

INDICE TEMÁTICO.

1. RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES.
2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS
3. METODOLOGIA A APLICAR
4. DESARROLLO DEL ANALISIS
 - 4.1. Zonas marinas características adyacentes a la línea de costa
 - 4.2. Ecología básica de la zona de rompiente
 - 4.3. Olas
 - 4.4. Corrientes
 - 4.5. Hidrodinámica y morfología de playas
 - 4.6. Transporte, dispersión y asimilación de contaminantes en la zona litoral
 - 4.7. Definición de la longitud de la zona de rompiente
5. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS ANTECEDENTES
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES.

01. El presente **Informe Técnico ITAMB-148** tiene por finalidad evaluar científica y técnicamente las bases que soportan el concepto de ZPL que incluye el D.S. 90 para seccionar los criterios de exigencias de descargas de aguas residuales al medio marino, su fundamento ambiental y ámbito de aplicabilidad. Evaluar en definitiva críticamente la validez de la formula que define el ancho de la ZPL, según el D.S. 90.

02. Del amplio análisis llevado a cabo de los temas relacionados, incluyendo algunos antecedentes estadísticos relevantes provenientes de la amplia experiencia de ESVAL en la operación de sus 9 emisarios submarinos, es posible concluir objetivamente lo siguiente:

- 1) El definir dos zonas características del medio marino aledaño a la costa para fines de establecer restricciones diferenciadas para la descarga de aguas residuales, no sólo es pertinente económicamente sino que científicamente, a partir del "estado del arte disponible" según se comprueba en el presente informe.
- 2) Con base en lo anterior, la definición de una ZPL en el D.S. 90, y de exigencias mayores para las descargas de aguas residuales dentro de ella, aparecen plenamente respaldados.
- 3) Por otro lado, se reconocen las grandes dificultades sistémicas y científicas para contar con un conocimiento amplio de la compleja ecología de esta ZPL, vista por cierto en términos genéricos. Sin embargo, bajo el amparo de la metodología del D.S. 90 establecida para su definición, resulta claramente demostrado en el presente informe, que en ella primó el buen juicio técnico y la prudencia, para asociarla con las condiciones oceanográficas propias de ella. Concretamente refiriéndolas a las propias de la denominada oceanográficamente "zona de rompiente".
- 4) Es claro que es precisamente su hidrodinámica y morfodinámica la que la hace especialmente sensible, no sólo para la ecología relevante que en ella se da, sino que por un evidente mayor riesgo de impacto contaminante del agua, la orilla de playa y los sedimentos, todos sistémicamente enlazados.
- 5) Visto así, la formulación propuesta por el D.S. 90 para fijar la dimensión de la ZPL, no sólo tiene un claro soporte científico, sino que una sencillez en su aplicación que la hace poco vulnerable a la interpretación subjetiva, y a estudios costosos y cuestionables. En el hecho la formula definida se encuentra plenamente dentro del rango de referencias científicas sobre el tema, y en la zona de mayor seguridad de éste.
- 6) Existirían sin embargo desde el origen de su fundamento científico, objeciones para su aplicación en lugares distintos de aquellos en que existan playas y una rompiente claramente definida. Por ejemplo este sería el caso de fiordos, lagos,

áreas sin oleaje o lugares de acantilados en donde la profundidad del agua en la orilla de mar excediera a la profundidad de $\frac{1}{2}$ la longitud de la ola característica. Sin embargo, en nada invalida esto su aplicabilidad en la gran generalidad de los otros casos, pudiéndose sólo para esos especiales dejar al arbitrio de la autoridad ambiental, su mejor decisión sobre las bases específicas exigibles para su aprobación.

- 7) En nada contribuiría al tema, que para solucionar esos casos particulares, se normara la definición de la ZPL sobre la base de estudios ecológicos complejos. Dada la propia complejidad sistémica de esa zona adyacente a la orilla de playa, y la aún precaria base de conocimiento científico integrado que sobre ellas se posee, esa propuesta derivaría en fundamentaciones de dudosa confiabilidad y ampliamente cuestionables.
- 8) Al respecto es más que evidente que en la claridad y sencillez de la actual normativa, con razonables bases científicas, radica su ventaja, aplicabilidad y resultados en su mayoría exitosos hasta la fecha. De ella se han logrado beneficios incuestionables para la protección y mejoramiento de los ambientes marinos de nuestro país.

2. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

03. ESVAL S. A. ha dado cumplimiento recientemente a un ambicioso plan de saneamiento de todas las localidades de su área de concesión, dando adecuado tratamiento y disposición final a sus efluentes, en conformidad a la normativa nacional vigente. Con esto, la V Región ha pasado a ser la primera que cuenta con una situación privilegiada de esta naturaleza en el ámbito nacional.

04. Para una región con un extenso litoral de importancia turística y económica clave, lo anterior conforma un logro mayor, atendido el prolongado y costoso esfuerzo que ha sido necesario llevar a cabo por largos años, para dar cumplimiento a la meta trazada. Por esta misma condición geográfica, en numerosas localidades costeras de importancia tanto regional como nacional - entre las que se encuentran Valparaíso su capital regional y principal puerto de la Nación, y Viña del Mar centro turístico internacional - se ha adoptado como solución para la disposición de mejor "costo-efectividad" la combinación de "tratamiento preliminar – emisario submarino". Dicha solución es plenamente compatible con la exigente normativa nacional contenida en el D.S. 90 actualmente vigente.

05. El Decreto Supremo N° 90/2000, "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales" fue publicado en el Diario Oficial el 7 de marzo del año 2001, encontrándose vigente desde el 7 de septiembre de 2001, y su objetivo 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 cuerpos de aguas (superficiales continentales o marinos).

06. El Decreto Supremo N° 90/2000 fue desarrollado bajo el marco del Decreto 93/95, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. Este Decreto 93/95 establece, en su artículo 36°, que toda norma de calidad y de emisión será revisada a lo menos cada 5 años. Por ello, el Decreto Supremo 90/2000 debe ser revisado durante el año 2006 para dar cumplimiento a lo establecido en el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

07. El proceso de revisión de dicha normativa se ha venido cumpliendo programadamente bajo el alero de la CONAMA, habiéndose dado término a la fecha a un importante hito; la preparación de un estudio desarrollado por la consultora INGESA bajo el título de: **ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA: ANTECEDENTES PARA LA REVISIÓN DEL DECRETO SUPREMO 90/2000, "NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE**

RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES”.

08. Concretamente en relación con este informe ITAMB-148, los técnicos de ESVAL S.A., que han seguido atentamente y participado del proceso antes señalado, aprecian que la viabilidad de la solución con combinación de “tratamiento preliminar – emisario submarino”, surge fundamentalmente de la Tabla N° 5 de dicho D.S. 90. En ella se fijan valores máximos de “emisión” para un amplio conjunto de parámetros para la condición denominada: “Descarga fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL)”.

09. Esos valores límites, suficientemente exigentes como para permitir una clara cobertura a factores de riesgo sanitario asociado al uso seguro del medio marino con diversos usos, económicos, recreacionales, y ecológico para las comunidades marinas, son enteramente compatibles con **“la descarga de aguas servidas de origen predominantemente domésticas, libres de niveles nocivos de sustancias tóxicas y otros compuestos perjudiciales para la biota marina y sus posibles usos económicos posteriores, tratados mediante procesos preliminares simples y dispuestas mediante un emisario submarino bien diseñado”.**

10. Más aún, muchos de los compuestos descargados bajo esas condiciones, constituyen valiosos nutrientes altamente asimilables por los procesos naturales que los ecosistemas vienen ejerciendo por siempre, y que actúan a través de la cadena alimentaria con incrementos de productividad primaria bruta. Estos últimos aunque localizados y de poca relevancia, conforman una situación altamente benéfica en mares abiertos de muy baja productividad, tal cual ocurre en el litoral chileno (abierto). De suyo, esto obviamente se ve justificado frente a la necesidad de dar solución a los no menos relevantes problemas sanitarios y ecológicos derivados de la creciente urbanización en ciudades costeras de nuestra Nación.

11. Todo lo anterior, apunta en resumen a que para todos los efectos de protección y control ambiental por una parte, como de diseño apropiado de un emisario submarino, **la denominada ZPL resulta clave.** Sin embargo, tanto de la aplicación práctica del D.S. 90 en lo pertinente como de la **DIRECTIVA METODOLOGICA DEL ORDINARIO N° 001/ 98 DE LA DGTM Y MM,** han surgido algunos problemas para su aplicación amplia en todo el territorio nacional.

12. La empresa ESVAL S.A., cuenta no obstante lo anterior en la actualidad, con la rica experiencia de haber podido concretar exitosamente la definición y aprobación de la ZPL para sus 9 emisarios submarinos en operación, todo bajo las exigencias y criterios metodológicos definidos por el D.S. 90 y la anterior Directiva de la DGTM Y MM.

13. El presente ITAMB-148 tiene entonces por objetivos los siguientes:

ESVAL S.A.

ITAMB-148

- a) Revisar la base científico – tecnológica que soportan el concepto de ZPL, su fundamento ambiental y ámbito de aplicabilidad.
- b) Complementar lo anterior, con la experiencia práctica obtenida por ESVAL en la definición de la ZPL de sus 9 emisarios submarinos, apoyando con ello la vigencia de sus supuestos.
- c) Evaluar en definitiva críticamente la validez de la formula que define el ancho de la ZPL, según el D.S. 90.

3. METODOLOGIA A APLICAR.

14. La hipótesis central de la importancia ecológica y económica de la ZPL para fines de configurar un límite entre 2 zonas marinas con diferentes exigencias, es que esta se encontraría referida básicamente a la denominada "zona de rompiente" adyacente a la playa. En consecuencia el enfoque del presente informe está centralmente referido a comprobar una adecuada fundamentación científico – técnica para su definición como tal, así como para establecer sus dimensiones, según se define en el D.S. 90.

15. La propuesta metodológica para este Informe ITAMB-148, es entonces la siguiente:

- Revisar el marco científico – técnico en que se fundamenta y justifica una ZPL asociada a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas (costa continental o insular, según define el D.S. 90 en su acápite 3.13. De ello evaluar su aplicabilidad teórico – práctico a toda condición que guarde relación con ese dominio en todo el territorio Nacional.
- Analizar y evaluar el origen y validez de la formula para la definición del ancho de la ZPL del D.S. 90 (acápites 3.13).
- De la experiencia en la gestión y operacional de ESVAL en la definición de la ZPL de sus emisarios submarinos y resultados concretos para el efectivo control y protección del medio ambiente marino asociado a ellos, respaldar los anteriores supuestos y aplicaciones.
- Analizar los antecedentes disponibles y concluir la conveniencia de mantener total o parcialmente la actual normativa en lo que respecta al cálculo de la ZPL o proponer mejoras si las hubiera.

4. DESARROLLO DEL ANALISIS.

16. En el eje de la definición conceptual de la ZPL del DS 90 (en su acápite 3.13), subyace un juicioso balance entre una norma de emisión (lo que propiamente es), con una norma de calidad asociada a una importante zona aledaña la orilla de playa, lugar de encuentro de intereses recreacionales, económicos y ecológicos que se desea proteger. La idea central estaría vinculada con la necesidad que dentro de esa zona las exigencias ambientales para cualquiera descarga de residuos líquidos sean obviamente y por lo mismo más altas, y que fuera de ella sean menores, pero se limite el riesgo de impacto de la “pluma” de la descarga sobre la primera.

