

Universidad Nacional de Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA SANITARIA



Titulación Profesional Extraordinaria

Trabajo Profesional
Para Optar el Título Profesional de Ingeniero
Sanitario

Edgar Ulises Castillo Matos

LIMA - PERU

1983

ASESORIA SOBRE CONTAMINACION DE
AGUAS COSTERAS

(V)

INFORME PROGRESIVO DE:

- MODELO DEFINITIVO DE LA COSTA
DE LIMA METROPOLITANA
- BAHIA FERROL (CHIMBOTE)
- BAHIA DE ITE

SETIEMBRE 13 - OCTUBRE 2 - 1982

ING. WALTER A . CASTAGNINO
CONSULTOR
ORGANIZACION PANAMERICANA
DE LA SALUD
(REGIONAL DE LA ORGANIZACION
MUNDIAL DE LA SALUD - OMS).

I N T R O D U C C I O N

La Dirección de Protección del Medio Ambiente (DPMA) con el fin de contar con un método científico que le permita evaluar el impacto ambiental de las descargas de los desagües al mar, ha iniciado el estudio de contaminación del Litoral Peruano. Como quiera que no toda la Costa está expuesta a descargas de desagües, se ha priorizado este estudio a sectores que por la solicitud a que están sujetas y el uso que tienen muestran síntomas de deterioro del ambiente. Estas zonas son: La Costa de Lima Metropolitana, Bahía de Ferrol (Chimbote), Bahía de Ite (Ilo). Para el cumplimiento de lo señalado se ha tomado los servicios del Ing. Walter A. Castagnino, Consultor de la OPS, quien viene guiando el desarrollo de este estudio al personal profesional y técnico de la DPMA, contando también con el apoyo del CEPIS, en especial y, del Ing. Harry Salas Consultor de la OPS destacado en el país.

El estudio del Litoral Peruano, cuyo aspecto mas desarrollado es el sector de Lima Metropolitana, es básicamente el desarrollo de un modelo de calidad de aguas, usando como indicadores del deterioro de la calidad del agua, la presencia de bacterias de la familia Coli y Coliformes fecales'

Los modelos de calidad de aguas tienen por finalidad determinar= las concentraciones del contaminante en estudio en cada punto y en un período de tiempo, cuando se alteran las condiciones primitivas del cuerpo de agua, - esta determinación se hace a partir del conocimiento de ese estado primitivo. El modelo de calidad de aguas reproduce las condiciones actuales del cuerpo - de agua, usando variables como son: temperatura, volumen, distancias de recorrido del contaminante y su transporte, dispersión y transformación (degradación) .

El modelo una vez concluído nos permitirá:

- 1.- Evaluar la contaminación actual de las playas de Lima Metropolitana (desde Conchan a la Pampilla), por efecto de las descargas de los desagües al mar

- 2.- Predecir el comportamiento futuro de las aguas del mar y su impacto al des cargarse una mayor cantidad de desagues.
- 3.- Seleccionar la mejor alternativa para evitar la contaminación de playas de Lima (grado de tratamiento, cantidad de desagues a tratar o construcción de emisores).

El estudio de la Costa de Lima Metropolitana está en la etapa de calibración, para lo cual se requiere la incorporación de datos recolectados a través de sucesivos muestreos lo que nos permite obtener datos estadísticos me jor ajustados a la realidad.

En el presente trabajo no se han incluido los distintos cálculos - que se han realizado para la elaboración del modelo, tampoco se incluyen las - corridas de computación ni el programa así como las fórmulas y deducciones ma- temáticas que guían este modelo, esto con la finalidad de tener un informe más ágil y de fácil lectura.

1. RESUMEN DEL INFORME

- En el Informe IV se detallaron los avances logrados en la caracterización del estado actual de la polución en la Costa de Lima Metropolitana y en la Bahía Ferrol (Chimbote).
- Se indicó en el mismo la necesidad de calibrar un modelo matemático detallado de la Costa de Lima que pudiera servir como instrumento para saber hasta qué caudales y concentraciones pudieran incrementarse las descargas sin afectar la balneabilidad de ciertas áreas de la misma. Con la activa colaboración del CEPIS se ha llegado ahora a desarrollar ese modelo y se ha avanzado en su calibración, tal como se detalla en este Informe. Además, el modelo detallado vuelve a ratificar conclusiones a las que antes se había llegado en forma tentativa. Por una comunicación aparte (que se incluye como Anexo I) se han resumido esas importantes conclusiones, aún tentativas, por requerimiento de autoridades del Ministerio.
- Este Informe V analiza además algunos aspectos oceanográficos y de polución, en las aguas de la Bahía Ferrol.
- Se exponen conclusiones respecto a calidad de aguas en esta Bahía y su impacto en condiciones ambientales. También se indican posibilidades de solución y la necesidad de los estudios a efectuar para determinar las diversas alternativas.
- Por ser de relativa urgencia, se analizan en este Informe ciertas necesidades de avance en los estudios de la polución por tóxicos en la Bahía de Ite y un presupuesto tentativo de los fondos requeridos.

