtración utilizado y el grado de filtración que se requiere. Los filtros están diseñados para trabajar en un rango de filtración que contempla los 3500 micrones [ $\mu$ ] hasta una filtración más fina de 2 micrones [ $\mu$ ]. Dentro de este rango se pueden clasificar dos tipos de equipos: auto-limpiantes y los de filtración de profundidad.

Para realizar una remoción de sólidos y bajar turbidez con mayor eficiencia, estos equipos pueden trabajar con ayudantes químicos como coagulantes (sulfato férrico, sulfato de aluminio, cloruro férrico, etc), remplazándose en muchos casos un sedimentador.

**APLICACION**

Las principales aplicaciones de la tecnología:

- Agroindustria.
- Potabilizadoras.
- Tratamiento de terciario de Aguas Servidas para reutilización
- Celulosa y papel
- Procesamiento de madera

Algunos ejemplos aplicables, según código CIU

014019	OTROS SERVICIOS AGRICOLAS N.C.P.
051010	CULTIVO DE ESPECIES ACUATICAS EN CUERPO DE AGUA DULCE
051090	SERVICIOS RELACIONADOS CON LA ACUICULTURA, NO INCLUYE SERVICIOS PROFESIONALES Y DE EXTRACCION
151221	FABRICACION DE PRODUCTOS ENLATADOS DE PESCADO Y MARISCOS
151222	ELABORACION DE CONGELADOS DE PESCADOS Y MARISCOS
202100	FABRICACION DE TABLEROS, PANELES Y HOJAS DE MADERA PARA ENCHAPADO
210110	FABRICACION DE CELULOSA Y OTRAS PASTAS DE MADERA
410000	CAPTACION, DEPURACION Y DISTRIBUCION DE AGUA
900040	SERVICIOS DE EVACUACION DE RILES Y AGUAS SERVIDAS
900050	SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE RILES Y AGUAS SERVIDAS
014019	OTROS SERVICIOS AGRICOLAS N.C.P.

## EJEMPLOS DESTACADOS

1. Planta de desalinización. Prefiltración para osmosis inversa de agua de mar. 230 m<sup>3</sup>/h, Chipre.
2. Recuperación de aguas residuales. Papelera. Reducir TSS. 40 m<sup>3</sup>/h, Alemania.
3. Recuperación de aguas residuales. Eliminación de partículas de carbono y fibras finas. 170 m<sup>3</sup>/h. Papelera Abekawa, Japón

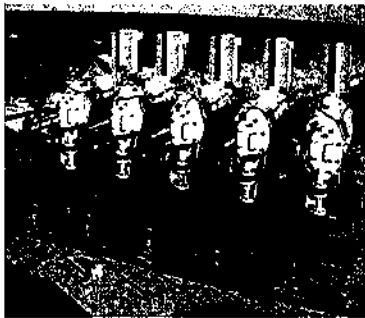


Figura 1: Planta de desalinización, Chipre.

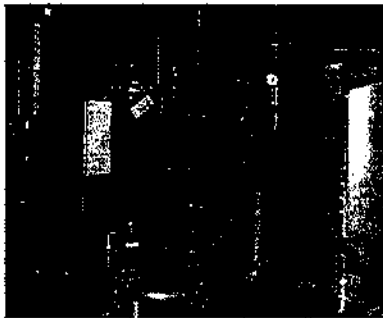


Figura 2: Papelera, Alemania.

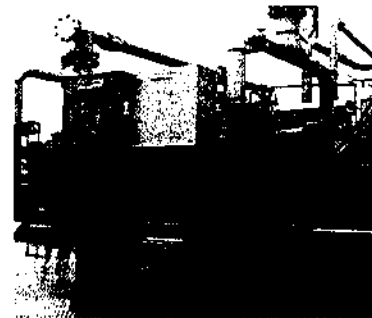


Figura 3: Papelera Abekawa, Japón.

## EFICIENCIA

- Remoción de SST, color, turbidez aprox: >90%

## VENTAJAS

- Bajo costo de operación,
- Bajo costo de instalación
- Menor espacio utilizado que otras tecnologías
- No requiere operador especializado
- Funcionamiento automatizado y controlado por PLC
- Fácil mantención
- Fácil acceso a repuestos alta eficiencia en remoción de sólidos y turbiedad, sobre 90 %

**DESVENTAJAS**

- El proceso de lavado automático de las mayas genera un eluido concentrado en sólidos que es necesario disponer.
- Tecnología poco conocida en Chile.

**CONDICIONES OPERATIVAS**

CONDICIONES OPERATIVAS	
Tipo de Operación:	Continuo
Selectividad:	No
Pre Tratamiento	Pre filtración (*)
Consumo de Reactivos	No

PARAMETROS DE OPERACIÓN	
Temperatura	4 a 70°C (**)
Caudal de Operación	Hasta 320 m <sup>3</sup> /h (***)
Vida Útil	Sobre 20 años

(\*) La pre-filtración es necesaria cuando la fase líquida contiene sólidos de gran tamaño.

(\*\*) Si el hidrocarburo esta congelado el equipo posee un sistema térmico para elevar la temperatura hasta que el efluente esté en fase líquida.

(\*\*\*) Se requiere que el efluente este en fase líquida.

**COSTOS ASOCIADOS**

Los costos asociados a la operación tienen relación con el costo energético de las bombas que alimentan el fluido a filtrar y el de la limpieza del filtro, esta última trabaja 10 minutos por ciclo de lavado que generalmente se realiza cada 2 hr dependiendo de la concentración del fluido.

Para un equipo que debe filtrar 50 m<sup>3</sup>/hr y asumiendo un costo de KWH el costo de operación es de: 5,5 \$/m<sup>3</sup>.

Los costos referenciales de inversión para un equipo que trate 50m<sup>3</sup>/hr es USD\$ 50.152 FOB ISRAEL.

Función de estimación de costo

Inversión (US\$) con caudal de tratamiento Q (m³/h)

A) Para un filtro 4" con malla 7 micrones

$$Inv = 19215 * Q^{0.3}$$

$$R^2 = 1$$

B) Para un filtro 4" con malla 2 micrones

$$Inv = 16583 * Q^{0.3}$$

$$R^2 = 1$$

Costo Tratamiento (US\$/m3) con caudal de tratamiento Q (m³/h)

$$C = 0,0231 * Q^{0,135}$$

$$R^2 = 0,9778$$

Ejemplos de Costos

Para Q=30 (m³/h) la Inversión es de US\$ 46.000 (según A) con un costo de tratamiento de 0,015 (US\$/m³)

Para Q=320 (m³/h) la Inversión es de US\$ 93.500 (según A) con un costo de tratamiento de 0,011 (US\$/m³)

### RECOMENDACION

Una aplicación bastante conveniente es la recuperación de aguas servidas tratadas para uso industrial como agua de servicios para lavado de telas de equipos deshidratadores, preparación de soluciones de polímero, etc.

En el sector sanitario estos equipos ofrecen una atractiva alternativa para los sistemas de filtración previa a la osmosis reversa en la desalinización y potabilización de agua.

### BIBLIOGRAFIA

Mayores antecedentes en Anexo 1, sección 1.14



## TECNOLOGÍAS DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO-DAF

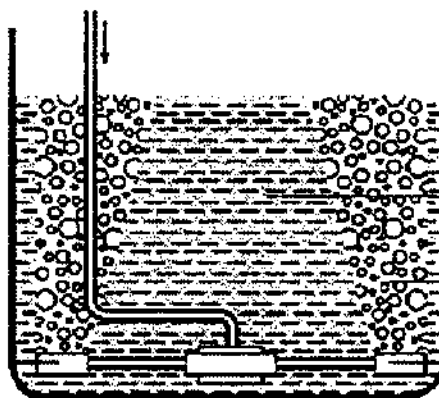
### Tecnología Convencional de tipo Físicoquímico

**Remoción Directa:** Sólidos Suspendedos Totales, Aceites y Grasas, sólidos Sedimentables.

**Remoción Indirecta:** Regulación de Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).

#### DESCRIPCIÓN

La tecnología se basa en utilizar micro burbujas generadas a partir de una solución saturada de agua-aire, a presión liberada, en una celda donde se encuentra el agua a tratar. Este proceso permite generar una capa flotante en suspensión que logra la separación sólido líquido.



#### LA TECNOLOGÍA

La flotación es un proceso en el cual se introducen micro burbujas de aire en un estanque con agua residual o lodo. Al ascender las micro burbujas, las partículas presentes en el líquido se adhieren a éstas, separándose y formando una capa flotante de material concentrado. Con ello se consigue una efectiva remoción de Sólidos Suspendedos, Aceites & Grasas, y materia orgánica particulada (DBO<sub>5</sub>).



## APLICACIÓN

Las principales aplicaciones de la tecnología son:

1. Aguas residuales urbanas.
2. Aguas residuales industriales (papeleras, petroquímica, química, láctea, mataderos, alimenticia, textil, metalúrgica).
3. Potabilización de aguas.
4. Flujos de proceso.

Algunos ejemplos de aplicación según códigos CIU:

052010	PESCA INDUSTRIAL.
052020	ACTIVIDAD PESQUERA DE BARCOS FACTORIAS
052030	PESCA ARTESANAL. EXTRACCION DE RECURSOS ACUATICOS EN GENERAL; INCLUYE BALLENAS
111000	EXTRACCION DE PETROLEO CRUDO Y GAS NATURAL.
112000	ACTIVIDADES DE SERVICIOS RELACIONADAS CON LA EXTRACCION DE PETROLEO Y GAS
131000	EXTRACCION DE MINERALES DE HIERRO
133000	EXTRACCION DE COBRE
151110	PRODUCCION, PROCESAMIENTO DE CARNES ROJAS Y PRODUCTOS CARNICOS
151120	CONSERVACION DE CARNES ROJAS (FRIGORIFICOS)
151130	PRODUCCION, PROCESAMIENTO Y CONSERVACION DE CARNES DE AVE Y OTRAS CARNES DISTINTAS A LAS ROJAS
151140	ELABORACION DE CECINAS, EMBUTIDOS Y CARNES EN CONSERVA.
151221	FABRICACION DE PRODUCTOS ENLATADOS DE PESCADO Y MARISCOS
151222	ELABORACION DE CONGELADOS DE PESCADOS Y MARISCOS
151223	ELABORACION DE PRODUCTOS AHUMADOS, SALADOS, DESHIDRATADOS Y OTROS PROCESOS SIMILARES
154990	ELABORACION DE OTROS PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO CLASIFICADOS EN OTRA PARTE
171200	ACABADO DE PRODUCTOS TEXTIL
172100	FABRICACION DE ARTICULOS CONFECCIONADOS DE MATERIAS TEXTILES, EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR
172200	FABRICACION DE TAPICES Y ALFOMBRA
172300	FABRICACION DE CUERDAS, CORDELES, BRAMANTES Y REDES
172910	FABRICACION DE TEJIDOS DE USO INDUSTRIAL COMO TEJIDOS IMPREGNADOS, MOLTOPRENE, BATISTA, ETC.
172990	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS TEXTILES N.C.P.

202100	FABRICACION DE TABLEROS, PANELES Y HOJAS DE MADERA PARA ENCHAPADO
202200	FABRICACION DE PARTES Y PIEZAS DE CARPINTERIA PARA EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES
202300	FABRICACION DE RECIPIENTES DE MADERA
202900	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS DE MADERA; ARTICULOS DE CORCHO, PAJA Y MATERIALES TRENZABLES
210110	FABRICACION DE CELULOSA Y OTRAS PASTAS DE MADERA
210121	FABRICACION DE PAPEL DE PERIODICO
210129	FABRICACION DE PAPEL Y CARTON N.C.P.
210200	FABRICACION DE PAPEL Y CARTON ONDULADO Y DE ENVASES DE PAPEL Y CARTON
210900	FABRICACION DE OTROS ARTICULOS DE PAPEL Y CARTON
410000	CAPTACION, DEPURACION Y DISTRIBUCION DE AGUA
900040	SERVICIOS DE EVACUACION DE RILES Y AGUAS SERVIDAS
900050	SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE RILES Y AGUAS SERVIDAS
900090	OTRAS ACTIVIDADES DE MANEJO DE DESPERDICIOS

## EFICIENCIA

Puede alcanzar hasta un 99% dependiendo del efluente a tratar.

## EJEMPLOS DESTACABLES

- Todas las plantas potabilizadoras de aguas en los países bajos usan DAF en su proceso primario en sustitución a la coagulación/sedimentación.
- Esta tecnología es además usada frecuentemente por la minera del cobre en su proceso de flotación de sulfuros de cobre y molibdeno.