4.1. Zonas marinas características adyacentes a la línea de costa.

17. Genéricamente la “Zona Litoral” en terminología técnica de playas, se conoce como una zona indefinida que se extiende mar adentro, desde la línea de playa hasta justo detrás de la zona de rompimiento o rompiente.

18. La “Zona de rompiente”, es aquella a la cual convergen las olas provenientes de mar afuera con dirección a la cota, para iniciar su rompimiento. Esto ocurre típicamente en zona de profundidad de las aguas entre 5 a 10 m.

19. En términos muy genéricos es dado entonces definir 3 zonas características:

- **La zona intermareal:** que comprende la zona límite entre la playa y el agua, y que se produce como consecuencia de la variación de la marea propia del lugar (extremas) y la pendiente de la playa.
- **La zona de rompiente (Fig. N° 1):** que queda limitada entre la línea en donde se produce el “rompimiento” de las olas que se acercan a la playa, y la línea de costa (típicamente con profundidades hasta los 5 a 10 m. Normalmente comprende a la anterior.



Fig. N° 1: Fotografía de la zona de rompiente

- **La zona marina exterior (Fig. N° 2):** mar afuera más allá de la zona de rompiente y con aguas más profundas.



Fig. N° 2: Fotografía en la zona litoral

4.2. Ecología básica de la zona de rompiente.

20. La ecología de la zona de rompiente es altamente compleja e importante. El paso de las olas en la superficie produce fluctuaciones de la presión hidrostática sobre el fondo en aguas someras (Putnam&Jonson, 1949; Carstens, 1968; Steel et al, 1970). La importancia biológica y química de este "bombeo submareal" ha sido descrita por diversos autores (Rudgers van der Loeff, 1981; McLachlan, 1983). En ella, la turbulencia inducida por la agitación, incrementa el consumo de oxígeno de los sedimentos (Carey, 1967; Davies, 1975; Snodgrass&Fay, 1987; Malan& McLachlan, 1991).

21. En la zona de rompiente muchos de los peces y crustáceos de la comunidad son larvales o juveniles, que utilizan las aguas someras como un hábitat de crianza ("nursery") (Lasiak, 1986; Robertson&Lenanton, 1984; Ross et al, 1987; Gibson et al, 1993; Santos&Nash, 1995). Ese ambiente aledaño a la costa es beneficioso para los peces juveniles como refugio de depredadores acuáticos, o proveen áreas de crecimiento potencial.

22. Por otro lado, los peces que viven en esa zona, deben lidiar con uno de los ambientes más turbulentos del mar: acción de olas, mareas, corrientes de orilla; los que producen un ambiente de alta energía. Sin embargo, la zona de rompiente es una interfase entre mar y tierra, que recibe nutrientes y detritos de ambos (Robertson&Lenanton, 1984).

23. La productividad de este flujo permite grandes poblaciones de pequeños invertebrados y crustáceos, que son repetitivamente descubiertos por el transporte de la arena en la rompiente (McFarland, 1963; Naughton and Saloman, 1978; Modde and Ross, 1981; Ross et al. 1987; Santos and Nash, 1995). Proveen también así un ambiente de crianza para diversas especies de peces (Modde, 1980; Lenanton et al, 1982; Ruple, 1984; Lasiak, 1986; Senta and Kinoshita, 1985; Harris and Cyrus, 1996; Beyst et al., 1999; Suda et al., 2002)

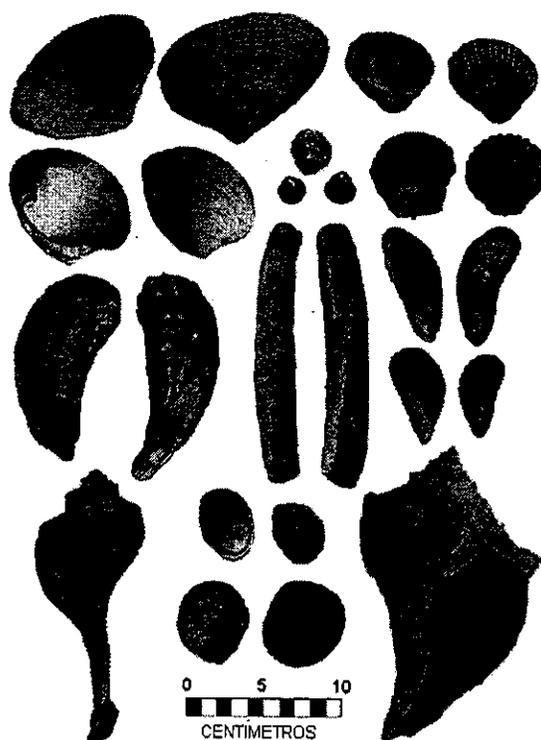


Fig. Nº 3: Especies de la zona intermareal y submareal

24. En síntesis nos encontramos en una zona de rica bio-diversidad, y gran importancia ecológica "sistemicamente" muy compleja. Sobre ella, aún se conoce muy poco, resultando pretencioso basar en su estudio práctico, la definición de restricciones para su uso o eventual descarga de contaminantes. Lo propio y pertinente resultaría entonces, actuar con adecuada prudencia y razonables márgenes de seguridad para definir esos rangos de uso. Esto a partir de los fenómenos menos desconocidos científicamente, por ejemplo los oceanográficos. **Se estima que en esto el actual enfoque del D.S. 90, es más que adecuado.**

25. Adicionalmente dicha zona tiene en todo el mundo y obviamente en Chile, un alto interés económico – social, por tratarse de un recurso valioso escaso.

4.3. Olas.

26. Las olas en el agua son causadas por una perturbación de la superficie de la misma. La perturbación original puede ser causada por el viento, los temblores de tierra o la atracción gravitacional de la Luna y del Sol, etc. Las olas formadas por las

perturbaciones de los terremotos son los tsunamis. Las olas formadas por la atracción gravitacional de la Luna y del Sol son las mareas.

27. Después de que se forman las olas, se pueden propagar por la superficie del mar recorriendo miles de kilómetros. Las características de la propagación de las olas, ha sido materia de preocupación de diversas teorías por largo tiempo. Para fines prácticos normales, la teoría más útil sobre las olas es la lineal, o de las olas de pequeña amplitud.

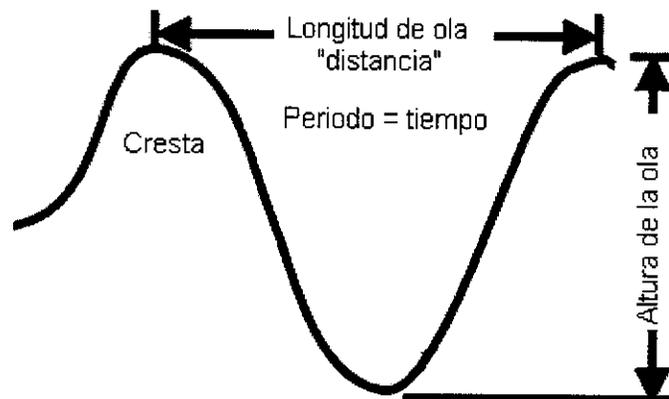


Fig. N° 4: Parámetros característicos de la ola.

28. En esencia, la teoría lineal de las olas sólo trata un tren de olas de la misma longitud y periodo en una profundidad constante de agua. A esto se le llama un tren monocromático de olas. La teoría lineal de las olas relaciona la longitud, el periodo y la profundidad de las olas (Fig. N° 4) con la siguiente ecuación:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L}$$

En donde:

- L: longitud de la ola
- d: altura entre nivel medio del agua y fondo
- g: aceleración gravedad
- T: periodo de la ola

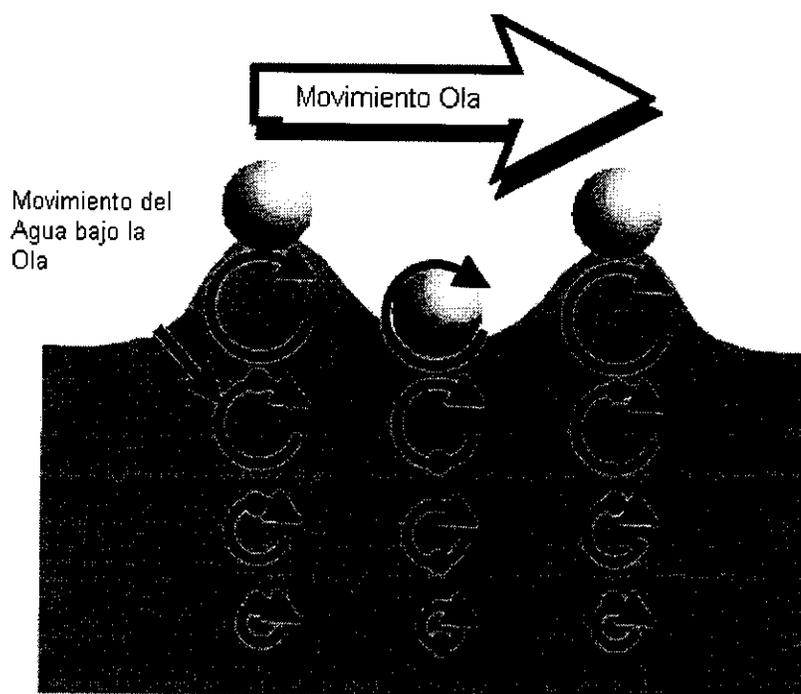
29. La altura de la ola, H, el cuarto valor necesario para definir por completo un tren monocromático de olas, es un valor independiente en la teoría lineal de las olas, pero no para las teorías de orden más alto.

- En aguas profundas, donde la profundidad relativa $d/L > 1/2$, la ecuación anterior queda:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi}$$

- En aguas someras, donde $d/L < 1/25$, la ecuación se reduce a:

$$L = T\sqrt{gd}$$



Turbulencia despreciable bajo 1/2 longitud de Ola

Fig. N° 5: Movimiento del agua debajo de la ola.

30. Según esa misma teoría (parrf. 27 y 28) y de manera muy similar a la realidad, en una columna de agua sometida a oleaje, cada una de las partículas de agua sigue una órbita cerrada (Fig. N° 5). Regresan al mismo lugar con cada ola que pasa. En agua profunda, las órbitas son circulares y, en la poco profunda, son elípticas (Fig. N° 6).

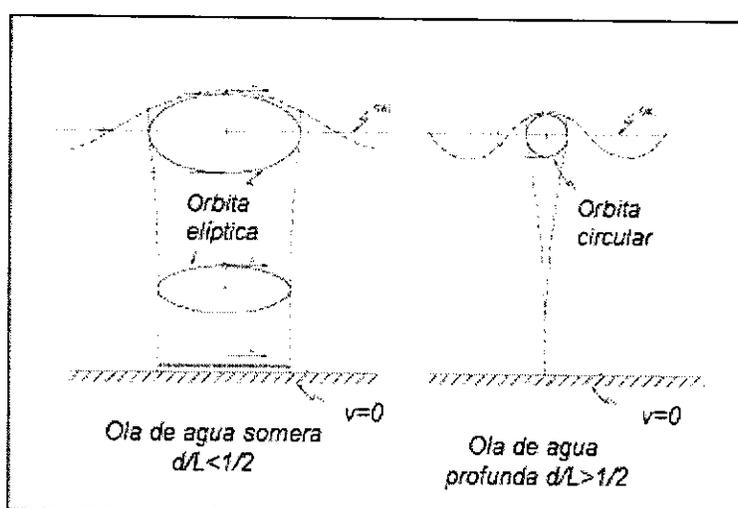


Fig. N° 6: Movimiento orbital bajo la ola para diferentes profundidades

31. Un aspecto altamente relevante para la finalidad del presente informe, es que por debajo de la profundidad del agua sometida a oleaje mayor a $\frac{1}{2} L$, **la turbulencia inducida por la ola resulta despreciable.**

4.4. Corrientes.

32. Adyacente a la costa, en particular en donde existe una morfología compleja que permite la transición desde una zona de playa hasta una zona de mar interior, se suelen encontrar dos tipos genéricos de corrientes:

- **La corriente costera (propriadamente tal):** Aguas afuera de la "zona o línea de rompiente" (párrf.19), el transporte de masa asociado a oleaje es mínimo (de segundo orden), y se le conoce como "drift". Ella esta relacionada centralmente con las mareas, los vientos, la morfología, el clima o balances de masas.
- **La corriente litoral (Fig. N° 7):** reconocida como cualquiera corriente en la zona litoral inducida centralmente por la acción de las olas. Se trata estas de

corrientes a lo largo de la costa, corrientes de deriva costera, corrientes "rip", etc.

