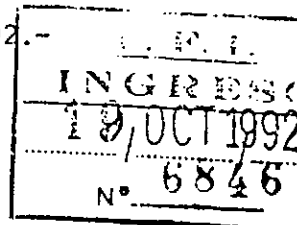




*Miguel Angel Marzinelli*  
INGENIERO CIVIL Y SANITARIO

Buenos Aires, octubre 19 de 1992.-

Señor Secretario General del  
Consejo Federal de Inversiones.  
Ing°. Juan José Ciáccera  
PRESENTE.



Ref:EXPT:1594=Proyecto de un sistema  
de evacuación de líquidos cloaca-  
les.-Ushuaia-Tierra del Fuego.  
Presentación del Informe Final.

De mi mayor consideración:

En cumplimiento de lo estipulado en la Cláusula Vigésimo quinta del Contrato de la referencia, hago entrega de cuatro ejemplares del Informe Final, que contiene una reseña de los trabajos realizados, las conclusiones y recomendaciones que surgieron de los estudios efectuados, las memorias de cálculo, cómputos y presupuesto de las obras y los correspondientes planos.-

Solicito que una vez revisado por ese Consejo, y de no mediar objeciones, se preste la aprobación definitiva, estando a disposición de Uds. para evacuar cualquier consulta y hacer las rectificaciones o ampliaciones que se me instruyan.-

Hago propicia esta oportunidad para reiterar al Señor Secretario General, las expresiones de mi mayor consideración.-

Ing° Miguel Angel Marzinelli

Adj. Lo indicado

Talcahuano 871, 2° Piso E (1013) Buenos Aires - Tel. 325-2209 / 312-1448  
Posadas 960 - 3260 Concepción del Uruguay - Entre Rios Tel. (0442) 28001

37060

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Estudio y Proyecto de un Sistema Integral de  
Evacuación de Líquidos Cloacales para la Ciu  
dad de Ushuaia. - Provincia de Tierra del Fue  
go.-Diagnóstico del Emisario Submarino.-

INFORME FINAL



Buenos Aires, octubre 15 de 1992.-

O/F 3319  
M 11 est

x 15  
+ 12

## I N D I C E

Página	Descripción
1	-Conclusiones y Recomendaciones-Resumen.
2	-Conclusiones.
3	-Recomendaciones.
5	-Personal Entrevistado.
6	-Informe Final-Introducción.
7	-Enfoque General del Problema.
9	-Condiciones Climáticas.
9	-Sistema de Provisión de Agua Potable.
9	-Crecimiento Poblacional.
10	-Líquido cloacal
10	-Características de los líquidos cloacales.-
11	-Bahía de Ushuaia.
11	-Capacidad Receptiva del Mar.
14	-Estudios Oceanográficos.
15	-Proyecto de Ingeniería Existente.
16	-Verificación de los Difusores.
21	-Sólidos y sustancias flotables.
23	-Variante prolongación cloaca máxima y construcción nuevo emisario submarino con sus correspondientes difusores.
24	-Estimación de Costos.
24	-De sala de tamices
25	-De emisario submarino
25	-Comentarios finales
26	-Bibliografía Consultada.
	-Anexos I y II - Fotografías y Condiciones climáticas
	-Anexo III - Crecimiento Poblacional.
	-Anexos IV y V - Análisis de líquidos cloacales y agua de mar.
	-Anexo VI - Estudios Oceanográficos.

- Anexo VII-Memoria de Cálculos Hidráulicos.
- Anexo VIII - Gráficos de Solubilidad de Oxígeno y Salinidad del agua de mar.
- Anexo IX - Cálculo de la dilución en los difusores existentes.
- Anexo X - Diseño Sala de Tamices y Nuevo Emisario Submarino.
- Anexo XI-Cómputos Métricos y Presupuestos
- Anexo XI - Planos de Obras Proyectadas.