2. CONTENIDO DEL INFORME

<u>CAPITULO</u>	<u>TEMAS TRATADOS</u>
1.	Resumen del Informe
2.	Contenido del Informe
3.	Antecedentes
4.	Costa de Lima Metropolitana
4.1	Desarrollo del Modelo Matemático De tallado.
4.2	Corridas de Computación
4.3	Comparación con Resultados Estadísticos de Análisis.
4.4	Conclusiones
4.5	Recomendaciones
4.6	Anexo I
5.	Bahía Ferrol (Chimbote)
5.1	Investigaciones Realizadas
5.2	Posibilidades de Solución
5.3	Estudios a Realizar
5.4	Conclusiones
5.5	Recomendaciones
5.6	Anexo II
6.	Bahía de Ite
6.1	Acciones Propuestas
6.2	Presupuesto Tentativo

3. ANTECEDENTES

- Los informes anteriores (I, II, III y IV) de esta Asesoría - sobre contaminación de aguas costeras en Perú han analizado, progresivamente, las áreas prioritarias de estudio; avanzando en el conocimiento de las condiciones actuales en la Costa de Lima Metropolitana y en la Bahía Ferrol en Chimbote, - principalmente.
- La caracterización de las condiciones de balneabilidad de la Costa de Lima fue realizada con muestreos progresivos y los análisis de un modelo simplificado que tendió a indicar conclusiones preliminares.

De éllo se arribó a que era necesario desarrollar un modelo matemático detallado que pudiera analizar condiciones de futuro, para ratificar conclusiones tentativas y conocer las - acciones y obras de disposición final de alto impacto económico.

- En la Bahía Ferrol, las investigaciones se encaminaron a determinar el estado actual de sus aguas y sus posibles impactos ambientales. Fueron confeccionados diversos planos y - realizados estudios indicadores así como ciertos análisis de soluciones; recomendándose la obtención de datos complementarios según análisis que se presenta en este Informe V.
- Para otras áreas prioritarias también fueron presentados y - se amplían ahora diversos análisis encaminados a determinar los estudios e investigaciones necesarios.

4. COSTA DE LIMA METROPOLITANA

4.1 DESARROLLO DEL MODELO MATEMATICO DETALLADO

- En informes anteriores ya se había expuesto la recomendación de incrementar el número de segmentos a dividir la Costa de Lima a más de 50 y a aplicar, para desarrollar el modelo el programa HARO-3. A efectos de mantener un apropiado ritmo de trabajo y asesorar en diversos aspectos a la Dirección de Protección del Medio Ambiente de la Dirección General del Medio Ambiente - Ministerio de Salud, la Organización Panamericana de la Salud acordó la colaboración de especialistas del CEPIS (OPS, OMS) durante el lapso en que el Consultor específicamente asignado a esta Asesoría estuviere ausente.

Esto permitió un avance notorio y también concurrió en la capacitación del personal técnico de la Dirección de Protección del Medio Ambiente.

- El modelo detallado que se desarrolló consta de 77 segmentos. Su trazado se puede ver en el plano No. 3 del Anexo I.

Como se ve, abarca una extensión a lo largo de la Costa de Lima de más de 39 Kms. y se extiende aguas afuera — unos 8 Kms.

Cada "segmento" es en realidad un volumen cuya base coincide con el fondo marino. Para desarrollar el modelo — hubo que calcular cada volumen, cada área y cada distancia basándose en los modelos preliminares expuestos en informes anteriores, se asignaron valores a diversos — coeficientes como dispersiones, mortalidad bacteriana y transporte advectivo. Todo ello se traduce en valores de las diversas matrices del programa HARO-3. También se fueron cargando al modelo los valores de las descargas principales de la Costa (expresadas en cantidad de bacterias coliformes / día).

En este aspecto se fueron modificando las cargas estimadas en función de resultados de análisis en colectores y ríos. Estos resultados fueron, en parte, indicados — por muestreos directos de la Dirección de Protección del

Medio Ambiente corregidos por alteraciones de uso del agua de colectores y por determinaciones efectuadas - por compañías como ESIL y OSASA, que realizaron trabajos similares anteriormente.

- Un número de pruebas del comportamiento inicial del modelo se realizaron en el Centro de Cómputo SUCESA - mediante una computadora IBM 370/155 que tiene una capacidad de 198 K. Finalmente el modelo estuvo en condiciones de operar, al comienzo de esta asesoría.

4.2 CORRIDAS DE COMPUTACION

- De acuerdo a lo expuesto anteriormente se fueron realizando diversas corridas preliminares y de ajuste de calibración. Estas corridas han sido numeradas y su detalle se muestra en el siguiente Cuadro No. 1.