33. Así las corrientes a lo largo de la playa son generadas por la aproximación oblicua de las olas a la playa y por las fuertes corrientes de fondo inducidas por las mismas olas. Estas tienden a desaparecer fuera de la zona de rompiente (Stive&Wind, 1986; Thorton&Gunza, 1986; Haines&Sallenger, 1994). Existen en la bibliografía especializada bases teóricas suficientes para demostrar que las corrientes vecinas a la costa, dependen del efecto radiativo de las olas y del excedente de momentum generado por las olas (Longuet, Higgins&Steward, 1964).

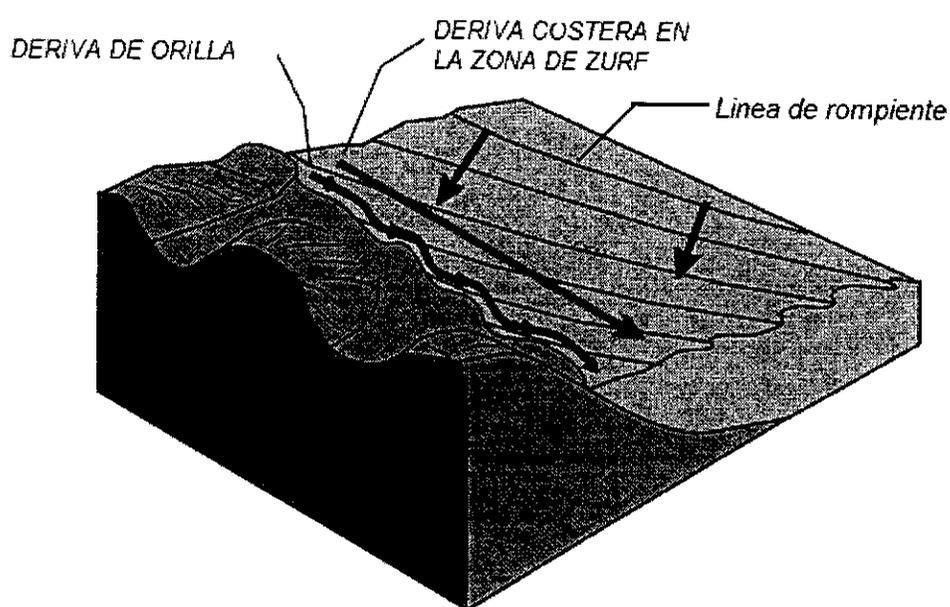


Fig. Nº 7: Corrientes características en la zona litoral

34. La hidrodinámica es caracterizable de la siguiente forma. Gran parte del transporte másico ocurre en la parte superior de la ola (el denominado "roller"), y para satisfacer la continuidad en el sistema, se genera una corriente transversa que transporta masa (y típicamente sedimento) fuera de la playa.

35. No obstante lo anterior, la predicción de estas corrientes basadas únicamente en las olas de la rompiente y las condiciones del fondo (pendiente y rugosidad), pueden conducir a grandes errores al despreciar otros forzantes tales como el viento, la marea y los gradientes de presión (Withford&Thorton, 1993).

36. Por otro lado, los intercambios de masa y momentum entre la zona de rompiente (párrf. 19) y el agua más alejada de la playa ocurren principalmente a través de un patrón de flujo horizontal (Shepard and Inman, 1950) (Fig. N° 8 y Fig. N° 9). La angosta vía que conduce este flujo de compensación, se denomina normalmente corrientes "rip". Este fenómeno influencia el movimiento de fondo y modifica su forma cerca de la orilla de playa (Holman and Bowen, 1982), y puede ser relevante para el transporte de material fuera de la playa (Smith and Largier, 1995). La dinámica y forma de las corrientes "rip" es aún muy poco conocida.

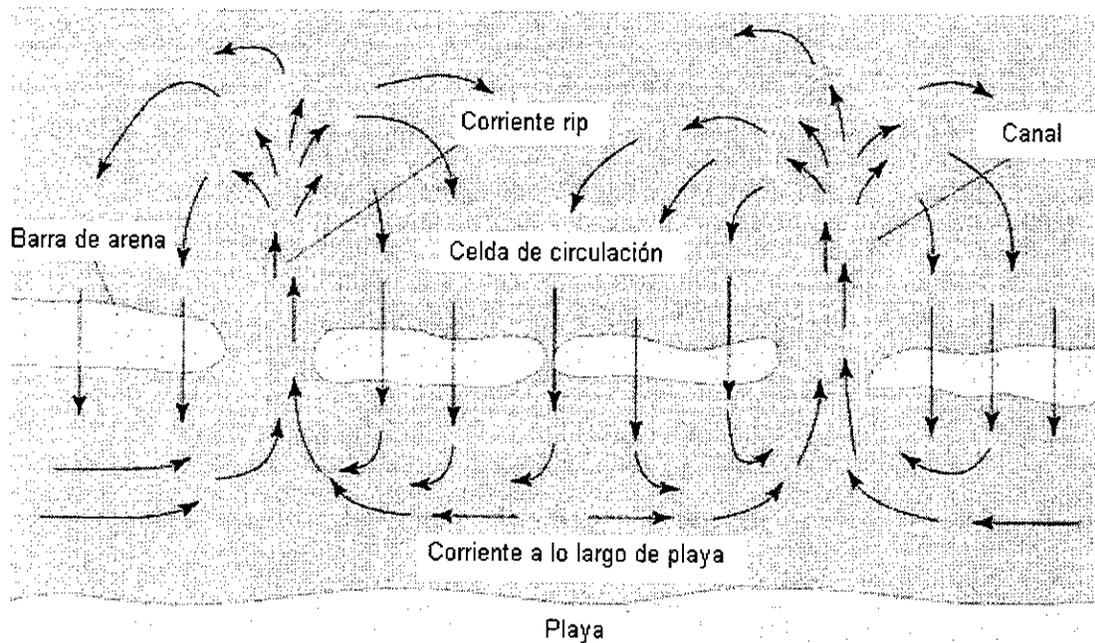


Fig. N° 8: Patrón esquemático de circulación en la zona de rompiente.

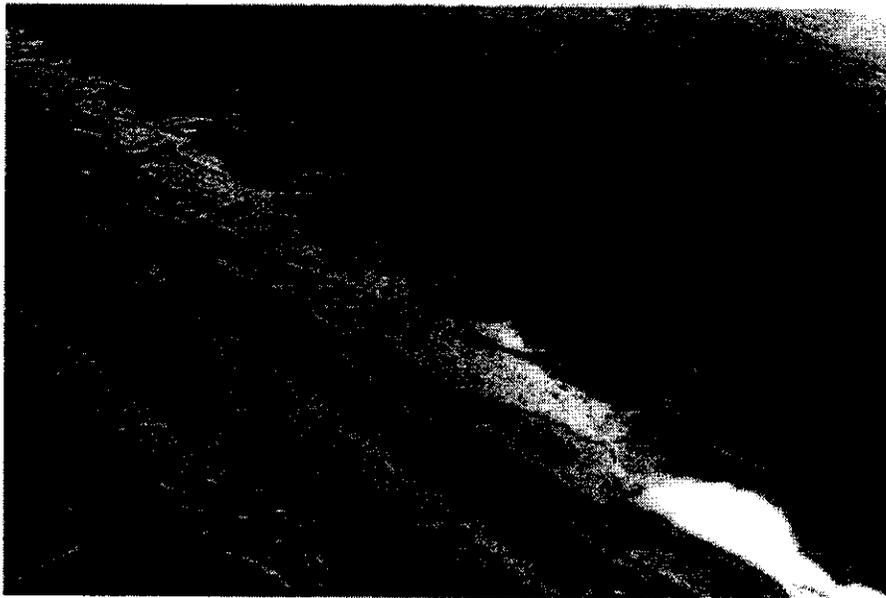


Fig. N° 9: Fotografía de la circulación en la zona de rompiente.

4.5. Hidrodinámica y morfología de playas

4.5.1. Transporte de sedimentos y movimiento de fondo.

37. Bajo condiciones de borde turbulentas, el esfuerzo cortante τ_o , está relacionado con la velocidad de corte U^* (Wiberg&Harris, 1994):

$$U^* = (\tau_o / \rho)^{1/2}$$

Donde ρ , es la densidad del agua.

38. La velocidad de corte puede ser relacionada con la media U de la corriente y la profundidad en el perfil de la columna de agua, según la siguiente ecuación de Von Karmann:

$$U_c(Z) = \left(U^*_c \ln \frac{Z}{Z_c} \right) / K$$

Donde:

K: es la constante de Karmann (0,4).

Zo: es la longitud de la rugosidad hidráulica (turbulenta)

39. "Zo" puede ser determinada por la intercepción vertical sobre la proyección del perfil logarítmico típica, en donde $U_c(Z) = 0$.

40. Esta velocidad de corte y espesor de la capa rugosa hidráulica, son los que determinan la morfología del fondo marino en profundidad. Las olas por su parte, tienen gran importancia sobre esta morfología de fondo en la zona de rompiente (párrf. 19).

41. En la zona litoral, la interacción de las olas y el flujo medio determina la magnitud del esfuerzo cortante en el fondo marino, el cual suspende sedimentos. La acción de las olas y corrientes sobre el lecho arenoso, experimentan una rugosidad de fondo efectiva, en general consistente con las representaciones semi – empíricas disponibles. Sin embargo, sólo un conocimiento exhaustivo de la combinación de fenómenos: olas, corrientes y forma del lecho marino; permitiría lograr una mayor precisión en la predicción del esfuerzo cortante de fondo, y el transporte de sedimentos derivado (Wiberg and Smith (1983); Trowbridge and Agrawal, 1995). Lamentablemente existe aún amplia deficiencia en la comprensión de los procesos disipativos asociados.

42. Además se debe tener en cuenta que, en la mayoría de los ambientes marinos vecinos a la playa, las corrientes forzadas por lo vientos y mareas coexisten con las corrientes de olas propiamente tal. La fricción de fondo se incrementa por la acción combinada de todas aquellas, con lo que el "esfuerzo cortante" en el fondo resulta ser mayor que la simple suma lineal de todos esos factores.