## 1.- Conclusiones y Recomendaciones.

### 1.1.- Resumen

El Estudio y Proyecto de un Sistema Integral de Evacuación de Líquidos Cloacales para la Ciudad de Ushuaia y el Diagnóstico del Emisario Submarino, fue realizado entre el 14 de septiembre de 1992 y el 14 de octubre de 1992, en cumplimiento de un Contrato firmado entre el Consejo Federal de Inversiones y el Suscripto, con fecha agosto 31 de 1992.-

El Plan de Tareas desarrollado comenzó con un viaje a la Ciudad de Ushuaia, realizado entre los días 14 y 17 de septiembre, circunstancia que permitió reconocer "in situ" el funcionamiento actual del sistema cloacal, visitar las obras ejecutadas y no habilitadas, e intercambiar con funcionarios provinciales de primer nivel los primeros comentarios relativos al tema bajo estudio y esbozar algunas de las posibles soluciones.- También se revisó información adicional suministrada por las distintas reparticiones provinciales con las que se tomó contacto.-

Al regreso del viaje, se prosiguió con la recopilación y evaluación de toda la información oceanográfica producida en relevamientos llevados a cabo en el año 1977 y los ulteriores estudios realizados conjuntamente por el Departamento Oceanografía del Servicio de Hidrografía Naval y el Centro Austral de Investigaciones científicas hacia fines del año 1988.-

Se recabó además para su estudio, los resultados de análisis físicos, químicos y bacteriológicos practicadas a varias muestras de agua de mar, como así también del líquido cloacal.-

Analizada la información citada se procedió a revisar el proyecto de ingeniería existente en sus aspectos hidráulicos y sanitarios, poniéndose mas énfasis en la parte final del sistema comprendida entre la segunda estación elevadora y los difusores que rematan el emisario submarino.-

Cumplida esta etapa de análisis integral del problema y cuantificados los valores esenciales del mismo, se procedió a desarrollar el proyecto de alternativas, consistente la primera en la instalación de una sala de microtamices rotatorios destinados a la separación de elementos flotables y una segunda que prevé, partiendo de la cámara de descarga actual, el tendido de un nuevo emisario y sus correspondientes difusores, con una orientación distinta a la del existente y con una mayor capacidad de dilución del efluente.-

Paralelamente con el desarrollo de las tareas descriptas se fue preparando el Informe Final con sus Anexos, del cual se obtuvieron conclusiones que se resumen a continuación.-

## 1.2.- Conclusiones.

El sistema de desagües cloacales de la Ciudad de Ushuaia tiene actualmente una buena cobertura, ya que fue acompañando el pujente crecimiento edilicio de ella, lo que obligó a la extensión de las redes de colectoras y colectores hacia nuevas áreas, la ejecución de obras de intercepción de las descargas pluvio-cloacales a la Bahía de Ushuaia, dos estaciones elevadoras con sus obras accesorias y finalmente un emisario submarino con dos difusores emplazado en la Punta Occidental de la Península de Ushuaia.-

Las obras de ampliación y mejoras del sistema demandaron inversiones del orden de los \$ 6.000.000-, no habiéndose habilitado aún el interceptor destinado a evitar las descargas actuales de los conductos pluvio-cloacales antes mencionados, la estación elevadora N°1 que al permanecer inactiva hace que los efluentes provenientes de los barrios emplazados en el sector NO también vuelquen sus efluentes en las orillas de la Bahía, ni la estación elevadora N°2 con sus conductos de descarga, el emisario submarino y los difusores, que también obliga a una descarga en la Bahía Golondrina, mediante un "by-pass" derivado de la BR-19, próxima a la citada estación elevadora N°2.-

Esta circunstancia da lugar a la contaminación en todos los sitios de vertimiento señalados, conspirando con los principios sanitarios establecidos para protección de los cuerpos receptores y sus orillas.-

Las mareas observadas en la Canal de Beagle son de tipo semidiurno, presentando dos crecientes y dos bajantes por día, con sensible diferencia de amplitud.-  
Las velocidades por ellas generadas son de mediana magnitud, alcanzando un máximo de 4,8 cm/seg en dirección SE, valor que se reduce a 0,8 cm/seg cuando se dirige hacia la dirección NE, es decir hacia la Bahía Golondrina, cerrando el ciclo con velocidad de 2,5 cm/seg en dirección SE.-

Las corrientes de superficie, fundamentalmente afectadas por el viento, están preferentemente dirigidas hacia mar afuera, con una velocidad de 2,8 cm/seg frente a la Punta Occidental, lugar donde también se registraron las velocidades indicadas mas arriba.-