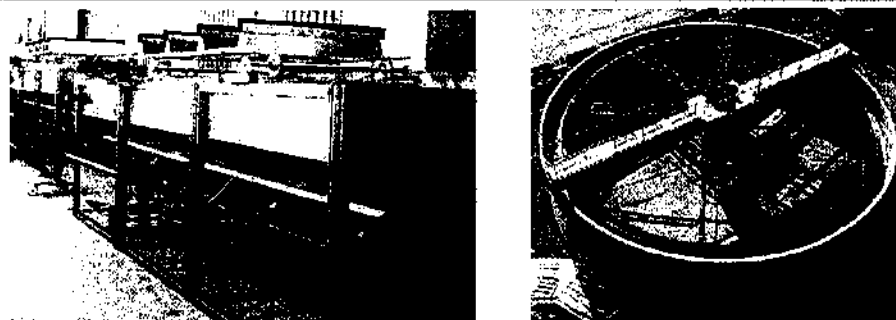


Figura 1: Equipos de flotación por aire disuelto, DAF

## VENTAJAS

- Requiere menos tiempo que la decantación y permite una mayor carga de sólidos en el agua.
- Alta eficiencia en la remoción de sólidos.
- Menor área requerida para instalación.
- Remoción de microorganismos y precipitados difíciles de sedimentar.
- Alta tasa de separación.
- Más eficiente para remoción de DBO<sub>5</sub> que otros procesos de separación.

## DESVENTAJAS

- Sensible a variaciones de temperatura, sólidos en suspensión, recargas hidráulicas, variaciones químicas y fisicoquímicas, comparado con procesos de sedimentación
- Costos operacionales elevados cuando existe un control riguroso automático de parámetros.

## CONDICIONES OPERATIVAS

CONDICIONES OPERATIVAS	
Tipo de Operación:	Continuo
Selectividad:	No es selectivo
Pre Tratamiento	Filtrado preliminar
Consumo de Reactivos	Requiere Aire a presión

PARAMETROS DE OPERACIÓN	
Temperatura	Ambiente : 15 – 40°C*
Caudal de Operación	No tiene limitaciones**
Vida Útil	20 años***

- (\*) La temperatura de operación ideal para el mejor desempeño de la tecnología es que no supere los 40°C, esto porque la temperatura afecta la solubilidad del aire en agua.
- (\*\*) El caudal máximo de operación no tiene limitaciones ya que éste es definido en el diseño.
- (\*\*\*) Vida útil referida a los equipos y motores con un adecuado manejo de mantención.

## COSTOS ASOCIADOS

Se estiman costos de inversión y tratamiento para un caudal de 10 m<sup>3</sup>/h:

Costo Inversión: US\$ 30.000

Costo Tratamiento: 0,51 (US\$/m<sup>3</sup>)

### Función de estimación de costo

Costo Inversión (US\$) con Caudal de tratamiento Q (m<sup>3</sup>/h)

$$Inv = 3772,2 * Q^{0,8967}$$

$$R^2 = 1$$

Costo Tratamiento (US\$/m<sup>3</sup>) con Caudal de tratamiento Q (m<sup>3</sup>/h)

$$C = 2,5424 * Q^{-0,745}$$

$$R^2 = 0,9792$$

## RECOMENDACIÓN

- Es una tecnología para acondicionamiento y tratamiento que opera en flujo continuo, es aplicable a efluentes que posean concentraciones altas como bajas de contaminantes.
- Se recomienda su uso como tratamiento primario.

## BIBLIOGRAFÍA

Mayores antecedentes en Anexo N°1, sección 1.3.

ORD. N° : 101658 /  
ANT. : No hay.  
MAT. : Solicita antecedentes para  
analizar propuesta de ZPL de  
Punta Puga al sur de Chile, en  
el marco del anteproyecto del  
D.S. N°90/00

SANTIAGO,

04 JUN. 2010

DE : DIRECTOR EJECUTIVO  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

A : SUPERINTENDENTA  
SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS

Junto con saludarlo cordialmente, me permito solicitar a usted antecedentes que son relevantes para analizar la factibilidad de ajustar la propuesta de Zona de Protección Litoral (ZPL) de Punta Puga al Sur de Chile, establecida en el anteproyecto de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", el cual fue publicado en el Diario Oficial el 01 de marzo 2010 y se encuentra en proceso de consulta pública hasta el **09 de junio 2010**.

La necesidad de ajustar la propuesta de ZPL es en consideración a que existen antecedentes preliminares recogidos en el **Proceso de Participación Ciudadana**, que indican que esta modificación podría afectar de manera considerable a un gran número de empresas, en especial de las industrias de recursos hidrobiológicos, que descargan de Punta al Sur y que estos cuerpos de agua receptores presentan características hidrodinámicas muy distintas que deben ser revisadas en los fundamentos y criterios empleados para su delimitación. En este contexto los antecedentes solicitados, mediante este Oficio, apoyaran la elaboración del Proyecto Definitivo y la evaluación económica correspondiente.

El D.S. N°93/95, "Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión", MINSEGPRES, en su artículo 21 menciona que el plazo para elaborar el proyecto definitivo de la norma es de 45 días contados desde el término de la consulta pública, lo cual se cumple el **13 de agosto 2010**. Sin embargo, **se requiere contar con los antecedentes necesarios antes del 30 de junio 2010.**

Los antecedentes requeridos, de parte de la SISS, para comenzar a desarrollar el análisis planteado son los siguientes:

1. De las empresas que descargan por tabla 5 desde Punta Puga al sur de Chile, contar con las **resoluciones de monitoreos otorgadas.**
2. De las empresas que descargan por tabla 5 desde Punta Puga al sur de Chile, contar con los **autocontroles y resultados de las fiscalizaciones de los años 2006, 2007, 2008 y 2009.**
3. Identificación de las empresas que han presentado incumplimientos a la norma entre los años **2006 al 2009 y los procesos sancionatorios cursados.**

Agradeceríamos que la Superintendencia pueda disponer de la información solicitada durante el mes de junio 2010, con el fin de elaborar los productos definitivos antes del 30 de julio 2010, donde esperamos la participación activa de su institución como parte del Comité Operativo de la norma.

Para mayor información, favor contactar a la Srta. Claudia Galleguillos C., profesional de la Sección Control Hídrico del Departamento de Prevención y Control de la Contaminación de CONAMA, correo electrónico [cgallequillos@conama.cl](mailto:cgallequillos@conama.cl) , teléfono: 56-2-2405706.

Sin otro particular, le saluda muy atentamente,



*[Handwritten signature]*  
HWA/MAH/CPC/jra

Distribución:

- Magaly Espinoza Sarria, Superintendente de Servicios Sanitarios
- Nancy Cepeda, Superintendencia de Servicios Sanitarios
- Archivo Depto. Prevención y Control de la Contaminación
- Archivo Dirección Ejecutiva
- Expediente Norma DS 90



ORD. N° 101659 /

ANT.: No hay

MAT.: Solicita antecedente para revisión de la Zona de Protección Litoral en el anteproyecto del D.S. N°90/00

SANTIAGO, 04 JUN. 2010

DE : DIRECTOR EJECUTIVO  
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

A : SUBSECRETARIO  
FUERZA ARMADAS DE CHILE

Junto con saludarlo cordialmente, me permito solicitar a usted antecedentes referentes a temáticas que son de su competencia, con el fin de mejorar la actual propuesta de Zona de Protección Litoral (ZPL) de Punta Puga al Sur de Chile, establecida en el anteproyecto de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", el cual fue publicado en el Diario Oficial el 01 de marzo 2010 y se encuentra en proceso de consulta pública hasta el 09 de junio 2010.

El D.S. N°93/95, "Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión", MINSEGPRES, en su artículo 21 menciona que el plazo para elaborar el proyecto definitivo de la norma es de 45 días contados desde el término de la consulta pública, lo cual se cumple el 13 de agosto 2010. Por lo tanto, es de vital importancia contar con todo los antecedentes necesarios, para las modificaciones, antes del 30 de junio 2010.

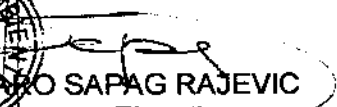

Los antecedentes que se requieren, de parte de la Subsecretaría, para comenzar a desarrollar el análisis antes planteado son los siguientes:

1. Identificación en sistema de información geográfica (formato \*shp, Datum WGS84) de las microzonificaciones costeras desarrolladas de Punta Puga al Sur de Chile, Región de Los Lagos.

Agradeceríamos, que la Subsecretaría pueda disponer de la información solicitada durante el mes de junio 2010, y así elaborar los productos definitivos antes del 30 de julio 2010, y cumplir los plazos legales correspondientes. Cabe mencionar que esta modificación esta siendo abordada de manera conjunta con la DIRECTEMAR.

Para mayor información, favor contactar a la Srta. Claudia Galleguillos C., profesional de la Sección Control Hídrico del Departamento de Prevención y Control de la Contaminación de CONAMA, correo electrónico [cgalleguillos@conama.cl](mailto:cgalleguillos@conama.cl); Teléfono: 56-2-2405706.

Sin otro particular, le saluda muy atentamente,

  
  
ÁLVARO SAPAG RAJEVIC  
Director Ejecutivo  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

HWA/MAH/CBC/jra  
Distribución:

- Alfonso Vargas Lyng, SUBSECRETARIO, Fuerzas Armadas
- Archivo Depto. Prevención y Control de la Contaminación
- Archivo Dirección Ejecutiva
- Archivo Expediente Norma DS 90



ORD. N° 101660 /

ANT.: No hay

MAT.: Solicita antecedente para revisión de la Zona de Protección Litoral en el anteproyecto del D.S. N°90/00

SANTIAGO, 04 JUN. 2010

DE : DIRECTOR EJECUTIVO  
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

A : SUBSECRETARIO DE PESCA

Junto con saludarlo cordialmente, me permito solicitar a usted antecedentes referentes a temáticas que son de su competencia, con el fin de mejorar la propuesta de Zona de Protección Litoral (ZPL) de Punta Puga al Sur de Chile, establecida en el anteproyecto de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", el cual fue publicado en el Diario Oficial el 01 de marzo 2010 y se encuentra en proceso de consulta pública hasta el 09 de junio 2010.

La necesidad de ajustar la propuesta de ZPL mencionada se fundamenta en el artículo 50 de la Ley N°19.300 y el artículo 38 del D.S. 93, los cuales mencionan que "Estos decretos serán reclamables ante el juez de letras competente por cualquier persona que considere que no se ajustan a esta ley y a la cual causen perjuicio", esto en consideración a que existen antecedentes preliminares recogidos en el **Proceso de Participación Ciudadana**, que indican que esta modificación podría afectar de manera considerable a un gran número de empresas, en especial de las industrias de recursos hidrobiológicos, que descargan de Punta Puga al Sur y que estos cuerpos de agua receptores presentan características hidrodinámicas muy distintas que deben ser revisadas en los fundamentos y criterios empleados para su delimitación. En este contexto los antecedentes solicitados, mediante este Oficio, apoyaran la elaboración del Proyecto Definitivo y la evaluación económica correspondiente.

El D.S. N°93/95, "Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión", MINSEGPRES, en su artículo 21 menciona que el plazo para elaborar el proyecto definitivo de la norma es de 45 días contados desde el término de la consulta pública, lo cual se cumple el **13 de agosto 2010**. Sin embargo, **se requiere contar con los antecedentes necesarios antes del 30 de junio 2010.**

Los antecedentes requeridos, de parte de SUBPESCA, para comenzar a desarrollar el análisis planteado son los siguientes:

1. Identificación en sistema de información geográfica (formato \*shp, Datum WGS84) de las **áreas de manejo y las áreas aptas para la acuicultura en Chile.**
2. Identificación en sistema de información geográfica (formato \*shp) de las **áreas marinas protegidas (parques marinos y reservas marinas).**

Agradeceríamos que la Subsecretaría de Pesca pueda disponer de la información solicitada durante el mes de junio 2010, con el fin de elaborar los productos definitivos antes del 30 de julio 2010. En la elaboración de esta nueva propuesta esperamos la participación activa, tal y como ha sido a la fecha, de su institución como parte del Comité Operativo de la norma. Cabe destacar que esta iniciativa esta siendo abordada en conjunto con la DIRECTEMAR.



Para mayor información, favor contactar a la Srta. Claudia Galleguillos C., profesional de la Sección Control Hídrico del Departamento de Prevención y Control de la Contaminación de CONAMA, correo electrónico [cgalleguillos@conama.cl](mailto:cgalleguillos@conama.cl) , teléfono: 56-2-2405706.