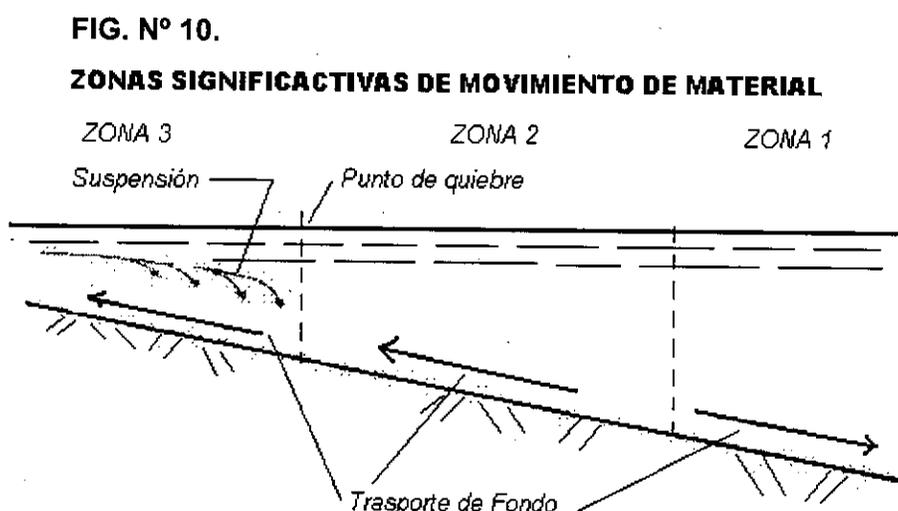
43. Un efecto de interés mayor derivado de lo anterior, es el incremento relativo aparente del espesor de la "rugosidad hidráulica" (Z_o') respecto de la obtenida por simple extrapolación del perfil logarítmico de la velocidad de la corriente (Wright, 1995). Con ello resultan también afectados los procesos sedimentológicos de fondo y la dinámica morfológica de fondo.

44. Por todo lo señalado, las formulas clásicas de cálculo, presentan claras imprecisiones. **Todo lo cual debería implicar un alto grado de cautela, a la hora de tomar resguardos respecto de una zona de alta sensibilidad ecológica.**

4.5.2. Dinámica de la zona de playa

45. Por otra parte, la playa puede ser vista como un balance de sedimentos con salidas e ingresos. Aún más, en el caso específico de una playa que parece no cambiar morfológicamente en el tiempo, esto no se trata de una situación estática, sino que de un "equilibrio dinámico" con balance perfecto entre dichas salidas y entradas de material.

46. En la zona de playas es posible identificar genéricamente 3 zonas (Fig. N° 10) que experimentan condiciones diferentes de transporte de sedimentos (Pethick 1984). Ello está asociado también en términos generales con la forma como las olas rompen y con el perfil de la playa.



- **Zona 1:** con transporte de la ola con muy baja pérdida de energía y donde la profundidad es $> \frac{1}{2}$ la longitud de la ola. Estas no tocan el fondo marino. Sin

embargo, eventualmente las olas de temporal perturban los sedimentos produciendo un transporte neto de material de fondo pendiente abajo, y fuera de la zona de playa (hundimiento del sedimento).

- **Zona 2:** La separa de la anterior el área en donde las olas normales tocan fondo y perturban los sedimentos (línea teórica "nula"). Sin embargo esta zona queda en el hecho definida por esa "línea" y la zona de rompiente de la ola (párrf. 19). En esta zona el sedimento es desplazado por el efecto sobre el fondo de las olas y produce un transporte neto playa arriba.
- **Zona 3:** En ella bajo condiciones de turbulencia y alta energía se produce arrastre de sedimentos de fondo playa arriba, pero también suspensión de material en la columna de agua, el que es transportado mar adentro.

47. En términos anuales las grandes olas de tormenta en invierno remueven arena de la playa hacia mar adentro (barra de arena), reduciendo el ángulo de la playa y absorbiendo la energía de las olas. Durante el verano, el proceso se revierte y la playa se rellena.

4.6. Transporte, dispersión y asimilación de contaminantes en la zona litoral.

48. Con todo lo anterior, el tema concreto de contaminantes líquidos descargados en la zona costera litoral resulta lógicamente complejo, aunque de gran importancia ecológica (y obviamente también para el uso recreacional). Sin embargo en el marco de una normativa como el D.S. 90 es un tópico problema, que nos se puede obviar al momento de definir condiciones de emisión para esos contaminantes.

4.6.1. Zona exterior a la Zona Litoral.

49. La corriente costera en este caso, tiene su origen centralmente con las mareas, los vientos, la morfología, el clima o balances de masas (párrf. 19) y con muy limitada influencia del oleaje. Generalmente su desplazamiento sigue una trayectoria paralela a la costa (oscilante) **que retrasa** la posibilidad de un ingreso de la "pluma" de una descarga submarina de aguas residuales hacia la costa (Brooks, Ludwig, Roberts).

50. Con "boyancia" positiva marcada por la diferencia de densidad entre el medio marino y la del agua residual, la "pluma" tiende a flotar en el medio ambiente, y seguir una trayectoria lagrangeana conducida por esas corrientes. Mientras las condiciones de mezcla inicial (por chorro en el difusor) y luego de la turbulencia hidrodinámica (Prandtl, Karmann, Boussinesq) permitan alcanzar un alto grado de dilución del agua residual, la "pluma" del emisario aparecerá integrada a ese medio marino, y desplazándose según sus corrientes.

51. Sólo cuando existen condiciones muy particulares, generalmente asociadas a un mal diseño del difusor del emisario y condiciones especiales del perfil de densidades del mar, se da la forma desfavorable de "pluma emergente inmisible". En este caso, existe el riesgo de una deriva hacia la costa de ella, obviamente con grave potencial de contaminación. Esta deriva se produce en esos casos por efectos del "esfuerzo cortante" del viento sobre la superficie del agua.

52. Todo parece indicar que la descarga económica y ambientalmente adecuada de aguas residuales en esta zona es en definitiva altamente favorable, y posible de predecir con base al "estado del arte disponible" (Roberts&Casanadi). Esto se comprueba claramente de la estadística de monitoreo y control de emisarios de ESVAL en la V Región, en donde su comportamiento real se ajusta adecuadamente a las predicciones de diseño, y a la fenomenología que ocurre en la zona marina exterior a la Zona Litoral:

- **Emisario de Loma Larga (Q. diseño 6m³/s):** Sobre la base de un patrón de estaciones de monitoreo (Fig. N° 11) y una data de obtenida entre los años 1999 – 2006, es posible construir la distribución real de valores de "colimetría" en el eje de la "pluma" (orientación Norte – Sur, paralela a la costa), y contrastarla respecto de su tendencia calculada para el largo plazo (periodo de previsión de las obra) (Fig. N° 12).

FIGURA N° 11:

ESTACIONES DE MONITOREO EN LOMA LARGA

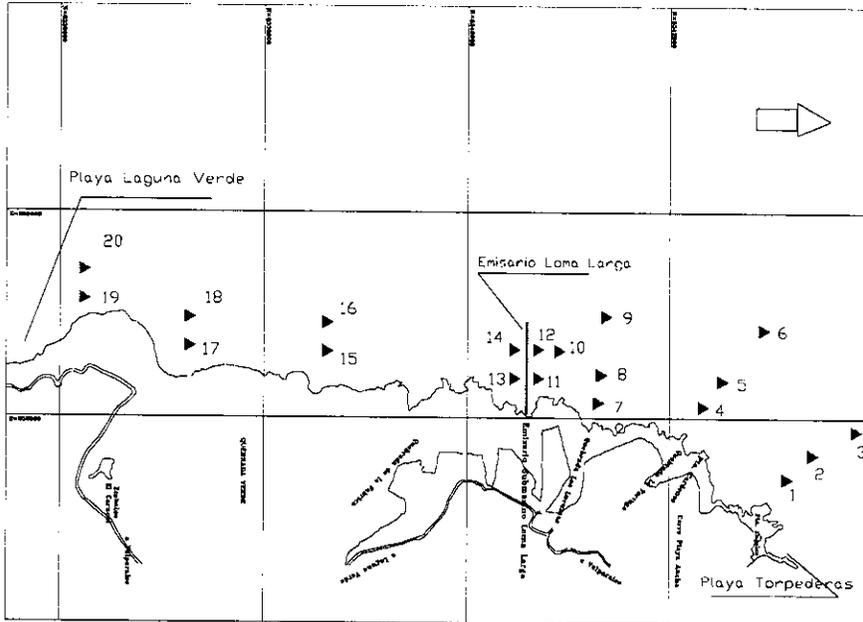
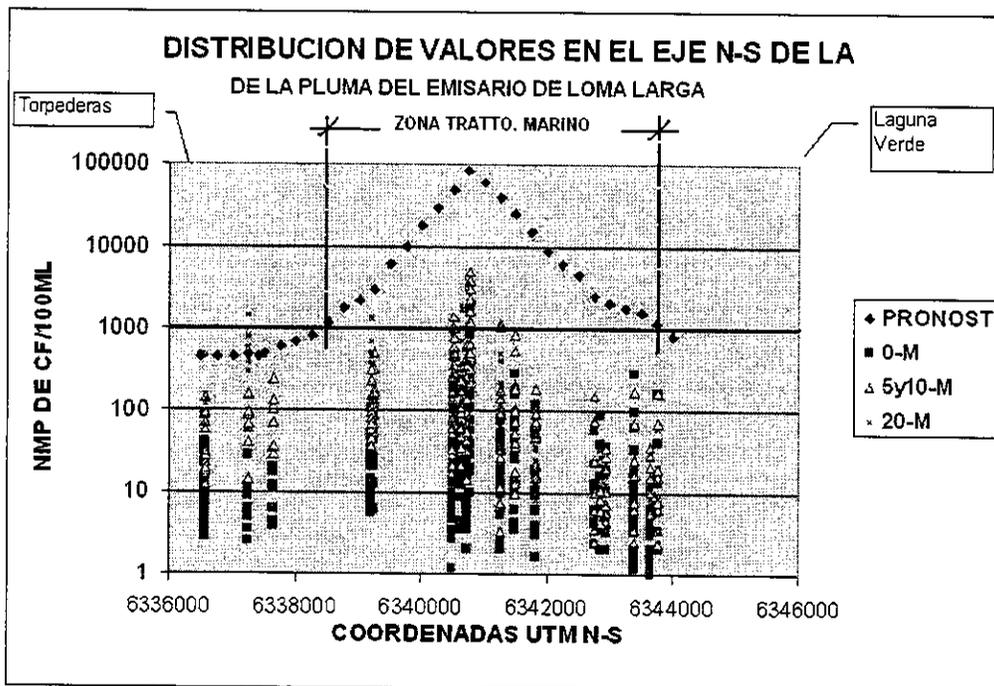


FIGURA N° 12:



- **Emisario de Concón Oriente (Q. diseño 310 l/s):** Sobre la base de un patrón de estaciones de monitoreo (Fig. N° 13) y una data de obtenida entre los años 2002 – 2006, es posible construir la distribución real de valores de “colimetría” en el eje de la “pluma” (orientación hacia costa), y contrastarla respecto de su tendencia calculada para el largo plazo (periodo de previsión de las obra) (Fig. N° 14).