Información suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional, obtenida durante el período 1971-1980, indica que no se registran vientos durante un 52,7 % del año y el de mayor frecuencia que alcanza al 23,6 % del año, se dirige al NE con una velocidad media de 31 Km/hora.-

Los vientos con dirección N y NW, que se dirigen desde la Punta Occidental hacia la Bahía Golondrina ocupan un 5,3 % del tiempo a una velocidad media de 30 Km/h y un 0,9 % del tiempo a una velocidad media de 19 Km/h, respectivamente.-

En los cuadrantes E ; SE ; S ; SW y W la velocidad de los vientos varía entre 20 y 31 Km/h con una prevalencia total del 17,5 % del año.-

La tasa de decaimiento de bacterias  $T_{90} = 2,5$  horas, fue adoptada en función de los antecedentes consultados basados en mediciones efectuadas en el mar, en sitios donde se proyectaron e instalaron difusores.- A título de ejemplo, estudios realizados por el INCYTH en la Ciudad de Mar del Plata para diseñar un emisario submarino, establecieron un valor de  $T_{90} = 1,5$  horas para la época estival y un  $T_{90} = 2$  horas para la época invernal.-

La utilización del sistema de emisario submarino para la disposición de los líquidos cloacales es correcta y compatible con los requerimientos de calidad del agua de mar en función de los usos prioritarios del área afectada.-

Si bien el emisario submarino existente aparece como de poca longitud al igual que sus difusores que en aras de lograr una mayor dilución inicial debieran poseer mayor longitud, mayor separación entre orificios y menor diámetro de los mismos, emplazándose en zonas de mayor profundidad, el análisis efectuado al mismo indica que para una distancia de 1800 metros se alcanzan diluciones totales del orden de 5000, con un remanente de NMP 99/ml de coliformes totales, valor aceptable para el desarrollo de actividades recreativas con contacto secundario, no así para moluscos y mariscos en general.-

Previo al ingreso en el emisario, es conveniente que el líquido cloacal reciba un pretratamiento destinado a la separación de material flotable en razón de la ausencia de estratificación por temperatura, que de existir podría limitar el ascenso de la pluma hasta la superficie del mar.- Este pretratamiento además es aconsejable en resguardo de la estética del lugar.-

Para el mediano plazo se ha proyectado un emisario submarino con distinta orientación y longitud al actual, sus correspondientes difusores, con punto de partida en la cámara de descarga existente

### 1.3.- Recomendaciones

Como primera medida destinada a mejorar la disposición del líquido cloacal, deben habilitarse la totalidad de las obras ya construídas y aún fuera de servicio, a saber: a) el conducto interceptor, b) la estación elevadora N°1 y su conducto de



impulsión;c) la estación elevadora N°2 con sus obras accesorias, su conducto de impulsión y por gravedad y d) el emisario submarino y sus difusores.-

Con ello podrán eliminarse la totalidad de las descargas que actualmente se hacen en varios puntos de la costa con la consecuente descontaminación de las áreas afectadas.-

Eliminación de las cámaras sépticas domiciliarias de las viviendas que ya están conectadas a la red.-Ello reducirá los volúmenes de las descargas de los camiones tanques atmosféricos que actualmente, en condiciones objetables, descargan en la Bahía Encerrada.

Extender las redes de colectas a áreas que por su densidad de población, comienzan a crear problemas de evacuación de los pozos negros, con lo que se atenuaría la mencionada contaminación de la Bahía Encerrada.-

De mantenerse o incrementarse la frecuencia de descarga de los camiones tanques atmosféricos sería conveniente elegir un sitio de descarga próximo a la estación elevadora N° 2, incorporando los barros recibidos, previo tratamiento adecuado, al sistema general del emisario submarino.-

Una vez habilitado el emisario submarino, será conveniente mantener un programa de monitoreo en el área de influencia, con determinaciones periódicas de Oxígeno Disuelto, temperatura, pH, Sólidos Suspendidos, Sólidos flotables, D.B.O., Salinidad, especies fito y zooplanctónicas y bacterias coliformes.-

Para el momento en que se requiera la construcción del nuevo emisario, previo a ello deberán efectuarse estudios de suelos de fundación y del comportamiento de los sedimentos a lo largo de la traza del emisario.-Esta información resulta indispensable para la definición de las cotas definitivas del conducto y de los métodos constructivos mas apropiados.-