Sin otro particular, le saluda muy atentamente,

  
FIRMO SAPAG RAJEVIC  
Director-Ejecutivo  
Comisión Nacional del Medio Ambiente

HWA/MAH/GSC/jra

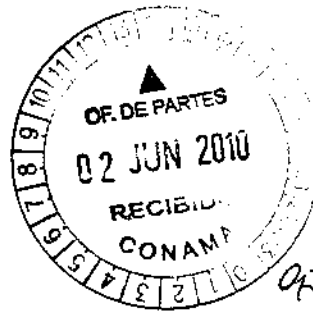
Distribución:

- Pablo Galilea Carrillo, Subsecretario de Pesca
- José Miguel Burgos, Jefe Departamento Acuicultura, SUBPESCA.
- Pablo Lagos, Profesional Depto. Acuicultura, SUBPESCA.
- Francisco Ponce, Unidad de Conservación y Biodiversidad, SUBPESCA.
- Archivo Depto. Prevención y Control de la Contaminación
- Archivo Dirección Ejecutiva
- Expediente Norma DS 90

303768

Santiago, 2 de Junio de 2010

Señor  
**Hans Willumsen**  
Jefe Unidad Control de la Contaminación  
CONAMA  
Presente.



Estimado Señor:

Adjunto envío a usted, "Propuestas para la Construcción de una tabla que establezca límites máximos permitidos para descargas en estuarios, asociado a la revisión del DS-90 /2000.

Sin otro particular, se despide cordialmente.

Handwritten signature of Italo Serey E.

Italo Serey E.  
Director Ejecutivo  
Centro Nacional del Medio Ambiente

c.c.: Archivo.

Teléfonos:(56-2) 299 4100; 299 4143; 299 4170  
Fax: (56-2) 275 1688; 275 0422; 299 4130  
Av. Larrain 9975, La Reina, Santiago / Chile  
[www.cenma.cl](http://www.cenma.cl)



**TITULO. “PROPUESTAS PARA  
LA CONSTRUCCION DE UNA  
TABLA QUE ESTABLEZCA  
LIMITES MAXIMOS  
PERMITIDOS PARA  
DESCARGAS EN ESTUARIOS,  
ASOCIADO A LA REVISION  
DEL DS-90/2000”**

©2008 Centro Nacional del Medio Ambiente  
Universidad de Chile

Al cierre de la presente edición la dirección  
de la Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente está conformada por:

*Prof. Víctor Pérez L.,  
Rector de la Universidad de Chile,  
Presidente de la Fundación CENMA*

*Prof. Raúl Sotelo L.,  
Profesor Asociado Universidad de Chile,  
Vicepresidente de la Fundación CENMA*

**Derechos de autor y/u otras leyes aplicables**



"PROPUESTA DE RECOMENDACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA ZONA URBANA DE VALPARAISO"  
Es un documento editado por el Centro Nacional del Medio Ambiente bajo licencia  
Creative Commons Atribución No Comercial Sin Derivados 2.0 Chile  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0-cl/>

La obra está protegida por derechos de autor y/u otras leyes aplicables.  
Queda prohibido cualquier uso que se haga de la obra que no cuente con la autorización o permiso de  
conformidad con los términos de esta licencia y de la ley de propiedad intelectual.

CENMA y sus empleados serán responsables por ningún daño, cualquiera sea su especie o naturaleza,  
incluyendo, pero sin que ello signifique limitación alguna, a los daños directos, indirectos, previsibles o no  
previsibles, consecuentes, incidentales o punitivos o en general cualquier tipo de daño o perjuicio que pudiera  
ser consecuencia o relación del uso o lectura de cualquier material, información, calificaciones o  
recomendaciones que contenga el presente informe.

**Informe preparado por**

*Dra Isel Cortés Nodarse,  
Profesor Adjunto Universidad de Chile,  
Química, Laboratorio de Química y Referencia Medio Ambiental-CENMA*

*Dra Patricia Matos  
Dra en Salud Pública, Encargada de Regulaciones  
Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)*

*MSc (e) Ana Silva Salas de Orando  
Laboratorio de Química y Referencia Medio Ambiental-CENMA*

**Más información**

Centro Nacional del Medio Ambiente  
Av. Carrán 2975, La Reina, Santiago de Chile  
788 0096 FAX REINA

Teléfono: (56 2) 299 4100  
Fax: (56 2) 275 1688

<http://www.materialesdereferencia.cl>  
<http://www.cenma.cl/comunicaciones/cenma.cl>



El *Centro Nacional del Medio Ambiente* nace en 1995 en el marco, de un proyecto de cooperación técnica entre los gobiernos de Chile y Japón. Esta iniciativa se desarrolla teniendo como contrapartes a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), por el Gobierno de Chile, y de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), por parte de este país asiático. A solicitud del Gobierno de Chile, la Universidad de Chile toma la administración del Centro y le brinda apoyo científico y técnico; lo que otorga al Centro un respaldo único en el país.

Ya en sus quince años de vida, el Centro ha desarrollado soluciones integrales en distintos ámbitos del medio ambiente, colaborado con el diseño, implementación y revisión de las políticas, regulaciones y proyectos ambientales de impacto local, regional y nacional. Asimismo realiza investigación en el área ambiental y de los recursos naturales, lo que le ha permitido generar nuevo conocimiento, analizar una vasta gama de información ambiental y entrenar profesionales, técnicos y personal de los sectores público y privado de Chile y Latino América.

En sus diferentes laboratorios y dependencias, CENMA, cuenta con personal altamente calificado e instrumental moderno que le permite abordar las más variadas problemáticas medio ambientales.



Índice General

**RESUMEN.....1**

**1. INTRODUCCIÓN.....3**

**2. OBJETIVOS.....8**

**2.1 OBJETIVO GENERAL.....8**

**2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....8**

**3 METODOLOGÍA.....9**

**4 ANTECEDENTES.....10**

**4.1 ESTUARIOS .....10**

**4.2 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN EL MANEJO DE ESTUARIOS .....12**

**4.2.1 EL PROGRAMA NACIONAL DE ESTUARIOS EN ESTADOS UNIDOS.....12**

**4.3 PARAMETROS ACEPTABLES DE CONSIDERAR IGUALES A TABLAS 1 Y 2 .....25**

**4.4 PARAMETROS A INCLUIR TOMANDO EN CONSIDERACION LO DEFINIDO PARA EL CASO DE LAGOS (TABLA 3).....29**

**4.5 PARAMETROS A LIMITAR DESDE TABLAS 1, 2 Y 3 .....36**

**5. CONSTRUCCION DE LA TABLA 6 .....46**

**6. CONCLUSIONES.....48**

**7. BIBLIOGRAFÍA.....49**

**8. ANEXO .....52**



*Resumen.*

Durante el proceso de revisión del DS N°90/2000, se evidenció que a 10 años de aplicación de la regulación de vertidos líquidos sobre cuerpos de aguas superficiales, la ausencia de tipificación de los estuarios como unidades ambientales específicas, con sus características particulares, llevó a las fuentes emisoras que requerían realizar descargas por medio de emisarios hacia el litoral, a tomar la decisión de descargar sobre zonas estuarinas, con detrimento de sus condiciones ambientales. Al ser objetivo fundamental de esta norma de emisión la prevención de la contaminación sobre los cuerpos de agua superficial del país, la Comisión Nacional del Medio Ambiente comandó al Centro Nacional del Medio Ambiente, la elaboración de una propuesta que permita regular el impacto de las emisiones sobre dichos cuerpos receptores.

Este estudio entregará las bases conceptuales y fundamentos técnicos para la definición de una nueva tabla para el DS N°90/2000, donde se considerarán los valores máximos permitidos para descargas de efluentes líquidos proveniente de fuentes emisoras en zonas de estuarios con y sin capacidad de dilución.

Los estuarios son sistemas ecológicos complejos en los cuales se producen condiciones de equilibrios dinámicos muy frágiles, que son determinantes para la permanencia de este tipo de ecosistema. Es decir, un estuario es una zona ecológicamente sensible, ubicada en la unión del agua dulce proveniente del río y el agua del mar, o sea, próximos a la desembocadura de los ríos al mar.



El tamaño de un estuario está relacionado con las características propias tanto del río como del cuerpo marino que lo recibe y está influenciado por la morfología específica del lugar, las condiciones de mezcla de agua y también la marea.

Dado que un estuario es una zona ecológicamente diferente del río y del mar, deberán considerarse los parámetros permitidos para ser descargados así como sus concentraciones en dependencia además de la dilución posible de alcanzar en el mismo, a fin de no comprometer la interacción entre los dos cuerpos receptores mencionados.

El Decreto Supremo N°90/2000 del MINSEGPRES es la norma de emisión que regula los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales; este contempla una serie de tablas utilizadas para regular los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua receptores. Para el caso del estudio, se considerará la conformación de una Tabla N°6 a partir de los requisitos establecidos en las tablas 1, 2 y 3, a partir de información científica disponible y también de condiciones específicas de desempeño actual del DS 90/2000.

La nueva tabla a construir para el DS N°90/2000 deberá diferenciar los efectos negativos que los diferentes contaminantes pudieran causar sobre las distintas componentes ambientales de un cuerpo receptor tipo estuario, con el objetivo de protección ambiental de los mismos. Para ello, este estudio se basará justificadamente en las referencias internacionales, utilizando como guía de orientación, los criterios establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).





## *1. Introducción.*

El Decreto Supremo 90/2000 es la norma de emisión vigente para regular las emisiones de residuos líquidos a cuerpos de aguas superficiales. Es una norma de aplicación en todo el territorio nacional, cuyo objetivo de protección ambiental es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.

Sin embargo, esta intencionalidad de aplicación nacional establece una diferenciación considerando el tipo de cuerpo receptor. Esto significa que para cualquier fuente emisora, las diferencias en cuanto a niveles permitidos de descarga se establecen según las características generales propias de los diferentes cuerpos receptores. De este modo, el DS90 consideró al momento de su formulación cinco tablas que especificaban los niveles permitidos de vertido de contaminantes según los siguientes cuerpos receptores:

- Ríos (tabla 1)
- Ríos con capacidad de dilución (tabla 2)
- Lagos (tabla 3)
- Dentro de la Zona de Protección Litoral (tabla 4)
- Fuera de la Zona de Protección Litoral (tabla 5).

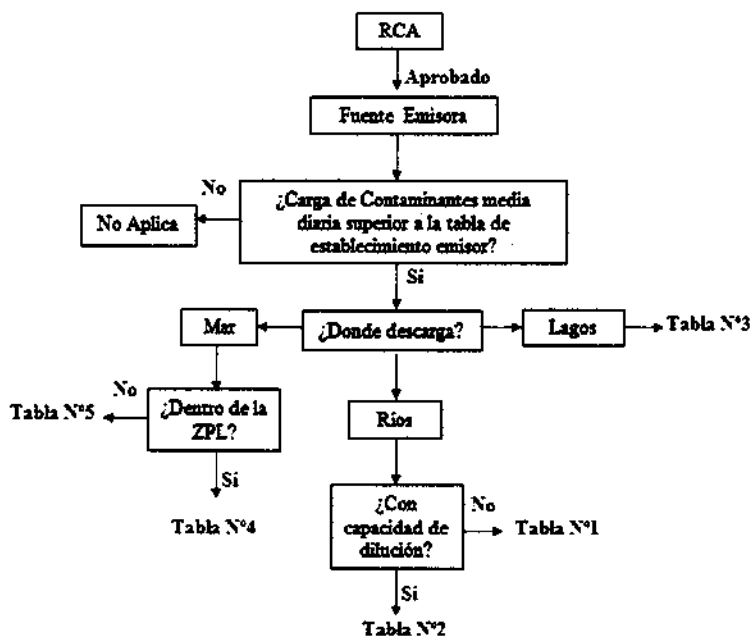
Todas aquellas fuentes que descarguen sus contaminantes sobre un cuerpo de agua receptor, deberán ser evaluadas con el objetivo de verificar si cumplen o con la definición de fuentes emisoras propuesta por el DS N°90/2000. Se considera como fuente emisora al establecimiento que



descarga residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptores, como resultado de su proceso, actividad o servicio, con una carga contaminante media diaria o de valor característico superior en uno o más de los parámetros indicados en la tabla de establecimiento emisor del Decreto.

El DS N°90/2000, se estructura mediante una serie de tablas, donde se estipulan los contaminantes regulados y sus concentraciones máximas según sea el cuerpo de agua receptor. En la Figura 1, se explica de manera resumida la secuencia de funcionamiento de la aplicación de la norma de emisión a cuerpos de aguas superficiales.