FIG. N° 13: Estaciones de monitoreo del medio marino del E. Concón Oriente, E. Higuerrilla, y de Playas

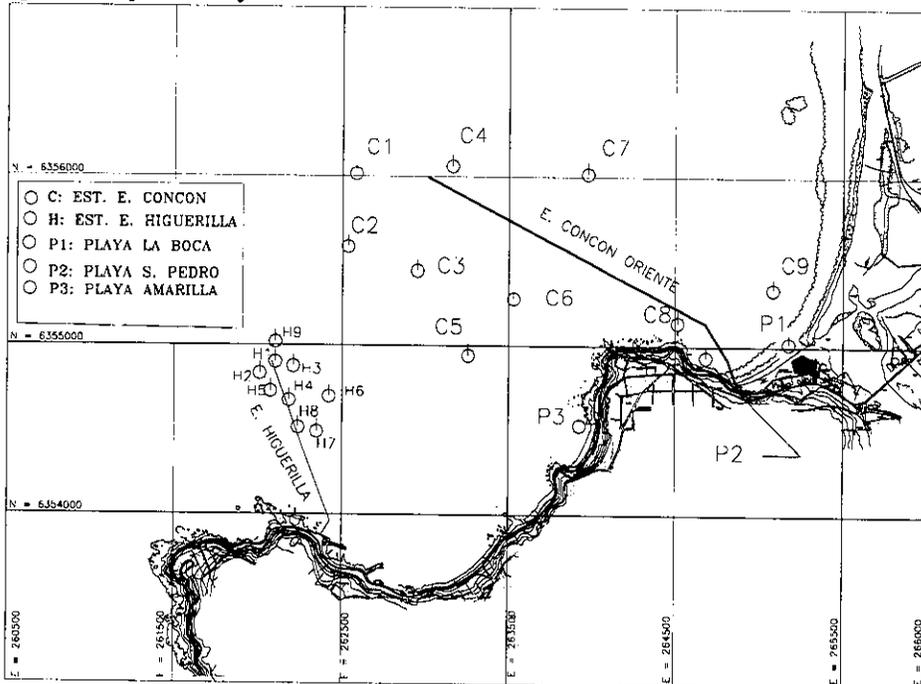
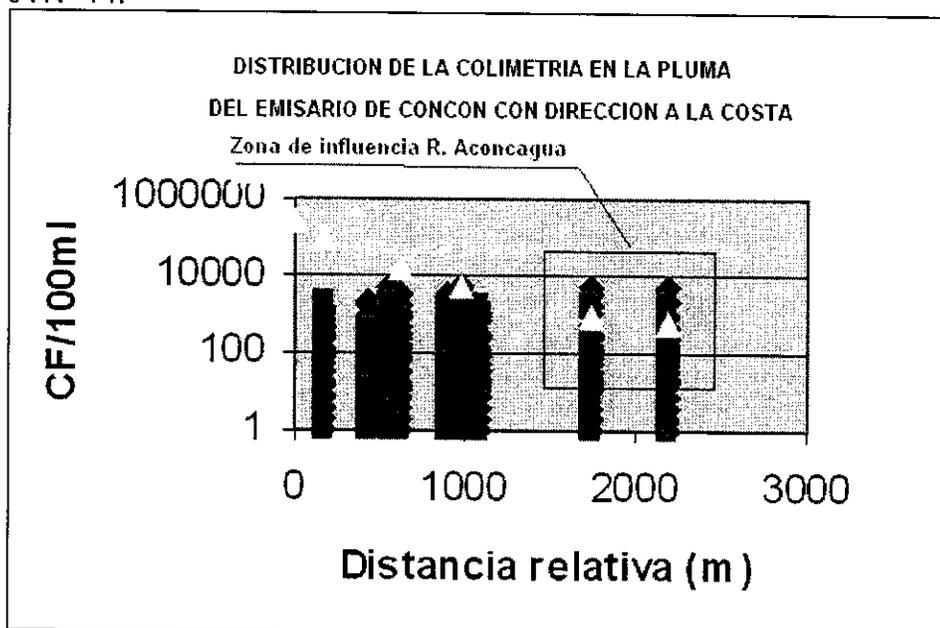
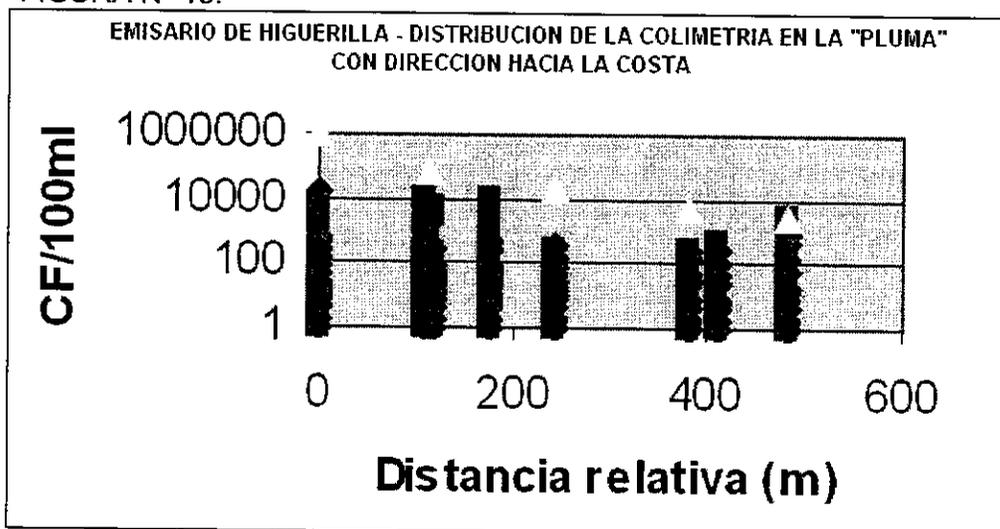


FIGURA N° 14:



- **Emisario de Higuera (Q. diseño 204 l/s):** Sobre la base de un patrón de estaciones de monitoreo (Fig. N° 13) y una data de obtenida entre los años 2002 – 2006, es posible construir la distribución real de valores de “colimetría” en el eje de la “pluma” (orientación hacia costa), y contrastarla respecto de su tendencia calculada para el largo plazo (periodo de previsión de las obra) (Fig. N° 15)

FIGURA N° 15:



53. También, asociado a un emisario se reconoce y acepta una "zona de tratamiento marino" (Fig. N° 12) de los sustratos del agua residual (no tóxicos) aledaña al difusor, y de dimensiones definibles con razonable precisión. Dentro de ella, es posible alcanzar localmente concentraciones altas de algunos contaminantes muy específicos (por ejemplo coliformes fecales por su alta concentración inicial - el resto por dilución inicial a la salida del difusor son sólo trazas). O donde por sedimentación de algún material particulado naturalmente floculado, es depositado en el lecho marino, y por lo tanto la hidrodinámica de esta zona costera, resulta favorable según lo definido anteriormente (Párrf 29 – 32, 46).

54. En particular el movimiento de sedimentos aparece muy limitadamente o asociado a la "fricción turbulenta de fondo" (pto. 4.5.1), con lo que las condiciones de control (por ejemplo mediante monitoreo) resultan también óptimas.

55. En síntesis, esta es una zona del mar en que es posible efectuar descargas submarinas de manera controlable, con impactos ecológicos menores localizados.

4.6.2. Zona Litoral y zona de rompiente.

56. En esta zona (párrf. 19), tanto para descargas submarinas dentro de ella, como simplemente para descargas de orilla, los antecedentes antes señalados demuestran una condición tanto sanitaria como ecológica mucho más desfavorable (párrfs. 29 – 32, 46).

57. No obstante la importante consideración anterior, este es un tema limitadamente estudiado científicamente. **Por lo mismo, ello aconseja cautela al momento de definir recomendaciones o normativas para la entrega segura de contaminantes dentro de ella.**

58. Cuando la descarga se efectúa dentro de la "zona de rompiente" (párrf. 19), algunos estudios detallados de terreno (Inman, D. L.; Tait, R. J.; Nordstrom, C. E. *J. Geophys. Res.* **1971**, *76*, 3493.), han revelado que un material conservativo introducido es rápidamente mezclado a lo ancho y en profundidad de esa zona por la turbulencia del oleaje. Luego es transportado paralelamente a la orilla por las corrientes de deriva

(párrf. 33), y diluido desde la esa zona hacia la de mar adentro, a través de las celdas de corriente "rip" (párrf. 36).

59. Sin embargo algunos estudios analítico – experimentales de campo (S. B. Grant, J. H. Kim, B. H. Jones, S. A. Jenkins, J. Wasy, and C. Cudaback, 2005) realizados en California, han permitido profundizar algunos aspectos centrales de este importante tópico, en particular para descargas francamente de orilla. Los experimentos incluyeron tanto uso de trazadores como determinación de colimetría (*Escherichia coli* y enterococci).

60. Dicha investigación resultó concluyente, respecto de definir que el flujo y transporte a lo largo de la playa de contaminantes desde "descargas de orilla", resultó ser entre 50 a 300 veces superior al flujo perpendicular a la orilla y hacia mar adentro. Aún es más, se pudo comprobar que las distancias recorridas por las aguas residuales resultaron considerables (hasta 4000 m) antes de alcanzar diluciones apropiadas (extinción de los coniformes).

61. Esta condición ha sido comprobada para las áreas aledañas al río Aconcagua, desde los resultados del intenso programa de monitoreo ambiental llevado a cabo por ESVAL S.A en medio marino y playas. En efecto, si se toma la estadística de mediciones en playas situadas desde la desembocadura del Río hacia el sur, en el cuadro N° 1 (Referido a figura N° 13), es dado apreciar una situación muy ilustrativa relacionada con descargas de orilla.

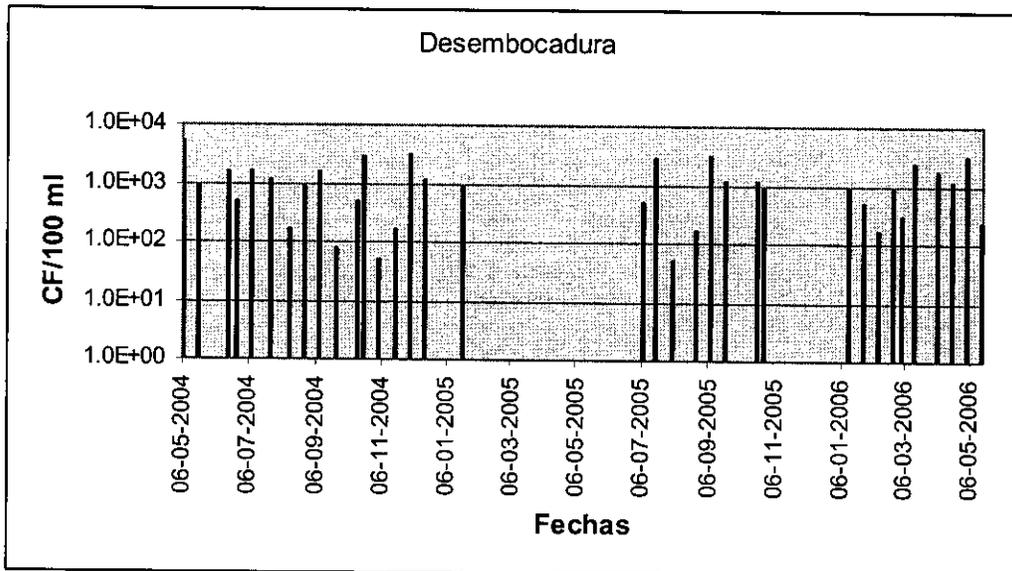
Cuadro N° 1: Impacto contaminante del río Aconcagua sobre orilla de playa.