4.3 COMPARACION DE RESULTADOS ESTADISTICOS DE ANALISIS

- En el cuadro No. 2, que se expone a continuación, se exhibe el resultado de los muestreos realizados, con diversa frecuencia, en las estaciones de muestreo de la Costa de Lima (estaciones M-1 hasta M-24)

La posición de estas estaciones, a las que se ha aludido en informes anteriores, se puede ver en el plano N° 6 que se adjunta.

Debe hacerse notar que los promedios geométricos realizados son de carácter selectivo. En esa selección intervino el criterio del Consultor, al eliminarse resultados que se consideraron inadecuados y la inclusión - en el cálculo de otros por consideraciones basadas en la experiencia.

El resultado de los análisis bacteriológicos incluyendo los muestreos hasta Mayo de 1982 se pueden ver en el plano N° 4 del Anexo I.

- Por comparación de este resultado del muestreo (plano - N° 4) con otros planos a la misma escala que resultaron de los valores de la computadora, es que se fueron seleccionando las diversas corridas (hasta la de calibración No. 6) que se muestran en el cuadro No. 1. Como se ve fueron corrigiéndose valores de cargas, valores de dispersión, valores de transporte advectivo y valores de tasas de mortalidad bacteriana para tratar de lograr convergencia.
- Discusiones mantenidas con especialistas del CEPIS y técnicos de la Dirección de Protección del Medio Ambiente han conducido a concluir que las calibraciones han avanzado hasta el punto que permiten llegar los resultados de análisis de concentración de bacterias en los puntos de muestreo.

Como se indica en las conclusiones se necesitan más datos de muestreo para arribar a una calibración adecuada

- Los diversos planos indicados en el cuadro No. 1 y que representan los resultados de computación, así como las planillas detalladas del resultado de las corridas, quedan en los archivos de la Dirección de Protección del Medio Ambiente. Estos planos y resultados están a disposición de los técnicos que autorice el Ministerio de Salud para revisarlos y evaluarlos.

4.4 CONCLUSIONES

- Los resultados expuestos en cuadros No. 1 y No. 2 y los diversos planos y planillas que quedan en poder de la Dirección de Protección del Medio Ambiente, así como lo mostrado en Anexo I permiten extraer conclusiones de importancia.

- En el Anexo I se advierte la enumeración de conclusiones que, aunque aún tentativas, son suficientemente probadas como para que, desde ya, el Ministerio de Salud las presente a consideración de personas y técnicos interesados.

Es de relevancia la que indica que las playas de la Costa Verde no están afectadas, en su balneabilidad, por las descargas de interceptores o cursos de agua contaminados.

Resultados preliminares de la zona costera de baja profundidad, hasta unos 15 m. de la línea de ribera, indican, hasta ahora, que en algunas zonas pudiera haber contaminaciones provocadas por usuarios locales, como se desprende de muestreos realizados en verano (enero) y en el mes de Setiembre.

- Pero es menester advertir que, para llegar a una calibración satisfactoria del modelo matemático desarrollado, hay que completar los muestreos para evitar interpretaciones subjetivas y para conducir las nuevas corridas de computación por caminos más firmes hacia la convergencia buscada.

Sólo así se podrá determinar con certeza los caudales máximos tolerables en las descargas, de modo de conocer el impacto futuro en las zonas de interés.

4.5 RECOMENDACIONES

- Es aconsejable programar y realizar nuevos muestreos en las estaciones de mar (M1 hasta M24) y en las estaciones costeras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. La ubicación de las estaciones de mar es conocida a través de los informes. La ubicación de las estaciones costeras está indicada en el plano N° 6 y se muestra en el cuadro N° 3 que sigue.

CUADRO No. 3

UBICACION DE LAS ESTACIONES
COSTERAS DE MUESTREO

<u>ESTACIONES</u>	<u>UBICACION</u>
A _____	La Punta - lado izquierdo de la Escuela Naval.
B _____	Mar Brava - Playa Carpayo
C _____	Altura Cdra. 27 Costanera - lado derecho I. Costanero.
D _____	Magdalena - Bajada por Mar Bella.
E _____	Miraflores - Frente al Club Waikiki
F _____	Las Cascadas - Playa Barranquito - Quebrada Armendariz.
G _____	Barranco - Bajada a Baños de Barranco.
H _____	Chorrillos - Playa Agua Dulce - lado derecho Muelle Pescadores.
I _____	Chorrillos - Playa La Herradura
J _____	Villa - Frente al Club Cultural Lima

Los muestreos de las estaciones de mar serían 4 a realizarse en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero. Los análisis bacteriológicos pueden realizarse en los institutos del Ministerio de Salud pero es conveniente, por razones de control, extraer un número razonable de muestras duplicadas que se podrían analizar en los laboratorios del CEPIS. A esos efectos habría que convenir y coordinar con el CEPIS la continuación de la colaboración que se presta.