Figura 1: Esquema conceptual; estructura y función del DS N°90/2000.



La secuencia de aplicación del DS N°90/2000 expuesta en la Figura 1, se describe de la siguiente manera: una vez aprobado el proyecto o actividad a desarrollar mediante una Resolución de Calificación Ambiental (RCA), el proyecto desarrollado deberá ser clasificado como fuente emisora y en consecuencia, sus descargas deberán someterse a una serie de condiciones y exigencias ambientales, que son otorgadas y fiscalizadas por los organismos del estado, competentes con la materia (Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente). Dependiendo de cuál sea el cuerpo receptor que reciba la descarga de efluentes, es la tabla que regulará los valores máximos para la emisión de contaminantes. Sin embargo, en casos específicos, la autoridad competente podrá establecer valores menores permitidos para la descarga.

El DS N°90/2000 utiliza el concepto de "parámetros" para referirse a los contaminantes que son limitados en la descarga, los que se clasifican en compuestos de tipo orgánico, como Fenol ( $C_6H_5OH$ ), Xileno ( $C_8H_{10}$ ) o Pentaclorofenol ( $C_6Cl_5OH$ ); los de tipo inorgánico, dentro de los que encontramos metales, como el Aluminio (Al), el Cadmio (Cd), el Cobre Total (Cu), el Hierro disuelto (Fe) y aniones como los sulfatos ( $SO_4^{2-}$ ), los cloruros (Cl<sup>-</sup>), los Fluoruros (F<sup>-</sup>). También son regulados parámetros como el pH y la Temperatura, que describen propiedades de las aguas.

**Tabla I: "Límites Máximos Permitidos para la Descarga de Residuos Líquidos a Cuerpos de Agua Fluviales Considerando la Capacidad de Dilución del Receptor, Tablas 1 y 2 de Anteproyecto Revisión DS90"**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Expresión</b>	<b>Límite Máximo Permitido Tabla 1 (Anteproyecto)</b>	<b>Límite Máximo Permitido Tabla 2 (Anteproyecto)</b>
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20	50
Aluminio	mg/L	Al	5	10
Arsénico	mg/L	As	0,5	1
Boro	mg/L	B	0,75	3
Cadmio	mg/L	Cd	0,01	0,3
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	0,20	1
Cloruros	mg/L	Cl <sup>-</sup>	400	2000
Cobre Total	mg/L	Cu	2	3
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000	1000
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5	1
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr <sup>6+</sup>	0,05	0,2
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub>	35	300
Fósforo	mg/L	P	5	15
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	1,5	5

Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10	50
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5	10
Manganeso	mg/L	Mn	0,3	3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001	0,01
Molibdeno	mg/L	Mo	1	2,5
Níquel	mg/L	Ni	0,2	3
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg/L	NTK	80	80
Pentacloro-fenol	mg/L	C <sub>5</sub> OHCl <sub>5</sub>	0,009	0,01
pH	Unidad	pH	6,0 – 8,5	6,0-8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05	0,5
Poder Espumógeno	mg/L	PE	7	7
Selenio	mg/L	Se	0,01	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80	300
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000	2000
Sulfuro	mg/L	S <sup>2-</sup>	1	10
Temperatura	C°	T°	35	40
Tetracloroetano	mg/L	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	0,04	0,4
Tolueno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	0,7	7
Triclorometano	mg/L	CHCl <sub>3</sub>	0,2	0,5
Xileno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,5	5
Zinc	mg/L	Zn	3	20
Cloro Libre Residual	mg/L	CLR	0,5	0,5



La versión vigente del DS N°90/2000 no considera regulaciones específicas para estuarios, por lo que en la práctica se desconoce que corresponden a la zona de transición ubicada entre un cuerpo de agua dulce y su correspondiente salida al mar.

En la práctica, las fuentes emisoras ubicadas en zonas de estuarios han sido autorizadas a descargar efluentes considerando a los estuarios como cuerpos receptores de tipo río, y en consecuencia se establecen valores máximos considerando los requerimientos para ríos con o sin capacidad de dilución (tablas 1 y 2), lo cual es una aproximación que no garantiza la adecuada protección de ecosistemas específicos y frágiles como los estuarios.

## 2. Objetivos.

### 2.1 Objetivo General.

Entregar las bases conceptuales para la construcción de una nueva Tabla para el DS N°90/2000 que regule los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos receptores de tipo estuario con y sin capacidad de dilución.

### 2.2 Objetivos Específicos.

Para el presente estudio se contemplaron los siguientes objetivos específicos:

1. Revisar criterios y estudios internacionales relacionados con la descarga de residuos industriales en estuarios.



2. Estudiar las propiedades físicas, químicas y peligros ambientales que pueden ocasionar los contaminantes y parámetros regulados en las tablas 1, 2 y 3 del DS N°90/2000 cuando son vertidos sobre un cuerpo receptor de tipo estuario.
3. Identificar y agrupar los parámetros del DS N°90/2000, con el fin de proponer la lista de parámetros a considerar en la nueva tabla para el DS N°90/2000.
4. Proponer límites máximos de descarga para cada parámetro regulado en la nueva tabla del DS N°90/2000.

### 3 Metodología.

La metodología aplicada, para el desarrollo de este estudio fue la siguiente:

- Recopilación de Información sobre estuarios y descarga de residuos líquidos.
- Estudio y caracterización de los parámetros normados en las tablas N°1, 2 y 3 del DS N° 90/2000. Se evaluó el comportamiento de cada contaminante en el agua, basándose específicamente en las posibles alteraciones que estos pueden provocar tanto en la composición física, química y ambiental de los cuerpos receptores tipo estuario.
- Diseño de la nueva tabla de parámetros para el DS N°90/2000.



#### 4 Antecedentes

##### 4.1 Estuarios.

Los estuarios son partes semicerradas de la costa donde el agua de mar se diluye y se mezcla parcialmente con el agua que viene desde la tierra. Esta unión establece un sistema complejo de corrientes que varía en función de la estructura del estuario (tamaño, forma y volumen), estación, oscilaciones de las mareas y los vientos. La mezcla de aguas de diferente densidad (salinidad) y temperatura crea un contraflujo que actúa como una trampa de nutrientes, es decir los nutrientes se van paulatinamente concentrando en dicha zona. Si se producen mezclas verticales estos nutrientes no son barridos hacia el mar sino que circulan arriba y abajo entre los organismos, el agua y los sedimentos de fondo. La dinámica estuarina está dada principalmente por cambios de la marea, la pluviosidad y la descarga de los tributarios.

Los estuarios y las áreas circundantes son áreas de transición de tierra a mar y de agua dulce a salada. El ambiente estuarino figura entre los más productivos a nivel planetario, creando cada año más materia orgánica que áreas comparables en tamaño, de bosques, prados o tierras agrícolas. Dentro y fuera de los estuarios se encuentra una gran variedad de hábitats que incluyen; aguas poco profundas, pantanos de agua dulce y agua salada, playas arenosas, llanos de arena y lodo, costas rocosas, arrecifes de ostras, bosques de mangles, deltas de ríos, lechos de algas marinas y pantanos boscosos.





La variedad de hábitats estuarinos alberga una abundante y diversa vida silvestre. Pájaros costeros y marinos, peces, cangrejos y langostas, mamíferos marinos, almejas y otros crustáceos, gusanos marinos y reptiles son algunos de los animales que viven dentro y alrededor de los estuarios. Los estuarios son lugares donde el río se encuentra con el mar, con ecosistemas muy diferentes unos de otros.

Los estuarios son críticos para la supervivencia de muchas especies. Miles de pájaros, mamíferos, peces y otros tipos de vida silvestre dependen de los hábitats estuarinos para vivir, alimentarse y reproducirse. Los estuarios proveen puntos ideales para que los pájaros migratorios descansen y se reabastezcan durante sus jornadas de migración. Muchas especies de peces y crustáceos dependen de las aguas estuarinas como lugares seguros para reproducirse, de aquí el sobrenombre dado a los estuarios de "cunas marinas". Cientos de organismos marinos, incluyendo peces de alto valor comercial, dependen de los estuarios para algún punto de su desarrollo.

Además de servir como hábitats importantes para la vida silvestre, los pantanos que bordean muchos de los estuarios también desempeñan otras funciones ambientales de alto valor. El agua drenada de tierras arriba trae sedimentos, nutrientes y otros contaminantes, de modo que según el agua fluye a través de ellos, permite que se filtren muchos de los contaminantes, material en suspensión y sedimento.

Este proceso de filtración facilita disponer de agua más clara y limpia, lo cual beneficia tanto a las personas como a la vida marina. La vegetación



en los humedales también actúa como amortiguadores naturales entre la tierra y el océano absorbiendo las inundaciones y disipando las marejadas. Esto protege los organismos de tierra adentro así como también las construcciones, de tormentas y daños por inundaciones. La hierba de los estuarios también ayuda a prevenir la erosión y a estabilizar las costas.

Los estuarios son además, cuerpos hídricos de incalculable valor estético, comercial, cultural, de recreación, conocimiento científico y educación. Frecuentemente se constituyen en centros culturales para las comunidades costeras, sirviendo de puntos focales para el comercio local, recreación, celebraciones, costumbres y tradiciones. Como zonas transicionales entre agua y tierra, los estuarios son laboratorios invaluable para científicos y estudiantes, proveyendo innumerables lecciones de biología, geología, química, física, historia y otros aspectos sociales. Los estuarios también proveen escenarios de gran belleza para las personas que viven, trabajan o se recrean dentro y fuera de ellos.

#### 4.2 *Experiencias internacionales en el manejo de estuarios.*

##### 4.2.1 *El Programa Nacional de Estuarios en Estados Unidos.*

La Bahía Chesapeake fue el primer estuario en Estados Unidos en ser objeto de restauración y protección. En 1983 los gobernadores de Maryland, Virginia y Pennsylvania, el alcalde del Distrito de Columbia y el administrador de la Agencia de Protección Ambiental firmaron el Acuerdo de la Bahía Chesapeake comprometiéndose cada estado y el Distrito de Columbia a desarrollar planes para proteger y mejorar la calidad de las



aguas y los recursos vivientes de la Bahía Chesapeake. El Programa de la Bahía Chesapeake se desarrolla como un mecanismo institucional para restaurar la Bahía y cumplir con los objetivos del Acuerdo de la Bahía Chesapeake. El Programa dirige y coordina actividades entre diferentes estados y agencias.

El Programa de la Bahía Chesapeake levantó conciencia de la necesidad de establecer asociación federal y estatal para proteger los estuarios amenazados por la contaminación, el desarrollo y el sobre uso. El Programa Nacional de Estuarios en Estados Unidos fue establecido en 1987 como respuesta al reconocimiento de la necesidad de proteger no sólo la Bahía Chesapeake, sino también otros estuarios a través de la nación. El mismo contiene enmiendas al Acta de Agua Limpia, con el objetivo de identificar, restaurar y proteger estuarios significativos para los Estados Unidos. Este programa abarca una gran cantidad de problemas e involucra a la comunidad local en el proceso; no sólo se enfoca en mejorar la calidad de las aguas estuarinas sino también en mantener la integridad de todo el sistema: las propiedades químicas, físicas y biológicas, así como también su valor económico, recreacional y estético.

El Programa Nacional de Estuarios está diseñado para estimular las comunidades locales a tomar responsabilidad para manejar sus propios estuarios. O sea, para cada estuario considerado se propone un proyecto dentro del PNE. Para cada estuario, el programa se compone por representantes de agencias federales, estatales y locales responsables de manejar los recursos estuarinos, además de miembros de la comunidad, ciudadanos, comerciantes, educadores y científicos. Todos estos



integrantes trabajan juntos para identificar problemas en los estuarios, desarrollar acciones específicas para resolver sus problemas y crear e implantar un plan de manejo formal para restaurar y proteger el estuario.

En la actualidad hay veintiocho (28) estuarios dentro del Programa trabajando para salvaguardar el bienestar de algunas de las aguas costeras más importantes de la nación.

La Agencia de Protección Ambiental (APA) administra el Programa Nacional de Estuarios, pero las decisiones y las actividades del programa son llevadas a cabo por los oficiales del comité del gobierno local, ciudadanos privados y representantes de otras agencias federales, instituciones académicas, industria y grupos usuarios de los estuarios. Los estuarios son seleccionados para ser incluidos dentro del PNE a través de un proceso de nominación. La nominación debe ser sometida a la APA dentro del período designado por el gobernador del estado donde se localiza el estuario.