PARAMETRO	Desembocadura río Aconcagua	Playa La Boca	Playa San Pedro	Playa Amarilla
DISTANCIA DESEMBOCADURA (M)	0	100	200	500
NUMERO MUESTRAS	36	71	71	71
VALOR MAXIMO(CF/100ML)	5000	5000	5000	500
MEDIA GEOMETRICA (CF/100ML)	671	72	76	22
% EXCEDENCIA NORMA (1)	46	7	7	0

(1) Valores sobre 1000 CF/100 ml

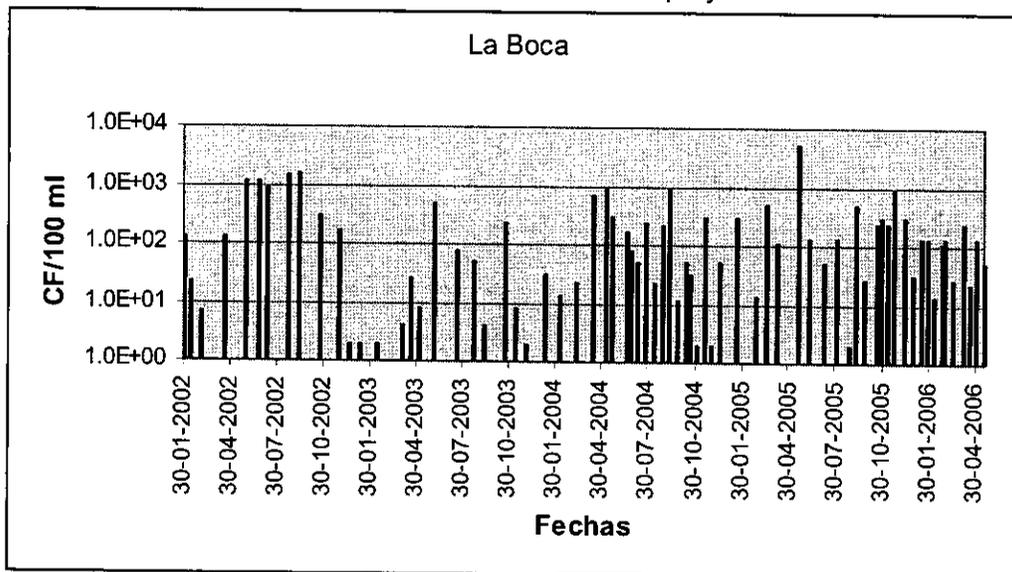
62. La tendencia cronológica en cada una de esas ubicaciones se incluye como figuras 16 a); b); c); d).

FIG: N° 16 a): Serie histórica de colimetría en la desembocadura del Aconcagua.



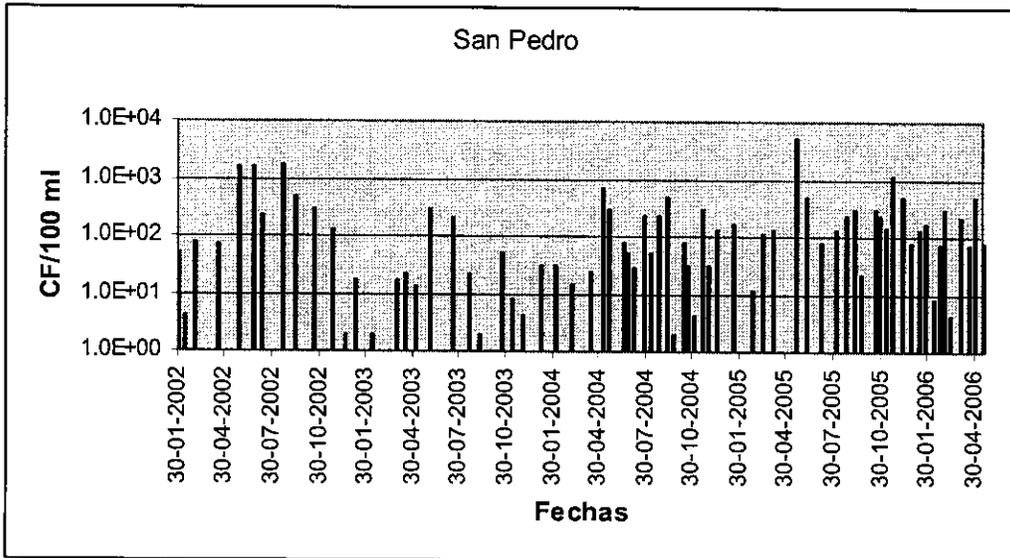
Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

FIG: N° 16 b): Serie histórica de colimetría en la playa La Boca



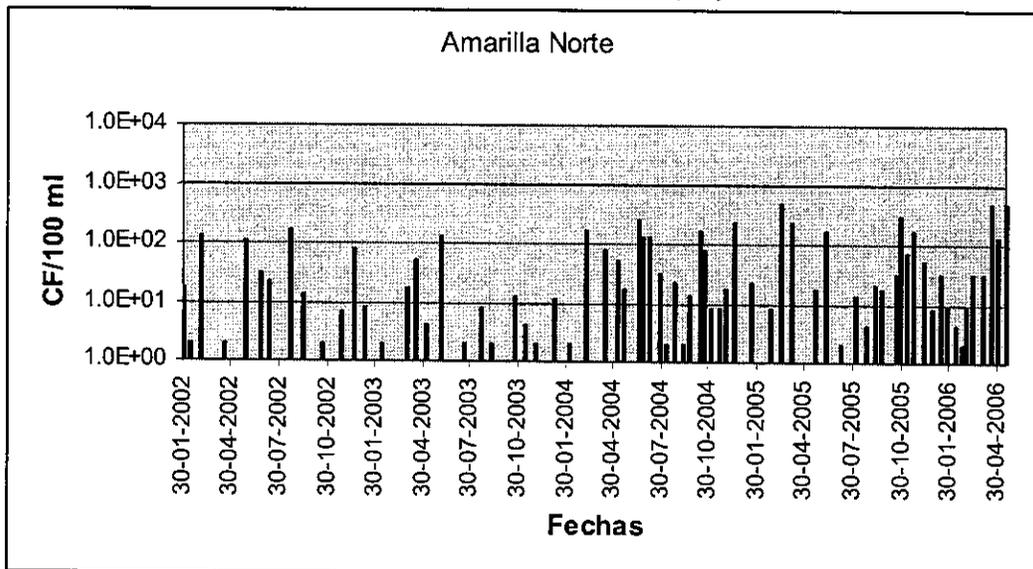
Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

FIG: N° 16 c): Serie histórica de colimetría en la playa San Pedro



Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

FIG: N° 16 d): Serie histórica de colimetría en la playa Amarilla.



Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

63. Desde un punto de vista humano entonces, sanitariamente este tipo de descargas implicaría entonces un alto riesgo para las actividades recreacionales en zonas litorales en que se ellas se efectúen. Desde el punto de vista ecológico, debida consideración a lo señalado en el punto 4.2, es también esperable un impacto comparativamente mayor.

64. Adicionalmente a lo anterior, si se considera el tipo de movimiento de sedimentos que es dado esperar en esta zona marina (pto. 4.5.2- Párrfs. 20 - 25), provenientes de una eventual "zona de tratamiento marino" (párrf. 53) asociada a un difusor situado dentro de la zona de rompiente, es posible el desplazamiento de material de fondo contaminado por sedimentación del agua residual descargada, gradualmente hacia la orilla de playa.

4.7. Definición de la longitud de la zona de rompiente.

4.7.1. Fundamentos teóricos y empírico-experimentales.

65. El tema de la rompiente, es aun un tópico de gran interés para la investigación. Si bien existen formulaciones relativamente simples de origen semi - empírico para el inicio del rompimiento, la mayoría de ellas han sido calibradas en laboratorio, y para oleaje monocromático. El concepto básico para el rompimiento, es que la ola es limitada en su crecimiento por la presencia del fondo, y alcanza una altura límite.

66. La hidrodinámica del inicio del rompimiento esta relacionada con una inestabilidad, y tradicionalmente se explica en términos simples como que la cresta de la ola avanza más rápido que la ola como conjunto. Sin embargo, diversos otros fenómenos juegan un rol importante, como por ejemplo que tan empinada es la cara frontal de la ola, la presencia de perturbaciones, etc.

67. En laboratorio, los valores típicos de esta altura (tren monocromático de olas), es de alrededor H/d (altura ola / profundidad)=0.8, pero el rango va desde 0.5 a 1.2. Por su parte las determinaciones en estudios de campo en playas naturales en cambio, han dado valores típicos de alrededor de $H/d=0.42$.

68. Derivada de la anterior relación, la longitud o distancia en donde se manifiesta el fenómeno de rompimiento depende en gran medida de la batimetría (el fondo), en

definitiva centralmente su pendiente. Por cierto también de las características del oleaje.

69. Siendo que la aproximación por criterios semi - empíricos permiten definir para fines prácticos razonablemente el inicio del rompimiento, mucho más complejo es determinar cuando se detiene, pues esto involucra el estudio del "roller" (la parte altamente turbulenta que se ve cuando una ola rompe). La hidrodinámica del roller y la turbulencia asociada al rompimiento es sumamente compleja, y poco se conoce aún de esto.

70. Finalmente y en lo concreto, las observaciones en laboratorio en olas monocromáticas en playas demuestran que la altura H de la ola en la zona de rompiente, esta limitada por la profundidad h del agua en la zona de rompiente, según una relación:

$$H=ah$$

71. Con "a" dependiente de la pendiente en esa zona y lo empinado de la ola. El valor de "a" se encuentra entre 0,7 a 1,2, y resulta similar al teórico obtenido del análisis en olas solitarias, monocromática y profundidad constante.

4.7.2. Definición del ancho de la ZPL del D.S. 90 y su asociación con la longitud de la distancia a la rompiente.

72. Derivado de todo lo anterior, en particular lo relativo a la fragilidad tanto sanitaria (punto 4.6.2) como ecológica ((párrfs. 29 – 32, 46)) de la "zona litoral de rompiente" (párrf. 19)) y por extensión de la "zona 2" (párrf. 46), **todo parece indicar que la definición de una normativa ambiental de descarga que identifique restricciones mayores para ellas que en la zona adyacente mar adentro, es muy razonable.**

73. **Eso fue así debidamente recogido e incorporado por el actual D.S. 90 al incluir la definición de la ZPL, y la incorporación de condiciones más estrictas para ella.** Así se deduce del siguiente análisis:

- Dada la ecuación establecida por el D.S. 90 para el ancho de la ZPL:

$$A (m) = ((1,28 \times H_b/m) \times 1,6$$

Donde:

H_b: altura de ola al rompimiento

m: pendiente del fondo

- Considerando que para el supuesto de una pendiente media del fondo marino:

$$d = A \times m$$

Entonces la relación:

$$H_b/d = H_b/(A \times m)$$

- Valor que se situaría entre 0,42 a 1,2 según lo señalado en el punto 4.7.1.

Es decir:

$$0,42 \leq H_b/(A \times m) \leq 1,2$$

Y por lo tanto:

$$0,83 H_b/m \leq A \leq 2,38 H_b/m$$

74. La ecuación del D.S. 90 considera entonces un factor 1,28 comprendido en el rango anterior. Sin embargo por razones de seguridad mayor ese factor en un 60%, con lo que el factor final resulta de $1,28 \times 1,6 = 2,05$, **muy razonable**.

75. En la práctica, ello ha permitido alcanzar definiciones concretas y muy razonables para la ZPL de los emisarios de ESVAL en la V Región (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2: Ancho de la ZPL autorizados para los emisarios de ESVAL.

EMISARIO SUBMARINO	Caudal Diseño (l/s)	ANCHO ZPL (m)
QUINTERO	212	130
CONCON ORIENTE	310	300
HIGUERILLAS	204	300
DOS NORTE	2600	340
LOMA LARGA	6000	50
ALGARROBO	410	142
EL TABO	425	646
CARTAGENA	468	146
SAN ANTONIO	540	148

Fuente: ESVAL S.A.

5. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS ANTECEDENTES.

76. Se procederá a efectuar el análisis e interpretación de los antecedentes obtenidos en el acápite 4, con vistas a los objetivos definidos en el acápite 2, párrafo 12.