En el momento en que se encaré el saneamiento de la zona NE que incluye al Parque Industrial, será fundamental contar con un registro actualizado de todas las descargas de tipo industrial que se conectarán al nuevo sistema.-

De cada una de ellas deberá disponerse de información confiable sobre consumos de agua, caudales erogados, contenido de sustancias grasas y aceites, sustancias de acción tóxica, instalaciones de depuración con que cuenta cada industria y condiciones de operación y mantenimiento de las mismas.-

La decisión de construir las instalaciones para la separación de sustancias flotables, debe condicionarse a los resultados que arroje el Programa de Monitoreo recomendado.-

PERSONAL ENTREVISTADO

- Ing° Jorge A. Garramuño - Ministro de Obras Públicas
- Arq° Adolfo López - Scretario de Planeamiento, Ciencia y Tecnología
- Arq° Cristián García - Director de Servicios Públicos
- Lic. Scotto - Subsecretario de Gobierno
- Lic. Miguel Angel Mastrocello - Director de Estadísticas y Censo.
- Ing° Carlos Gatica - Director de la Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios.
- Ing° Luis Fernández - Director de Ingeniería de la Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios.
- Ing° Omar De Luca - Vicepresidente del Instituto Provincial de la Vivienda.
- Arq° Roberto Rimoldi. - Secretario de Obras Públicas de la Municipalidad de Ushuaia.-
- Arq° Silvia Furlán - Municipalidad de la Ciudad de Ushuaia.
- Ing° Alicia D'Angelo - Municipalidad de la Ciudad de Ushuaia.
- Ing° Guillermo F. Haehnel - Representante Técnico de la firma ODISA.
- Ing° Irma S. de Sbarbati - Consejo Federal de Inversiones.

## INFORME FINAL

### 1.- Introducción.

Ushuaia, la ciudad mas austral del mundo, es la capital de la Provincia de Tierra del Fuego y se halla ubicada al pie del cordón montañoso Martial que rodea la Bahía de Ushuaia.-

El aspecto edilicio, en rápida evolución, muestra modernos edificios junto a las antiguas casas de madera y chapa, con techos en pronunciado declive para evitar la acumulación de nieve.-

El sostenido crecimiento económico ocurrido en los últimos años fue acompañado por un sensible aumento de la población estable, a tasas anuales que oscilan alrededor del 10 %.-

La expansión demográfica incrementó paralelamente el parque de viviendas, con la consecuente demanda de ampliación de todos los servicios públicos, entre ellos el de recolección y evacuación de desechos cloacales.-

Existen actualmente dos áreas bien diferenciadas en la cobertura del servicio cloacal; la primera que abarca la parte antigua de la ciudad que desagua mediante varios conductos pluvio-cloacales, directamente en las orillas de la Bahía de Ushuaia y a la Bahía Encerrada y la segunda que recoge los líquidos de la parte mas nueva de la ciudad, extendida hacia el noroeste, los que su totalidad son enviados, parte a la Bahía Encerrada y el resto a la costa de la Bahía Colondrina, próximo al lugar de emplazamiento del emisario submarino, obra construída y aún no habilitada.-

En distintas etapas, fueron construídas obras de unificación de ambas áreas, consistentes en un conducto interceptor de las antes mencionadas descargas pluvio-cloacales, concurrente a una estación elevadora ubicada sobre la Av. Malvinas Argentinas y Laserre, que a la vez recibe desagues de la parte nueva del sector noroeste, los que en su totalidad tienen previsto su vuelco en la cloaca máxima de  $D^{\circ} = 0,700$  m que bordea la Bahía Colondrina y previo desarenado y una segunda elevación, desaguar por gravedad en la Punta Occidental de la Península de Ushuaia, a través de un emisario submarino que remata en dos difusores de  $D^{\circ} = 0,500$  con seis orificios laterales de  $D^{\circ} = 0,100$  m cada uno.-

Estas obras de unificación están construídas en su totalidad desde hace tiempo y aún no han sido habilitadas como se dijo, dando lugar a la disposición de los efluentes en forma inadecuada y en condiciones sanitarias objetables.-