La APA provee fondos y asistencia técnica para ayudar a los gobiernos locales y estatales a lograr sus objetivos. La APA también comparte "lecciones aprendidas" a través de otros programas individuales de estuarios así como también de otras comunidades costeras.

A pesar de que cada estuario en el Programa Nacional de Estuarios (PNE) es único, en conjunto enfrentan problemas ambientales y retos similares:

- sobre-enriquecimiento de nutrientes,



- contaminación de patógenos,
- sustancias químicas tóxicas,
- alteración en la afluencia de agua dulce,
- pérdida de hábitat,
- disminución de peces y vida silvestre
- introducción de especies invasivas.

Aunque es difícil establecer conclusiones regionales o nacionales con respecto al bienestar general de los estuarios dentro del PNE, estos problemas tienden a causar decaimiento de la calidad de las aguas, de los recursos vivientes y en general de todo el bienestar del ecosistema.

A través de los años el impacto de estos problemas son claramente visibles. Los agentes patógenos han ocasionado el cierre de criaderos de mariscos. El sobre-enriquecimiento de nutrientes está contribuyendo a la disminución de niveles de oxígeno disuelto. La introducción de nuevas especies está afectando a las especies nativas y sus hábitats.

La siguiente discusión intenta proveer una breve revisión de los problemas documentados en los 28 estuarios dentro del PNE, especialmente aquellos que tienen relación con la descarga de contaminantes, en un intento de vincularlos a la aplicación del DS No 90/2000.



## Sobrecarga de Nutrientes

Los nutrientes tales como el nitrógeno y el fósforo son necesarios para el crecimiento de las plantas y los animales y para sostener un ecosistema acuático saludable. Sin embargo, en exceso, los nutrientes puede contribuir a enfermedades de peces, mareas marrón y rojas, florecimiento de algas y oxígeno disuelto bajo. La condición donde el oxígeno disuelto es menos de 2 partes por millón se conoce como *hipoxia*. Muchas especies son dadas a morir por debajo de ese nivel- el nivel saludable de oxígeno disuelto en las aguas debe ser entre 5-6 partes por millón. Las fuentes de nutrientes incluyen fuentes precisas y fuentes dispersas tales como descargas de aguas de plantas de tratamiento, aguas de escorrentías de la agricultura, pozos sépticos, desperdicios de animales, sedimento, deposición atmosférica originada por plantas generadoras o por vehículos y descargas subterráneas.

El exceso de nutrientes estimula el crecimiento de algas. Según las algas mueren, se pudren y consumen el oxígeno del agua. Las aguas también previenen que los rayos solares penetren en el agua. Los peces y los moluscos son privados de oxígeno y las yerbas marinas de los rayos solares y todo esto representa pérdidas. Los animales que dependen de las yerbas marinas como fuente de alimento o refugios abandonan el área o se mueren. En adición, el crecimiento excesivo de algas puede resultar en mareas marrón y rojas las cuales han sido asociadas a mortandad de peces, muertes de manatí e impactos negativos a los animales de concha. El aumento de algas puede también causar malos olores y disminuir el valor estético de los cuerpos de agua.



## Ejemplos del PNE

Desde mediados de julio a septiembre de cada año, más de la mitad del canal de Long Island experimenta niveles de oxígeno disuelto que son insuficientes para sostener poblaciones saludables de vida marina. Los niveles bajos de oxígeno disuelto han sido relacionados a la sobre fertilización del canal con nitrógeno, dando lugar a un crecimiento excesivo de algas. Sus flores se hunden y se pudren en el fondo, reduciendo el oxígeno del agua. El florecimiento denso de las algas también nubla el agua y oscurece el fondo, inhibiendo el crecimiento de la vegetación acuática- hábitat importante para los crustáceos y peces.

Algunas áreas de la Bahía "Narragansett" en Rhode Island experimentan niveles bajos de oxígeno disuelto a mediados del verano debido al exceso de nitrógeno. Eventos medianos y severos de hipoxia han sido reportados en cuatro áreas. La producción de algas se ha duplicado desde que los primeros Europeos se establecieron en Rhode Island y los lechos de zosteria marina han desaparecido en casi toda la Bahía.

En la Bahía de Maryland las escorrentías del terreno contribuyen con más del 50 por ciento de las cargas de nitrógeno. La mitad de estas cargas están asociadas a operaciones agrícolas (principalmente polleras), a pesar de la cantidad pequeña de tierra ocupada para estas operaciones.

En la Bahía de Tampa el decaimiento de la calidad de las aguas ha contribuido a la pérdida de casi la mitad de las yerbas marinas- casi 19,000 acres- desde 1950-1980. Sin embargo, esa tendencia se está revertiendo.



El total de carga anual de nitrógeno en la Bahía en el 1976 fue más de 2.5 veces el promedio de la carga de 1992-1994 de 3,800 toneladas por año. Las yerbas marinas han ido retomando gradualmente en áreas donde la claridad de las aguas ha mejorado debido a la reducción de cargas de nitrógeno provenientes de plantas de tratamiento de aguas usadas a partir de la década de los años 1970. Sin embargo, esta ganancia puede verse afectada por el crecimiento poblacional. La carga de nitrógeno se espera que aumente en una proporción de 17 toneladas por año como resultado del crecimiento poblacional a menos que se tomen otras medidas adicionales.

### Patógenos

Los agentes patógenos son organismos causantes de enfermedades tales como virus, bacterias y parásitos. Se encuentran en las aguas marinas y pueden ser una amenaza a la salud de los nadadores, buzos, corredores de tablas hawaianas y consumidores de mariscos. Los peces y los moluscos concentran los patógenos en sus tejidos y pueden causar enfermedades a las personas que los consumen. La contaminación con patógenos puede causar el cierre de playas y áreas de pesca. Los agentes patógenos pueden provenir de aguas de escorrentías urbanas y agrícolas, desperdicios de botes y marinas, mal manejo de sistemas de pozos sépticos, descargas de plantas de tratamiento, vehículos recreacionales, conexiones ilegales de sanitarios y desperdicios de animales.



## Ejemplos del PNE

Una variedad de fuentes precisas y dispersas de patógenos fecales contaminaron la Bahía "Great" y el Estuario "Hampton" en New Hampshire y causaron el cierre de lechos de almejas y ostras. En el 1985, 71% (9,000 - 12,599 acres) de aguas clasificadas para la pesca de crustáceos fueron cerradas en el Estuario "Bay". En 1988, 72% de aguas para crustáceos fueron cerradas en la Bahía "Great".

Los estándares para indicadores de bacterias son excedidos en numerosas ocasiones en ciertas playas y puertos alrededor de la Bahía de Santa Mónica durante la época de verano. Un estudio epidemiológico entre nadadores encontró que había más riesgo de enfermedades entre los que nadaban cerca de corrientes de aguas de desagüe que aquellos que nadaban más lejos. Se encontraron también correlaciones de incidencias de enfermedades y áreas para nadar con alta densidad de población bacteriana.

En la Quebrada "Phillippi" cerca de la Bahía de Sarasota, se han puesto letreros avisando el riesgo potencial a la salud de exponerse a las aguas de la quebrada.

En la Bahía "Peconic" de Long Island más de 4,700 acres del fondo de la bahía son cerrados para la pesca de crustáceos todo el año o por temporadas. Esto representa el 14% de las áreas productivas de pesca. De las 30 playas públicas, una ha sido cerrada debido a la contaminación bacteriana.



## Químicos Tóxicos

Sustancias tóxicas tales como metales, hidrocarburos policíclicos aromáticos, bifenilos policlorados, metales pesados y plaguicidas son de interés para el ambiente estuarino. Estas sustancias entran al agua a través de pluviales, descargas industriales y escorrentías de aguas agrícolas y de la calle, descargas de plantas de tratamiento y de la deposición atmosférica. Muchos contaminantes tóxicos se encuentran también en los sedimentos y son resuspendidos al medioambiente por actividades tales como dragados y paseos en bote. Los organismos que viven en las profundidades están expuestos a estas sustancias y pueden representar un riesgo a la salud humana si se consumen; como consecuencia, se pueden cerrar lugares de pesca.

## Ejemplos del PNE

La contaminación con sustancias tóxicas en las Bahías de Massachusetts es más seria a través de la Costa Norte y en la vecindad del Puerto de Boston donde las descargas de aguas de tratamiento y la escorrentía urbana contienen altas concentraciones de sustancias químicas. El rodaballo se ha encontrado con lesiones en el hígado y aletas podridas, las langostas han experimentado enfermedades de agallas negras en las Bahías de Massachusetts. El estado de Massachusetts ha emitido dos avisos en relación al consumo:

1) las personas no deberán consumir el hígado de langosta recogidas en el Puerto de Boston,



2) individuos de alto riesgo deberán evitar todos los mariscos recogidos en el Puerto de Boston.

La parte baja del Río Columbia está listado como deteriorado por los estados de Oregon y Washington debido a las sustancias tóxicas que se encuentran en los tejidos de peces, y los riesgos asociados al cáncer. Algunos contaminantes tóxicos están en niveles que afectan la salud de ciertos peces y vida silvestre y pueden ser lo suficientemente altos para causar efectos adversos a la salud humana.

El Río Sacramento sufre el 80% del flujo de agua dulce en la Bahía de San Francisco pero viola los criterios de calidad de agua para cobre, mercurio, plaguicidas y toxicidad. El uso de plaguicidas en los hogares ha sido vinculado a la toxicidad difundida por las escorrentías de las áreas urbanas de la Bahía. Las almohadillas de frenos de autos son una fuente mayor de cobre en las escorrentías de pluviales urbanos.

Se han identificado catorce sustancias tóxicas como contaminantes de interés en la Bahía de Santa Mónica. Estas son; DDT, bifenilos policlorados, hidrocarburos policíclicos aromáticos, clordano, tributyl, cloro; metales tóxicos tales como cadmio, cromo, cobre, plomo, níquel, plata y zinc y sustancias peligrosas tales como aceites y grasas. La disposición de desperdicios industriales sin tratar, especialmente el DDT y los bifenilos policlorados, anterior a la implantación de la Ley de Agua Limpia, ha resultado en una bioacumulación en organismos acuáticos y a contaminación en ciertas especies de mariscos. La pesca comercial del



roncador blanco ha sido vedada, hay avisos de salud pública para áreas de pesca de caña y hay niveles altos de DDT en delfines y leones de mar.

### **Pérdida y Degradación de Hábitats**

El bienestar y la biodiversidad de los sistemas marinos y estuarinos dependen del mantenimiento de una calidad superior del hábitat. Las mismas áreas que frecuentemente atraen el desarrollo humano también proveen alimento, albergue, corredores migratorios y criaderos para una variedad de organismos costaneros y marinos. En adición, estos hábitats también desarrollan otras funciones importantes tales como almacenamiento de agua y protección de inundaciones. Los ecosistemas pueden ser degradados a través de pérdida de hábitat- tal como la conversión de un área de yerbas marinas a una isla de material dragado- o por un cambio o degradación en la estructura, función o composición. Las amenazas a los hábitats incluyen la conversión de espacios abiertos de tierras y bosques a desarrollos comerciales y agrícolas, construcción de carreteras, marinas, represas y canalizaciones. La pérdida y degradación de humedales causada por el dragado y el relleno ha limitado la cantidad disponible de hábitats para sostener poblaciones silvestres y organismos marinos. Todas estas actividades pueden causar incremento en las escorrentías de sedimento, nutrientes y sustancias químicas. El exceso de nutrientes tales como el nitrógeno puede llevar al florecimiento de algas que disminuyen el oxígeno y bloquean la luz solar, matando la vegetación submarina.



## Ejemplos del PNE

Una comparación de la distribución de pantanos en la Bahía de Galveston entre los años 1950-1989 muestra un decrecimiento neto de 19% (33,400 acres). La sedimentación, contaminación y la introducción de especies exóticas (nutria) son causas probables para esta disminución. La vegetación acuática sumergida, principalmente las yerbas marinas, disminuyó de 2,500 acres en los años 1950 a 700 acres en el 1987- una disminución de 70%.

Estudios realizados en el 1978 en las cuencas Barataria y Terrebonne en Louisiana mostró que más de 11,500 acres de tierra por año fueron perdidos hacia el océano. La razón en el 1990 fue estimada en casi 13,500 acres por año. Los científicos han calculado que más de 294,000 acres

de ciénagas se convirtieron totalmente en agua entre 1956-1978. Actualmente, la pérdida de tierra muestra una disminución, sin embargo, estimados conservadores revelaron que unos 163,000 acres de tierra se perderían para el año 2000.