En dos ocasiones, preferiblemente en octubre y en enero, se extraerían muestras de las estaciones costeras antes mencionadas y se realizaría el control de la misma forma.

- Como parecen sugerirlo ciertos resultados de computación sería conveniente también investigar las cargas estimadas. Pudiera ser efectuado un muestreo de los colectores, especialmente el Surco y el Costanero, para determinar concentraciones de coliformes. Una muestra compuesta durante 4 horas entre las 9 a.m. y la 1 p.m. y otra entre las 4 p.m. y las 9 p.m. permitiría arrojar luz sobre esas concentraciones, completada con el análisis de una muestra instantánea cerca de la medianoche.
- Al norte de la desembocadura del río Chillón pudiera existir una descarga no incluida hasta ahora que quizás sea significativa.

Es conveniente inspeccionar esa zona de los segmentos 5 y 9 para determinar esa posibilidad. Si ello es aconsejable, cabría determinar esa carga con estimación y/o medición de caudales y de concentraciones de coliformes.

- Por último, en ocasión de los muestreos de mar sería conveniente determinar salinidad superficial en las estaciones y en tres de ellas realizar en una ocasión, un perfil de salinidad y temperatura con un equipo confiable de modo de describir adecuadamente cualquier modificación del transporte advectivo o geometrías hasta ahora considerados.

ANEXO I

CONTAMINACION EN LA COSTA DE

LIMA METROPOLITANA

RESUMEN DEL ESTUDIO HASTA LA FECHA.

CONTAMINACION EN LA COSTA DE LIMA METROPOLITANA

RESUMEN DEL ESTUDIO HASTA LA FECHA

ANTECEDENTES

La Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Salud seleccionó, a mediados de 1980, el estudio de contaminación de las aguas de la Costa de Lima Metropolitana como una de las áreas prioritarias de atención. Esto se encaró, primordialmente, con el fin de determinar las condiciones de balneabilidad actuales y sus posibilidades de futuro.

Los avances científicos de las últimas décadas permiten desarrollar modelos matemáticos de calidad de aguas cuyos resultados, después de reproducir los valores que arrojan muestreos repetidos a lo largo de extensos períodos, aseguran contar con una poderosa herramienta para conocer cómo el mar manobra los contaminantes y, por ende, las condiciones de uso de las aguas en diversos puntos de la costa.

ETAPAS DEL ESTUDIO

El contaminante elegido fue la bacteria coliforme que, en estos casos, se usa como indicador de polución y no como un agente patógeno.

Se desarrolló entonces, con los datos existentes a principios de 1981, un modelo preliminar simplificado, dividiendo la costa hasta unos 8 Km. aguas adentro, en 8 áreas o segmentos.

A pesar del grado de aproximación gruesa de algunos conjuntos de datos y de la reducida segmentación del modelo (ver planos N° 1 y N° 2) se pudieron extraer de ese primer intento algunas conclusiones tentativas de importancia.

Cabe resaltar, entre ellas, que el impacto de las descargas cloacales y de los ríos no era significativo en ciertas playas incluidas las de la Costa Verde y que la contaminación costera no era provocada por esas descargas y aportes.

Se decidió, entonces, intensificar los muestreos ampliando el número de estaciones a 24 y la frecuencia de extracciones. También se desarro

116 un modelo matemático detallado, con 77 segmentos en lugar de los 8 anteriores del modelo preliminar (ver plano N° 3).

En lugar de la calculadora científica antes empleada ahora se usó una computadora de alta capacidad (más de 150 K) y varias subrutinas en el programa.

Un largo proceso de ajuste de los mecanismos de transporte por corrientes, dispersión y mortalidad de bacteria, en cada segmento del área estudiada en el mar, es necesario para calibrar el modelo.

Este proceso se ha avanzado considerablemente, con más de 10 corridas de computación ya realizados.

En el plano N° 4 se puede apreciar el resultado de los muestreos hasta el presente. En el plano N° 5 el estado actual de los resultados de computación.

Comparando ambos planos se puede concluir que se va consiguiendo la calibración buscada.

CONCLUSIONES TENTATIVAS HASTA LA FECHA

1. El interceptor Surco no afecta las playas de la Costa Verde desde el Club de Regatas hasta Magdalena. El interceptor Costanero tampoco las afecta pero su influencia vá desde Magdalena hasta Mar Brava en La Punta.
2. El interceptor Surco afecta las playas de La Chira, La Herradura y la del Club Cultural Lima, pero no compromete, hasta ahora, la balneabilidad en La Herradura.
3. La playa de Chucuito en La Punta no está afectada por las descargas de colectores o ríos, y probablemente no lo será en muchos años en el futuro.
4. Toda la costa desde el Puerto del Callao hacia el norte hasta la Pampilla, está sumamente contaminada y no debiera ser usada para ningún tipo de recreación.
5. Es posible aunque está sujeto a confirmación que la zona costera de las playas de la Costa Verde, hasta una profundidad de 2 metros, está afectada por contaminaciones provocadas por los mismos usuarios especialmente en verano.