Las áreas sin servicio de colectoras son atendidas periódicamente mediante el empleo de camiones tanques atmosféricos que también recogen los barros de las cámaras sépticas intercaladas en las conexiones de las nuevas viviendas, evacuando su contenido, con un alto tenor de sólidos suspendidos (3500 p.p.m.) y de DBO (3000 ppm), en la Bahía Encerrada, lo que significa una fuerte carga contaminante adicional de sus aguas.-

El sector nordeste de la ciudad, donde se ha instalado un importante parque industrial, no cuenta con servicio de desagues cloacales pero ya se

han iniciado estudios para su vertimiento, independiente del sistema actual, mediante emisario submarino en la Bahía de Ushuaia, previo tratamiento de los desagües domésticos e industriales en una planta depuradora a instalar en terrenos próximos al matadero.-

Las razones de la no habilitación de las obras antes mencionadas, que sin lugar a dudas mejorarían sensiblemente la situación actual, obedece a objeciones planteadas a la ubicación del emisario submarino en la Punta Occidental, presagiando que ello acarrearía un descenso de los niveles actuales de calidad del cuerpo receptor, particularmente en la Bahía Golondrina.-

Es motivo del presente estudio efectuar el diagnóstico del emisario en cuestión y analizar alternativas tendientes a mejorar las condiciones del mar en el sitio de descarga y en los lugares costeros que deben ser protegidos

Se trata de verificar que las obras ejecutadas no constituyen una descarga arbitraria de líquido cloacal en el mar y que el diseño del emisario y sus difusores ha sido concebido para descargar un elemento controlado que no afectará los usos del medio marino en el área afectada por su vertimiento.-

## 2.-Enfoque General del Problema.

El proyecto destinado a lograr una solución adecuada a la disposición de los desagües cloacales de la Ciudad de Ushuaia se preparó para atender los siguientes objetivos:

- 2.1.- Formulación de un Plan Director para la totalidad del área urbana de la ciudad y de las zonas tributarias aledañas.-
- 2.2.- Elección del sistema de volcamiento en el mar tratando de que su alto poder autodepurador, mitigará los agentes contaminantes de la descarga brindando protección a las costas.-
- 2.3.- Prevención de olores y la no afectación de la estética en el sitio de volcamiento.-
- 2.4.- Consideración de las etapas constructivas de colectoras e interceptores para satisfacer oportunamente el incremento de la demanda.-

El primero de estos objetivos se ha cumplimentado, ya que existe un Plan Director, que posiblemente deba ser actualizado, pero que cumple con la finalidad de dotar de redes de colectoras y colectores en sucesivas etapas, a aquellas áreas que por su crecimiento edilicio comienzan a densificarse y consecuentemente a contaminar las napas subterráneas y los ríos y arroyos de las cercanías.-

Respecto al segundo de los objetivos, la descarga directa de las aguas servidas al mar, ha sido la solución sanitaria adoptada por la mayoría de las ciudades costeras en el mundo, ya que es evidente que el mar puede y debe ser considerado el destino lógico de los mencionados desagües, ya que son

varios los factores que determinan la capacidad del mar recibir este tipo de descargas contaminantes, entre ellos:

- a) Intercambios de masas de agua por efecto de las mareas, con aportes sucesivos de agua fresca con alto contenido de oxígeno disuelto.-
- b) Existencia de corrientes favorables capaces de esparcir la deposición de sólidos en suspensión, presentes en los líquidos a descargar, debidas a las mareas y a las inducidas por el viento.-
- c) Tasa de decaimiento de bacterias por muerte, floculación y sedimentación.-
- d) Estratificación en las capas superficiales del mar por variaciones de temperatura.