La sedimentación y la invasión de especies de plantas han alterado dramáticamente la calidad de los hábitats de ciénagas saladas y han elevado el fondo de la quebrada, a más de trece pies, en la Bahía Morro en California. En adición, la gran mayoría de las dunas costaneras se han eliminado como resultado del crecimiento de las bahías. Estudios recientes de la sedimentación de la bahía indican que el 25% de la capacidad del flujo de la marea y el 66% de ésta, en el área del delta, se ha perdido en el



último siglo debido a la sedimentación. La sedimentación proveniente de fuegos e inundaciones ha generado la pérdida de cientos de acres de zosteria marina y lechos de ostras. La degradación de las riberas y de los hábitats ha ocurrido como resultado de la canalización, control de inundaciones, sedimentación y la agricultura.

Evidencia de hábitats dañados puede ser encontrada a través de la Bahía Casco y su cuenca en Maine:

- El "Lago New Meadows", una vez un estuario, ahora sufre de florecimiento de algas debido a lo limitado de las mareas.
- "Long Creek" ha degradado áreas de humedales como resultado de la construcción de carreteras.
- Una carretera interestatal cruzando sobre el Río "Presumpscot" ha deteriorado el flujo de la marea y permitido que se acumule el aserrín de un molino de papel.
- Cuatro represas en el tronco principal del Río Royal representan barreras para la pesca.
- El Arroyo "Capiscic" es intransitable debido a una represa y a la reducción del flujo de agua, causado por las áreas de desagüe que redistribuyen algunos flujos de agua a la alcantarilla.

De esta revisión de antecedentes es evidente que la variedad de situaciones ambientales puede ser amplia. Sin embargo, como país, Chile necesita aumentar su actuar para la protección de los estuarios aprovechando la amplia experiencia de otros países como Estados Unidos



en este tema; lo que permitiría avizorar el futuro que puede esperarnos si no tomamos algunas acciones en este sentido.

4.3 Parámetros aceptables de considerar iguales a tablas 1 y 2.

Al presente, al no existir valores máximos permitidos para la descarga en estuarios, las fuentes emisoras cuyas descargas se ubican en zonas estuarinas son autorizadas a cumplir los requerimientos de las tablas 1 y 2 dependiendo del caudal de dilución disponible.

Por consiguiente, una acción inicial consiste en verificar los parámetros que contemplan estas tablas en comparación con su relevancia respecto del daño ambiental que provocan estos contaminantes en ambientes estuarinos como cuerpos receptores.

Tabla II: Constratación de parámetros regulados en tablas 1 y 2 del DS90/2000 y evaluación cualitativa global de su relevancia para descargas en estuarios.

Parámetro	Tabla 1	Tabla 2	¿Crítico para la descarga en estuarios?
Aceites y grasas	X	X	
Aluminio	X	X	
Arsénico	X	X	



PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS  
PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS  
ASOCIADO A LA REVISION DEL DS-90/2000\*



Universidad de Chile

Boro	X	X	
Cadmio	X	X	
Cianuros	X	X	
Cloruros	X	X	
Cobre total	X	X	
Coliformes fecales	X	X	
Indice de fenol	X	X	
Cromo VI	X	X	
DBO <sub>5</sub>	X	X	<b>SI: Se relaciona con aumento de la carga orgánica</b>
Fósforo	X	X	<b>SI: Se relaciona con fenómenos de eutroficación</b>
Fluoruro	X	X	
Hidrocarburos fijos	X	X	
Hierro disuelto	X	X	





PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS  
PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS  
ASOCIADO A LA REVISION DEL D.S-90/2000"



Manganeso	X	X	
Mercurio	X	X	<b>SI:</b> Se relaciona con eventos de toxicidad en peces
Molibdeno	X	X	
Niquel	X	X	
NTK	X	X	<b>SI:</b> Se relaciona con fenómenos de eutroficación; pero no incluye otras formas de nitrógeno como nitratos y nitritos.
Pentaclorofenol	X	X	<b>SI:</b> Se relaciona con contaminantes persistentes ambientalmente
pH	X	X	
Plomo	X	X	
Poder espumogeno	X	X	<b>SI:</b> Se relaciona con formación de espuma y alteración de equilibrios de intercambio de oxígeno entre el agua y la atmósfera.
Selenio	X	X	



PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
 TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS  
 PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS  
 ASOCIADO A LA REVISION DEL DS-90/2000\*



Sólidos suspendidos totales	X	X	SI: Se relaciona con aumento del material en suspensión que dificulta el paso de la luz y del oxígeno atmosférico al interior de los estuarios.
Sulfato	X	X	
Temperatura	X	X	
Tetracloroetano	X	X	
Tolueno	X	X	
Triclorometano	X	X	SI: Se relaciona con la formación de trihalometanos, persistentes en presencia de materia orgánica
Xileno	X	X	SI: Se relaciona con la presencia de tóxicos para la biota estuarina
Zinc	X	X	
Cloro Libre Residual	X	X	SI: Puede inducir a la formación de trihalometanos y la disminución de la microfauna por su efecto bactericida persistente.



Resulta, al menos llamativo, que ninguna de los dos tablas considera explícitamente a los nutrientes (nitrógeno en forma de nitrato y fósforo en forma de fosfatos) como parámetros a regular. Esto podría ser razonable si se considera que los ríos chilenos debido a sus características geográficas (angostos, cortos y relativamente caudalosos) no están expuestos a fenómenos de eutrofización, sin embargo no se puede aplicar el mismo criterio a los estuarios en los que si pueden ocurrir fenómenos de aumento importante de nutrientes con su cadena ya descrita de problemas ambientales.

4.4 *Parámetros a incluir a incluir tomando en consideración lo definido para el caso de lagos ( tabla 3).*

Al comparar las características ecológicas especialmente en temas de fragilidad y situaciones de interfases, los estuarios se asemejan más a un lago que a un río.

La tabla 3 es la tabla más restrictiva de todo el DS90 considerando que los lagos son los cuerpos receptores con mayor tiempo de retención hidráulica, es decir muy propensos a concentrar nutrientes y contaminantes, por lo tanto, es donde los niveles aceptados de contaminantes descargados deberían ser menores.

Además, destaca el hecho de que los parámetros de las tablas 1 y 2 no son los mismos que aparecen en la tabla 3. Igualmente, se procedió a contrastar aquellos parámetros regulados en cada una de las tablas.



**Tabla III: Comparación de parámetros para la regulación de ríos (Tabla 1 y 2) y lagos (Tabla 3) del DS90/2000 y evaluación cualitativa global de su relevancia para descargas en estuarios**

Parámetro	Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3	¿Crítico para la descarga en estuarios?
Aceites y grasas	X	X	X	
Aluminio	X	X	X	
Arsénico	X	X	X	
Boro	X	X		
Cadmio	X	X	X	
Cianuros	X	X	X	
Cloruros	X	X		
Cobre total	X	X	X	
Coliformes fecales	X	X	X	
Indice de fenol	X	X	X	
Cromo VI	X	X	X	

DBO <sub>5</sub>	X	X	x	SI: Se relaciona con aumento de la carga orgánica
Fósforo	X	X	X	SI: Se relaciona con fenómenos de eutroficación
Fluoruro	X	X	X	
Hidrocarburos fijos	X	X		
Hierro disuelto	X	X	X	
Manganeso	X	X	X	
Mercurio	X	X	X	SI: Se relaciona con eventos de toxicidad en peces
Molibdeno	X	X	X	
Niquel	X	X	X	
NTK	X	X		SI: Se relaciona con fenómenos de eutroficación; pero no incluye otras formas de nitrógeno como nitratos y nitritos.
Pentaclorofenol	X	X		SI: Se relaciona con contaminantes persistentes ambientalmente
pH	X	X	x	
Plomo	X	X	x	

Poder espumogeno	X	X		SI: Se relaciona con formación de espuma y alteración de equilibrios de intercambio de oxígeno entre el agua y la atmósfera.
Selenio	X	X	X	
Sólidos suspendidos totales	X	X	X	SI: Se relaciona con aumento del material en suspensión que dificulta el paso de la luz y del oxígeno atmosférico al interior de los estuarios.
Sulfato	X	X	X	
Temperatura	X	X	X	
Tetracloroetano	X	X		
Tolueno	X	X		
Triclorometano	X	X		SI: Se relaciona con la formación de trihalometanos, persistentes en presencia de materia orgánica
Xileno	X	X		SI: Se relaciona con la presencia de tóxicos para la biota estuarina
Zinc	X	X	X	
Cloro Libre Residual	X	X	X	SI: Puede inducir a la formación de trihalometanos y la disminución de la microfauna por su efecto bactericida

				persistente.
Trihalometanos			X	SI: Compuestos persistentes con efectos adversos en humanos y en la biota.
Cr total			X	
Estaño			X	
Hidrocarburos totales			X	
Nitrógeno total			X	SI: Se relaciona con fenómenos de eutroficación; incluye todas las formas de nitrógeno (nitrito, nitrato, NTK constituido por amonio y nitrógeno orgánico.
SAAM			X	SI: Se relaciona con la presencia de compuestos surfactantes que forman espumas. Debería ser considerado además del poder espumógeno.
Sólidos sedimentables			X	SI: Se relaciona con el aumento de la sedimentación que conduce a la modificación de hábitas
Sulfuro			X	

Al comparar las tres tablas destacan las diferencias respecto de los contaminantes considerados en cada una de ellas, en tres grandes grupos al menos:



- Los que contribuyen a la eutroficación de los cuerpos de agua: las tablas 1 y 2 restringen los niveles de nitrógeno considerando solamente Nitrógeno Kjeldahl (medido como la suma de nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico, que no cuantifica los nitratos ni los nitritos y que **NO** corresponde al nitrógeno total) mientras que la tabla 3 considera el nitrógeno total, por tanto sería el parámetro recomendable en el caso de ecosistemas frágiles como estuarios y lagos. Si el nitrógeno total se establece en un valor fijado, de manera automática se estará regulando la entrada de nutrientes al cuerpo receptor porque cualquiera sea la forma química contenida en la descarga, deberá cumplir con el nivel máximo aceptado para la suma de la totalidad de las especies consideradas.
- Los que contribuyen a la presencia de sólidos: las tablas 1 y 2 consideran los sólidos suspendidos totales, mientras no establece regulación para los sólidos sedimentables. Los sólidos suspendidos totales habitualmente no precipitan de forma espontánea y permanecen en suspensión, afectando especialmente el paso de luz y todas las reacciones que dependan de la misma. Sin embargo, una descarga puede resultar con valores bajos de sólidos suspendidos totales (con lo que cumpliría con lo establecido en el DS90/2000 tablas 1 y 2) y simultáneamente afectar al estuario al presentar altos valores de sólidos sedimentables que por mecanismos naturales van a depositarse en el estuario afectando los hábitas presentes. Por





eso, deberá considerarse la regulación adicional de los sólidos sedimentables.

- Los que se relacionan con la formación de espumas: las tablas 1 y 2 consideran como parámetro vinculado a la formación de espumas el poder espumógeno. Desde el punto de vista analítico, el poder espumógeno se mide como la altura de espuma obtenida bajo condiciones experimentales controladas a temperatura de 50°C y haciendo correr la muestra de agua desde una altura especificada. De este modo, la espuma se puede formar por: presencia de surfactantes, presencia de otros compuestos que por agitación sostenida formen espuma (ejemplo la clara del huevo), agitación constante, temperatura. En fin, es un fenómeno de tensión superficial que no garantiza la ausencia de tóxicos. Se pueden tener altas concentraciones de surfactantes y no desarrollar espumas; o por el contrario, bajas concentraciones de surfactantes u otros compuestos pueden originar valores elevados de poder espumógeno. Por consiguiente, si la presencia de espuma es un factor importante en estuarios deberíamos considerar de manera conjunta tanto el poder espumógeno (que mide el efecto mismo) como la evaluación de los surfactantes activos al azul de metileno (SAAM) que constituyen los surfactantes de más amplio uso y los que, bajo condiciones propicias, contribuirán significativamente a la formación de espumas. La tabla 3 considera la regulación de SAAM para descargas a lagos.