Sin embargo, se repite, ello no es provocado por las descargas los colectores de alcantarillado.

6. El modelo, una vez calibrado definitivamente, podrá ser usado determinar los caudales máximos de aguas servidas de futuro que den ser tolerados en las descargas sin afectar las condiciones balneabilidad de las playas citadas.

Esto permite ahorrar en el presente, si se confirma definitivamente las altas inversiones en emisarios submarinos u otro tipo de ob que se estiman en decenas de millones de dólares.

.....
Ing. Jayler Bacigalupo
Director General del
Medio Ambiente

.....
Ing. Oscar Cáceres
Director Ejecutivo d
Protección del Medio Amb

.....
Ing. Walter A. Castagnino
Consultor
OPS / OMS

RECONOCIMIENTOS

Además del personal y recursos de la Dirección General del Medio Ambiente, colabora con consultores, la Organización Panamericana de la Salud y su centro CEPIS.

También realizaron trabajos de determinación de valores de parámetros - los Institutos Nacionales de Salud, Dirección de Saneamiento Rural (ambos del Ministerio de Salud), IMARPE, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina del Perú y CERPER.

5. BAHIA FERROL (CHIMBOTE)

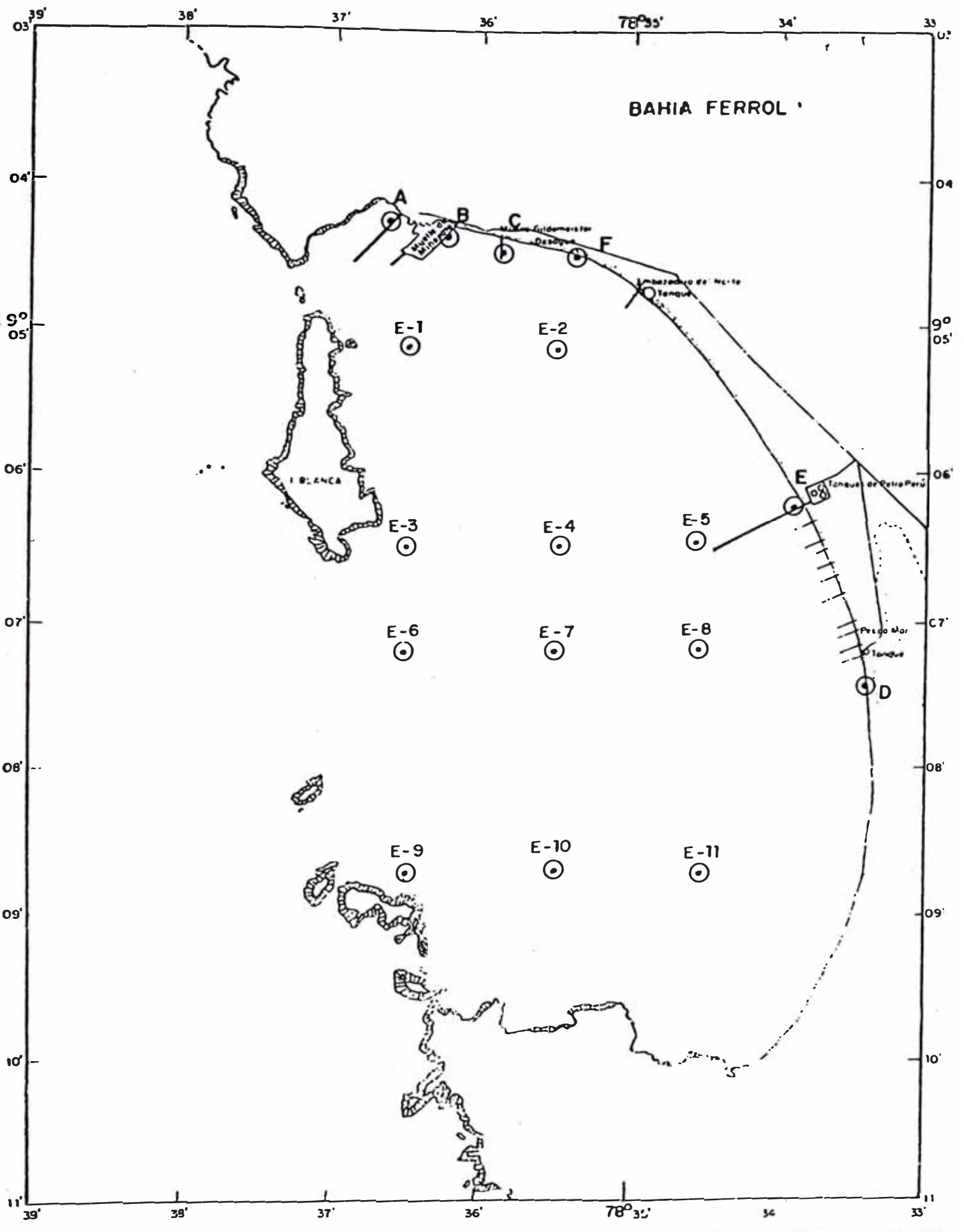
5.1 INVESTIGACIONES REALIZADAS

- De acuerdo al programa trazado, se han efectuado recientemente investigaciones complementarias a las que se dió cuenta en informes anteriores. Ellas fueron las siguientes:

5.1.a) Muestreo de lodos en las estaciones 6 y 8 (ver esquema recordatorio adjunto de ubicación). Este muestreo sirvió para determinar la demanda béntica de oxígeno de esos lodos en un equipo especial confeccionado según un instructivo suministrado. El equipo ha quedado en el laboratorio de la Dirección de Protección del Medio Ambiente para futuras investigaciones.

El resultado se puede ver en el Anexo II, plano N° 7, con un promedio de alrededor de 0.13 grs/m² día, lo que es relativamente bajo.

Además se muestrearon las otras estaciones para apreciar características físicas y compararlas con las muestras anteriores. Esto se ve en el cuadro N° 4 que se muestra a continuación.