La disposición de las aguas residuales en el mar, mediante dispersión y dilución, procura la destrucción de los gérmenes patógenos conjuntamente con la reducción de bacterias coliformes, valiéndose entre otros factores de la tasa de oxígeno disuelto para oxidar la materia orgánica y de otros elementos que configuran la capacidad de un excelente cuerpo receptor como las corrientes marinas, la temperatura, la salinidad, la densidad y la constante reaereación que se produce a través de su superficie.-

En el diseño de un emisario submarino, cuyo objetivo es producir una evacuación sanitaria del efluente valiéndose de las condiciones naturales del mar, deben ponderarse los siguientes elementos:

- a) Características físico-químicas y bacteriológicas del líquido a descargar, resultando componentes críticos la concentración de bacterias y de grasas y aceites, que alteran las condiciones sanitarias y estéticas respectivamente.-
- b) Magnitud y dirección de las corrientes debidas a las mareas y las residuales debidas al viento, que condicionan el traslado de la mezcla líquido residual-agua de mar, produciendo una dilución por intercambio turbulento entre ambas aguas.-
- c) Longitud y profundidad adecuadas del difusor para conseguir una mezcla efectiva a la salida del mismo, a efectos de lograr un valor importante de la dilución inicial.
- d) Tasa de decaimiento de bacterias en el mar y valor admisible de la concentración de coliformas en los sitios costeros a proteger, circunstancia que se traduce en el tercer factor de dilución.-
- e) Temperatura, salinidad, densidad y pH del agua de mar en el lugar de descarga.-

El proyecto del difusor existente se verificará para los caudales extremos de su período de diseño, resultando elementos condicionantes de su eficiencia la concentración final de coliformes para T<sub>90</sub> y elemento

críticos los sólidos flotantes, perdiendo importancia ante estos dos parámetros la concentración de sólidos suspendidos y la D.B.O. del líquido a descargar.-

Como comentario final de este punto, cabe agregar que la mayoría de los mares son deficitarios precisamente en el tipo de sustancias que introducen los efluentes cloacales.- El medio marino es tóxico a la mayoría de los microorganismos por no resultar su habitat, inhibiendo su sobrevivencia, al tiempo que está ávido de incorporar la materia orgánica que le proporciona tales efluentes.-

### 3.- Condiciones climáticas.

Las condiciones meteorológicas en la Ciudad de Ushuaia, con valores estadísticos para el período 1971-1980, se consignan en los cuadros y gráficos de los Anexos I y II.-

### 4.- Sistema de provisión de agua potable.

Abastecen de agua potable a la ciudad, dos plantas de moderna concepción y en excelente estado de mantenimiento, que tienen capacidad para suministrar un caudal de 24.000 m<sup>3</sup>/día.-

La red de distribución tiene amplia cobertura y los sectores altos reciben el agua por medio de un depósito hidroneumático.-

La dotación "per cápita" oscila por encima de los 500 l/hb.día con variaciones horarias de baja amplitud, por lo que los líquidos cloacales resultan diluïdos y disponen buen transporte en todo momento.-

### 5.- Crecimiento poblacional.-

Los volúmenes de líquido a desaguar están directamente relacionados con la población tributaria, por lo que una estimación de la población actual y futura permitirá verificar los parámetros utilizados para el diseño del emisario submarino.-

Las predicciones de crecimiento poblacional estimadas sirven de base para una buena cuantificación de caudales a desaguar como así también de sus cargas orgánicas.-

Es común que los sistemas de desagües cloacales se prevean con un período de diseño que responda al período de saturación de la población, salvo casos como el de Ushuaia, en que tal límite, según las tendencias actuales, puede resultar sumamente elevado.-

Entre los métodos de predicción conocidos se ha utilizado uno de los más simples; el Malthusiano, que aplica la fórmula del interés compuesto con tasas anuales decrecientes.-

El cálculo de predicción de población hasta el año 2010 se detalla en el Anexo III.-

## 6.- Líquido cloacal

Resultan elementos fundamentales para el diseño, conocer la cantidad y las características del líquido cloacal.-

La cantidad de líquido cloacal, como se dijo, es una función de la población y del consumo de agua potable, resultando ambos parámetros crecientes en el mediano plazo.-

En la determinación de la calidad del líquido cloacal, interesa fundamentalmente conocer los sólidos suspendidos, la D.B.O. , las grasas y aceites y el número de coliformes (NMP), por tratarse de un líquido doméstico.-

La información bacteriológica resulta particularmente importante por la concentración de coliformes y su relación con la probable presencia de patógenos.-

Las conexiones de establecimientos industriales a la red actual es poco significativa, ya que como se señaló anteriormente, los desagües del parque industrial serán tratados y evacuados independientemente del sistema actual.-