#### 4.5 *Parámetros a limitar desde tablas 1, 2 y 3.*

Tomando en consideración los criterios establecidos para la regulación de lagos, y las flexibilidades entregadas en los ríos según su capacidad de dilución, se propone regular los siguientes parámetros:

##### **NITROGENO TOTAL:**

Los estuarios son partes semicerradas de la costa donde el agua de mar se diluye y se mezcla parcialmente con el agua que viene desde la tierra. Esta unión establece un complejo de corrientes que varía en función de la estructura del estuario (tamaño, forma y volumen), estación, oscilaciones de las mareas y los vientos. La mezcla de aguas de diferente salinidad y temperatura crea un contraflujo que trabaja como una trampa de nutrientes. Si se producen mezclas verticales estos nutrientes no son barridos hacia el mar sino que circulan arriba y abajo entre los organismos, el agua y los sedimentos de fondo. Por tanto se recomienda mantener el valor de la tabla 3 para los estuarios sin capacidad de dilución y aumentar al doble ese valor, considerando el 100% de excedencia permitido en el actual DS90; para los estuarios con capacidad de dilución considerando la mayor fragilidad ecológica de los estuarios ante los aportes que ocasionan eutroficación.

##### **FOSFORO TOTAL:**

Los estuarios son partes semicerradas de la costa donde el agua de mar se diluye y se mezcla parcialmente con el agua que viene desde la tierra. Esta unión establece un complejo de corrientes que varía en función de la estructura del estuario (tamaño, forma y volumen), estación, oscilaciones

de las mareas y los vientos. La mezcla de aguas de diferente salinidad y temperatura crea un contraflujo que trabaja como una trampa de nutrientes. Si se producen mezclas verticales estos nutrientes no son barridos hacia el mar sino que circulan arriba y abajo entre los organismos, el agua y los sedimentos de fondo. Por tanto se recomienda mantener el valor de la tabla 3 para los estuarios sin capacidad de dilución y aumentar al doble ese valor, considerando el 100% de excedencia permitido en el actual DS90; para los estuarios con capacidad de dilución considerando la mayor fragilidad ecológica de los estuarios ante los aportes que ocasionan eutroficación.

### **SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES:**

Los sólidos en suspensión precipitan en el fondo o se depositan en las orillas y se descomponen causando olores y la disminución del oxígeno en las aguas. Los peces pueden morir súbitamente por la disminución del oxígeno y los sólidos que precipitan en el fondo pueden cubrir las zonas de desove. Estos sólidos también aumentan la turbidez de las aguas. Por lo anterior, se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos y ríos sin capacidad de dilución en estuarios sin capacidad de dilución y permitir sólo en doble en estuarios con capacidad de dilución, considerando la condición natural de los estuarios como zonas de altas concentraciones de sólidos.



### **MERCURIO:**

La biota estuarina tiene tendencia a expulsar los contaminantes más lentamente que la velocidad con que los acumula; o sea, es sensible a bioacumular algunos componentes tóxicos como el mercurio.

Los efectos de la contaminación por mercurio en peces e invertebrados han sido correlacionados con el tiempo de residencia del mercurio en los tejidos; el cual se acumula fundamentalmente en forma de metilmercurio. La literatura que relaciona los efectos tóxicos de los metales pesados para los organismos marinos y estuarinos, es ampliamente extensa. A consecuencia de su biodisponibilidad, todos los metales pesados son potencialmente tóxicos. Se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución para ambas situaciones en estuarios.

### **DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO:**

La degradación de la materia orgánica consume el oxígeno de los ríos y crea olores y gustos desagradables y favorece la existencia de condiciones sépticas. Algunas especies de peces no pueden sobrevivir en aguas con bajos niveles de oxígeno. Por lo anterior, para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos y ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como ecosistemas sensibles y frágiles.



### **SOLIDOS SEDIMENTABLES:**

La súbita precipitación de los sólidos puede cubrir las zonas de desove de muchas especies de peces. Por tanto para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos considerando la condición natural de los estuarios como zonas de altas concentraciones de sólidos, por lo que no es recomendable aumentar los niveles permitidos con vistas a proteger la vida existente en los mismos.

### **PODER ESPUMOGENO:**

Los compuestos que forman espuma dan un aspecto desagradable al cuerpo receptor. Además, interfieren en la reaireación natural de los cuerpos y pueden ser tóxicos para algunas especies de peces . Por tanto para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos y ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles

### **SAAM: surfactantes aniónicos activos al azul de metileno.**

Los compuestos que forman espuma como los surfactantes no iónicos, dan un aspecto desagradable al cuerpo receptor. Además, interfieren en la reaireación natural de los cuerpos y pueden ser tóxicos para algunas especies de peces. Por tanto para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles .

### **XILENO:**

Para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles a la presencia de tóxicos. La toxicidad de los contaminantes disminuye la reproducción y supervivencia de los organismos acuáticos y alteran el funcionamiento del ecosistema .

### **TRIHALOMETANOS:**

Para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles a la presencia de tóxicos. La toxicidad de los contaminantes disminuye la reproducción y supervivencia de los organismos acuáticos y alteran el funcionamiento del ecosistema .

### **PENTACLOROFENOL:**

Es un pesticida con variadas aplicaciones, amplia efectividad y múltiples modos de acción. El pentaclorofenol ha sido usado como fungicida para la preservación de la madera y la tela, insecticida de protección contra las termitas y otros insectos. Es altamente fitotóxico y en consecuencia se utiliza en el control de plagas. Ha originado problemas de contaminación en suelos y aguas en muchos lugares del planeta, especialmente en los sitios asociados a la explotación de la madera. Se ha encontrado en niveles entre 0,008 y 0,020 mg/Kg en peso seco, en biota marina y



estuarina. Por lo anterior, para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles a la presencia de tóxicos. Un estuario sirve como lugar de alimentación para muchos organismos marinos, particularmente una cantidad de peces y mariscos comercialmente importantes, porque aquí los juveniles están protegidos de los depredadores y las especies que compiten no pueden tolerar una menor salinidad.

A continuación se describen los efectos o alteraciones físicas y químicas que provocan los compuestos o elementos anteriormente considerados para una eventual limitación de su descarga en estuarios.



**Tabla IV. Resumen de alteraciones físicas provocadas por contaminantes a un cuerpo de agua receptor.**

Parámetros considerados para una eventual limitación asociada a las descargas en estuarios.	Alteraciones Físicas
DBO <sub>5</sub>	Las alteraciones físicas del agua, proporcionadas por la DBO, se determinan indirectamente, mediante la presencia de malos olores (putrefacción de la materia orgánica) por la falta de oxígeno y turbiedad (por la presencia de material suspendido).
Fósforo	El exceso de Fósforo presente en el agua, le otorga una coloración verdosa y maloliente a esta, producto de la eutroficación del cuerpo receptor. También le otorga turbidez, producto de la explosión del crecimiento de algas, entre otros.
Mercurio	No hay indicios de color visible, olor o sabor en el agua.
Nitrógeno Total Kjeldhal	La presencia de Nitrógeno Amoniacal le otorga sabor y olor desagradable al agua.
Pentaclorofenol	Al tener propiedades similares a los Fenoles, los compuestos de Pentaclorofenol le otorga un cierto sabor y olor dulce al agua
Poder Espumógeno	Otorga olor a detergente y olor séptico al agua, generando espuma.





Sólidos Suspendidos Totales	A altas concentraciones, le otorga un aspecto nebuloso o turbio no deseable al agua. No le otorga, sabor ni olor al agua.
Tetracloroetano	Su alta presencia le otorga un olor dulce al agua.
Triclorometano	Su alta presencia le otorga un olor y sabor dulce al agua.
Xileno	Las altas concentraciones de Xileno en el agua, le otorga un sabor y color perceptible característico.

A continuación, en la Tabla V, se señalan los posibles efectos que pueden provocar en la salud y desarrollo de los ecosistemas acuáticos, la presencia de los parámetros propuestos para una eventual limitación en su descarga a estuarios.

**Tabla V:** Alteraciones a la salud y desarrollo de los ecosistemas acuáticos frente a la presencia de contaminantes en el agua.

Parámetros considerados para una eventual limitación asociada a las descargas en estuarios.	Alteración sobre el ecosistema acuático y Toxicidad, en el caso de valores extremos
DBO <sub>5</sub>	Un alza en el valor de la DBO, conlleva a una reducción del contenido de oxígeno disuelto en el agua. La deficiencia de este gas genera un medio no apto para la sobrevivencia de algunas especies.



PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
 TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS  
 PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS  
 ASOCIADO A LA REVISION DEL DS-90/2000\*



Fósforo	El exceso del contenido de Fosforo en las aguas, estimula el crecimiento de la biomasa (toxica y no toxica); esto provoca problemas de eutroficación y dificultad para el paso de la luz solar hacia el fondo del cuerpo de agua receptor. Ambos fenómenos evitan el desarrollo y sobrevivencia de los organismos acuáticos.
Mercurio	Este tiende a acumularse en los tejidos de los organismos transportándose por la cadena trófica a niveles superiores. Su presencia en el agua puede provocar en los peces alteraciones en los epitelios branquiales y dérmicos, ocasionándoles hasta la muerte.
Nitrógeno Total Kjeldhal	Tanto el Fosforo como el Nitrógeno son nutrientes que estimulan el crecimiento desmedido de la biomasa, lo que conlleva a la posterior eutroficación del cuerpo de agua receptor y la disminución del oxígeno disuelto; esto último limita el crecimiento normal de los organismos que dependen de las concentraciones de oxígeno para su sobrevivencia.
Pentaclorofenol	La presencia de Pentaclorofenol en el agua es altamente tóxico para los organismos acuáticos. En las algas acuáticas, provoca la destrucción de la clorofila, inhibiendo sus procesos fotosintéticos. En los peces altera ciertas actividades enzimáticas; provoca alteraciones morfológicas, retarda el crecimiento y metabolismo.
Poder Espumógeno	La película que forman las espumas sobre el cuerpo de agua receptor, genera una serie de problemáticas ambientales como: disminución en la capacidad autodepuradora del cuerpo de agua, disminución de la actividad bacteriana por la falta de oxígeno disuelto y la

	muerte de los organismos por hipoxia y asfixia, disminución de la tensión superficial del agua, afectando la locomoción de varios animales acuáticos, entre otros.
Sólidos Suspendidos Totales	Un alto contenido de SST en el agua, dificulta el paso de la luz solar hacia el fondo marino ocasionando efectos nocivos sobre la biota.
Tetracloroetano	En altas cantidades, la presencia de Tetracloroetano en el agua, puede provocar efectos *teratogénitos a un gran número de especies acuáticas.
Triclorometano	Está comprobado que el Triclorometano no tiende a acumularse en los tejidos de los peces u otros animales acuáticos, sin embargo al igual que el Tolueno, es considerado como una sustancia peligrosa para estos tipos de sistemas.
Xileno	El Xileno es catalogado como una sustancia altamente toxica. Su presencia (a niveles trazas) en el agua puede afectar la permeabilidad celular de los peces, actuando como una neurotoxina; provoca la pérdida del equilibrio y parálisis de estos organismos, ocasionando su posterior muerte. El p-xileno es uno de los isómeros del Xileno más tóxico para el medio ambiente.

5. Construcción de la Tabla 6

Finalmente, usando el criterio de homologación de los estuarios a los otros cuerpos de agua regulados por el Decreto Supremo N°90/2000 se sugieren los siguientes valores para los parámetros seleccionados.

Tabla VI: Propuesta de Tabla 6: Descargas en estuarios (en rojo se destacan las modificaciones respecto de las tablas 1, 2 y 3) para incluir en Anteproyecto de Revisión DS90/2000.

Parámetros	Unidades	Expresión	Estuarios Sin capacidad de dilución	Estuarios Con capacidad de dilución
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20	50
Aluminio	mg/L	Al	5	10
Arsénico	mg/L	As	0,5	1
Boro	mg/L	B	0,75	3
Cadmio	mg/L	Cd	0,01	0,3
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	0,20	1
Cloruros	mg/L	Cl <sup>-</sup>	400	2000
Cobre Total	mg/L	Cu	2	3
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/ 100 ml	1000	1000

Indice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5	1
Cromo Hexava- lente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0,05	0,2
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub>	35	35
Fósforo total	mg/L	P	2	4
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	1,5	5
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10	50
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5	10
Manganeso	mg/L	Mn	0,3	3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	1	2,5
Níquel	mg/L	Ni	0,2	3
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg/L	NTK	10	20
Pentacloro- fenol	mg/L	C <sub>5</sub> OHCl <sub>5</sub>	0,009	0,009
pH	Unidad	pH	6,0 – 8,5	6,0-8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05	0,5
Poder Espumó- geno	mg/L	PE	7	7
Selenio	mg/L	Se	0,01	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80	80
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1000	2000



Sulfuro	mg/L	$S^{2-}$	1	10
Temperatura	C°	T°	35	40
Tetracloroetano	mg/L	$C_2Cl_4$	0,04	0,4
Tolueno	mg/L	$C_6H_5CH_3$	0,7	7
Tricloro-metano Trihalometanos	mg/L	$CHCl_3$	0,1	0,1
Xileno	mg/L	$C_6H_4C_2H_6$	0,5	0,5
Zinc	mg/L	Zn	3	20
Cloro Libre Residual	mg/L	CLR	0,5	0,5
SAAM	mg/L	SAAM	10	10
Sólidos sedimentables	ml/L/h	SSed	5	5

### 6. Conclusiones.

Este estudio presenta los argumentos y la metodología seguida para establecer una nueva tabla (Tabla 6) que permita corregir una deficiencia original del vigente DS No 90/2000: obviar los estuarios como cuerpos receptores de aguas residuales.