- 5.1.b) Perfiles de oxígeno disuelto en las estaciones 2 y 5. Estos perfiles donde se observa con precisión la termoclina acusada ya en los planos de andamio de oxígeno del Informe IV, se pueden apreciar en los planos 8 y 9 del Anexo II de este Informe.
- 5.1.c) Datos de oxígeno disuelto y de clorofila "a" en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 5. Ello fue el resultado de muestreo realizado en la madrugada para conocer la influencia de la variación fotosintética entre el día y la noche. Esto se aprecia en el siguiente cuadro N° 5

CUADRO N° 5

	O.D. (p.p.m.)	T° °C	SALINIDAD	CLOROFILA "a" (mg/m ³)	HORA DE EXTRACCION	FECHA
E - 1	9.3	18.5	35.4	36.58	5:00 a.m.	11-9-82
E - 2	7.0	18.5	35.6	71.45	5:37 a.m.	11-9-82
E - 3	7.5	17.7	35.7	6.41	6:20 a.m.	11-9-82
E - 4	7.8	17.9	35.4	4.81	6:05 a.m.	11-9-82
E - 5	5.6	17.5	35.3	10.01	5:59 a.m.	11-9-82

- 5.1.d) Muestreo para análisis bacteriológico en la costa de la Bahía Ferrol. Estos resultados de los muestreos realizados en las estaciones A, B, C, D, E, F (ver esquema adjunto de ubicación) se indican en el siguiente cuadro N° 6.
- 5.1.e) Medición de cargas de DBO a la Bahía mediante estimación de caudales y análisis de DBO_5 efectuados en las muestras correspondientes. Estas mediciones se exponen en el cuadro N° 7 y su ubicación se aprecia en el plano N° 10 del Anexo II.

CUADRO N° 6

<u>ESTACIONES</u>		<u>RESULTADOS</u>	
A	_____	4,000	NMP/100 ml.
B	_____	1'500,000	"
C	_____	93,000	"
D	_____	430,000	"
E	_____	1'500,000	"
F	_____	1'200,000	"

Ver Estaciones de Muestreo

CUADRO N° 7

N°	N° de Estaciones	DESCRIPCION	Q (Lt/seg)	DBO P.P.M.
1	1D	Rebose Trapecio	6.0	946.
2	2D	Jr. Castilla	3.7	333.
3	3D	Jr. Chancay	5.52	1,627
4	4D	Jr. Ica	13	---
5	5D	Jr. Palacios (Rebose)	40.	4,397
6	1A	Picsa	801.	1,714
7	1	Pesca Mar	40	23,370.
8	2			
9	3			
10	4	Refinería de Aceite		
11	5	Envasadora del Mar	6.	23,670
12	6			
13	7			
14	8			
15	9			
16	10	Frigomar=San José	3.0	---
17	11	Pesca Perú		
18	12	Alimentos Americanos - Pro- dupesa.	195	11,228
19	13			
20	14			
21	15	Jr. Huánuco	90	2,438
22	15	Alimentos Marítimos	53	8,126
23	17	Santa Adela	8.0	21,870
24	18	Rigel	7	23,970
25	19	Actividades Pesqueras	156	1,403
26	20	Sindicato Pesquero	5,453	30
27	21	Sider - Enapu	341	2,519
28	22	Sider Perú	1,126	1,097