En el Anexo IV se acompañan análisis practicados a los líquidos cloacales.-

## 7.- Características de los líquidos cloacales.

Los análisis que contiene el Anexo IV responden a muestras extraídas de líquidos cloacales crudos vertidos en la Bahía de Ushuaia y en la Bahía Golondrina.-

De su observación se infiere estar ante la presencia de líquidos diluidos (99,98 % de agua) de lo que resulta una reducida concentración de materia orgánica.- ( S.S. 170 mg/l y D.B.O. 80 mg/l), valores muy por debajo de la mayoría de los líquidos cloacales del país, cuyos respectivos valores oscilan alrededor de SS 250 mg/l y D.B.O. 300 mg/l.-

Asimismo se denota una buena tasa de oxígeno disuelto por lo que pueden calificarse como líquidos frescos y de baja carga orgánica.-

Seguramente esta característica es consecuencia de la alta dotación de agua potable demandada por los usuarios y en menor grado por la existencia de cámaras sépticas instaladas en las nuevas conexiones, a juzgar por los valores comparativos entre los análisis (1) y (2).-

No se detecta la presencia de sustancias tóxicas, tales como plaguicidas, metales pesados ni de nutrientes.-

Sobre la base de la información precedente, el aporte de los 24.582 habitantes conectados, con una dotación de 560 l/h.d. de agua potable que se traducen en  $560 \times 0,8 = 450$  l/h.d. de aporte a las redes cloacales, se tienen valores:

$$Q = 24.582 \text{ h} \times 0,450 \text{ m}^3/\text{h.d.} = 11.062 \text{ m}^3/\text{d.}$$

La carga orgánica volcada en la descarga valdrá:

$$\text{D.B.O.} \quad 11.062 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,080 \text{ Kg/m}^3 = 885 \text{ Kg/día}$$

$$\text{S.S.} \quad 11.062 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,170 \text{ Kg/m}^3 = 1880 \text{ Kg/día}$$

$$\text{Grasas} \quad 11.062 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,091 \text{ Kg/m}^3 = 1006 \text{ Kg/día}$$

Sólidos

$$\text{Flotables} \quad 11.062 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,010 \text{ Kg/m}^3 = 111 \text{ Kg/día}$$

$$\text{Coliformes} \quad \text{NMP/ml} = 5 \times 10^5$$

Los valores "per cápita" resultantes confirman la calificación de líquido de baja carga orgánica en su comparación con valores medios de numerosos servicios del país y del exterior.

Elemento	Kg/h.d.	
	Ushuaia	Valores medios normales
D.B.O.	0,036	0,075
S.S.	0,076	0,092

#### 8.- Bahía de Ushuaia

La Bahía de Ushuaia, incluyendo la Bahía Encerrada, recibe actualmente por medio de varias descargas ubicadas en la costa, un 80 % del líquido cloacal y muestra signos de contaminación, detectándose la existencia de una capa de lodos que se hace mas notable en las bajamares.-

Esta situación debe corregirse a la brevedad, eliminando las descargas señaladas mediante la habilitación del conducto interceptor y la estación elevadora N°1.-

Los análisis de agua de mar efectuados sobre muestras extraídas en las proximidades del muelle de combustibles, en la desembocadura del Arroyo Grande y en la Punta Occidental, indican una baja D.B.O., un alto contenido de Oxígeno Disuelto, reacción alcalina y ausencia de Fósforo y Nitrógeno.- (Anexo V)

#### 9.- Capacidad receptiva del mar.

La disposición de los desagües cloacales en el mar, la capacidad del mismo para absorber la carga de aquéllos y la dilución resultante constituyen un problema complejo cuya solución requiere un particular estudio.-

Son varios los factores a considerar para determinar la capacidad del



mar para aceptar las aguas residuales, entre ellos:

- a) Advección de caudales de aguas frescas con altas tasas de OD disponible, por acción de las mareas y de los vientos.-
- b) Caudales de líquido cloacal y su concentración y carga bacteriana.
- c) Valores de OD y NMP de coliformes fijados para los sitios a proteger.-
- d) Temperatura, densidad, salinidad y corrientes en el agua del mar.
- e) Problemas de deposición de sólidos suspendidos.
- f) Tasas de decaimiento de bacterias coliformes
- g) Fotosíntesis y reaeración.-

Varios de los factores arriba señalados, si bien fueron tenidos en consideración, no han podido precisarse exactamente en el presente estudio.-

La capacidad de recepción que tiene el mar para los líquidos cloacales se ha estudiado en los últimos 60 años, tanto a través de modelos físicos, programas de computación y mediante mediciones directas efectuadas en el mar, en sitios próximos a emisarios funcionando.-

Tolmien (1926), Altherson, Rawm y Palmer (1929) estudiaron la difusión de chorros de líquido cloacal en agua de mar proponiendo fórmulas empíricas y gráficos para determinar la dilución inicial.