77. La definición conceptual de la ZPL del DS 90, incluye un juicioso balance entre una norma de emisión (lo que propiamente es) para aguas residuales, con una norma de calidad asociada a una importante zona aledaña a la orilla de playa, lugar de encuentro de diversos intereses. Al mirar entonces hacia la zonificación física, oceanográfica y ecológica del área litoral adyacente a la línea de costa, surgen de inmediato claras restricciones y características que perfilan identidades ambientales nítidas: en la zona marina adyacente a la playa y luego mar afuera.

78. Muy claramente la zona de rompiente (párrf. 19), presenta un hábitat complejo, de rica bio-diversidad y muy propicio para una ecología sensible y relevante para todo el sistema marino (Párrf. 24). Ello, justifica plenamente su jerarquía de protección ambiental que la ha conferido el D.S. 90, al establecer una "zona de protección litoral (ZPL)" con exigencias para la descarga de aguas residuales mucho más elevadas que las de la zona inmediata adyacente de mar.

79. Sobre dicha ZPL, que en el presente informe se comprueba asociada a la zona de rompiente, aún se conoce muy poco, y su ecología es "sistemicamente muy compleja". Resulta por lo mismo pretencioso basar de modo general, en estudios ecológicos prácticos su dimensionamiento, y la definición de restricciones para su uso o descarga de contaminantes líquidos.

80. Mucho más pertinente en lo práctico, resulta (y ha resultado) normar con mayor exigencia su uso, y establecer sus dimensiones a partir de fenómenos más conocidos científicamente, como es el caso de los oceanográficos. **Se estima por ello que en esto el actual enfoque del D.S. 90, es el más que adecuado.**

81. Para el caso concreto de descarga de aguas residuales, la zona de rompiente presenta una hidro - dinámica y una morfodinámica activa y compleja, asociada muy cercanamente a la dinámica de las olas que irrumpen sobre la playa.

82. Algunas investigaciones experimentales y de campo, resultaron concluyente respecto de definir que el flujo y transporte a lo largo de la playa de contaminantes desde "descargas de orilla" resultó ser entre 50 a 300 veces superior al flujo perpendicular a la orilla y hacia mar adentro. Aún es más, se pudo comprobar que las distancias recorridas por las aguas residuales resultaron considerables (hasta 4000 m) antes de alcanzar diluciones apropiadas (extinción de los coniformes). Esto pudo ser contrastado afirmativamente con resultados estadísticos provenientes de los "Programas de Vigilancia Ambiental" de algunos emisarios de ESVAL.

83. Desde un punto de vista humano entonces, sanitariamente este tipo de descargas implicaría entonces un alto riesgo para las actividades recreacionales en zonas litorales en que se ellas se efectúen. Desde el punto de vista ecológico, debida consideración a lo señalado en el punto 4.2, es también esperable un impacto comparativamente mayor. Adicionalmente a lo anterior, si se considera el tipo de movimiento de sedimentos que es dado esperar en esta zona marina (pto. 4.5.2- Párrfs. 20 - 25) y provenientes de una “zona de tratamiento marino” (párrf. 53) asociada a un difusor situado dentro de la zona de rompiente, es posible el desplazamiento de material de fondo contaminado por sedimentación del agua residual descargada, gradualmente hacia la orilla de playa

84. Derivado de todo lo anterior, en particular lo relativo a la fragilidad tanto sanitaria (punto 4.6.2) como ecológica ((párrfs. 29 – 32, 46)) de la “zona litoral de rompiente” (párrf. 19)) y por extensión de la “zona 2” (párrf. 46), **todo parece indicar que la definición de una normativa ambiental de descarga que identifique restricciones mayores para ellas que en la zona adyacente mar adentro, es muy razonable**

85. En cambio todo parece indicar (párrf. 52) que la descarga económica y ambientalmente adecuada de aguas residuales en esta zona es en definitiva altamente favorable, y posible de predecir con base al “estado del arte disponible” (Roberts&Casanadi). Esto se comprueba claramente de la estadística de monitoreo y control de emisarios de ESVAL en la V Región, en donde su comportamiento real se ajusta adecuadamente a las predicciones de diseño, y a la fenomenología que ocurre en la zona marina exterior a la Zona Litoral

86. También, asociado a un emisario se reconoce (párrf. 53), y acepta una “zona de tratamiento marino” (Fig. N° 12) de los sustratos del agua residual (no tóxicos) aledaña al difusor, y de dimensiones definibles con razonable precisión. Dentro de ella, es posible alcanzar localmente concentraciones altas de algunos contaminantes en el agua o por sedimentación de algún material particulado naturalmente floculado, depósitos en el lecho marino. Por lo tanto la hidrodinámica de esta zona costera, resulta favorable según lo estudiado (Párrf 29 – 32, 46), para evitar que estos impacten sobre la playa.

87. En síntesis, esta es una zona del mar en que es posible efectuar descargas submarinas de manera controlable, con impactos ecológicos menores localizados

88. Definitivamente la ecuación del D.S. 90 para la definición del ancho de la ZPL es muy razonable. Se encuentra comprendida en el rango científicos de valores establecidos. Más aún, en el lado de la seguridad de éste.

89. Existirían sin embargo desde el origen de su fundamento científico, objeciones para su aplicación en lugares distintos de aquellos en que existan playas y una rompiente claramente definida. Por ejemplo este sería el caso de fiordos, lagos, áreas sin oleaje o lugares de acantilados en donde la profundidad del agua en la orilla de mar excediera a la profundidad de $\frac{1}{2}$ la longitud de la ola característica.

90. Lo anterior, claramente no invalida la aplicabilidad del método y ecuación actualmente incluido en el D.S. 90, a la gran mayoría de los otros casos. Esto ha quedado demostrado en la práctica con la aplicación práctica exitosa de dicha normativa a la definición de la ZPL de 9 emisarios de ESVAL en la V Región.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Aparecen incluidas en el Resumen Ejecutivo al inicio del Informe.

PRESENTACIÓN GRUPO 3
MONITOREO Y METODOLOGÍAS
DE ANÁLISIS

5° Reunión Comité Ampliado

Santiago, 01 julio 2008

COMITÉ AMPLIADO REVISIÓN DS-90**Grupos de trabajo – Comisiones****Grupo 3: Monitoreo y Control**

Fecha 1ª reunión: Jueves 12 de junio 10 hrs.

Sala reuniones AIDIS, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
Barros Errázuriz 1954 Piso 10 Oficina 1007, Providencia Santiago (Metro Estación Pedro de Valdivia)

Asistentes (10 personas):

- AIDIS: Sra. Elizabeth Echeverría
- Superintendencia de Servicios Sanitarios: Sra. Verónica Vergara
- Universidad de Chile-Aidis: Sra. Gabriela Castillo
- Universidad de Chile-Aidis: Sra. María Pía Mena
- CENMA: Sra. Isel Cortes
- ANDESS (ESVAL): Sr. Raúl Donoso
- ANDESS (ANAM - Aguas Andinas): Sr. Cristian Riquelme
- Arauco Planta Nueva Aldea: Sr. Arturo Jiménez
- ASIPNOR (Corpesca): Sr. Andrés Montalvo
- ASIPNOR (Serenor): Sr. Santiago Estay

Excusas (1 persona):

- APOOCH: Sra. Ivonne Etchepare

ACTA DE ACUERDOS**1.- Organización del grupo para trabajo de la Comisión**

- a) Las reuniones serán mensuales, dentro de los 10 días siguientes a las reuniones del comité ampliado, de manera tal que los integrantes del grupo se contacten entre ellos cada 15 días.
- b) El horario se mantiene a las 10 hrs., en día a definir según disponibilidad de sala de reuniones, lo que será avisado oportunamente por la profesional coordinadora.
- c) Las observaciones al decreto DS-90, a generarse del trabajo de esta comisión, corresponderán a la cláusula 6. "Procedimientos de Medición y Control".
- d) En esta primera reunión, se recogerán las inquietudes de los asistentes y se visualizarán los aspectos más relevantes, donde se sugerirán modificaciones. Posteriormente y en aquellos temas, donde además de existir acuerdo se disponga de los antecedentes de respaldo a aportar por la persona responsable de la sugerencia y otros miembros de la comisión, se realizará una proposición de redacción para la modificación, que se entregará a CONAMA.
- e) Adicionalmente se revisarán en esta comisión, los planteamientos recibidos desde la comisión del Grupo 2: "Descargas a cuerpos fluviales y a lagos", las que se hicieran llegar a través de su coordinador Sr. Pedro Navarrete (Anexo de esta acta).

2.- Aspectos relevantes que se proponen como posibles modificaciones

- a) Las referencias que se citen en el decreto en todo el texto, no debieran indicar años, de manera que se utilice la última versión actualizada de cada uno, salvo indicación contraria de una situación particular. Tal es el caso de las normas de muestreo NCh 411, de los métodos de análisis según NCh 2313 y de Standard Methods, cuya actualización va en 21th edición del año 2005.
- b) Para los procedimientos de monitoreo, las referencias deberían limitarse exclusivamente a la norma oficial actualizada NCh 411/10 última edición que ahora corresponde al año 2005, donde se han reunido todos los aspectos técnicos pertinentes al "Muestreo de aguas residuales. Recolección y manejo de las muestras", por lo que no cabe citar otras normas 411 que son sólo guías y tampoco el Standard Methods que establece exigencias distintas a las establecidas en NCh 411/10. Además, debiera eliminarse del texto de DS-90, la tabla sobre extracción de muestras o cualquier otra consideración relativa a su recolección y manejo.
- c) Respecto a los monitoreos, se reconoce que uno de los factores más relevantes para ejecutar correctamente la actividad es la competencia técnica, calificación y capacitación que se entregue al personal de terreno, por lo que se sugiere que independientemente de cualquier acreditación u otro reconocimiento que pueda poseer el laboratorio o la entidad de muestreo responsable, es necesario implementar un sistema de certificación de los técnicos de muestreo como personas uno a uno, que sea otorgado por un organismo gubernamental como la SISS y que contemple exámenes de renovación periódicos, como son las licencias de conducir.
- d) Ante fiscalizaciones efectuadas por SISS o DIRECTEMAR, existe preocupación por establecer algún sistema, que permita a la industria fiscalizada, conocer la trazabilidad de la información y registros asociados a cadena de custodia de las muestras recolectadas y analizadas por los laboratorios contratados para tal efecto por ambos fiscalizadores. Del mismo modo, se considera útil que el industrial pueda acceder a contramuestras o a muestras paralelas recolectadas en el mismo momento.
- e) En cuanto a metodologías de análisis, hay consenso en que la serie de normas NCh 2313 compuesta por 33 normas, debe revisarse a la brevedad y a la par de las modificaciones de este decreto DS-90, o de cualquier otra norma de emisión. No tiene sentido modificar límites máximos permisibles o introducir nuevos parámetros de control, si no hay una actualización de normas que ya tienen más de 10 años y en las cuales falta definir criterios específicos de aseguramiento de calidad, verificación de desempeño de métodos y calidad analítica de resultados. Entre estas, la de más urgente revisión sería la norma NCh 2313/21 correspondiente a la determinación de Poder espumógeno, parámetro en el cuál no se tenía suficiente experiencia en el tiempo que se elaboró y se basó en una metodología ISO, por no estar en Standard Methods de esa época.

Se estima necesario que CONAMA solicite oficialmente y urgentemente este trabajo al INN. Paralelo a este, debieran definirse los criterios mínimos de desempeño analítico respecto a límite de detección, precisión y exactitud de resultados, a cumplir por los laboratorios en la ejecución de los distintos métodos de aguas residuales, tomando como modelo el Manual SISS 2007 para Agua Potable que exigió estos aspectos. Estas exigencias serían relevantes para mejorar reproducibilidad de resultados a nivel nacional y dar el primer paso en disminuir la incertidumbre de resultados y disparidad entre los distintos laboratorios que se observa hoy.