5.2 POSIBILIDADES DE SOLUCION

- Habiendo sido estudiadas en el Informe IV las posibilidades de la tubería de impulsión existente que bordea la costa norte de la Bahía, es claro que la disposición final de cargas de polución proveniente de fábricas procesadoras de productos marinos no puede usar esa tubería.
- Un informe denominado "Estudio de Erosión de la Bahía Ferrol" preparado por los Ingenieros Consultores Livesey & Henderson en 1975 tiene una cuidadosa descripción y análisis de corrientes, mareas, olas, vientos y arrastres litorales de dicha bahía. Este informe, que se conserva en el archivo de la Dirección de Protección del Medio Ambiente, será de valor en los estudios posteriores de andamamiento de contaminantes que se puedan hacer y en las posibilidades de disposición final de cargas de polución en Bahía Ferrol.

Cabe pensar que una importante mejora en la disposición de cargas industriales de polución pudiera realizarse por uno o más emisarios submarinos. Esto es atractivo por la circunstancia apuntada de la existencia de termoclina (que oficiaría de barrera a la mancha superficial y de contención de nutrientes al fitoplankton) y por la información contenida en el citado estudio de erosión.

Tentativamente, en razón de la altura de ola efectiva indicada en ese último informe, a las corrientes, a la existencia de termoclina y a la batimetría de la Bahía, podría pensarse en emisarios de polietileno de alta densidad con diámetros de 500 mm a 800 mm y longitudes no mayores a 1 Km. El costo de esos emisarios es mucho más bajo que los similares contruidos con otros materiales.

Estos emisarios (o uno sólo de ellos) concentrarían las cargas industriales por medio de conexiones a su torre de carga y previa reducción del contenido de grasas de los efluentes.

En estos aspectos conviene alertar que, dependiendo de los objetivos que se fijen, las investigaciones y estudios en la Bahía Ferrol pueden seguir una serie de etapas y caminos.

Asumiendo que la corrección de ofensas a los sentidos - (incluyendo mejoras estéticas) es un objetivo prioritario caben señalar las siguientes etapas:

1. Eliminación de las descargas directas de sanguasas. Ellas se producen por transporte vial de la pesca a través de calles de Chimbote y por bombeos defectuosos desde barcos (bolicheras)
2. Mejorar la operación de las cámaras de bombeo (de líquidos residuales) en la línea de impulsión de la parte norte de la Bahía. Concomitantemente sería necesaria una limpieza de los actuales canales de evacuación que, con sus obstrucciones, hacen derramar líquidos en lugares habitados.
3. Eliminación de la disposición de basuras en la costa de la Bahía.
4. Reparación y mejoras de operación de las lagunas de oxidación de la zona de Buenos Aires.
5. Proyecto y ejecución de emisarios submarinos.
6. Tratamiento de las emisiones gaseosas de las pesquerías.

5.3 ESTUDIOS A REALIZAR

- Las etapas 1, 2, 3 y 4 corresponderían quizás ser estudiadas por otros organismos con la asistencia de la Dirección de Protección del Medio Ambiente.
 - En relación con la etapa 5 habría que preparar estudios de base para el proyecto de emisarios. Esos estudios pudieran consistir en el desarrollo de modelos sin calibración efectiva, ya sean segmentados preliminares de 3 dimensiones o aplicación de las ecuaciones de Brooks.
- Quizás si el CEPIS pudiera continuar la asistencia entre visitas del Consultor específicamente asignado, se pudiera avanzar en estos aspectos.
- Aparte de ello es necesario continuar con la caracterización de cargas industriales. Para ello, una comisión de

tres técnicos de la Dirección de Protección del Medio Ambiente debería visitar Chimbote por lapso de varios días de modo de obtener cargas (por mediciones y análisis) más ajustadas a la realidad, incluso con mediciones y muestreos nocturnos.

5.4 CONCLUSIONES

- De lo expuesto cabe resaltar las siguientes conclusiones:
 - a) Las aguas de la Bahía Ferrol no son responsables de los olores en Chimbote (ver los tenores de oxígeno disuelto y fitoplankton, inclusive en horas de la madrugada).
 - b) Existe una pronunciada termoclina lo que en realidad configura dos cuerpos de agua uno superior y otro inferior, que se piensa son estables.
 - c) La información existente y la reunida en las investigaciones permite avanzar en la consideración de soluciones finales; pero deben completarse las estimaciones de cargas.
 - d) Quizás pueden concentrarse en dos emisarios submarinos las descargas industriales; evitándose otros medios más costosos de disposición final.
 - e) Para reducir o eliminar ofensas a los sentidos, aparte de la disposición de efluentes industriales, hay otras acciones enumeradas en el apartado "Posibilidades de solución".
 - f) Si la balneabilidad fuera considerada como un objetivo prioritario, habría que desarrollar un modelo de bacteria, similar al de la Costa de Lima, incluyendo la realización de nuevos muestreos y análisis.