Posteriormente Pearson realizó trabajos de investigación de la eficiencia de emisarios submarinos y Brooks, Fan y Roberts incursionaron en la determinación de la dilución inicial mediante trabajos de investigación efectuados, igual que los anteriores, en el Estado de California, USA.-

No obstante, la frondosa bibliografía disponible y la valiosa experiencia recogida, confirmada en la práctica mediante el monitoreo sistemático destinado a verificar la eficiencia de emisarios en funcionamiento, surgen a veces objeciones a este tipo de obras, pues se interpreta erróneamente que se trata de emplazar indiscriminadamente una descarga de líquido residual que provocará la contaminación permanente e irreversible del agua del mar.-

Contrariamente a ello, el problema se encara, como se dijo anteriormente, mediante un cuidadoso diseño del emisario submarino y sus difusores, para descargar un líquido controlado, con el objeto de no afectar los usos del medio marino en las proximidades del vertimiento.-

La protección sanitaria de las zonas de interés como el cuidado de aspectos estéticos que se generan en la descarga, fija los dos parámetros principales de diseño, cuyos objetivos se orientan a la reducción del número de bacterias y a la separación de elementos flotables.

De la observación de los análisis químicos y bacteriológicos del agua de mar que se encuentran en el Anexo V, se infiere que las condiciones del medio receptor son las naturales, sin que se perciban valores que señalen actividad humana.-

Las condiciones de OD, con altas tasas debido a la baja temperatura del agua, resultan óptimas para recibir la descarga de líquidos cloacales.

Ello sumado a los valores de salinidad y temperatura que permiten definir la densidad del agua, parámetro que resulta de interés para predecir la ascensión de la pluma.

Las concentraciones de OD oscilan alrededor de 10 mg/l, valor muy por encima del mínimo de 4 mg/l capaz de mantener el equilibrio ecológico del mar.-

En el Anexo VIII hay gráficos que dan la solubilidad del oxígeno en función de la temperatura, para la presión atmosférica y la densidad del agua de mar en función de la temperatura y la salinidad.-

Si bien los datos disponibles no permiten definir una ajustada caracterización del medio marino en cuanto a su calidad, puede afirmarse que las condiciones del cuerpo receptor, como se dijo, son las naturales, presumiéndose que no existe estratificación vertical durante la mayor parte del año, por lo que sumado a la poca profundidad del emisario, debe asumirse que la pluma del líquido cloacal emergerá a la superficie en casi un 100 % del tiempo.-

En razón de la importancia que representa la tasa de decaimiento de bacterias, la bibliografía recomienda la realización de experiencias "in situ" en la misma zona de emplazamiento del emisario.-

Las experiencias llevadas a cabo en otras localizaciones muestran una gran dispersión de resultados.-

El decaimiento o reducción de bacterias, excepto por acción de la dilución, obedece a su desaparición por muerte natural, además de fenómenos de floculación física y la consecuente sedimentación de organismos que coadyuvan a la desaparición de coliformes en el medio marino.-

El tiempo  $T_{90}$ , requerido para una desaparición del 90% de las bacterias, varía entre 1 hora y 4 horas.-

Se señalan a continuación valores de  $T_{90}$  obtenidos en distintas descargas de líquidos cloacales en el mar.-

Lugar	$T_{90}$ (horas)
Los Angeles-California USA	0,9 a 4
Honolulu-Hawai	0,75
Mayaguez By-Puerto Rico	0,70
Rio de Janeiro-Brasil	1,00
Niza-Francia	1,10
Accra-Ghana	1,30
Montevideo-Uruguay	1,50
Tel Aviv-Israel	1,00