- f) Continuando con metodologías de análisis, se considera relevante que se incentive a los laboratorios nacionales a implementar las tecnologías y métodos necesarios para medir en el país todos los parámetros normados en normas de emisión u otras normas ambientales. En la actualidad hay casos como el de Planta Nueva Aldea, donde el laboratorio acreditado que realiza los muestreos y análisis del efluente, diariamente debe enviar muestras al extranjero para realizar algunos análisis exigidos con esa frecuencia en la resolución de calificación ambiental, para los cuales no existe suficiente potencial en Chile, o no se realizan por falta de equipamiento u otros requerimientos del método.

Por la misma razón antes expuesta, para aquellos nuevos parámetros que se puedan incorporar a norma de emisión DS-90 (Ej. color) que hoy no cuentan con una 2313, debe definirse si esta se elaborará o bien se dejará establecido como oficial un método único y específico del actual SM 21th ed., que sea totalmente posible de aplicar a nivel de todo el país.

- g) Respecto a ensayos en aguas con presencia de microalgas, se considera que el detalle de metodologías de descuento algal presentadas en punto 6.6 debe eliminarse de DS-90, ya que el descuento algal para DBO está incluido en NCh 2313/5-2005, que es la única norma de método que ha sido actualizada y lo mismo debiera hacerse para Sólidos Suspendidos en la actualización de NCh 2313/3.

En este mismo punto, se sugiere reemplazar la correlación con Clorofila, por otra metodología que realmente signifique retirar el contenido de algas que afecta a determinados ensayos, ya que obtener correlación con clorofila es engorroso, largo y de alto costo. De no cambiarse, debe igualmente revisarse, ya que en la práctica se ha visto durante los ensayos experimentales, que el período de crecimiento del cultivo de algas actualmente indicado de 48 horas es en ocasiones insuficiente bajo las condiciones de luminosidad y flujo de aire establecidos, normalmente puede demorar alrededor de una semana, e incluso más en periodos de invierno donde la masa algal es deficitaria.

- h) Dada la modificación de norma sobre método para DBO NCh 2313/5-2005, ya mencionada en el punto anterior, el DS-90 debe eliminar la cita a ensayo de toxicidad en remuestreo al que se refiere el punto 6.4.1, en atención a que este ya no figura en esta metodología.
- i) Respecto al tipo de muestras que se deben recolectar para efectuar el control, debe aclararse en el texto de DS-90, que para determinación de Coliformes fecales la muestra requerida es puntual, lo mismo que para determinación de temperatura y pH.
- j) Adicionalmente se visualizan otras necesidades de modificación, que se refieren a frecuencia de monitoreo, muestras puntuales que conforman la muestra compuesta, submuestras que conforman la muestra puntual, mediciones de caudal, plazos para repeticiones de muestras con anomalías, etc. Estas serán analizadas en una próxima reunión de la comisión del Grupo 3.

3.- Revisión de planteamientos del Grupo 2.

- a) 1 "Deberían quedar muy claras las metodologías de medición para todos los parámetros. Un ejemplo de esto es el hecho que aparentemente no queda perfectamente explícito sobre que fracción (¿carbonácea?) debe realizarse el análisis de la DBO5".

Respuesta: La comisión considera que la norma NCh 2313/5 es una norma de método de ensayo y no de regulación de efluentes, esta es muy clara en señalar la metodología para medir DBO total, sin perjuicio que indica también como proceder para medir otras formas de DBO.

Existe acuerdo que donde se debe especificar el "apellido" del parámetro es en las tablas correspondientes del decreto DS-90 para que no haya duda en lo que se está normando. Debe revisarse en el comité operativo si se mantiene el valor como DBO total o se cambia a DBO carbonácea, dado que existen en el país plantas de tratamiento que presentan actividad de microorganismos nitrificantes.

- b) "2.La metodología de medición del Poder Espumógeno, expresada en centímetros, podría reemplazarse por otra que determine, por ejemplo, la concentración de los compuestos que generan la espuma."

Respuesta: La comisión considera complejo determinar separadamente los muchos compuestos que pueden ser causa de producción de espuma y estos en su conjunto quedan reflejados en la determinación de SAAM. El cambio o no del parámetro de control, debiera depender de la revisión detallada de NCh 2313/21 y de la experiencia adquirida desde el año 1997 cuando se elaboró dicha norma.

- c) "3. Debe asegurarse que las metodologías de medición, siempre estén sintonizadas con los límites de detección requeridos."

Respuesta: De acuerdo, este punto va asociado a la actualización de las normas 2313 y a la definición de exigencias mínimas de calidad analítica y verificación de desempeño de los métodos, ya mencionada.

- d) "4. Las Resoluciones de monitoreo no atienden a la actividad que controlan, es decir, se está solicitando monitorear parámetros no característicos. Existen Resoluciones distintas para industrias/plantas con procesos similares. Sería conveniente referenciar el Código CIUU tal como lo fue en una de las primeras versiones del actual DS-90."

Respuesta: De acuerdo, respecto a parámetros que deben controlar las fuentes emisoras generadoras de Riles, se sugerirá incluir en DS-90 las tablas de CIUU, de manera que sirva de base para que exista mayor concordancia con las actividades económicas y las resoluciones de monitoreo.

- e) "5. Estandarizar/homologar monitoreos SISS y DIRECTEMAR, lo que debe quedar expreso en el texto de la norma".

Respuesta: Se esta de acuerdo con homologar, pero se entiende que cada organismo fiscalizador tiene atribuciones propias, por lo que no hay claridad si este requisito pudiese aparecer en el texto de la norma. Se llevará consulta a reunión de comité ampliado, de manera que la haga llegar al seno del comité operativo.

- f) "6. Las resoluciones de monitoreo deberían permitir flexibilizar las exigencias en cuanto a la frecuencia y número de parámetros para aquellas actividades que se desarrollan estacionalmente."

Pendiente para siguiente reunión

- g) "7. Complementar Coliformes Fecales con E. Coli que es un parámetro que aplica mejor en industrias, distintas de las sanitarias."

Pendiente para siguiente reunión

- h) "8. Precisar que la excedencia en C. Fecales considera escala logarítmica."

Pendiente para siguiente reunión

4. –Información técnica entregada por ANDESS.

En forma posterior a la primera reunión, el representante de ANDESS Sr. Raúl Donoso, hace entrega vía correo electrónico a todos los miembros de la comisión Grupo 3, de documentos que aportan antecedentes y sustentan las observaciones planteadas por su institución al tema de Monitoreo y Control, que él pone a consideración de la comisión, para ser revisados en las siguientes reuniones.

“Reunión N°5 Comité Ampliado, Proceso de revisión “Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, D.S N° 90”

01 JUL 2008
Santiago.....

N°	NOMBRE	INSTITUCION	DIRECCION	FONO	FAX	E-MAIL
1.	Nicole Parale	Antofagasta Minerales	Ahumada 11	798 7008	-	nporcile@aminerals.cl
2.	P. Navarrete	Cerema	Aputemas 1377	82-6887977		pnavarrete@cerema.compe.cl
3.	GUSTAVO PÄSSEL	SONAMI	APOQUINDO 2000	758 4192		gpassel@pelambos.cl
4.	Fernando Aguirre Z	DGA - UOP	Agustina 1141	4493994		fernando.aguirre@uop.gor.cl
5.	Ivonne Echeverre	APOOCH	Maipú 299 Gto.	51-324859	321159	mundooction@enteleci.cl
6.	Sergio Barrientos	Asigtiim	Av. Andres Bello 2777, OF 101	56-2-2033310		Sbarrientos@Asigtiim.cl
7.	CARLOS DESCARVIDEZ	CHILE ALIMENTOS	R.V. ANDRES BELLO 2777, OF 101	2033770		CDDESCARVIDEZ@CHILEALIMENTOS.COM
8.	Jose R. Canton	ASIPNOR	al Golf 150 P.O. 15	9904003	-	jrcanton@cripser.cl

N°	NOMBRE	INSTITUCION	DIRECCION	FONO	FAX	E-MAIL
8.	Francisco Lucero B.	Chilealimentos	Av. Andres Bello 2377, piso 1	2033740		flucero@invertec.cl
9.	Miguel Osses	CORMA		62-271400		MOSSOS@carauco.cl
10.	CEZAR PUERTO L.	ANDES (CESVALS.A)		32-2209000		cperedo@esval.cl
11.	Paula Medina.	Freemot.				pmedina@ceebw.cl
12.	Claudio Perez Rudolph	DuRio				claudio.perez@essbio.cl
13.	Mary Celofada R	SISS				
14.	Marianne Hermanns	PSIPES	O'Higgins 540, of 804	41-2243487	41-2243488	mhermanns@entelchile.net
15.	Jeanine Hermansen G	SAG Central	Dubner 140 5 to Piso	345-1540/ 1581/1582	3451533	jeanine.hermansen@sup.gob.cl lopez@pinga@sup.gob.cl
16.	Pedro HERRADA B	ANDES	Isidoro Goyeneche 3365, of 904	2344873	2344873	pherrada@andes.cl
17.	Ximena Molina	CENMA - Ude Chile	AUDZ LARRAIN 9975	2994451		Xmolina@CENMA.cl
18.	Isel Cortés Nobase	CENMA - Ude Chile	Are Larraín 9975, La Reina	2994173		icortes@cenma.cl
19.	Tobías Pastén	U. Católica	Vicuña Mackenna 4860 - Macul	3544219	3545876	tpasten@ing. pucc.cl
20.	Ximena Rojas M.	Salmon Chile - Internal	Quibod Puelo 257 Puerto Montt.	065-256666	065-236666	xrojas@salmonchile.cl

N°	NOMBRE	INSTITUCION	DIRECCION	FONO	FAX	E-MAIL
21.	Gustavo Lombardi	Dirección, FyS y Tron Ambiente y la Fuente	Ste Rosa 1335	08-3406137		guzon@vth.net
22.	Denise Cid Fraías	Universidad de Antofagasta	Av. Angamos, Antofa Granja Av. Libertador Gregorio No 6 of 5055-60.	2337149 Stco 055/637183 (Antofagasta)	2329341 (fax)	dcid@uantof.cl Ractoria@uantof.cl (alopla@uantof.cl)
23.	Gonzalo Barrientos K.	Fede la Jue.	Tendguini # 181	02-6329473		gbarrientos@Fede la Jue. cl.
24.	Julio de la Fuente J	CORMA	—	3615750	—	jde la Fuente@jupelra.cmpc.cl
25.	Fernando Hunt Wendt	CORMA	—	09-8842048	—	fhunt@mmuleko.cmpc.cl
26.	JOSE RAUL CANON C.	ASIPNOR A.G.	Esq. Golf 150 Piso 15 Las Cas	4764000	4764013	jianonecorp@ca.c/
27.	ANA MARIA SANCHEZ	Fac. Cs. Fís y Mat. U. de Chile	Blanco Encalada 2002	9784386	6982071	ainsanchez@ing.uchile.cl
28.	Maria Pía Mena	AIDIS	Barros Erazuriz 1954 of 1007	098291391		mmena@ing.uchile.cl
29.	Palme Jimenez	SOTOF A				
30.	ANTONIA FORTT	Oceana	Av. Grial. BUSTAMANTE 24	7957143		aafortt@oceana.org
31.						
32.						
33.						