Los estuarios son sistemas ecológicos complejos en los cuales se producen condiciones de equilibrios dinámicos muy frágiles, las que son determinantes para la permanencia de este tipo de ecosistema y los parámetros de la tabla 6 propuesta recogen los factores claves para la conservación en el largo plazo de estos cuerpos receptores.

La Tabla 6 considera la gran mayoría de los parámetros provenientes de las tablas 1 y 2 contenidas en el documento de Anteproyecto de Revisión del DS No 90/2000 y además incorpora parámetros provenientes de la tabla 3 que resultan relevantes para cumplir el objetivo de protección de los cuerpos de agua tipo estuario.

La Tabla 6 no contiene niveles máximos permitidos más restrictivos que los considerados en las tablas precedentes: 1,2 y 3.

Este estudio además evidencia la necesidad de una tipificación de los estuarios y ríos del país, con especial recomendación a los estuarios de las zonas norte y centro donde el impacto real podría no estar dado solamente por el volumen y concentración de los contaminantes en las descargas, sino también por la naturaleza del sistema receptor con el cual interactúa la descarga misma. Esto, en armonía con otras herramientas ambientales permitirá avanzar sostenidamente en la protección de los estuarios de todo el país.

#### *7 Bibliografía.*

- ECOLOGIA. T. M. Smith y R. L. Smith. 6ta edición 2007 págs 492, 559
- USEPA Nutrient Criteria Technical Guidance Manual. Estuarine and Coastal Marine Waters. 2001.
- N. Nemerow and A. Dasgupta Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. 1998.
- Ecology of estuaries: anthropogenic effects. Michael J. Kennish (1992).
- Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution. Michael J. Kennish (1997).

- **Fichas internacionales de seguridad química.**
- **USEPA: Hazardous Waste Management System: Identification and Listing of Hazardous Waste: Hazardous Waste Identification Rule (HWIR), 1995.**
- **Standard Methods for Water and Wastewater Examination, 21th Edition 2005.**
- **Anteproyecto para la Revisión del Decreto Supremo No 90/2010, versión Comité Ampliado.**
- **Decreto Supremo No 90/2000. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.**
- **NCh 2313/21 cR2009: Aguas residuales-Métodos de análisis-Parte 21: Determinación del poder espumógeno.**
- **NCh 2313/28 cR2009: Aguas residuales-Métodos de análisis-Parte 28: Determinación de nitrógeno Kjeldahl - Método potenciométrico con digestión previa.**
- **NCh 2313/15 cR2009: Aguas residuales-Métodos de análisis-Parte 15: Determinación de fósforo total.**
- **NCh 2313/16 cR2010: Aguas residuales-Métodos de análisis-Parte 16: Determinación de nitrógeno amoniacal - Método potenciométrico.**
- **<http://www.epa.gov/owow/estuaries/>**





- <http://www.chesapeakebay.net/>
- **UK guidance for estuaries (2004). Common Standards Monitoring Guidance for Estuaries.**
- **Cheasapeake Bay: Introduction to an ecosystem. EPA 903-R-04-002. CBR/TRS 232/000. July 2004.**

8 Anexo.

Se incluye como anexo, la síntesis de este estudio, en el formato de fichas requerido para el proceso de Revisión del DS No 90/2000.

**FICHA DE MODIFICACIÓN AL DS90  
AÑO 2009**

<b>N° FICHA</b>	
<b>TEMA</b>	Consideraciones para una nueva Tabla que estipule los valores máximos permisibles para descargas a estuarios.
<b>FECHA APROBACIÓN COMITÉ OPERATIVO</b>	
<b>DS VIGENTE</b>	
No considera restricciones específicas para descargas en estuarios.	
<b>MODIFICACIÓN</b>	
Se propone incorporar una nueva tabla que permita clarificar los valores máximos permitidos para descargas en estuarios sin capacidad de dilución y con capacidad de dilución según metodología DGA para estimar la amplitud del estuario. Se consideran las descargas únicamente en la zona de agua dulce del estuario.	
<b>FUNDAMENTO AMBIENTAL</b>	
Actualmente el DS90 no considera regulaciones específicas para estuarios. En la práctica se toman como ríos con o sin capacidad de dilución, lo cual es una aproximación que no siempre permite una adecuada protección de estos ecosistemas específicos. Por lo anterior se propone incorporar restricciones específicas para descargas en la zona de agua dulce del estuario, y las restricciones varían dependiendo de si el estuario tiene o no capacidad de dilución. En la visión de proteger los estuarios se incorporan parámetros de la tabla 3 y muchos parámetros se mantienen como en las tablas 1 y 2, exceptuando los siguientes:	



Parámetro	Unidad	Tabla 6 sin capacidad de dilución	Tabla 6 con capacidad de dilución	Fundamento de conservación.
N total	mg/L	10	20	Los estuarios son partes semicerradas de la costa donde el agua de mar se diluye y se mezcla parcialmente con el agua que viene desde la tierra. Esta unión establece un complejo de corrientes que varía en función de la estructura del estuario (tamaño, forma y volumen), estación, oscilaciones de las mareas y los vientos. La mezcla de aguas de diferente salinidad y temperatura crea un contraflujo que trabaja como una trampa de nutrientes. Si se producen mezclas verticales estos nutrientes no son barridos hacia el mar sino que circulan arriba y abajo entre los organismos, el agua y los sedimentos de fondo (1). Por tanto se recomienda mantener el valor de la tabla 3 para los estuarios sin capacidad de dilución y aumentar al doble ese valor, considerando el 100% de excedencia permitido en el actual DS90; para los estuarios con capacidad de dilución



PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS ASOCIADO A LA REVISION DEL DS-90/2000\*



Universidad de Chile

				considerando la mayor fragilidad ecológica de los estuarios ante los aportes que ocasionan eutroficación.(2)
P total	mg/L	2	4	Los estuarios son partes semicerradas de la costa donde el agua de mar se diluye y se mezcla parcialmente con el agua que viene desde la tierra. Esta unión establece un complejo de corrientes que varía en función de la estructura del estuario (tamaño, forma y volumen), estación, oscilaciones de las mareas y los vientos. La mezcla de aguas de diferente salinidad y temperatura crea un contraflujo que trabaja como una trampa de nutrientes. Si se producen mezclas verticales estos nutrientes no son barridos hacia el mar sino que circulan arriba y abajo entre los organismos, el agua y los sedimentos de fondo (1). Por tanto se recomienda mantener el valor de la tabla 3 para los estuarios sin capacidad de dilución y aumentar al doble ese valor, considerando el 100% de excedencia permitido en el actual DS90; para los estuarios con capacidad de dilución considerando la mayor fragilidad ecológica de los estuarios ante los aportes que



PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
 TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS  
 PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS  
 ASOCIADO A LA REVISION DEL D.S-90/2000"



				ocasionan eutroficación.(2)
Sólidos suspen- didos totales	mg/L	80	160	Los sólidos en suspensión precipitan en el fondo o se depositan en las orillas y se descomponen causando olores y la disminución del oxígeno en las aguas. Los peces pueden morir súbitamente por la disminución del oxígeno y los sólidos que precipitan en el fondo pueden cubrir las zonas de desove. Estos sólidos también aumentan la turbidez de las aguas (3). Por lo anterior, se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos y ríos sin capacidad de dilución en estuarios sin capacidad de dilución y permitir sólo en doble en estuarios con capacidad de dilución, considerando la condición natural de los estuarios como zonas de altas concentraciones de sólidos. (2)
Hg	mg/L	0,001	0,001	La biota estuarina tiene tendencia a expulsar los contaminantes más lentamente que la velocidad con que los acumula (4). Los efectos de la contaminación por mercurio en peces e invertebrados han sido correlacionados con el tiempo de residencia del mercurio en los tejidos; el cual se acumula fundamentalmente en forma de



PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
 TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS  
 PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS  
 ASOCIADO A LA REVISION DEL DS-90/2000"



				<p>metilmercurio(5). La literatura que relaciona los efectos tóxicos de los metales pesados para los organismos marinos y estuarinos, es ampliamente extensa. A consecuencia de su biodisponibilidad, todos los metales pesados son potencialmente tóxicos (5). Se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución para ambas situaciones en estuarios.</p>
DBO5	mg/L	35	35	<p>La degradación de la materia orgánica consume el oxígeno de los ríos y crea olores y gustos desagradables y favorece la existencia de condiciones sépticas. Algunas especies de peces no pueden sobrevivir en aguas con bajos niveles de oxígeno (3). Por lo anterior, para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos y ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como ecosistemas sensibles y frágiles(2)</p>
Sólidos sedimentables	ml/h	5	5	<p>La súbita precipitación de los sólidos puede cubrir las zonas de desove de muchas especies de peces (3). Por tanto para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para</p>

				descargas en lagos considerando la condición natural de los estuarios como zonas de altas concentraciones de sólidos, por lo que no es recomendable aumentar los niveles permitidos con vistas a proteger la vida existente en los mismos.(2)
Poder espumógeno	mm	7	7	Los compuestos que forman espuma dan un aspecto desagradable al cuerpo receptor. Además, interfieren en la reaireación natural de los cuerpos y pueden ser tóxicos para algunas especies de peces (3). Por tanto para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos y ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles (2)
SAAM	mg/L	10	10	Los compuestos que forman espuma como los surfactantes no iónicos, dan un aspecto desagradable al cuerpo receptor. Además, interfieren en la reaireación natural de los cuerpos y pueden ser tóxicos para algunas especies de peces (3). Por tanto para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en lagos considerando la



PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
 TABLA QUE ESTABLEZCA LIMITES MAXIMOS  
 PERMITIDOS PARA DESCARGAS EN ESTUARIOS  
 ASOCIADO A LA REVISION DEL DS-90/2000"



				condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles (2).
Xileno	mg/L	0,5	0,5	Para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles a la presencia de tóxicos. La toxicidad de los contaminantes disminuye la reproducción y supervivencia de los organismos acuáticos y alteran el funcionamiento del ecosistema (4).
Trihalo meta-nos	mg/L	0,1	0,1	Para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles a la presencia de tóxicos. La toxicidad de los contaminantes disminuye la reproducción y supervivencia de los organismos acuáticos y alteran el funcionamiento del ecosistema (4).
Penta-clo-rofenol	mg/L	0,009	0,009	PENTACLOROFENOL: Es un pesticida con variadas aplicaciones, amplia efectividad y múltiples modos de acción. El pentaclorofenol ha sido usado como



			<p>fungicida para la preservación de la madera y la tela, insecticida de protección contra las termitas y otros insectos. Es altamente fitotóxico y en consecuencia se utiliza en el control de plagas. Ha originado problemas de contaminación en suelos y aguas en muchos lugares del planeta, especialmente en los sitios asociados a la explotación de la madera. Se ha encontrado en niveles entre 0,008 y 0,020 mg/Kg en peso seco, en biota marina y estuarina (5). Por lo anterior, para ambas condiciones de estuarios se recomienda mantener los niveles para descargas en ríos sin capacidad de dilución considerando la condición natural de los estuarios como zonas ecológicamente sensibles a la presencia de tóxicos. Un estuario sirve como lugar de alimentación para muchos organismos marinos, particularmente una cantidad de peces y mariscos comercialmente importantes, porque aquí los juveniles están protegidos de los depredadores y las especies que compiten no pueden tolerar una menor salinidad (1).</p>	
<b>TECNOLOGÍAS ABATIMIENTO</b>				

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ECOLOGIA. T. M. Smith y R. L. Smith. 6ta edición 2007 pags 492, 559
2. USEPA Nutrient Criteria Technical Guidance Manual. Estuarine and Coastal Marine Waters. 2001.
3. N. Nemerow and A. Dasgupta Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. 1998.
4. Ecology of estuaries: anthropogenic effects. Michael J. Kennish (1992).
5. Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution. Michael J. Kennish (1997).
6. Fichas internacionales de seguridad química.
7. USEPA: Hazardous Waste Management System: Identification and Listing of Hazardous Waste: Hazardous Waste Identification Rule (HWIR), 1995.