5.5 RECOMENDACIONES

- Si lo que se expone en este Informe se considera razonable, habría que:
 - A. Fijar los objetivos que se consideren prioritarios para Chimbote.

- B. Coordinar con otras instituciones las acciones para realizar las etapas indicadas como 1, 2, 3, 4 y quizás 6 del apartado 5.2 de este Informe.
- C. Consultar al CEPIS sobre lo indicado en el apartado 5.3.
- D. Comisionar a tres técnicos a Chimbote para realizar las mediciones y muestreos indicados en el apartado 5.3.

5.6 ANEXO II

- Plano N° 7 (Demanda Béntica de Lodos)
- Planos Nos. 8 y 9 (Perfiles de O.D. y Temperatura)
- Plano N° 10 (largas industriales de polución)

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION DE LA BAHIA DE ITE-ILO

1. ACCIONES PROPUESTAS

- En razón del alto interés que representa este estudio de impacto de tóxicos en la Bahía de Ite provocados por la descarga de las explotaciones mineras, se presenta un pre supuesto tentativo de alcance mayor.
- Debe hacerse notar que, en lugar del simple estudio de tóxicos como elementos conservativos, se propone ahora de terminar concentraciones de ciertos tóxicos preponderantes (en especial metales pesados) teniendo en cuenta interacciones con sólidos suspendidos y lodos.

Esto es esencial para hallar concentraciones activas en el mar, y por ende, las que encontrarán los diversos niveles gráficos cuyos almacenamientos de tóxicos pueden, por acumulación, provocar peligro en propagación de especies o en el consumo directo.

- El resultado de este estudio; si es posible resolver las múltiples dificultades que seguramente se producirán; será la distribución de las concentraciones de tóxicos en el mar.

Ello significa la correlación entre las cargas de tóxicos preponderantes procedentes de explotaciones mineras y las concentraciones de tóxicos en el mar a diversas distancias desde la Costa.

- Debe hacerse notar que conocer lo anterior no significa determinar la concentración de tóxicos en diversos niveles de la escala gráfica o sea concentraciones de tóxicos en fitoplankton, crustáceos, anchoveta, etc.

Ello sólo puede hacerse; a partir de las concentraciones halladas por el estudio que se propone, mediante el desarrollo de un modelo biológico de magnificación como el propuesto por Thomann, el cual está en vías de experimentación aún y que debería efectuarlos otra institución. Este modelo exige ensayos de laboratorio y el concurso de profesionales capacitados de diversa especialidad.

2. PRESUPUESTO TENTATIVO

2.1. <u>Trabajos Hidrológicos</u>	\$
2.1.1. Comisión de estudio de estaciones hidrológicas	500,000
2.1.2. Proyecto de instalación de estación de Quebrada Honda, incluyendo equipo registrador.	24'500,000
2.1.3. Costo e instalación de estación Quebrada Honda	
a. Costo de equipo registrador	
b. Instalación con accesorios	
2.1.4. Información de estaciones hidrológicas en ríos Ilabaya y Curibaya	2,000
2.1.5. Información de centrales de Laguna Aricota	2,000
2.1.6. Mediciones e información de caudales de riego en canal derivación Ite Norte	350,000
2.1.7. Mediciones en Concentradora Milosa	
a. Canal del relave Q. Honda	
b. Excedente de aguas	350,000
2.1.8. Medición de excedentes en río Locumba	350,000
2.1.9. Mediciones y atención de estación Quebrada Honda	150,000
Total 2.1.	\$ 26'204,000

3. Muestreos y Análisis

- 3.1 Reacondicionamiento del equipo Perkin Elmer de absorción atómica para determinaciones de metales pesados (propiedad de la Dirección de Protección del Medio Ambiente).
\$ 1'300,000
- 3.2 Instalación de correntógrafos y medición de corrientes marinas (3 correntógrafos, 1 mes e interpretación).
\$ 13'000,000
- 3.3 Extracción de muestras de mar y de lodos en 15 estaciones hasta 5 km. mar adentro.
\$ 7'000,000
- 3.4 Determinaciones de coeficientes de partición en volúmenes de agua de mar y de lodos representativos.
\$ 500,000
- 3.5 Determinaciones con muestreos de mar y lodos de:
Sólidos suspendidos
Metales pesados (Cobre, Cadmio, Hierro)
Cianuros, Sulfatos, Sulfuros y arsénico.
Tóxicos orgánicos
\$ 3'000,000
- 3.6 Muestreo periódico de aguas de descarga al mar en Q. Honda y río Locumba, con determinaciones analíticas como en 2.5.
\$ 300,000
- 3.7 Estudio y reconocimiento de la distribución de sedimentos marinos (con muestreos adicionales) y de tasas de sedimentación y resuspensión.
\$ 2'200,000
- Total 3 \$ 27'800,000